

UFPA

PPGEC

Universidade Federal do Pará



Diego Lima Crispim

TESE DE DOUTORADO

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA RURAL (ISHR): uma abordagem multicritério e participativa para comunidades rurais em áreas com abundância e escassez de água

Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes

BELÉM – PA

2021

DIEGO LIMA CRISPIM

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA RURAL (ISHR):
uma abordagem multicritério e participativa para comunidades rurais em áreas com
abundância e escassez de água

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Hídrica

Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes

BELÉM – PA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

C932i Crispim, Diego Lima.
INDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA RURAL
(ISHR): uma abordagem multicritério e participativa para
comunidades rurais em áreas com abundância e escassez
de água / Diego Lima Crispim. — 2021.
347 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Fernandes

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Belém, 2021.

1. Análise multicritério. 2. Sistema de indicadores. 3.
Método Delphi. 4. Análise de sensibilidade. 5.
Abastecimento de água rural. I. Título.

CDD 620



**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA RURAL (ISHR):
UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO E PARTICIPATIVA
PARA COMUNIDADES RURAIS EM ÁREAS COM
ABUNDÂNCIA E ESCASSEZ DE ÁGUA**

AUTOR:

DIEGO LIMA CRISPIM

TESE SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA
APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADO EM: 23 / 06 / 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Orientador (UFPA)

Prof. Dr. Luis Gustavo de Lima Sales
Membro Externo (UFCG)

Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara
Membro Externo (UFPA)

Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa
Membro Interno (UFPA)

Profa. Dra. Lúiza Carla Girard Mendes Teixeira
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

Dedico esse trabalho a DEUS. Sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, irmãos, familiares e amigos (a), pelo incentivo, força e oração.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus por ter me concedido o dom da vida, por ser meu refúgio e fortaleza, socorro bem presente nos meus momentos de aflições.

Aos meus pais, Osvaldo Crispim Dias e Maria Vanda Lima Crispim, que sempre me incentivaram e apoiaram na minha jornada acadêmica, cujos esforços garantiram o melhor para minha pessoa.

Aos meus irmãos, Diogo Lima Crispim e Dimas Lima Crispim, pela atenção, carinho e apoio dedicados a minha pessoa no decorrer dessa jornada.

A todos os meus familiares como avós, tios, tias, primos e sobrinho pelo apoio e incentivo à minha pessoa.

A congregação da Assembleia de Deus da rua 25 de junho do bairro do Guamá pela oração, apoio, carinho e atenção.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes, pela confiança, atenção, ensinamentos, aconselhamentos, paciência e profissionalismo no transcorrer das atividades e elaboração desta tese.

Aos amigos do município de Belém-PA, Pr. Lúcio Lameira e família, Pr. Will Ferreira e família, Obreiro Geison Coelho e família, Obreiro Augusto Moraes e família, João Dantas e família, Daniel Santiago, pelo suporte, acolhimento e apoio para minha pessoa.

Aos colegas do condomínio universitário, Eliabe dos Santos Silva, Fábio Venilson de Sousa Pereira, Paulo Eduardo Silva Bezerra, Warisson Ramon Sousa da Silva e Wellington Deivison de Souza Felix.

Aos amigos (a) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, Artur Sales de Abreu Vieira, David Figueiredo Ferreira Filho, Laila Rover Santana, Maria de Nazaré Alves da Silva, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira Silveira, Roberto dos Santos Corrêa e Rodrigo Silvano Silva Rodrigues, pela amizade e bons momentos.

Ao Corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, na pessoa da Secretária Sanny Ramos Mendes de Assis.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa acadêmica do Processo de n.º 88882.460029/2019-01.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara, Prof. Dr. Luís Gustavo de Lima Sales, Profa. Dra. Luiza Carla Girard Mendes Teixeira e o Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa, pela contribuição e aprimoramento deste trabalho, bem como para o meu crescimento acadêmico.

A toda população das comunidades rurais do município de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA abrangida no estudo, pela atenção, disposição e colaboração para realização dessa pesquisa.

RESUMO

Embora o acesso à água é reconhecido como direito elementar do ser humano, esse recurso vem despertando preocupação no país devido aos problemas de escassez quantitativa, qualitativa ou econômica de água, bem como baixa provisão de infraestrutura hídrica, afetando milhares de pessoas, em especial, as que residem em áreas rurais. Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver um índice participativo e multicritério que visa auxiliar os tomadores de decisão na gestão e planejamento dos recursos hídricos em comunidades rurais em situações de abundância e escassez de água como na Amazônia brasileira e no Semiárido nordestino. O recorte espacial para geração e aplicação do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR) abrangeu 42 comunidades rurais, nas quais 26 estavam situadas no Semiárido nordestino e 16 na região Amazônica. Foram empregados indicadores que são utilizados em estudos regionais e locais associando à temática gestão de recursos hídricos com aspectos socioeconômicos em comunidades rurais. Os dados de entrada para o cálculo do ISHR foram obtidos por meio da realização de entrevistas junto à população domiciliada nessas localidades. Para formulação do ISHR foram realizados cálculos de ponderações para as componentes e subcomponentes, e atribuições de notas para as variáveis dos indicadores pelo método participativo Delphi. Além disso, foi empregado um método de análise multivariada para verificar a similaridade entre as comunidades. Os resultados do método Delphi indicaram que a componente do ISHR que obteve maior nível de concordância foi uso da água com (CC) 86,4%, enquanto a componente capacidade obteve o menor (CC) com 54,5%. Observou-se com aplicação do ISHR que 50,0% (n=8) das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA foram classificadas na faixa potencialmente sustentável, enquanto 50,0% (n=8) alcançaram uma classificação intermediária. Enquanto, nas comunidades de Pombal-PB, constatou-se que 65,4% (n=17) alcançaram uma classificação intermediária, e 34,6 (n=9) obtiveram uma classificação potencialmente sustentável. As comunidades rurais de Várzea Comprida dos Oliveiras e Coatiba, localizadas no município de Pombal-PB, alcançaram os melhores desempenhos do ISHR com (7,0) e (6,6), respectivamente. A análise de sensibilidade indicou que as componentes do ISHR não possuem correlação muito forte ou forte, mostrando ser um bom conjunto de componentes para o ISHR. Os critérios de eficiência mostraram que a componente acesso à água apresentou a maior correlação com ISHR, para comunidades de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA. Pela análise de agrupamento, utilizando o método de Ward e distância euclidiana, constatou-se que certas comunidades situadas no Semiárido e na Amazônia brasileira, integraram um mesmo grupo, apresentando homogeneidade interna, e distinção com os demais grupos. Por fim, o método Delphi foi válido para mensurar os pesos das componentes e subcomponentes, bem como as notas das variáveis. A utilização integrada da análise multicritério de decisão (AMDC) e o sistema de informação geográfica (SIG) mostrou ser uma forma prática de apresentar os resultados das componentes e do ISHR, o que pode auxiliar os tomadores de decisões a direcionar as ações no setor de água local. As componentes do ISHR podem ser analisadas de forma individual, como componentes temáticas, ao invés de compostas.

Palavras-chave: Análise multicritério. Sistema de indicadores. Método Delphi. Análise de sensibilidade. Abastecimento de água rural.

ABSTRACT

Although water access has been recognized as a fundamental human right, the water shortage and inadequate infrastructure concerns globally in quantitative, qualitative, and economic ways, especially in rural community environments. Thus, this study aimed to propose a participatory and multicriteria index, which will serve as a basis for decision-makers in water management in rural communities in conditions of water scarcity and abundance, such as the Northeastern Semi-arid and the Brazilian Amazon, respectively. The spatial focus for the generation and application of the rural water sustainability index (ISHR) covered 42 rural communities, of which 26 were located in the Northeastern semi-arid and 16 in the Amazon region. Indicators used in regional and local studies associating water resources management with socioeconomic aspects in rural communities were considered. The input data for the ISHR calculation were obtained by conducting interviews with the population domiciled in each community. Weighting calculations were performed for the components and subcomponents to formulate the ISHR and grade assignments for the indicator variables by the Delphi participatory method. Also, a multivariate analysis method was used to verify the similarity between communities. The Delphi method results indicated that the ISHR component that obtained the highest level of agreement was water use with a Concordancy Coefficient (CC) of 86.4%, while the capacity component obtained the lowest a CC of 54.5%. It was observed with the ISHR application that 50.0% (n=8) of rural communities in Santa Luzia do Pará-PA were classified in the potentially sustainable range, while 50.0% (n=8) reached an intermediate classification. In Pombal-PB, 65.4% (n =17) of the rural communities achieved an intermediate classification, and 34.6% (n=9) obtained a potentially sustainable classification. The rural communities of Várzea Comprida dos Oliveiras and Coatiba achieved the best ISHR performances with (7.0) and (6.6), respectively. The sensitivity analysis showed that the ISHR components do not have a very strong or strong correlation, leading to a promising outcome. The efficiency criteria showed that the component access to water had the highest correlation with ISHR for communities in Pombal-PB and Santa Luzia do Pará-PA. By cluster analysis, using the Ward method and Euclidean distance, it was found that specific communities located in the Semi-Arid and the Brazilian Amazon integrated the same group, presenting internal homogeneity and distinction with the other groups. Therefore, the Delphi method revealed appropriate to measure the components and subcomponents weights and the variables' grades. The integration of multicriteria decision analysis (MDA) and geographic information systems (GIS) tools led to a more practical form of assessing and presenting IHSR outcomes, assisting decision-takers in local water action planning. The ISHR components can be assessed individually as thematic components instead of composed ones.

Keywords: Multicriteria analysis. Indicator system. Delphi method. Sensitivity analysis. Rural water supply.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Distribuição da disponibilidade hídrica e populacional no país por região	34
Figura 2 –	Conjuntura do abastecimento de água no Brasil	35
Figura 3 –	Artigos com o termo "segurança hídrica" no período de 1990 a 2010	51
Figura 4 –	Disponibilidade de água doce (m ³ por pessoa por ano, 2007)	55
Figura 5 –	Situação da escassez hídrica no mundo	56
Figura 6 –	Pirâmide do conhecimento	66
Figura 7 –	Ordenação territorial de uma comunidade	72
Figura 8 –	Distribuição da população rural por estado no Brasil	75
Figura 9 –	Tipos de análise de dados conforme a quantidade de variáveis	87
Figura 10 –	Dendrograma demonstrativo	96
Figura 11 –	Estrutura de agrupamento hierárquico	96
Figura 12 –	Estrutura da pesquisa	98
Figura 13 –	Estrutura de atividades realizadas no estudo de caso	101
Figura 14 –	Ordem de realização de um estudo Delphi	113
Figura 15 –	Mapa de localização do município de Pombal-PB	120
Figura 16 –	Localização das comunidades rurais pesquisadas do município de Pombal-PB	121
Figura 17 –	Escola Municipal de Ensino Fundamental Inácio Adelino de Melo na comunidade rural Cachoeira em Pombal-PB	123
Figura 18 –	Capela Nossa Senhora do Perpétuo do Socorro na comunidade rural de Flores em Pombal-PB	124
Figura 19 –	Classificação climática do município de Pombal-PB	126
Figura 20 –	Domínio de solos no município de Pombal-PB	127
Figura 21 –	Hidrografia do município de Pombal-PB	128
Figura 22 –	Vegetação com extrato arbustivo e caráter xerófilo na comunidade rural Trincheira em Pombal-PB	129
Figura 23 –	Localização do município de Santa Luzia do Pará-PA	131
Figura 24 –	Localização das comunidades rurais estudadas do município de Santa Luzia do Pará-PA	132
Figura 25 –	Escola Municipal de Ensino Fundamental Eluziario Antônio da Silva na comunidade rural Pau D'arco em Santa Luzia do Pará-PA	134
Figura 26 –	Capela de Nossa Senhora Aparecida na comunidade rural Tamancuoca no município de Santa Luzia do Pará-PA	135
Figura 27 –	Classificação climática do município de Santa Luzia do Pará-PA	136
Figura 28 –	Variabilidade da precipitação média anual no município de Santa Luzia do Pará-PA	137
Figura 29 –	Domínio de solos no município de Santa Luzia do Pará-PA	138
Figura 30 –	Hidrografia do município de Santa Luzia do Pará-PA	140
Figura 31 –	Área destinada para pastagem na comunidade Quilombola Pimenteira em Santa Luzia do Pará-PA	141
Figura 32 –	Organograma das metodologias de análise de agrupamento	151
Figura 33 –	Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Pombal-PB: a) produção de hortaliças por meio de irrigação; b) criação de animal (bovinocultura)	190

Figura 34 – Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) plantio de feijão; b) cultivo de mandioca	192
Figura 35 – Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) produção de massa puba; b) produção de farinha	193
Figura 36 – Oferta de serviços de saúde nas comunidades: a) Cachoeira em Pombal-PB; b) Broca em Santa Luzia do Pará-PA	195
Figura 37 – Frequência de atendimento médico nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	196
Figura 38 – Articulação com algum órgão ou entidade nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	197
Figura 39 – Associação ou cooperativa rural nas comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	198
Figura 40 – Associação comunitária rural ou produtores rurais: a) Várzea Comprida dos Oliveiras em Pombal-PB; b) Broca em Santa Luzia do Pará-PA	199
Figura 41 – Participação dos entrevistados das comunidades rurais em associação rural ou cooperativa: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	200
Figura 42 – Sabor da água com base na percepção dos moradores das comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	204
Figura 43 – Cor da água segundo a percepção dos entrevistados das comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	205
Figura 44 – Análise físico-química e bacteriológica da água utilizada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	206
Figura 45 – Percepção dos moradores das comunidades rurais sobre a qualidade da água: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	208
Figura 46 – Desinfecção da água utilizada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	208
Figura 47 – Forma de desinfecção da água usada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	209
Figura 48 – Mananciais existentes nas comunidades rurais: a) trecho do rio Piancó que corta o município de Pombal-PB; b) trecho do rio Caeté no município de Santa Luzia do Pará-PA	211
Figura 49 – Proximidade das comunidades com os rios que cortam o município de Pombal-PB	212
Figura 50 – Comunidades rurais próximas de rios que atravessam o território de Santa Luzia do Pará-PA	213
Figura 51 – Fontes hídricas utilizadas no abastecimento humano nas comunidades de Pombal-PB: a) cisterna de placa na comunidade Estrelo; b) poço tubular na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras	216
Figura 52 – Fontes hídricas utilizadas no abastecimento humano nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) Poço escavado na comunidade Cantã; b) Poço escavado na comunidade Quilombola Pimenteira	216

Figura 53 – Realização de capacitação de manejo e conservação de água nas comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	219
Figura 54 – Usos múltiplos da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	223
Figura 55 – Conflitos pelo uso da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	224
Figura 56 – Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades básicas da população das comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	225
Figura 57 – Disponibilidade de água para projeto de irrigação nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	226
Figura 58 – Cultivo de milho na comunidade Estrelo em Pombal-PB	227
Figura 59 – Lavoura de feijão na comunidade Quilombola Pimenteira-SLP	228
Figura 60 – Racionamento de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	229
Figura 61 – Reutilização de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	230
Figura 62 – Sistema de abastecimento de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	233
Figura 63 – Tipo de instalação sanitária utilizada nos domicílios das comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	235
Figura 64 – Banheiro fora da residência em uma casa próximo do Assentamento Margarida Maria Alves em Pombal-PB	236
Figura 65 – Banheiro com instalação não limpa nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA : a) Cantã; b) Quilombola Pimenteira	237
Figura 66 – Distância média do domicílio até fonte hídrica nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	239
Figura 67 – Distância média da residência até a fonte hídrica nas comunidades rurais: a) cisterna de placa para captação de água da chuva; b) poço tipo amazonas	240
Figura 68 – Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	243
Figura 69 – Condição de acesso às comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	244
Figura 70 – Atividades antrópicas que podem causar degradação ambiental	249
Figura 71 – Atividades de uso e ocupação do solo nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	250
Figura 72 – Destinação final dos resíduos sólidos: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA	253
Figura 73 – Disposição final dos resíduos sólidos domiciliares nas comunidades: a) São Pedro-PL; b) Broca-SLP	254
Figura 74 – Gráfico <i>box plot</i> do ISHR para as comunidades rurais	258
Figura 75 – Gráfico <i>box plot</i> com os valores médios das componentes do ISHR das comunidades rurais de Pombal-PB	260
Figura 76 – Gráfico <i>box plot</i> com os valores médios das componentes do ISHR das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA	262
Figura 77 – Mapa de sustentabilidade hídrica rural nas comunidades rurais de Pombal-PB	270
Figura 78 – Mapa de sustentabilidade hídrica rural das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA	272

Figura 79 – Espacialização das componentes do ISHR para as comunidades de Pombal-PB	274
Figura 80 – Espacialização das componentes do ISHR para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA	276
Figura 81 – Dendrograma com as comunidades rurais formado pelo método de agrupamento hierárquico de Ward para $k = 5$	284

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Matriz de distância	91
Tabela 2 –	Formação acadêmica e número de convidados a participar do método Delphi	115
Tabela 3 –	Comunidades rurais, famílias residentes e distância da sede municipal	122
Tabela 4 –	Comunidades rurais, famílias residentes e distância da sede municipal	133
Tabela 5 –	Cálculo do tamanho da amostra	143
Tabela 6 –	Determinação dos pesos das componentes referente a rodada 1 do Delphi	153
Tabela 7 –	Matriz de componentes com nível de concordância para rodada 1	154
Tabela 8 –	Estatística descritiva dos pesos das componentes determinados pelo método Delphi referente a rodada 1	155
Tabela 9 –	Matriz de subcomponentes com nível de concordância para rodada 1	156
Tabela 10 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente capacidade	156
Tabela 11 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que compõem a componente recursos hídricos	157
Tabela 12 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente uso da água	157
Tabela 13 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente acesso à água	158
Tabela 14 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que compõem a componente meio ambiente	159
Tabela 15 –	Composição final dos profissionais e técnicos que participaram de todas etapas do método Delphi	160
Tabela 16 –	Determinação dos pesos das componentes referente a rodada 2 do Delphi	161
Tabela 17 –	Matriz de componentes com nível de concordância para rodada 2	162
Tabela 18 –	Estatística descritiva dos pesos das componentes definido pelo método Delphi referente a rodada 2	162
Tabela 19 –	Matriz de subcomponentes com nível de concordância para rodada 2	163
Tabela 20 –	Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram as componentes do ISHR	165
Tabela 21 –	Características socioeconômica dos entrevistados das comunidades rurais dos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA	180
Tabela 22 –	Desempenho da componente capacidade para as comunidades rurais	182
Tabela 23 –	Nível de escolaridade da população das comunidades rurais	183
Tabela 24 –	Quantidade de anos que os entrevistados residem nas comunidades	185

Tabela 25 –	Tipo de construção das residências dos entrevistados	186
Tabela 26 –	Situação fundiária da população rural entrevistada	187
Tabela 27 –	Renda mensal das famílias entrevistados nas comunidades rurais	188
Tabela 28 –	Principal fonte de renda das famílias entrevistadas	189
Tabela 29 –	Desempenho da componente recursos hídricos para as comunidades rurais	202
Tabela 30 –	Fontes de água empregadas no abastecimento humano pela população rural	214
Tabela 31 –	Forma de armazenamento de água pela população rural	218
Tabela 32 –	Desempenho da componente uso da água para as comunidades rurais	221
Tabela 33 –	Atividade doméstica com maior consumo de água nas comunidades rurais	222
Tabela 34 –	Desempenho da componente acesso à água para as comunidades rurais	231
Tabela 35 –	Desempenho da componente meio ambiente para as comunidades rurais	246
Tabela 36 –	Estatística descritiva do ISHR para as comunidades rurais	257
Tabela 37 –	Estatística descritiva das componentes do ISHR para as comunidades rurais de Pombal-PB	259
Tabela 38 –	Estatística descritiva das componentes do ISHR para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA	261
Tabela 39 –	Matriz de correlação linear das componentes do ISHR para comunidades rurais de Pombal-PB	263
Tabela 40 –	Correlação direta das componentes (variáveis independentes) com o ISHR (variável dependente) por regressão simples para comunidades de Pombal-PB	264
Tabela 41 –	Matriz de correlação linear das componentes do ISHR para comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA	265
Tabela 42 –	Correlação direta das componentes (variáveis independentes) com o ISHR (variável dependente) por regressão simples para comunidades de Santa Luzia do Pará-PA	266
Tabela 43 –	Desempenho do índice de sustentabilidade hídrica rural para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB	267
Tabela 44 –	Determinação do método de agrupamento hierárquico aglomerativo	283

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Histórico da regulação hídrica no Brasil	40
Quadro 2 –	Principais ações ou eventos relacionados com a temática do desenvolvimento sustentável	43
Quadro 3 –	Principais eventos internacionais que abordam a questão da água	45
Quadro 4 –	Abordagens do termo segurança hídrica com base em algumas áreas	52
Quadro 5 –	Dimensões do índice de pobreza hídrica (IPH)	68
Quadro 6 –	Estrutura do IPH: dimensão, subdimensão e variável	69
Quadro 7 –	Componentes do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR)	106
Quadro 8 –	Componentes, subcomponentes e indicadores a serem utilizados no ISHR	108
Quadro 9 –	Classes de solo e suas peculiaridades sobre o uso e manejo	139
Quadro 10 –	Classificação nominal e representação dos níveis de sustentabilidade hídrica	147
Quadro 11 –	Níveis de sustentabilidade hídrica e recomendação de prioridade para realização de ações	148
Quadro 12 –	Critérios de eficiência para avaliação das componentes do ISHR	149
Quadro 13 –	Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente capacidade (C ₁)	167
Quadro 14 –	Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente recursos hídricos (C ₂)	170
Quadro 15 –	Matriz de Indicadores do ISHR, com base na componente uso da água (C ₃)	172
Quadro 16 –	Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente acesso à água (C ₄)	173
Quadro 17 –	Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente meio ambiente (C ₅)	175
Quadro 18 –	Estratégias para diminuir os problemas ligados a questão do acesso e uso da água para consumo humano e produção agrícola na visão dos comunitários	280

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	Agente Comunitário de Saúde
ADMC	Análise de Decisão Multicritério
ANA	Agência Nacional de Águas
Am	Clima Tropical de Monção
As	Clima tropical quente e úmido
BPC	Benefício de Prestação Continuada
Bsh	Clima Semiárido Quente
CA	Coeficiente Aglomerativo
CC	Coeficiente de Concordância
CEH	Centre for Ecology and Hydrology
CF	Constituição Federal
CMMAD	Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO ²	Dióxido Carbono
COOMAR	Cooperativa Mista dos Agricultores entre os Rios Caeté e Gurupi
COP	Conference of the Parties
CV	Coeficiente de Variação
DNTI	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GEE	Gases do Efeito Estufa
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GWP	Global Water Partnership
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDSM	Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios
IDSMP	Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municipal Participativo
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPH	Índice de Pobreza Hídrica
IQA	Índice de Qualidade da Água
ISAJO	Índice de Sustentabilidade da Água em Java Ocidental
ISGIAU	Índice de Sustentabilidade para Gestão Integrada da Água Urbana
ISHAP	Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo
ISHR	Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural
ITERPA	Instituto de Terras do Pará
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONGs	Organizações Não Governamentais
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
P1MC	Programa Um Milhão de Cisterna
PA	Pará
PB	Paraíba
PBF	Programa Bolsa Família
PIB	Produto Interno Bruto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSF	Programa Saúde da Família
PEV	Pronto de Entrega Voluntária
SAA	Serviço de Abastecimento de Água
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SETRAN	Secretaria de Transportes
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIUWM	Índice de Sustentabilidade para a Gestão Integrada da Água Urbana
SODIS	Desinfecção Solar de Água
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
UBS	Unidade Básica de Saúde
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	United Nations Children's Emergency Fund
WEF	World Economic Forum
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 Hipótese	27
1.2 Objetivos	28
1.2.1 Objetivo geral	28
1.2.2 Objetivos específicos.....	28
1.3 Justificativa	28
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
2.1 Disponibilidade de água no Brasil	33
2.2 Aspectos legais dos recursos hídricos	38
2.3 Desenvolvimento sustentável e recursos hídricos	42
2.4 Sustentabilidade hídrica	47
2.5 Segurança hídrica	49
2.6 Estresse hídrico	53
2.7 Escassez hídrica	55
2.8 A relação entre a pobreza e a água	58
2.9 Indicadores e índice	62
2.10 Índice de pobreza hídrica	67
2.11 Comunidades rurais	72
2.12 O paradoxo da água na Amazônia brasileira	76
2.13 O acesso à água no Semiárido nordestino	79
2.14 Método Delphi	82
2.15 Análise de sensibilidade	84
2.16 Análise multivariada	86
2.17 Análise de agrupamento (cluster analysis)	88
2.17.1 Medidas de similaridade ou distância (dissimilaridade).....	90
2.17.2 Distância euclidiana.....	91
2.17.3 Padronização das variáveis.....	92
2.17.4 Coeficiente aglomerativo	93
2.17.5 Definir a quantidade ideal de agrupamentos	94
2.18 Métodos de agrupamentos hierárquicos	95
2.18.1 Método de variação mínima de Ward.....	97
3 MATERIAL E MÉTODOS	98
3.1 Esquematização da pesquisa	98
3.2 Características da pesquisa	99
3.3 Concepção do ISHR	101

3.4 Definição dos pesos e notas das componentes, subcomponentes e indicadores do ISHR	112
3.4.1 Processo de implementação e análise do método Delphi	113
3.4.2 Seleção dos especialistas	114
3.4.3 Questionários aplicados no método Delphi	115
3.4.4 Análise dos dados	116
3.4.5 Critérios para finalizar a consulta	117
3.4.6 Quantidade de rodadas	118
3.4.6.1 Consulta de opinião - 1ª rodada do Delphi	118
3.4.6.2 Consulta de opinião - 2ª rodada do Delphi	119
3.5 Aplicação do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR)	119
3.5.1 Área 1	120
3.5.1.1 Localização geográfica	120
3.5.1.2 Aspectos Econômicos	125
3.5.1.3 Clima	125
3.5.1.4 Pedologia	126
3.5.1.5 Hidrografia	127
3.5.1.6 Vegetação	129
3.5.2 Área 2	130
3.5.2.1 Localização geográfica	130
3.5.2.2 Aspectos Econômicos	135
3.5.2.3 Clima	136
3.5.2.4 Pedologia	137
3.5.2.5 Hidrografia	139
3.5.2.6 Vegetação	140
3.6 Determinação do tamanho da amostra	142
3.7 Procedimentos da coleta dos dados	143
3.8 Tabulação e interpretação dos dados	145
3.9 Cálculo do ISHR	146
3.10 Interpretação e classificação dos níveis de sustentabilidade hídrica	147
3.11 Método de interpolação	148
3.12 Análise de sensibilidade	149
3.13 Análise de agrupamento (cluster analysis)	150
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	152
4.1 Método Delphi: pesos e notas das componentes, subcomponentes e variáveis	152
4.1.1 Consulta de opinião - 1ª rodada do Delphi	152
4.1.2 Consulta de opinião - 2ª rodada do Delphi	159

4.2 Características socioeconômica da população rural.....	179
4.3 Desempenho das comunidades quanto as componentes do ISHR.....	181
4.3.1 Desempenho da componente capacidade	181
4.3.2 Desempenho da componente recursos hídricos	201
4.3.3 Desempenho da componente uso da água.....	220
4.3.4 Desempenho da componente acesso à água	230
4.3.5 Desempenho da componente meio ambiente	245
4.4 Estatística descritiva do ISHR.....	256
4.5 Análise de sensibilidade das componentes do ISHR.....	262
4.6 Desempenho das comunidades quanto a sustentabilidade hídrica	266
4.7 Aplicação de análise de agrupamento para classificar as comunidades rurais	282
5 CONCLUSÃO	287
REFERÊNCIAS.....	290
APÊNDICES	335
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS	336
APÊNDICE B - DEFINIÇÃO DOS PESOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR - 1ª RODADA DELPHI	340
APÊNDICE C - SUGESTÕES E ALTERAÇÕES DE SUBCOMPONENTES, INDICADORES E VARIÁVEIS NA 1ª RODADA DELPHI	341
APÊNDICE D - DEFINIÇÃO DOS PESOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR - 2ª RODADA DELPHI	344
APÊNDICE E - QUANTIDADE DE ENTREVISTAS REALIZADAS POR COMUNIDADE RURAL	345
APÊNDICE F - VALORES MÉDIOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR PARA AS COMUNIDADES RURAIS DE POMBAL-PB	346
APÊNDICE G - VALORES MÉDIOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR PARA AS COMUNIDADES RURAIS DE SANTA LUZIA DO PARÁ-PA	347

1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade sempre esteve associada à água (LAVOR *et al.*, 2017; MEDEIROS, 2017). Historicamente, as comunidades formavam-se próximas às fontes hídricas para suprir suas necessidades básicas e sobrevivência (MELLO, 2005; NOSCHANG; SCHELEDER, 2018; PITERMAN; GRECO, 2005; SOUSA; MACEDO, 2011).

Nesse contexto, entende-se que água é um recurso natural finito e fundamental a todos os seres vivos, sendo essencial à preservação da vida no planeta Terra (ALEIXO *et al.*, 2016; RIBEIRO; PIZZO, 2011). Portanto, a provisão de água doce de boa qualidade é fundamental para o crescimento econômico (FALKENMARK, 2013) e para a qualidade de vida e bem-estar da população (KUMMU *et al.*, 2016). Assim, a água é reconhecida como um direito elementar do ser humano (MAIA, 2017), tornando-se uma das maiores preocupações do planeta nas últimas décadas em função de sua escassez quantitativa e qualitativa (ZENG; LIU; SAVENJE, 2013).

Sobre isso, índices foram desenvolvidos em diferentes lugares do planeta para avaliar a situação hídrica de comunidades, tais como: o Índice de Sustentabilidade para Gestão Integrada da Água Urbana (ISGIAU), o Índice de Qualidade da Água (IQA), o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) e o Índice de Falkenmark (estresse hídrico). No entanto, a falta de índices que representem a realidade local das comunidades rurais limita o estabelecimento de uma gestão integrada dos recursos hídricos para essa espacialidade (GUPPY, 2014).

Segundo informações da Organização das Nações Unidas (ONU, 2018), cerca de 884 milhões de pessoas não têm acesso a nenhuma forma de serviço de abastecimento de água, ao passo que 2,1 bilhões de pessoas dispõem de precária infraestrutura de abastecimento de água, não assegurando a potabilidade da água aos usuários.

De acordo com Kayser *et al.* (2015), a maioria da população rural não é atendida por serviços de abastecimento de água, em função da inviabilidade logística e econômica que não permite ampliar esse serviço até esses locais. Deste modo, nota-se que esta problemática ameaça o cumprimento do sexto objetivo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que estabeleceu a universalização do acesso seguro à água até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Segundo informações do relatório “*Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: Update and Sustainable Development Goal baselines*”, elaborado pela Health Organization (WHO) e United Nations Children’s Fund (UNICEF), cerca de 161 milhões de pessoas consomem e usam águas superficiais sem nenhum tratamento, sendo 150 milhões habitantes de áreas rurais (WHO; UNICEF, 2017).

No Brasil, essa problemática é igualmente preocupante. Segundo informações do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) de 2017, 16,6% da população rural não possui acesso à água e 47,6% não possui coleta de esgoto (BRASIL, 2019). Além disso, informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) destacam que somente 33,41% das residências rurais têm abastecimento de água ligado à rede pública, enquanto 66,59% do abastecimento é oriundo de outras fontes, como poços, rios e reservatórios (BRASIL, 2014).

Segundo a legislação brasileira, toda água destinada para o consumo humano deve atender a requisitos físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela vigilância sanitária (BRASIL, 2021). Sobre isso, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, definiu condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos, com a finalidade de garantir a qualidade compatível com os usos das águas (DA SILVA; ALBUQUERQUE, 2018). Além disso, estabeleceu-se a Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021, aborda questões ligadas ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, com a finalidade de garantir o bem-estar e a saúde da população através do monitoramento e da vigilância da provisão de água para o uso humano.

Como parte da política de gestão de águas, foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) pela Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), a qual determinou que a gestão dos recursos hídricos deve sempre promover o uso múltiplo das águas e, em casos de escassez, o uso prioritário deve ser para o consumo humano e a dessedentação de animais (BARROS *et al.*, 2018). Todavia, o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico, a poluição, as mudanças climáticas, a salinização, a superexploração e o manejo inadequado da água, a oferta de água superficial e subterrânea podem diminuir, o que resulta em conflitos pelo recurso (FERREIRA *et al.*, 2020).

Dessa forma, é possível identificar que o direito à água é uma garantia legal que enfrenta várias dificuldades de efetivação, tanto nos países desenvolvidos quanto

nas nações em desenvolvimento (GIUPPONI; PAZ, 2015). Assim, assuntos relacionados ao acesso contínuo à água potável têm provocado preocupação, especialmente nos países emergentes. Nesses países, o déficit no fornecimento de água de qualidade para garantir as necessidades diárias da população é potencializado por inúmeros fatores, dentre eles o acelerado crescimento urbano e populacional e a ocupação de áreas periféricas e rurais de forma desordenada (PEREIRA *et al.*, 2010).

Apesar de o Brasil ter cerca de 12% do total de água doce do planeta (equivalente a 1.488 milhões m³/s) e 53% do total da água doce da América do Sul (334.000 m³/s), existe em seu território problemas quanto a distribuição espacial dos recursos hídricos. Além disso, são comuns problemas como a falta da qualidade da água e a dificuldade no acesso (BORDALO, 2016).

Dessa forma, observa-se que a dialética entre o aparente cenário de riqueza hídrica e a baixa valoração econômica deste recurso impulsionam a cultura do desperdício da água (VELOSO *et al.*, 2013). Além disso, a distribuição espacial heterogênea dos recursos hídricos somada à falta de qualidade da água e à dificuldade no acesso mostra que os conflitos resultam em outra realidade no território brasileiro.

No Semiárido brasileiro ocorrem secas severas, o que impõe limitações gravíssimas aos habitantes, especialmente às suas necessidades básicas (MEDEIROS, 2014). Entre os anos de 2012 e 2013, foi registrada uma das secas mais rigorosas na região, potencializando os conflitos pelo uso da água (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Este cenário afeta de forma negativa o desenvolvimento socioeconômico da região, aumentando a pobreza e a fome, o que reduz a qualidade de vida e provoca o êxodo rural. A escassez hídrica no sertão nordestino continua sendo um grande desafio aos tomadores de decisão para implantar políticas públicas de convivência e redução dos danos causados por esse fenômeno climatológico e social (CRISPIM *et al.*, 2016).

Entretanto, observa-se que a problemática relacionada à escassez dos recursos hídricos não é restrita ao Semiárido nordestino. Nas demais regiões do país, existem diversos problemas ligados a este recurso, como a insuficiência de políticas públicas nos setores de abastecimento de água, poluição hídrica, escassez qualitativa, pobreza de renda e acessibilidade.

Na Amazônia, existem famílias que possuem situação equivalente aos do Semiárido, quando comparada a questão do acesso à água potável. Esta realidade é agravada pela insuficiência do serviço de abastecimento de água, poluição hídrica e pobreza de renda. Assim, este tema vem sendo abordado na última década por diversos pesquisadores que realizaram estudos na região Norte do país (BERNARDES; BERNARDES, 2013; DE SOUSA *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2016; GIATTI; CUTOLO, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2015).

Este cenário é comum em diversos municípios situados na Amazônia brasileira, que são abandonados no que se refere às políticas públicas no setor de saneamento, em que estes serviços são insuficientes para atender toda a população (RIBEIRO *et al.*, 2015). De acordo com o SNIS, em 2019 cerca de 58% da população da região Norte era abastecida com água tratada (BRASIL, 2020). Além disso, aproximadamente 60% dos municípios do estado do Pará não dispunham de água tratada (AIRES *et al.*, 2019).

Embora a região Norte seja conhecida internacionalmente pela abundância hídrica, essa condição não retrata por si só a viabilidade hídrica de satisfazer as necessidades básicas de seus habitantes (FERREIRA *et al.*, 2016; GIATTI; CUTOLO, 2012). Deste modo, fica evidente que os gestores públicos não conseguem garantir um abastecimento adequado aos habitantes, consistindo em um relevante problema, visto que o alcance dos serviços de abastecimento de água em áreas rurais é precário ou inexistente, contribuindo para uma baixa qualidade de vida, bem-estar e saúde da população.

Essa situação torna visível a contradição da questão hídrica em diversas cidades amazônicas, que independentemente de estarem situadas na maior bacia hidrográfica da terra, mostra que os habitantes sofrem com situações adversas em relação ao fornecimento, acesso e qualidade da água (RIBEIRO *et al.*, 2015). Dessa forma, a concepção de abundância ligada à baixa demanda contribui para a elaboração incorreta de indicadores de sustentabilidade dos recursos hídricos para esta região (CARMELLO *et al.*, 2015).

Portanto, verifica-se que este cenário de insegurança quanto à falta de acesso e qualidade da água causa conflitos locais tanto na Amazônia quanto no Semiárido nordestino. Essa situação indica a necessidade de planejar e gerenciar ações e medidas sobre os recursos hídricos locais, com a finalidade de atender a demanda da população de forma contínua e segura (ANDRADE; NUNES, 2014).

Segundo Pérez-Foguet e Garriga (2011) a crise hídrica é ocasionada por uma gestão inadequada, abrangendo o desenvolvimento sustentável, a alocação igualitária e o uso eficiente da água. Dessa forma, uma base funcional viável para o gerenciamento apropriado dos recursos hídricos é a descentralização, ou seja, a devolução dos direitos e deveres ao usuário prioritário das fontes hídricas, com a administração central oferecendo auxílio político e regulamentar.

Considerando esta problemática, o objetivo principal do presente estudo foi elaborar um índice participativo e multicritério com a finalidade de subsidiar os tomadores de decisão na gestão da água em comunidades rurais para distintas regiões do Brasil, considerando diferentes escalas espaciais, particularidades de infraestruturas e dinâmicas socioculturais. Empregou-se dados primários para o cálculo do índice, devido à dificuldade em se obter informações nas bases de dados de entidades/órgãos governamentais ou não governamentais para a espacialidade de comunidades rurais.

Para alcançar o objetivo do estudo, foi aplicado um método de pesquisa quali-quantitativa. Segundo Chemin (2015) uma pesquisa qualitativa deve discorrer de uma observação de princípios, hábitos, percepções e motivações dos indivíduos pesquisados, com a finalidade principal de compreendê-los em profundidade. O método quantitativo é aplicado quando se deseja observar e classificar a ligação entre variáveis e a ligação causa-efeito entre os fenômenos, bem como pela simplicidade de entender e organizar procedimentos dinâmicos experimentados por agrupamentos sociais e observação das peculiaridades das ações ou das atitudes das pessoas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Neste estudo, também foi realizado uma pesquisa documental, em que foram consultadas plataformas e base de dados governamentais e de obras científicas a respeito das condições do acesso e uso da água pelos habitantes destas localidades. Assim, foi realizada uma pesquisa descritiva, com a finalidade de caracterizar as particularidades da população e do tema objeto de estudo, bem como determinar as ligações entre os indicadores e variáveis (CHEMIN, 2015).

O instrumento empregado para obtenção das informações junto à população rural foi a técnica da entrevista estruturada. Neste procedimento, foi considerada a resposta dos comunitários quanto aos temas abordados dentro das componentes, subcomponentes e indicadores que integram o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR). Por fim, as informações obtidas foram levantadas in loco em

comunidades rurais localizadas nos municípios de Pombal-PB, região do Semiárido Nordeste, e Santa Luzia do Pará-PA, na região Amazônica. Assim, para obtenção da base de dados para o cálculo do ISHR, foram realizadas entrevistas junto às famílias domiciliadas nessas localidades.

Os resultados alcançados pelo ISHR possibilitou constituir um retrato aproximado da situação das comunidades rurais quanto as componentes, subcomponentes e indicadores do ISHR e a realidade social vivenciada pelos comunitários, indicando os principais entraves que dificultam a sustentabilidade da água.

1.1 Hipótese

O acesso à água potável nas áreas rurais é um grande desafio e um problema relevante que desperta a atenção da sociedade e dos tomadores de decisão. Nesse contexto, o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR) é um instrumento útil e simples de operar, pois auxilia na obtenção de dados detalhados sobre a sustentabilidade hídrica local e sobre os fatores que contribuem para a dificuldade da população em obter água para o consumo humano. Dessa forma, foram levantadas as seguintes hipóteses para o estudo:

a) O índice de abordagem participativa e multicritério é um instrumento que permite identificar locais que necessitam de ações do Estado para o desenvolvimento de mecanismos que garantam o acesso à água para consumo humano;

b) Comunidades rurais localizadas no mesmo município podem apresentar situações distintas quanto à sustentabilidade da água, enquanto comunidades situadas em regiões diferentes podem apresentar situações similares;

c) O método participativo permite mensurar os pesos das componentes e subcomponentes, bem como as notas das variáveis do ISHR;

d) A utilização integrada da análise multicritério de decisão (AMDC) e o sistema de informação geográfica (SIG) é uma forma prática de apresentar os resultados e auxiliar os tomadores de decisões a direcionar as ações no setor de água para comunidades rurais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

- Desenvolver um índice participativo e multicritério que visa auxiliar os tomadores de decisão na gestão e planejamento dos recursos hídricos em comunidades rurais em situações de abundância e de escassez hídrica como na Amazônia brasileira e no Semiárido nordestino.

1.2.2 Objetivos específicos

- Examinar a utilização nas produções bibliográficas científicas de literatura internacional, nacional e regional de componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis relacionados direta ou indiretamente com a temática da sustentabilidade hídrica em áreas rurais;
- Estabelecer pesos e notas para os componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis supracitados por meio do método Delphi;
- Integrar a análise multicritério e o sistema de informação geográfica (SIG) para auxiliar os tomadores de decisão na gestão da água nas comunidades rurais em situações de escassez e abundância de água;
- Analisar a eficiência do ISHR com a análise de sensibilidade;
- Analisar a sustentabilidade hídrica das comunidades rurais estudadas;
- Classificar as comunidades em grupos gerenciáveis por meio da análise de agrupamento.

1.3 Justificativa

A água consiste em um recurso essencial à vida (GUPPY, 2014), exercendo um papel relevante nos meios de subsistência, na segurança alimentar e nutricional (RAHUT *et al.*, 2015), no desempenho dos indicadores de desenvolvimento humano, na saúde, bem-estar e qualidade de vida da população (OLIVEIRA, 2017).

Este recurso vem se tornando cada vez mais limitado, devido à intensificação do uso e exploração predatória e a poluição indiscriminada dos corpos hídricos, resultante principalmente das atividades antrópicas (KUMMU *et al.*, 2016). Além disto,

o volume e a qualidade da água têm tendência de deteriorar por causa de hábitos e desperdícios nocivos, se agravando com a inexistência de políticas públicas e ineficazes para a provisão de água potável à população do país, bem como a baixa cobertura da coleta e tratamento de esgoto, originando um ambiente propício à proliferação de diversos contaminantes (OLIVEIRA, 2017).

Essa situação se agrava com a desigualdade econômica da população (FALKENMARK, 2013), que consiste em um obstáculo para que estes consigam obter água por meio de formas convencionais ou alternativas, evidenciando a imprescindibilidade de uma abordagem mais sustentável de gestão da água e de métodos mais fundamentados e ecologicamente mais perceptíveis de distribuição e uso da mesma (GUPPY, 2014).

Para Van Vliet *et al.* (2017) o fornecimento adequado de água, em quantidade e qualidade, é essencial para o crescimento econômico e desenvolvimento social de um lugar, com efeito direto sobre a condição de saúde e qualidade de vida da população. Ademais, representa uma condição decisiva no desenvolvimento social e econômico de uma população (OLIVEIRA, 2017).

Segundo Castro, Heller e Moraes (2015), a disparidade e a desigualdade, do acesso à água, são bastante complicadas nos locais áridos, semiáridos e desérticos. Todavia, também estas situações existem em locais com abundância hídrica, por exemplo, cidades localizadas na região Norte do Brasil, visto que não existe uma associação direta da disponibilidade de água com o contentamento das necessidades elementares dos habitantes.

De acordo com Rebouças (2003), vários municípios enfrentam crise de abastecimento de água na região Norte, dificultando o acesso e uso da água pela população. Estes necessitam ampliar os seus sistemas públicos de abastecimento de água para aumentar sua cobertura no atendimento à população, assim como reduzir as perdas de água no sistema de abastecimento.

Certos locais nessa região enfrentam dificuldade para ampliar seu sistema por causa da inviabilidade técnica e operacional, devido aos obstáculos naturais e socioeconômicos (FENZL; MENDES; FERNANDES, 2010). Além das cidades, que sofrem com problemas relacionados à provisão do abastecimento de água, os povos e comunidades tradicionais também se defrontam com este problema, por exemplo, os habitantes de algumas ilhas localizadas no município de Belém-PA (VELOSO *et al.*, 2013).

A condição precária de coleta e tratamento de esgotos nesta região deve deteriorar a qualidade da água para abastecimento humano. Deste modo, uma definição de escassez hídrica empregada à Amazônia deveria observar a viabilidade de acesso da população à água potável. Logo, observa-se uma controvérsia, proveniente da pequena concepção e assimilação da relevância dos problemas relativos aos recursos hídricos e às prováveis consequências com relação à saúde e as circunstâncias de vida na região (GIATTI; CUTOLO, 2012).

Este contexto paradoxal, que abrange a abundância de água na Amazônia e a falta de acesso dos habitantes desta região a este recurso por causa de fatores como ineficiência de políticas públicas, ausência de abastecimento ou atendimento precário, desigualdade socioeconômica, escassez qualitativa, deficiência na acessibilidade e na saúde pública, requer dos indivíduos e tomadores de decisões políticas uma reflexão a respeito de ações que possa ser realizada para atenuar este problema (BORDALO, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2015).

Os atores sociais necessitam refletir com relação ao contexto local, procurando a experimentação de opções que esteja fundamentada na construção e desenvolvimento da cidadania dos povos e comunidades, com o objetivo de consolidar um modelo de gestão efetivo no manejo da água.

De acordo com informações obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS referente ao ano de 2019, cerca de 35 milhões de habitantes no país não dispõem de sistema de abastecimento de água, e são providas por outros tipos de abastecimento de água (BRASIL, 2020). Além disso, informações do SNIS referente ao ano de 2015, mostraram que aproximadamente 43,1% dos habitantes da região Norte não tinham acesso à água tratada, enquanto para região Nordeste o percentual foi de 26,7% (BRASIL, 2017).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) a inexistência de acesso ou condições precárias de abastecimento de água é uma condição ainda notavelmente presente na vida de vários brasileiros, em geral, para os habitantes que se localizam na área rural do país, afetando principalmente aqueles que estão em situação de vulnerabilidade social.

A provisão de serviços de abastecimento de água em áreas rurais do país é insatisfatória, o que causa uma baixa qualidade de vida, bem-estar e saúde dos habitantes, assim como a incidência de doenças de veiculação hídrica (MACHADO *et al.*, 2016). Além disso, nas comunidades rurais que possuem sistemas de

abastecimento de água é notável a falta de controle e vigilância da qualidade da água fornecida (GOMES; HELLER, 2016).

Nas áreas rurais do Brasil o acesso à água limpa, adequada para o consumo humano e animal, sem riscos para a saúde, ainda é incipiente (GOMES; HELLER, 2016). Além disso, o Brasil continua sem uma política nacional voltada para o saneamento rural (GOMES; HELLER, 2016). Ademais, verifica-se a inevitabilidade de se enfrentar a restrição sanitária de grupos minoritários, constituídos pela população rural e pobre, domiciliados de modo majoritário nas macrorregiões Norte e Nordeste (ALEIXO *et al.*, 2016).

Estudos direcionados na avaliação dos recursos hídricos consiste em uma incumbência difícil que necessita de várias questões a serem consideradas, englobando particularidades socioeconômicas, ambientais e institucionais. Todavia, estes são, em geral, abordadas de forma separada, logo necessitam ser tratadas de uma forma multidisciplinar que possa abranger tanto análises qualitativas como quantitativas (VAN TY *et al.*, 2010).

Para isto, os indicadores são instrumentos fundamentais para realizar um sistema de desenvolvimento alicerçado na sustentabilidade, por meio da instrumentalização de um conjunto de indicadores que são importantes para a comunicação de dados. Assim como, para o entendimento e a percepção da realidade estudada (FRAINER *et al.*, 2017).

Vários estudos vêm considerando a percepção dos usuários de água, por exemplo, Dietrich *et al.* (2014) que abordaram a concepções dos usuários com relação à qualidade da água consumida; enquanto Jaravani *et al.* (2017) fizeram uma pesquisa em uma comunidade aborígine para analisar as percepções e aceitação da água consumida pelos habitantes desta localidade; Khattab e Wahid (2015), estudaram a percepção do usuário de Penang a respeito da qualidade da água utilizada para as atividades domésticas, assim como a preocupação com o risco à saúde. Este tipo de pesquisa considera a percepção do usuário, além de indicar as formas de uso que estes fazem dos recursos hídricos e o seu nível de contentamento. Desta forma, pode auxiliar os órgãos gestores de recursos hídricos na tomada de deliberações e medidas direcionadas na melhoria da provisão de água.

Para Padmaja e Fatima (2013), as opiniões possuem um papel relevante para quase todas as atividades humanas, a partir da forma de raciocinar ou refletir, assim como o que fazer e atuar. Assim, os pontos de vista são empregados para esclarecer

algo e podem ser importantes para auxiliar nas tomadas de decisões (CECI; ALVAREZ; GONÇALVES, 2017).

Segundo Diaz e Hurlbert (2014) o conhecimento empírico de um morador domiciliado em um determinado lugar quanto a sua realidade local é fundamental para diminuir a vulnerabilidade de uma comunidade. Assim, na escala de comunidade, os indivíduos encontram-se gradativamente conscientes dos desafios relativos às respostas e impactos dos eventos extremos da água (enchentes e secas).

A partir do que foi exposto, observou-se a necessidade de se investigar esta problemática e gerar uma base de discussão científica a respeito da situação do acesso e uso da água para consumo doméstico e produção rural de habitantes que residem em comunidades rurais em regiões com abundância e escassez de água. Deste modo, a proposta da presente pesquisa foi elaborar um índice que possa servir de instrumento para auxiliar no suporte de decisão na implementação de políticas públicas e adoção de locais prioritários que se defrontam com a falta de água ou acesso inapropriado.

A escolha de comunidades rurais como objeto de estudo teve como objetivo despertar atenção para dificuldade que a população rural tem quanto ao uso e acesso à água potável. Assim, a importância do estudo inclui o fato dos habitantes rurais pobres serem em algumas ocasiões excluídos na condução e estruturação de políticas públicas para gestão da água.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Disponibilidade de água no Brasil

O Brasil possui uma situação privilegiada com relação aos recursos hídricos, pois, sem observar a questão da desigualdade na disponibilidade hídrica em suas regiões, o país apresenta uma das maiores reservas de água doce do planeta com cerca de 12% (CIRILO, 2015; SCHWENCK; MARQUES, 2012). Além disso, possui mais da metade da água da América do Sul, com 53% (ANA, 2017) e uma vazão média dos rios em seu território entre 179.433 m³/s (TUNDISI, 2013) a 180.000 m³/s (GEO BRASIL, 2007; SHIKLOMANOV *et al.*, 2000).

Entretanto, segundo Oliveira (2017), dispor de um volumoso fornecimento de água não assegura água de boa qualidade às pessoas. Além disso, a distribuição espacial da água no território é desigual. Tal afirmação, é corroborada por outros estudos realizados, a título de exemplo, ANA (2017), Marengo (2008) e Tundisi (2013).

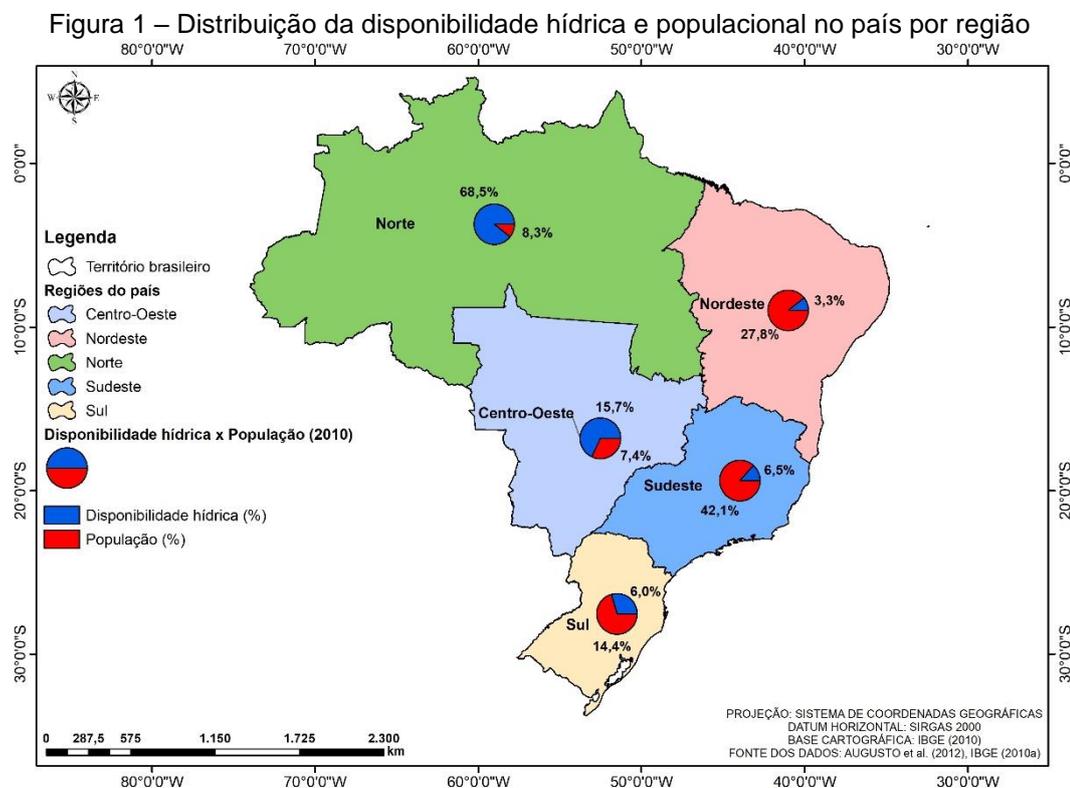
Quando os recursos hídricos são quantificados nas distintas regiões do país, verificam-se problemas ligados à distribuição irregular em escala intrarregional e inter-regional, refletindo a falta e a abundância de água, bem como pela degradação ocasionada pelas atividades antrópicas (CIRILO, 2015).

Para Augusto *et al.* (2012), uma disponibilidade hídrica maior pode não assegurar uma efetiva distribuição equitativa para os habitantes. No Brasil, existe uma disparidade na disponibilidade hídrica com relação à densidade populacional regional, ou seja, regiões com grande disponibilidade de água, como a região Norte, que possui cerca de 68,5% dos recursos hídricos, e abriga somente 8,3% da população, enquanto em regiões como o Nordeste que tem aproximadamente 27,8% da população do país, mas somente 3,3% de disponibilidade hídrica do país (Figura 1).

No Semiárido nordestino, onde está inserido o sertão da Paraíba, existem constantes períodos de baixa precipitação pluvial, caracterizadas pela falta de regularidade das chuvas na escala espacial e no tempo, assim como pela falta de recarga de diversos corpos d'água desta região (GOMES *et al.*, 2018).

Esta situação é ocasionada por particularidades geoambientais, como temperatura elevada, forte taxa de evapotranspiração, irregularidade na distribuição de chuvas no espaço e no tempo, solos rasos, pedregosos, com baixa capacidade de

armazenamento de água, com predominância de rochas cristalinas e hidrologia dependente das condições climáticas (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010).



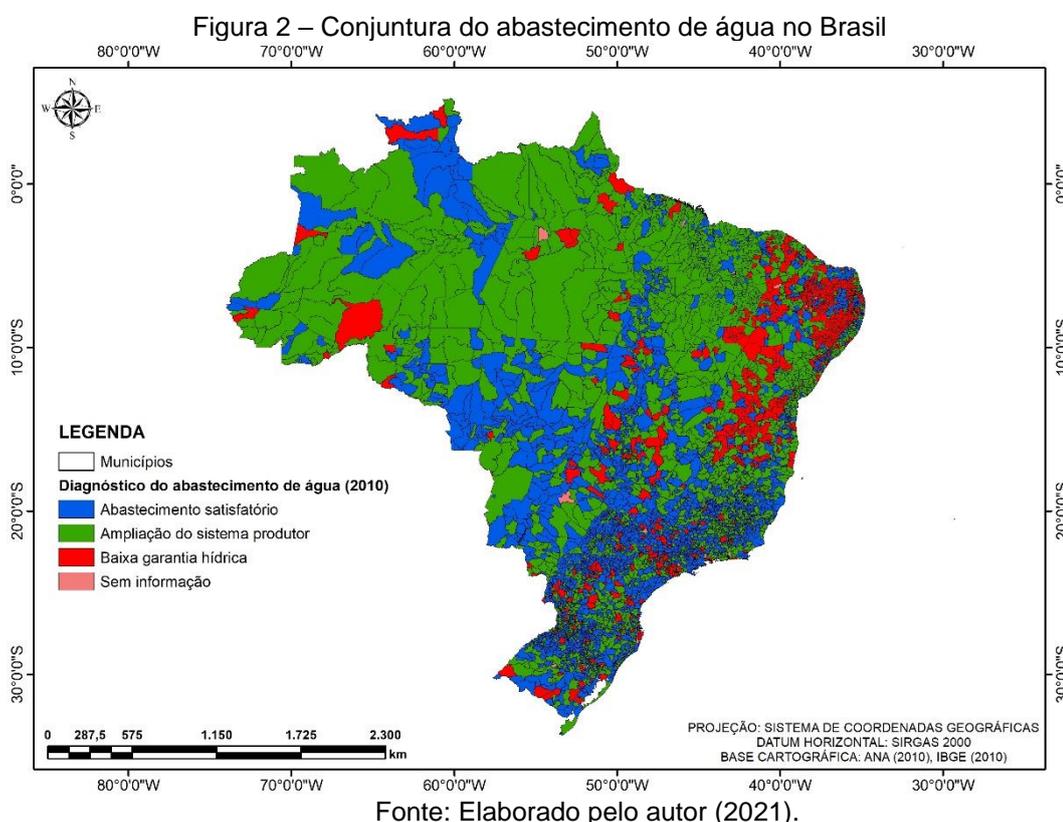
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na região Amazônica, onde há o maior potencial hídrico, também existem problemas com o abastecimento humano, em grande parte ocasionados pela deficiência da infraestrutura hídrica existente (ANA, 2010). Embora os municípios de pequeno porte precisem, por regra, de sistemas de provisão de água tecnicamente mais simples, suas operacionalizações não são sempre simplificadas, por causa de obstáculos institucionais e restrições econômicas-financeiras, tornando inviável a execução de projeto de infraestrutura hídrica (ANA, 2010).

Este cenário no suprimento hídrico em municípios localizados nas regiões Norte e Nordeste não são exclusivos destes locais, pois cidades situadas na área litorânea do país, assim como na região Sudeste, se defrontam também com obstáculos na provisão de água (MELO; MARQUES, 2014).

Segundo a ANA (2010), diversos municípios brasileiros necessitam de investimentos para ampliar os seus sistemas distribuição de água, enquanto outros apresentam baixa segurança hídrica (Figura 2). No país, segundo informações disponibilizadas pelo IBGE, em 2014, somente 84,53% das residências brasileiras

estavam ligadas a um sistema de abastecimento de água. Contudo, este número considera tanto residências urbanas e rurais, mudando a real área de abrangência dos sistemas.



Com base em informações fornecidas pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) – IBGE, no ano de 2014, 93,37% das residências situadas em áreas urbanas estavam conectadas a um sistema de abastecimento de água, enquanto somente 30,33% das habitações existentes nas áreas rurais e circunvizinhanças eram atendidas com esta forma de serviço (BRASIL, 2016).

A abrangência de serviços de abastecimento de água em áreas rurais do Brasil é insuficiente ou inexistente, o que ocasiona uma baixa qualidade de vida, saúde e bem-estar aos habitantes destas localidades, assim como contribui para disseminação de doenças (MACHADO *et al.*, 2016). As ações governamentais, em sua maior parte, atendem às áreas urbanas, descuidando-se das zonas rurais e colaborando para inexistência dos serviços que compõem o saneamento. Nesse contexto, a segurança da oferta hídrica para todas as cidades brasileiras deve ser uma ação prioritária, visto que se trata de um serviço essencial para atender às necessidades elementares da

população, sendo uma ação classificada como estratégica, considerando as expectativas de desenvolvimento econômico e social do país.

Apesar de o Brasil ser um dos maiores detentores de reserva hídrica do mundo, em seu território existem problemas relacionados ao acesso, à escassez física e à desigualdade socioeconômica (SCHWENCK; MARQUES, 2012). Além disso, há de se levar em conta a disponibilidade sobre o enfoque da qualidade da água, das mudanças climáticas e das condições de gestão e planejamento hídrico (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, o crescimento e adensamento populacional e sua poluição gera impactos relevantes nas características físico-químicas e microbiológicas da água. Isso ocorre através da inexistência ou carência de soluções sanitárias apropriadas, como a incidência de emissões de efluentes sanitários sem nenhum tratamento nos corpos d'água, que implica na qualidade da água e, conseqüentemente, no meio ambiente e na saúde pública, contribuindo para propagação de doenças de veiculação hídrica, em especial, nas pessoas mais vulneráveis (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

De acordo com Prüss-Ustin *et al.* (2008), a Organização Mundial da Saúde (OMS) avaliou que cerca de 2,3% do total de óbitos em 2002 no Brasil (ou 28.700 mortes) foram possivelmente decorrentes da baixa qualidade da água, da carente cobertura de coleta e tratamento de esgoto sanitário. Com isso, a disponibilidade hídrica vem ficando limitada em razão do comprometimento da qualidade da água, situação preocupante ao constatar que aproximadamente 60% dos locais utilizados para destinação dos resíduos sólidos no Brasil estão situados próximos a corpos d'água (MENDONÇA; LEITÃO, 2008).

Para enfrentar esse desafio, é necessário identificar e lidar com a considerável variedade geoclimática, social e econômica, assim como o ordenamento populacional dentro do território nacional. Além disso, existem externalidades ocasionadas pelo intenso processo de urbanização que aconteceu nas últimas décadas (MENDONÇA; LEITÃO, 2008).

A crise hídrica que assola algumas regiões do país não é um fato novo, porém, já vem acontecendo a certo tempo, sendo marcada não somente pela severidade da seca e escassez hídrica em regiões como, por exemplo, Nordeste e Sudeste do Brasil, como também por eventos extremos, a saber, inundações que ocorrem na região Sul (MELO; MARQUES, 2014).

Segundo Cirilo, Montenegro e Campos (2010), as autoridades públicas estão se esforçando para realizar e programar ações no setor de infraestrutura hídrica com a finalidade de assegurar água suficiente para o consumo humano e dessedentação de animais, assim como possibilitar a irrigação em áreas agricultáveis. Algumas iniciativas realizadas foram insatisfatórias para solucionar os problemas ocasionados pela escassez hídrica, fazendo com que os habitantes permaneçam suscetíveis aos eventos de secas, principalmente quando se refere ao uso difuso da água na área rural (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010).

Associa-se essa conjuntura de crise hídrica aos crescentes lançamentos de dióxido de carbono (CO²) entre outros gases do efeito estufa (GEE), o crescimento da população em zonas urbanas que requerem excessivos volumes de água e gerando grandes volumes de resíduos sólidos e líquidos, são exemplos de algumas causas que ocasionam e intensificam a crise hídrica (MELO; MARQUES, 2014).

Pesquisas vêm indicando que o Brasil é suscetível às mudanças climáticas, principalmente quanto aos eventos climáticos extremos. Os locais mais suscetíveis abrangem a Amazônia e o Nordeste do Brasil (MARENGO *et al.*, 2007; YOON; ZENG, 2010). Os eventos climáticos extremos ocasionam vários danos à sociedade, por exemplo, as inundações e os deslizamentos, que causam a destruição de residências, mortes e inviabilizam o tráfego em estradas vicinais. Os eventos extremos de seca têm significativo impacto no setor de energia elétrica e da agricultura, assim como no meio de transporte e pesca na região Amazônica (SANTOS; SATYAMUITY; SANTOS, 2012; SANTOS, 2014).

Na região Nordeste os eventos extremos ocasionam anos bastante secos e outros muitos chuvosos. Além disto, as alterações climáticas afetam a disponibilidade de água (MARENGO *et al.*, 2007). Para Silva (2012), o problema da crise hídrica não é resultante somente das causas climatológicas e geográficas, mas, especialmente pela utilização irracional da água.

Dentre os fatores da crise integram: o caso da água não ser considerada um recurso estratégico no país; a inexistência de associação entre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o conjunto de atividades e programas criados pelo Estado; os sérios problemas no setor de saneamento básico; e a maneira como a água doce é entendida, haja vista que vários indivíduos acreditam que seja um recurso infinito.

Para Silva (2012), a resolução dos problemas ocorre pela adoção de políticas públicas que sejam eficientes. Por causa da falta ou limitações de recursos financeiros, ações como o tratamento de água e esgoto são eventualmente, colocado em segundo plano. No país, as regiões com maior porcentagem de domicílios sem instalações sanitárias são o Norte e o Nordeste, que agregam a população mais pobre do Brasil.

2.2 Aspectos legais dos recursos hídricos

A gestão dos recursos hídricos pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e práticas a serem elaboradas para assegurar aos indivíduos e às atividades econômicas o uso otimizado da água, tanto no aspecto quantitativo como de qualidade (SANTOS *et al.*, 2015). Embora a água seja abundante e renovável, este recurso é escasso, necessitando de um adequado cuidado e proteção do consumo (SCHWENCK; MARQUES, 2012).

A gestão dos recursos hídricos consiste, atualmente, em uma das prioridades elementares das políticas públicas, devido ao descontrolado aumento populacional, da produção agrícola, da industrialização, da variação climática, e das disputas e conflitos locais, nacionais e internacionais pelos usos da água (VIEIRA, 2003).

Sob outra perspectiva, deve-se perceber e compreender que a gestão hídrica tem natureza interdisciplinar (CARVALHO; CURI, 2016), constituída de elementos físicos e comportamentais, inerentemente ligada à gestão ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável (VIEIRA, 2003).

Dessa forma, a gestão dos recursos hídricos é um assunto complexo, visto que implica dimensões socioeconômicos e socioambientais, assim como as particularidades locais geralmente caracterizadas por várias oscilações hidrológicas ligadas a entradas externas e critérios de demanda humana (WENG *et al.*, 2010).

Com base neste contexto, entender o cenário dos recursos hídricos no presente, considerando os componentes físicos, econômicos, sociais, ambientais, operacionais, assim como as precisões ou carências dos eventuais usuários de água, torna-se essencial para definir uma política de planejamento e gestão hídrica que assegure sua oferta para as necessidades atuais e futuras da sociedade (CARVALHO; CURI, 2013).

Sobre isso, a temática da gestão da água vem conseguindo, de modo gradual, uma importância no contexto nacional e internacional por causa de sua relevância para o bem-estar dos habitantes e para o crescimento econômico dos países (LOPES; NEVES, 2017). Além disso, o aumento da população urbana demanda grandes volumes de água e produzem enormes quantidades de resíduos sólidos e líquidos, além da competição pelo uso do recurso natural, são alguns dos fatores que geram e potencializam a crise hídrica, bem como desperta atenção das autoridades públicas (MELO; MARQUES, 2014).

Uma saída para todas estas questões pode ser por meio da elaboração de instrumentos legais, formação de sistemas apropriados de gestão, da busca constante por inovações tecnológicas e da aplicação de normas centrais e não-estruturais para o gerenciamento integrado e preditivo das águas (TUNDISI, 2008). Em face do exposto, constata-se que a proteção jurídica é essencial para conservar e manejar de maneira regulada o uso da água, assegurando o acesso aos usuários dos recursos hídricos com qualidade e quantidade para satisfazer suas necessidades básicas, tendo como objetivo constante o consumo sustentável.

No aspecto jurídico relacionado à gestão dos recursos hídricos no Brasil, destaca-se o Decreto de nº. 24.643, de julho de 1934, denominado “Código das Águas”. Este foi o primeiro instrumento jurídico no sentido de controle com relação à água como um bem de todos, conforme a sucessão dos marcos ilustrado no Quadro 1. A Constituição Federal de 1988, estabeleceu que toda a água passasse a ser propriedade da União ou dos Estados – incluído o Distrito Federal, segundo sua localização, determinando a água como um bem público (FILARD; SOUZA, 2017; SILVA, 2012; BRASIL, 1988). Toda água é insusceptível de propriedade privada e livre para uso humano, dessedentação de animal e para finalidades agrícolas e industriais (SILVA, 1997). Deste modo, as águas localizadas em propriedades privadas devem direcionar-se para leito, não sendo permissível ser barrada ou retida pelo proprietário como bem de sua propriedade.

Ante o exposto, constata-se que a CF/88 aborda os recursos ambientais como bens de uso comum da população, tendo natureza coletiva, estando à proteção deste recurso ao Poder Público e à comunidade (Art. 225, caput). Esta perspectiva é fundamental e demonstra uma nova incumbência ao proprietário, qual seja a atribuição social da preservação de tais recursos (FREITAS; ORTIGARA, 2017).

Quadro 1 – Histórico da regulação hídrica no Brasil

Ano	Evolução histórica
1916	Código Civil de 1916 – Lei de n.º 3.071, de janeiro de 1916 – procurou regulamentar o princípio do direito de vizinhança e do uso da água como bem de valor econômico. Porém, este não normalizou todos os deveres e direitos sobre a questão das águas.
1934	Código das Águas – Decreto de n.º 24.643, de 10 de julho de 1934 – buscou regulamentar a questão da água e conservar os componentes essenciais para o desenvolvimento do setor elétrico no país. O Ministério da Agricultura ficou responsável pela gestão da água.
1960	A incumbência de gestão passa para o Ministério de Minas e Energia (este setor torna-se um dos grandes usuários de água).
1980	O Poder Executivo estabelece uma proposição para instituir um Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – Discussão de uma lei própria para o setor.
1981	Política Nacional de Meio Ambiente – Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981 – estabeleceu instrumentos e procedimentos para a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental.
1982	Criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – pela Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, consistindo em um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.
1988	Constituição da República Federativa do Brasil – 5 de outubro de 1988, em que as águas são agora de domínio público (Bem da União, rios localizados em mais de um estado; Bem dos estados, todos os outros rios). A União ficou com a responsabilidade de legislar a respeito dos recursos hídricos e o suplementar passa a ser incumbência dos estados. Todavia, o acompanhamento e fiscalização são deveres comuns entre União, estados e municípios.
1995	Foi criada no Ministério do Meio Ambiente uma secretária de recursos hídricos
1997	Lei das Águas – Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – representou um marco histórico no desenvolvimento da gestão da água no Brasil.
2000	Criação da Agência Nacional de Águas (ANA) – Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000 – entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
2017	Foi sancionada a Lei 13.501 de 2017 que altera o art. 2º da Lei 9.433/97 incluindo entre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos o aproveitamento de águas pluviais

Fonte: Adaptado de Braga e Ferrão (2015), Tucci (2004).

As legislações predecessoras do processo de instituição dos sistemas de recursos hídricos findam com a publicação da Lei de n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Lei das Águas), estabelecida por um conjunto de orientações estruturadas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, em conformidade com as discussões formadas em várias conferências internacionais a respeito do assunto (BRAGA; FERRÃO, 2015).

No Brasil, a datar do fim do século XX, observou-se um movimento de reorientação da gestão das águas, de modo que a gestão dos recursos hídricos no país ocorreu de maneira segmentada e centralizada (CARVALHO *et al.*, 2015). Porém, a nova estrutura institucional, orientada pela Política Nacional de Recursos Hídricos, proporcionou uma descentralização dos princípios da gestão integrada, tendo como objetivo uma gestão participativa e em diversas escalas e setores (PUGA *et al.*, 2020).

A gestão dos recursos hídricos era fracionada em conformidade com cada setor (agricultura irrigada, saneamento básico, energia elétrica, etc.), fazendo de forma específica seu planejamento e centralizada pelos governos estadual e federal estabelecendo normas sem que ocorresse a atuação das administrações municipais, das pessoas que utilizam este recurso e das organizações e instituições civil (PUGA *et al.*, 2020).

Para elaboração da Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, foi utilizado como base o modelo francês (FILARD; SOUZA, 2017), que instituiu a PNRH-1997, elucidando qualquer dúvida com relação à extinção de definições de águas comuns, municipais e privadas, antigamente previstos no Código de Águas (1934). Além disso, a legislação que rege o gerenciamento dos recursos hídricos foi notoriamente determinada no inciso XIX do Art. 21 da CF/88 (SOUZA, 2017; GOMES; BARBIERI, 2004). Deste modo, a PNRH, fixada pela Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que dispõe o artigo mencionado, está alicerçada nos seguintes fundamentos:

- a) a água é um bem de domínio público;
- b) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- c) em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- d) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH); e
- f) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Com base no exposto, o objetivo central da PNRH é assegurar, às atuais e futuras gerações, o acesso à água para o consumo humano e animal por meio dos Planos Nacionais de Recursos Hídricos; Enquadramentos dos Corpos de Água; Outorga Pelo Direito de Uso; Cobrança Pelo Uso e pelo Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos (MIRANDA *et al.*, 2017).

Segundo Silva (2012) com base na interpretação dos itens que constam nos fundamentos e objetivos da Lei n.º 9.433/97, constata-se o cuidado do legislador com a questão do desenvolvimento sustentável e a ação de gerir de forma integrada e estruturada os recursos hídricos. Esta abordagem possibilita a atuação dos usuários

e da sociedade civil, com a finalidade de assegurar a oferta de água em quantidade satisfatória e com qualidade adequada para as atuais e futuras gerações.

Por fim, foi sancionada a Lei n.º 13.501/17 que complementou a Lei n.º 9.433/97 inserindo entre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: o aproveitamento de águas pluviais, a qual incentiva e promove a captação, a preservação e o aproveitamento de água das chuvas.

2.3 Desenvolvimento sustentável e recursos hídricos

O ser humano, tem utilizado os recursos naturais de maneira irracional, priorizando o lucro ao interesse do meio ambiente. Em razão disso, estão ocorrendo significativos danos à natureza (SENA *et al.*, 2016). Logo, as implicações para os seres vivos presentes em um ambiente ecologicamente instável são diversas e graves (OLIVEIRA, 2011).

As origens da degradação ambiental e as pressões sobre os recursos naturais são ocasionadas por vários fatores, em especial, pelo crescimento populacional (CARVALHO *et al.*, 2009) e por processos ligados ao sistema de produção em massa e modelo de desenvolvimento econômico empregado (SENA *et al.*, 2016). Dentre os principais problemas ocasionados pela utilização inadequada dos recursos naturais, estão a devastação de ecossistemas, a redução da biodiversidade, o uso e ocupação do solo desordenado e o desflorestamento (SENA *et al.*, 2016). Além disso, também se pode citar a contaminação da água, a superexploração das águas subterrâneas, a erosão de solos e desertificação, a destruição da camada de ozônio, etc. (FOLADORI, 2001).

As ações descritas consistem em ameaças aos componentes sociais, econômicos e ambientais, em especial na escala local (SENA *et al.*, 2016). Para Harding (2008), as atuais atividades econômicas tendem a ameaçar a disponibilidade dos recursos naturais até exauri-los. Para Policarpo e Santos (2008), a crise socioambiental necessita ser analisada em uma perspectiva sistêmica. Os efeitos da utilização irracional dos recursos naturais podem ser constatados em escala local, regional e global, estando a sociedade sujeita a sua intensidade e duração (ORTEGA; CARVALHO, 2013).

Entretanto, a atenção e o cuidado com o meio ambiente são um fato recente (OLIVEIRA, 2011). A temática do desenvolvimento sustentável baseia-se na

percepção de que os recursos naturais são limitados, destacando-se a partir da crise do petróleo, recurso até então considerado infinito (PHILIPPI JR *et al.*, 2013). Esta crise acabou causando significativos prejuízos econômicos, dentre os quais estagnação na economia, inflação e desemprego em diversos países, o que impulsionou reflexões sobre os modelos de desenvolvimento empregados (PHILIPPI JR *et al.*, 2013).

Até o começo da década de 1970, a fabricação em massa era o modelo de produção mais propagado (NASCIMENTO; DAVID, 2011). Neste contexto, a produção minimizava a importância dos impactos ambientais decorrentes de suas atividades, de modo a causar no meio ambiente várias modificações de caráter definitivo, como alterações climáticas, extinção de espécies da flora e fauna, entre outros (VIZEU *et al.*, 2012). Segundo Carvalho *et al.* (2011), a problemática que permeia a pressão humana sobre a natureza fez com que o debate sobre o desenvolvimento sustentável surgisse nos meios acadêmicos, científicos e governamentais (Quadro 2).

Quadro 2 – Principais ações ou eventos relacionados com a temática do Desenvolvimento Sustentável

Ano	Eventos ou acontecimentos
1962	Publicação do livro “Primavera Silenciosa”
1968	Criação do Clube de Roma
1971	Realização do Programa homem e a biosfera pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)
1972	Publicação do livro “Os limites do crescimento”
1972	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano
1983	Criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) pela ONU
1987	Lançamento do Relatório Brundtland pela Organização das Nações Unidas (ONU)
1992	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Cúpula da Terra – Rio de Janeiro (Brasil)
1995	COP-1 ou Conferência das Partes (Berlim - Alemanha)
1996	COP-2 (Genebra - Suíça)
1997	COP-3 (Kyoto - Japão)
2002	Rio+10 ou Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Johanesburgo - África do Sul)
2012	Rio+20 – ou Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio de Janeiro – Brasil)
2015	COP-21 (Conferência do Clima) realizado em Paris-França

Fonte: Adaptado de Pott e Estrela (2017).

Em 1972, foi realizada a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunindo representantes de 113 países e 400 ONGs internacionais em Estocolmo, capital da Suécia (VIZEU *et al.*, 2012). No ano de 1987, foi divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) um documento intitulado

de Relatório Brundtland ou Nosso Futuro Comum, que apresentou uma nova visão de desenvolvimento (VIZEU *et al.*, 2012). Neste documento, foi estabelecido o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual deve satisfazer às necessidades das gerações atuais sem prejudicar as das gerações futuras (SILVA; CÂNDIDO, 2016).

Dessa forma, o Desenvolvimento Sustentável pode ser definido como um movimento vanguardista do qual a extração dos recursos naturais e orientação do desenvolvimento tecnológico e modificações empresariais e corporativas se ajustam e fortalecem a capacidade atual e futura de um lugar específico, de maneira a satisfazer às necessidades e desejos humanos (COUTO; SILVA, 2014).

Todavia, a definição de desenvolvimento sustentável do Relatório Brundtland não estabelece quais são estas necessidades atuais e futuras. Porém, o relatório contribuiu para despertar a atenção da população para a urgência de obter novos modelos de crescimento e desenvolvimento econômico sem a diminuição dos recursos naturais e sem prejuízos ao meio ambiente. Assim, o relatório estabeleceu três fundamentos importantes a serem atingidos, a saber, desenvolvimento econômico, igualdade social e conservação ambiental (BRUNDTLAND, 1987).

Dentre os bens naturais, a água é um recurso limitado mais fundamental para a subsistência da vida, além de ser empregada em diversas finalidades (LARCEDA; CÂNDIDO, 2013). De acordo com Barbosa (2008), no desenvolvimento de qualquer comunidade, a água exerce uma função vital, não somente pela perspectiva do setor econômico, mas também no aspecto ambiental.

Segundo um documento da UNESCO (2015), os recursos hídricos estão no cerne da questão da sustentabilidade e do conjunto de serviços que este recurso fornece para colaborar na diminuição da pobreza, no desenvolvimento econômico e no desenvolvimento sustentável. Na atualidade, a sociedade sofre com os efeitos da utilização insustentável dos recursos naturais.

A água doce, a título de exemplo, se depara com um cenário de escassez para satisfazer as necessidades humanas. Deste modo, torna-se imprescindível uma equidade entre demanda e oferta, pois, caso contrário, o planeta se defrontará com uma escassez global de água (GIACOMIN; OHNUMA JR, 2012). Este contexto tem provocado diversas conferências dentro das Nações Unidas, pois afeta diretamente o desenvolvimento econômico e social de vários lugares no mundo (TOURE *et al.*, 2012). Nesse cenário, os debates a respeito da crise ambiental, em especial com

relação aos recursos hídricos é atual não apenas no meio acadêmico, mas também em instituições e organizações (Quadro 3).

Quadro 3 – Principais eventos internacionais que abordam a questão da água

Ano	Evento
1975	Convenção Relativa às Zonas Úmidas de Importância Internacional – (Ramsar, Irã)
1977	Conferência das Nações Unidas sobre Água – (Mar Del Plata, Argentina)
1981-1990	Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento
1990	Reunião Consultiva Mundial sobre Água Potável e Saneamento para o Decênio de 1990-99 – (Nova Déli, Índia)
1992	Convenção sobre a Proteção e Uso de Cursos d'Água e Lagos Internacionais – (Helsinque, Finlândia)
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente
1992	Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente (Dublin, Irlanda)
1994	Conferência Ministerial sobre Água Potável e Saneamento Ambiental – (Noordwijk, Holanda)
1995	Conferência Intergovernamental para a Adoção de um Programa de Ação Mundial para a Proteção do Meio Ambiente Marinho decorrente das Atividades Realizadas em Terra
1996	II Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (Habitat II)
1997	I Fórum Mundial da Água (Marrakech, Marrocos)
2000	II Fórum Mundial da Água (Haia, Holanda)
2001	Conferência Internacional sobre Água Doce - Bonn (Dublin + 10)
2002	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 10) – (Johannesburgo, África do Sul)
2003	III Fórum Mundial sobre Água (Kyoto, Japão)
2006	IV Fórum Mundial da Água (Cidade do México, México)
2009	V Fórum Mundial da Água (Istambul, Turquia)
2012	VI Fórum Mundial da Água (Marselha, França)
	Conferência Rio+20: preservação do meio ambiente e sustentabilidade
2015	VII Fórum Mundial da Água (Gyeongju e Daegu, Coreia do Sul)
2018	II Seminário Internacional Água e Transdisciplinaridade (Brasília, Brasil)
	VIII Fórum Mundial da Água (Brasília, Brasil)

Fonte: Adaptado de Gomes e Barbieri (2004).

O conjunto de meios de comunicação vem enfatizando de modo intensivo esta questão, diante da seriedade e importância da escassez hídrica para o consumo humano e demais atividades (SANTOS *et al.*, 2015). Devido a esta preocupação, crescem entre países e entidades sociais discussões sobre a importância do acesso à água (FILARD; SOUZA, 2017).

Nesse contexto, a utilização racional, harmoniosa e sustentável da água deve ser sempre imprescindível, considerando que o crescimento da demanda é ocasionado pelo aumento da população, pelo consumo dos setores industrial ou agroindustrial. Essa discussão é potencializada em locais onde o balanço hídrico é negativo, por causa da relação desigual entre demanda e oferta, como por exemplo

as diversas bacias hidrográficas situadas na região nordeste do Brasil (PEREIRA; CÂNDIDO, 2012).

Dessa forma, os conjuntos de problemas que atingem os recursos hídricos requerem das organizações ou instituições de pesquisas um avanço nos modelos de indicadores de sustentabilidade aplicados à gestão da água, na possibilidade de melhorar os modelos atuais, como também no desenvolvimento de modelos inéditos mais robustos, com a finalidade de colaborar com o gerenciamento dos recursos hídricos (LARCEDA; CÂNDIDO, 2013).

A carência de estudos e produção de novas capacidades e conjunto de informações a respeito da gestão da água e meio ambiente, com um olhar holístico, ainda que atualmente demonstra ser natural, não ocorria desta forma anos atrás. As transformações nas ações ou comportamentos da população começaram com a observação de que o padrão de gestão ambiental realizado era insuficiente.

É com base neste contexto de crescimento socioeconômico e ambiental que a elaboração e a gestão integralizada da água devem ser abordadas e analisadas. Para isso, deve-se planejar a utilização da água tendo como objetivo a sustentabilidade como um conjunto de elementos, problemas e ações que visam uma mudança na condição de vida dos seres humanos e dos ecossistemas (LARCEDA; CÂNDIDO, 2013).

A discussão que envolve a temática da gestão dos recursos hídricos se dá pela participação de diversos atores sociais, tanto nas decisões a serem tomadas como nos fomentos na conservação. A gestão da água deve acontecer de forma integrada, com a presença de diferentes atores sociais, com a finalidade de reforçar o compromisso social e político-administrativo, haja vista a observação de que o conjunto de problemas é universal, porém, a solução ocorre e se inicia pela escala local (SULLIVAN *et al.*, 2003).

Dentre os modelos empregados para auxiliar a gestão dos recursos , deve-se considerar instrumentos que possam mensurar o desempenho dos sistemas hídricos e ambientais, sendo adequados para colaborar na busca do desenvolvimento sustentável (CARVALHO *et al.*, 2011). Para isso, a elaboração de um índice de sustentabilidade da água se dá através de uma análise multidisciplinar que deve abordar diversas variáveis (VIEIRA; STUDART, 2009).

Para estudar a sustentabilidade da água, tem-se utilizado diversos sistemas de indicadores de sustentabilidade, conforme observado nos trabalhos realizados por

Carvalho e Curi (2016), Carvalho *et al.* (2015), Pereira e Cândido (2012), Sales e Cândido (2013).

De acordo com Vasconcelos *et al.* (2010), os indicadores de sustentabilidade se apresentam como um relevante instrumento de estimação, visto que pode indicar problemas presentes como a insuficiência de políticas públicas, escassez socioeconômica, escassez qualitativa e acessibilidade. Nesta perspectiva, aparecem os indicadores de sustentabilidade para gestão da água que buscam determinar e analisar prováveis problemas e ajudar as autoridades nas tomadas de decisões.

2.4 Sustentabilidade hídrica

Apesar de a água ser um recurso renovável, a sua disponibilidade e qualidade podem se tornar insuficientes para determinados usos (WANG *et al.*, 2015). Assim, problemas concernentes ao déficit ou escassez de água podem acontecer em escalas estacionais e espaciais, seja em sistemas de abastecimento de água comunitários até bacias hidrográficas locais (NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

Além do aumento da demanda e extração predatória da água sem respeitar os limites e capacidade de recarga (KUMMU *et al.*, 2016), os recursos hídricos se deparam com vários outros problemas, como a contaminação dos corpos hídricos, infraestrutura envelhecida e deficitária, inexistência de dados para auxiliar na tomada de decisão (WANG *et al.*, 2015). Além disso, existe também a limitada consciência pública a respeito dos desafios hídricos e procedimentos ineficazes de gestão da água, que associada ao uso inapropriado e à cultura do desperdício, colaboram no agravamento desse cenário (OLIVEIRA, 2017).

Esse panorama evidencia a imprescindibilidade do manejo apropriado dos recursos hídricos, conciliando os seus diferentes usos, de maneira a assegurar esse recurso com um volume e qualidade desejável aos diferentes usuários (RIBEIRO; PIZZO, 2011). Assim, existe uma necessidade iminente de debater questões concernentes ao uso racional da água.

Nesse contexto, à medida que a complexidade dos problemas ligados aos recursos hídricos foi crescendo, várias pesquisas foram sendo realizadas associando o conceito de sustentabilidade à gestão de recursos hídricos (GIUPPONI *et al.*, 2006). Assim, utilizando os princípios da sustentabilidade, espera-se que os mananciais disponíveis possam ser usados não somente pela geração atual, como também pelas

gerações futuras. Logo, essas conceituações concernentes a sustentabilidade da água requerem que qualquer tomador de decisão ligada à água ou a outras partes envolvidas ponderem todos os impactos de seus programas associados (JUWANA *et al.*, 2012).

Segundo Wang *et al.* (2015), para se atingir uma condição de sustentabilidade hídrica, é necessário que ocorra o acesso universal à água potável, saneamento e higiene, de forma a proporcionar o uso da água eficaz para as atividades econômicas, garantindo uma gestão equitativa, participativa e consciente da água, melhorando a gestão de águas residuais e a conservação de sua qualidade.

De acordo com Ribeiro e Pizzo (2011), a sustentabilidade hídrica baseia-se na relação equilibrada entre a oferta e a demanda de água, de modo que tanto os mananciais superficiais como subterrâneos sejam usados em quantidades proporcionais ou inferiores à sua capacidade de recarga. Sobre isso, Coelho e Ludewigs (2015) observam que a sustentabilidade da água se encontra ligada à tentativa de se estabelecer uma relação proporcional entre vários elementos, dentre os quais o consumo e a oferta de água. Todavia, outros fatores devem ser levados em conta, como a integridade ambiental dos ecossistemas, a acessibilidade à água, a escassez qualitativa, a pobreza de renda e a concepção do usuário de água.

Para Plummer *et al.* (2012), a definição da sustentabilidade hídrica é fundamentada em uma perspectiva holística que envolvem temas sociais, econômicos e ambientais. Deste modo, a temática que abrange a sustentabilidade hídrica carece de uma abordagem que envolve diversas formas de informações, como uma descrição dos recursos hídricos presentes em um local específico, quantidades atuais e estimativas de uso da água, organização legal e políticas voltadas ao setor (LINHOSS; JEFF BALLWEBER, 2015).

Conforme explicam Coelho e Ludewigs (2015), a sustentabilidade hídrica consiste em uma variável sistemática constituída por concepções ambientais dos sujeitos de uma bacia hidrográfica, ligadas por conexões de apoio ou amortecimento, que colaboram para reduzir as instabilidades das formas de governança materiais e informacionais encarregadas pela formação de volumes futuros de recursos hídricos.

Juwana *et al.* (2016) desenvolveram um índice de sustentabilidade da água em Java Ocidental (ISAJO) para colaborar no gerenciamento dos recursos hídricos em Java Ocidental, Indonésia. Assim, esse índice foi criado especialmente com a participação dos usuários de água local e fundamentou-se nas particularidades

naturais e socioeconômicas de Java Ocidental. Assim, os índices devem ser baseados e construídos segundo a realidade de cada lugar onde será aplicado (CORTÉS *et al.*, 2012).

Sobre isso, o ISAJO consiste em uma ferramenta que pode ser utilizada para obter dados sobre a situação dos recursos hídricos de modo simples, podendo ser facilmente entendido pelos pesquisadores que trabalham na área de recursos hídricos bem como por desconhecedores. Assim, esse índice pode ser composto por indicadores ligados à sustentabilidade da água, reunidos para compor um índice final.

Dessa forma, garantir a sustentabilidade da água é de vital importância, visto que a mesma considera a disponibilidade física e a qualidade, baseado em um acesso proporcional, conforme os usos e das demandas de cada bacia hidrográfica (TRINDADE; SCHEIBE, 2019). O assunto em torno da gestão dos recursos hídricos dá-se pela atuação de diversos atores, tanto nas diretrizes a serem analisadas como no apoio da conservação, visto que a gestão desse recurso deve acontecer de maneira participativa e integralizada, com a atuação de diversos sujeitos sociais. A finalidade dessa iniciativa é consolidar a responsabilidade social, política e administrativa, tendo em conta que o conjunto de dificuldades que cercam os recursos hídricos são universais, contudo, as respostas podem ser instituída pontualmente (WANG *et al.*, 2015).

2.5 Segurança hídrica

A definição do termo segurança hídrica teve grande relevância no decorrer da década de 2010, sendo destaque progressivo e pontual em diversos segmentos da sociedade, tanto em debates políticos quanto acadêmicos. Sobre isso, a agência internacional *Global Water Partnership (GWP)* indicou que a segurança hídrica considerava o acesso e a acessibilidade da água, assim como as necessidades humanas e a saúde ecológica (COOK; BAKKER, 2012).

Existem diversas interpretações e definições para este termo, sendo particularizadas por cada organização que discute a respeito deste tema, a partir da perspectiva de cada grupo, tais como companhias, instituições ou entidades internacionais, principalmente a *GWP* e o *World Economic Forum (WEF)* (COOK; BAKKER, 2012).

As interpretações a respeito desta definição também surgiram por meio de diversas discussões em agendas domésticas de gerenciamento de água no início da década de 2000 (JANSKY *et al.*, 2008). Apesar de existirem vários enquadramentos para a segurança hídrica, a maior parte compreende os fatores relacionados aos recursos hídricos, ao meio ambiente, à economia, às catástrofes referentes com a água e às necessidades humanas (DICKSON *et al.*, 2016).

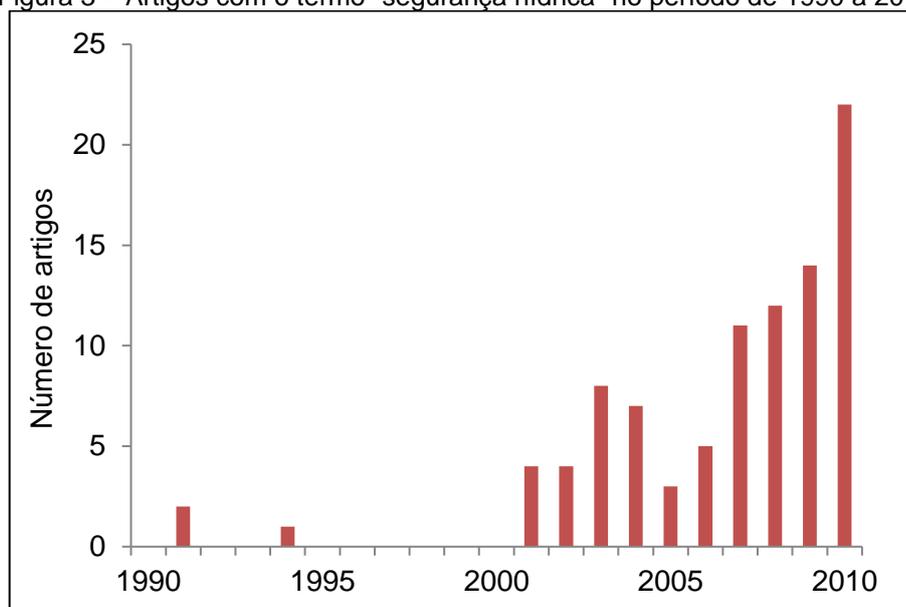
Segundo a UN WATER (2013), a segurança da água é definida como a capacidade de um conjunto de habitantes para proteger o acesso sustentável a volumes adequados de água de qualidade para proporcionar o sustento e manutenção da vida, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico. Além disso, a segurança hídrica deve assegurar a proteção contra a poluição, contra os desastres ou calamidades associadas com a água e contra a destruição dos ecossistemas.

Dessa forma, a definição de segurança hídrica compreende várias maneiras de assegurar a disponibilidade e acesso à água. Essa concepção se defronta com vários riscos, vulnerabilidades e desafios políticos que as sociedades e os ecossistemas enfrentam por causa das alterações e níveis de quantidade ou qualidade de água. Sobre isso, pesquisadores chineses frequentemente conceituam a segurança hídrica como uma condição de uso sustentável dos recursos hídricos, apropriado em quantidade e qualidade, para o bem-estar da população, crescimento socioeconômico e conservação ecológica, abrangendo um nível admissível de risco de desastres referentes à água (GU; HU, 2014).

Siwar e Ahmed (2014) utilizaram fatores sociais, de acesso e acessibilidade para elaboração da definição de segurança hídrica. Para Bogardi *et al.* (2011) a incorporação de indicadores sociais e físicos é essencial para retratar e conhecer a segurança local da água. Em relação à comunidade, este conceito depende da segurança ambiental, alimentar, econômica e de saúde, os quais estão associados à segurança hídrica.

Cook e Bakker (2012) fizeram uma ampla revisão quantitativa e qualitativa da literatura inglesa que versa sobre segurança hídrica, incluindo publicações em periódicos revisados por pares da base de informações *Web of Science* e de conceitos semelhantes (vulnerabilidade da água, estresse hídrico, índice de água, sustentabilidade da água, estruturas de água e água segura) para o período de 1990 a 2010, no qual foram identificados 95 artigos (Figura 3).

Figura 3 – Artigos com o termo "segurança hídrica" no período de 1990 a 2010



Fonte: Cook e Bakker (2012).

A escala espacial dos estudos realizados com relação a este tema também se diferencia de uma disciplina para a outra. Pesquisas de desenvolvimento econômico tendem a utilizar uma escala de abrangência nacional, porém, estudos da área de hidrologia usualmente centralizam-se nas escalas das bacias hidrográficas do regional para o âmbito nacional, enquanto estudos realizados pelos cientistas sociais são comumente abordados na escala de comunidade (COOK; BAKKER, 2012).

Segundo Cook e Bakker (2012), as conceituações atuais de segurança hídrica são bastante variadas e englobam outros temas além da quantidade de água e perigo de escassez. Ainda segundo estes autores, os enquadramentos da segurança hídrica não são robustos e tendem a diferir com as circunstâncias e a compreensão disciplinar e política a respeito da utilização da água. Do ponto de vista legal, a segurança hídrica foi frequentemente relacionada aos preceitos de alocação que visam assegurar direitos aos volumes desejados de água. Entretanto, com base na perspectiva agrícola, a proteção do risco de cheias e de seca, observa-se usualmente como um elemento de base da segurança hídrica (TARLOCK; WOUTERS, 2010).

Dentro desta variedade de conceituações das diversas áreas (Quadro 4), alguns assuntos e tendências podem ser semelhantes. Geralmente, as definições de segurança hídrica empregada na década de 1990 estavam associadas a temas inerentes à segurança humana, militar, alimentar e eventualmente ambiental (COOK; BAKKER, 2012).

Quadro 4 – Abordagens do termo segurança hídrica com base em algumas áreas

Área	Foco ou definição de segurança da água
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> • Colabora no sistema de produção agrícola e na segurança alimentar e nutricional.
Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> • Defesa para proteção de riscos relativos à água (cheias, inundações, secas, poluição, contaminação, terrorismo); • Segurança da oferta (percentagem da demanda satisfeita).
Ciências ambientais/estudos ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso à atividades e utilidades de água para população e meio ambiente; • Disponibilidade de água como qualidade e quantidade; • Diminuição de impactos decorrentes da variabilidade hidrológica.
Pescas, geologia, geociências, hidrologia	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidade hidrológica (águas subterrâneas); • Segurança de todo o ciclo hidrológico.
Saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança da oferta e acesso à água potável; • Prevenção e análise de contaminação nos sistemas de distribuição de água
Antropologia, economia, geografia, história, direito, gestão, ciência política	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança da infraestrutura de abastecimento de água; • Entrada para a produção de alimentos e saúde / bem-estar e qualidade de vida; • Divergências e conflitos; • Minimização (familiar) vulnerabilidade à variabilidade hidrológica.
Política	<ul style="list-style-type: none"> • Relações multidisciplinares (alimentação, clima, energia, economia e segurança humana); • Desenvolvimento sustentável; • Proteção contra riscos associados à água; • Proteção de sistemas de água e contra inundações e secas; Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos para garantir o acesso às funções e serviços da água.
Recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez hídrica; • Segurança de oferta (gerenciamento de demanda); • Segurança Hídrica "Verde" (versus "azul") - fluxo de retorno de vapor.

Fonte: Cook e Bakker (2012).

A segurança hídrica constitui um dos significativos desafios do século XXI. À medida que a população aumenta, a humanidade defronta com a possibilidade de fornecimento incerto de água no futuro, por causa das mudanças climáticas e das formas progressivas de demanda hídrica. Ademais, indica-se que vários habitantes ainda não têm acesso à água para satisfazer às suas necessidades elementares de higiene e subsistência (WAGENER *et al.*, 2010). Conforme as demandas de água crescem e os serviços dos ecossistemas se tornam mais onerosos, ocorre uma progressiva disputa por este recurso, não apenas entre população e meio ambiente, mas entre os diversos setores econômicos (KURIAN, 2017).

Os desafios que cercam a segurança da água consistem em atender às demandas humanas que requerem um fornecimento contínuo. Porém, existem diversos obstáculos, como a omissão e a falta de empenho político para execução de ações e obras no setor hídrico que visam assegurar seu suprimento. Além disso,

existem problemas como a deterioração ambiental, a sazonalidade intensa e o gerenciamento inapropriado dos recursos hídricos (WATERAID, 2012).

Para Grey e Sadoff (2007), existe um entendimento de que o desenvolvimento e a gestão dos recursos hídricos são fundamentais para produzirem riqueza, atenuar riscos e diminuir a pobreza, e que a pobreza requer que vários países em desenvolvimento tenham que realizar relevantes aplicações financeiras na gestão de água e infraestrutura em todas as categorias. Contudo, vale ressaltar que esta expansão deve ser executada baseada em conhecimentos adquiridos através de experiências vividas e com bastante prudência para o ambiente.

2.6 Estresse hídrico

Para Grey *et al.* (2013), o estresse hídrico corresponde ao impacto do elevado consumo de água em relação à disponibilidade. Esta definição é compartilhada por Kummu *et al.* (2016), que relaciona o estresse hídrico aos impactos do grande volume de água utilizado com relação à sua disponibilidade.

De acordo com Falkenmark (2013), o estresse hídrico se trata de uma escassez ocasionada pela demanda, ainda que o número de habitantes não seja grande o suficiente para originá-la. Para Rockström *et al.* (2009), o estresse hídrico ocorre quando a demanda por água excede o volume disponível durante um determinado período ou quando a qualidade imprópria da água limita seu uso.

Segundo Garriga e Pérez-Foguet (2010a), para uma parcela considerável da população mundial, o fornecimento de água confiável e segura passou a ser uma prioridade. Para estes autores, conforme o estresse hídrico aumenta, há uma necessidade de se gerenciar de maneira eficaz os recursos hídricos, consistindo em algo urgente.

Assim, os recursos hídricos são submetidos a um excessivo estresse por causa do aumento da demanda de água (SHABBIR, AHMAD, 2016). Em diversos locais do mundo, a disponibilidade hídrica não é capaz de satisfazer às demandas em quantidade e qualidade para diversos setores que utiliza este recurso. Assim, são indispensáveis soluções de gestão hídrica para amenizar o estresse e fechar a lacuna entre a demanda de água limpa e o fornecimento (VAN VLIET *et al.*, 2017).

A disponibilidade e a qualidade da água doce são atingidas tanto pela mudança climática (IPCC, 2001) quanto pelo crescimento econômico e populacional

(GORIJIAN; GHOBADIAN, 2015). Além disto, outro fator deve ser considerado, como o aumento do uso da água em escala global no decorrer das últimas décadas, contribuindo para a intensificação da competição pela água entre distintas regiões e setores (LIU *et al.*, 2017).

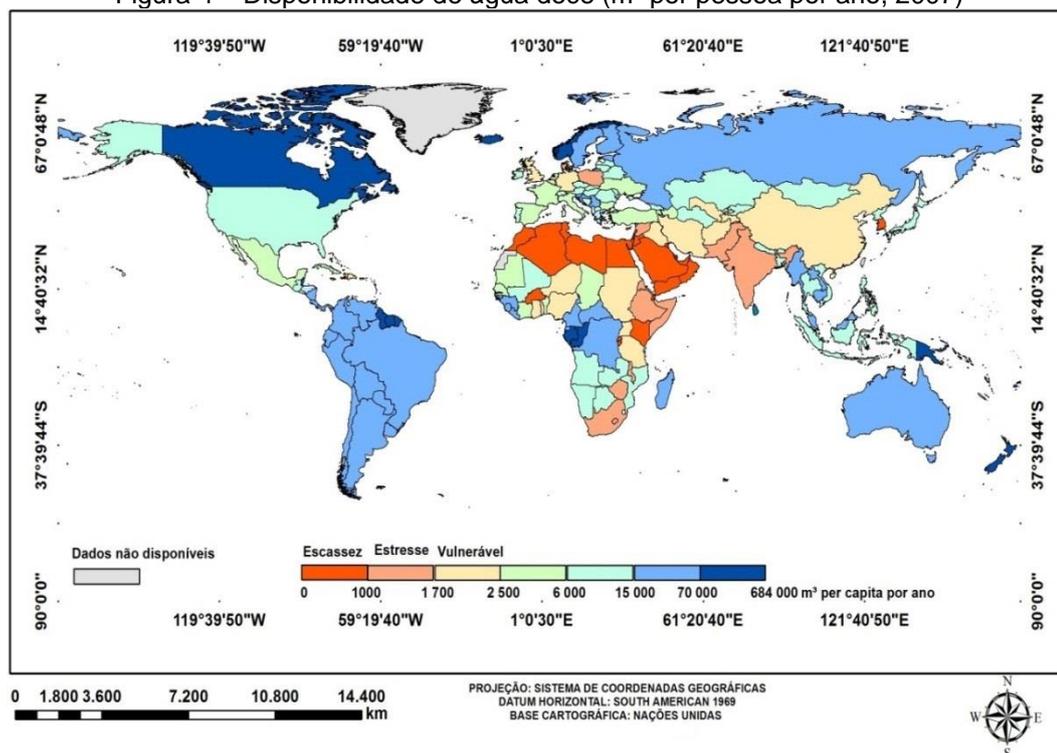
O crescimento populacional em conjunto com a mudança climática deverá intensificar consideravelmente o estresse hídrico nas próximas décadas (ALCAMO *et al.* 2003; DÖLL, 2002). Estima-se que em 2050 mais da metade dos habitantes do planeta viverão em regiões com estresse hídrico, ou seja, cerca de 1,8 bilhões de pessoas, das quais 80% estarão situadas em países em desenvolvimento (SCHLOSSER *et al.*, 2014).

Segundo Schlosser *et al.* (2014), a demanda de água torna-se maior em vários países em desenvolvimento em razão do crescimento demográfico. Além disto, a atividade econômica causa um efeito expressivo com relação ao estresse hídrico. Além disso, as mudanças climáticas regionais podem exercer uma função secundária para agravar ou minimizar o aumento do estresse hídrico (SCHLOSSER *et al.*, 2014).

Desse modo, o cenário de estresse hídrico se torna mais intenso com a pressão de forças como a habitação humana e a industrialização, que contribuem para deterioração da qualidade da água, afetando tanto o ambiente urbano como rural (SCHEWE *et al.*, 2014). Além disto, essa situação se agrava porque os recursos hídricos são distribuídos de modo diferente no tempo e no espaço (Figura 4), o que ocasiona uma grave escassez hídrica em diversos locais do mundo (PIAO *et al.*, 2010).

Biswas (2004) ressalta que as soluções para problemas de estresse hídrico não se resumem à disponibilidade hídrica, mas também englobam a gestão e a alocação de água. Este fenômeno pode ser atenuado por meio da melhoria da qualidade da água por meio do tratamento adequado de águas residuais, diminuições no lançamento de poluentes ou pela ampliação da sua reutilização dentro dos processos produtivos (HELLEGERS; IMMERZEEL; DROOGERS, 2013).

Van Vliet *et al.* (2017) ressaltam que são necessárias percepções mais detalhadas das causas, impactos e soluções para diminuir a lacuna entre oferta e demanda hídrica com uma qualidade apropriada para cada fim. Desse modo, para que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sejam atendidos, deve-se compreender os pontos críticos regionais de escassez, tanto em quantidade como em qualidade.

Figura 4 – Disponibilidade de água doce (m³ por pessoa por ano, 2007)

Fonte: Adaptado de UNEP (2008).

Assim, a disponibilidade de água doce constitui-se um recurso estratégico no século XXI. A gestão de recursos hídricos ultrapassou as fronteiras político-administrativas das nações e ganhou dimensões globais, tornando-se um tema supranacional e de alta complexidade. Dessa forma, entende-se que há uma expectativa de que se possa faltar água em determinadas regiões do planeta, tornando-a um *commodity* disputado (MENDONÇA; LEITÃO, 2008).

2.7 Escassez hídrica

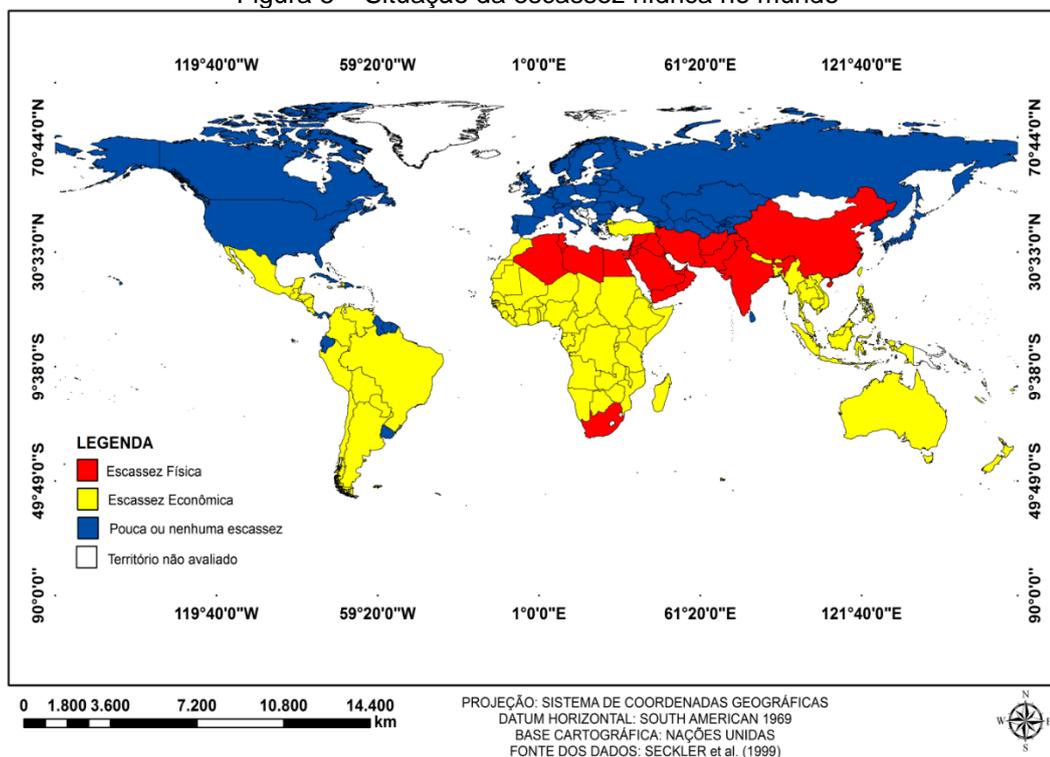
A escassez hídrica não tem uma definição uniforme no meio científico. Para Quiring (2009), a definição de escassez hídrica está sujeita à variação espacial e vinculada ao contexto do potencial hídrico local.

De acordo com Kummu *et al.* (2016), a escassez hídrica refere-se ao pequeno volume de água disponível por habitante. Em determinadas situações, quando uma quantidade numerosa de habitantes tem necessidade de utilizar recursos hídricos restritos, a capacidade dos mesmos pode ficar escassa para atender às necessidades complementares de menor relevância e a concorrência pode ocasionar disputas entre os usuários.

Segundo Pereira, Cordey e Iacovides (2009), a escassez consiste em um desequilíbrio momentâneo da oferta hídrica, que pode ser ocasionada pela utilização excessiva de águas profundas e superficiais, ou por meio da deterioração dos mananciais associada constantemente ao uso e manejo inadequado do solo. Além disso, atribui-se o fenômeno também às atividades industriais e agrícolas, que aumentam a geração de resíduos sólidos e líquidos e contribuem para diminuir a qualidade da água por causa da poluição.

Para WaterAid (2012), este termo é empregado para representar a ligação entre demanda e disponibilidade de água. Todavia, conforme ponderam Falkenmark *et al.* (2007), este conceito relaciona-se com a escassez de água física ou social. Assim, existem duas categorias de escassez hídrica (Figura 5). A escassez física ocorre quando a demanda hídrica é superior à oferta, quando se exploram as reservas de água de forma excessiva. A outra é a escassez econômica, resultante da falta de investimento, atribuições ou vontade política para acompanhar a demanda crescente de água, não assegurando o acesso ao recurso (CIRILO, 2015).

Figura 5 – Situação da escassez hídrica no mundo



Fonte: Adaptado de Seckler *et al.* (1999).

Nesse contexto, vários países são privilegiados pela condição natural de disponibilidade de água, pois apresentam um índice de precipitação superior às necessidades de seus habitantes, como Brasil, Canadá, Guiana Francesa e Islândia. Seus territórios são atravessados por extensos rios, possuem um índice pluviométrico alto, porém, a ausência de infraestrutura no setor hídrico impossibilita o acesso à água, como por exemplo, Brasil e Colômbia (SECKLER *et al.*, 1999), que integram parte do conjunto de países que se defrontam com escassez econômica de água.

Todavia, existem outros países em que uma grande população tem acesso a um volume mínimo de água para suprir suas necessidades elementares, como os localizados no norte da África, no Oriente Médio e na região do Norte da China (SCHWENCK; MARQUES, 2012). Dessa forma, tanto a escassez física quanto a econômica podem ser agravadas através da gestão inadequada e da falta de governança dos recursos hídricos e não necessariamente através da disponibilidade absoluta (WATERAID, 2012).

Segundo Neupane *et al.* (2017) um determinado local dentro de uma bacia pode ser indicado como escasso ou abundante em água não somente a partir dos recursos hídricos que estejam a disposição, mas também considerando aspectos como acessibilidade, capacidade, uso e elementos ambientais.

Em diversos lugares e intervalos de tempo, existe excedente de água, com relação à demanda, enquanto em outro espaço de tempo pode ocorrer seca severa. Deste modo, embora este recurso possa existir em grande quantidade mundialmente, a escassez hídrica pode ser uma problemática regional ou local, principalmente se considerar a sustentabilidade e qualidade da água (FEITELSON; CHENOWETH, 2002).

A quantidade de água pode ser um fator limitante para o desenvolvimento de um país, não como elemento principal, visto que existem outros fatores. Todavia, este recurso tem papel essencial na condição de subsistência da população humana, a qual apresenta várias disputas e conflitos decorrentes de sua escassez (PINHEIRO; CAMPOS; STUART, 2011).

Segundo Pereira, Cordey e Iacovides (2009), uma disponibilidade hídrica anual de até 1000 m³ por habitante indica que um local ou região possa ser pobre em água. Assim, sob estas condições, as populações podem enfrentar grandes problemas quando ocorrer uma seca (escassez natural) ou quando a escassez é artificialmente produzida, através de processos de desertificação e problemas de gestão de recursos

hídricos. Ainda, a escassez não se refere apenas à quantidade, mas também à indisponibilidade da água.

As avaliações globais da escassez hídrica até este momento se centralizam basicamente na quantidade de água, enquanto a usabilidade está sujeita tanto ao volume suficiente para atender as demandas, como também de uma qualidade apropriada para cada setor que faz uso deste recurso (VAN VLIET *et al.*, 2017). Os procedimentos utilizados atualmente para avaliação da escassez hídrica são fundamentados na quantidade e dificilmente consideram a qualidade da água (OKI; KANAE, 2006; VÖRÖSMARTY *et al.*, 2010).

Zeng, Liu e Savenje (2013) ressaltam que a componente qualidade da água é constantemente ignorada. Além disso, quase todos os métodos empregados para avaliação da escassez hídrica se resumem na quantidade (LIU; LIU; YANG, 2016). Assim, diversas pesquisas utilizaram uma avaliação integralizada da escassez associando a qualidade e a quantidade da água (WANG *et al.*, 2006; ZENG; LIU; SAVENIJE, 2013). Todavia, a inclusão da componente qualidade da água na avaliação da escassez hídrica até aquele momento encontrava-se em fase inicial nas pesquisas. Desse modo, indica-se que a qualidade da água é tão imprescindível como a quantidade, quando se refere em satisfazer às necessidades elementares da população humana e do meio ambiente.

2.8 A relação entre a pobreza e a água

Segundo Rejda (2012), a pobreza pode ser conceituada como uma insuficiência de bens materiais e serviços pelos quais as necessidades elementares dos indivíduos ou famílias ultrapassam seus meios para atendê-las. Em geral, as pessoas pobres são desprovidas de renda e de outros bens indispensáveis para assegurar condições apropriadas de vida no que concerne questões como dieta alimentar, acesso a bens materiais e a serviços públicos básicos (TOWNSEND, 2006), dentre estes serviços, destaca-se o acesso ao sistema de abastecimento coletivo de água.

Em vários lugares do planeta, a água consiste em um recurso essencial e estratégico e, conseqüentemente, seu fornecimento é imprescindível para amenizar a pobreza humana (COHEN; SULLIVAN, 2010). Esta informação é corroborada por

Falkenmark (2013), que ressalta uma forte associação entre pobreza e falta de acesso à água.

Para Sullivan e Meigh (2010), um acesso adequado à água para os diversos usos ocasionaram melhores condições de vida para as famílias pobres. Assim, diversas pesquisas enfatizam que a água é um recurso importante para amenizar ou reduzir a pobreza (ÁLVAREZ *et al.*, 2013; COHEN; SULLIVAN, 2010; EL-GAFY, 2018; MANANDHAR *et al.*, 2012).

A ligação entre água e pobreza rural é abordada na literatura, em que admitir-se que a água de qualidade adequada, disponível no momento apropriado, é fundamental para satisfazer as necessidades elementares, por exemplo, atividades domésticas, assim como para melhorar a produção na terra e outros insumos produtivos (SULLIVAN *et al.*, 2006).

Segundo Reymão e Saber (2009), pesquisas que abordaram a temática do acesso da população às fontes confiáveis de água e a pobreza, ressaltaram a ocorrência de uma forte ligação entre pobreza e carência ou inexistência de acesso à água potável. Para Wilk e Jonsson (2013), o fornecimento inapropriado de serviços relacionados à água nos países emergentes continua a causar prejuízo às estratégias de redução da pobreza.

As famílias carentes constantemente não têm acesso à água de qualidade de fontes hídricas confiáveis e seguras (NAHAS *et al.*, 2019), bem como de métodos e técnicas de tratamento de água, o que as deixam expostas e susceptíveis a doenças de veiculação hídrica, diminuindo assim desfavoravelmente seus pequenos ganhos e elevando seus gastos com medicamentos (HANSEN; BHATIA, 2004; WANG *et al.*, 2005).

Segundo Shan e Van Koppen (2006), existem certos lugares a disponibilidade de fontes hídricas apropriadas para atender à demanda das atividades humanas, porém, famílias carentes não dispõem de recursos financeiros para ter acesso ao serviço de abastecimento de água. Essa assertiva é corroborada pela WaterAid (2012), que relata que, embora as comunidades possuam acesso a serviços melhorados, os habitantes que não têm condições de pagar a taxa de água podem ser excluídos dos benefícios do sistema, a não ser que tenham instrumentos de financiamento e incentivos cruzados.

Para Wilk e Jonsson (2013), a origem deste problema consiste na inépcia dos políticos em debater sobre recursos hídricos de maneira holística e integralizada.

Segundo estes autores, é necessário fazer uma abordagem diversificada para harmonizar ou adequar a disponibilidade hídrica às dimensões sociais, econômicas e à pobreza. Para Pérez-Foguet e Garriga (2011), a raiz da crise hídrica é a gestão inadequada e isso compreende questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável, à alocação igualitária e ao aproveitamento eficiente da água.

Segundo Mehta *et al.* (2014), a falta de acesso à água nos países em desenvolvimento obriga famílias a se deslocarem longas distâncias para coletar água e transportá-la até suas residências, de modo que várias vezes crianças e mulheres são encarregadas desta tarefa. Este cenário é comum no Semiárido brasileiro (CABRAL; ARAÚJO, 2016), na África Subsaariana (SSA) (GRAHAM *et al.*, 2016) e na Ásia (YADAV; LAL, 2017), prejudicando os serviços produtivos dos adultos e educação das crianças (MEHTA *et al.*, 2014).

Além disso, famílias que vivem em situação de pobreza podem utilizar água de fontes abertas, que são frequentemente contaminadas, o que agrava a vulnerabilidade às doenças de veiculação hídrica (RAHUT *et al.*, 2015). Deste modo, o acesso restrito a água potável, instalações sanitárias inadequadas, práticas de higiene pouco saudáveis e ações inapropriadas na gestão e manejo dos recursos hídricos podem ajudar na disseminação de doenças transmitidas pela água, o que causa 6,3% das mortes registradas em todo o mundo (OMOLE; NDAMBUKI, 2014).

Uma significativa quantidade de pessoas não tem fonte hídrica potável a uma pequena distância de suas residências e, em especial, pessoas da classe de baixa renda. Estas pessoas podem gastar uma quantidade considerável de seu tempo, parte da renda e outros recursos que possam garantir o acesso à água para atender suas atividades elementares, conforme alerta a World Health Organisation - WHO; Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF (2010).

A pobreza hídrica pode acontecer porque é negado aos habitantes o acesso de fontes de água confiáveis ou porque a população não tem a possibilidade de usá-la (FALKENMARK *et al.*, 2007). Lawrence *et al.* (2002) dizem que os indivíduos podem ser “pobres em água” por causa de dois fatores: (1) refere-se a situação de não ter água disponível suficiente para satisfazer as suas necessidades elementares e, (2) porque são “pobres em renda”, apesar de a água estar disponível, eles não podem pagar sua tarifa do fornecimento. Desse modo, a associação desses dois elementos provoca a pobreza hídrica.

Ao traçar a “pobreza hídrica”, Cullis e O’Regan (2004) a explicitam como uma ausência de capacidade para conseguir água. Shah e Van Koppen (2006) utilizam a pobreza hídrica para mostrar a complexidade que a população encara para assegurar um acesso apropriado, seguro e confiável à água para o seu consumo e usos produtivos.

Segundo Emenike *et al.* (2017), o aumento na cobertura e a evolução no acesso à água não consiste apenas nas melhorias de infraestruturas, mas também questões sociais e institucionais. Assim, água imprópria restringe atividades ou ações humanas, podendo se tornar um relevante catalisador da pobreza e da desigualdade social.

Embora a meta dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) para a água potável tenha sido atingida em 2010, cerca de 663 milhões de pessoas necessitavam de fontes melhoradas de água potável¹ em 2015 (UNITED NATIONS, 2018), sendo que a maior parte destes se localizam em áreas rurais. Ainda segundo informações do relatório, uma estimativa indicou que cerca de 79% das pessoas não dispõem de fonte segura de água e 93% das pessoas que usam água da superfície residem na zona rural.

Nesse contexto, solucionar a problemática do acesso à água é um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em um de seus objetivos, tem-se como meta assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS-6) (UNITED NATIONS, 2018). Sobre isso, a ONU-Água recomendou 12 indicadores essenciais para acompanhar as 8 metas que compõem o objetivo 6 dos ODS, propostos através de um processo de consulta a entidades que acompanham a qualidade da água e do saneamento em nível global, além de parceiros internacionais, conjunto de organizações e instituições cívicas e empresas, e os Estados-Membros (UNITED NATIONS, 2018).

Dentre as metas inseridas no ODS-6, destaca-se os seguintes:

- Que todos possam conseguir até o ano de 2030, o acesso universal e equitativo a água potável e segura;

¹ As fontes melhoradas de águas são definidas como as que se supõe representar um menor risco para a saúde (WHO/UNICEF). Entretanto, a conceituação de “melhorado” não inclui qualquer medida da consistência do acesso ou referente à qualidade microbiológica ou química da água entregue (SHAHEED *et al.*, 2014).

- Ampliar significativamente até 2030 a eficiência da utilização da água nas diversas áreas e setores;
- Garantir retiradas sustentáveis e o fornecimento de água doce para encarar a escassez hídrica;
- Diminuir consideravelmente a quantidade de habitantes que se defrontam com a escassez de água;
- Garantir e fortalecer a atuação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Com base nisso, o direito humano de acesso à água requer atenção às pessoas prejudicadas pela carência da provisão de abastecimento de água (CASTRO; BAPTISTA; BARRAUD, 2009; QUEIROZ; HELLER; ZHOURI, 2015). Assim, as políticas que discutem o acesso à água devem analisar o que os usuários julgam ou creem para serem medidas adequadas para sua própria realidade, verificando quais elementos limitam ou ampliam o acesso à água de boa qualidade (MAHAMA *et al.*, 2014). Deste modo, é importante elaborar um indicador para que possa ser utilizado como instrumento na tomada de decisão dos gestores da água, com a finalidade de determinar uma abordagem leve em consideração o ponto de vista dos usuários.

2.9 Indicadores e índice

De acordo com Siche *et al.* (2007), há uma certa ausência de clareza sobre a definição dos termos indicadores e índice, de modo que são várias vezes usados como sinônimos equivocadamente. Segundo Siche *et al.* (2007), a distinção entre o índice e o indicador consiste em que o índice é um valor final de uma agregação de todo um processo de cálculo em que se empregam, inclusive, indicadores com variáveis que o integram.

Para Molle e Mollinga (2003), índices são um conjunto de indicadores que constituem parte de um trabalho de análise, que procura por meio da representação de um agrupamento, com um apoio contextual, compreendê-lo de forma abrangente.

Conforme Van Bellen (2005), o indicador expressa ou informa quanto ao desenvolvimento em direção a um objetivo estabelecido e é empregado como um recurso para tornar mais compreensível uma tendência ou fenômeno não observado rapidamente através de dados isolados.

Para Norman *et al.* (2013), o indicador consiste em um padrão ou medida significativa, sucinto, simples de compreender e de ser obtido, sendo utilizado para demonstrar as particularidades importantes de determinado objeto de estudo.

Segundo Mourão (2006), um indicador pode ser classificado como uma estatística, um fato, uma medida, um conjunto de informações quantitativas (indicador quantitativo) ou um conjunto de demonstrações ou perspectivas postuladas a respeito da realidade (indicador qualitativo).

O IBGE (2012) destaca algumas finalidades dos indicadores como, observar alterações, ações, processos e tendências, determinar comparações, sendo ainda apropriados para auxiliar a compreensão do público a respeito do tema. Para Pereira e Pinto (2012), os indicadores são instrumentos que constituem um modelo normativo, pelos quais é viável elaborar um diagnóstico para auxiliar na elaboração e análise de políticas públicas. Assim, os indicadores proporcionam relevante colaboração com relação às políticas públicas, por meio da formulação, execução e avaliação (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009); podendo sugerir carências e preferências no acompanhamento das políticas públicas (IBGE, 2012).

Historicamente, a sociedade foi examinada através de apenas um indicador, a riqueza, que mostrava muito mais do que o atributo vinculado à propriedade (FENZL; MACHADO, 2009). Assim, esse indicador demonstra também a capacidade dos indivíduos em edificar uma residência com comodidade, educar e instruir as crianças, sustentar uma grande quantidade de familiares, entre outras coisas, com a finalidade em identificar se os habitantes podiam ter uma vida de forma agradável (FENZL; MACHADO, 2009). Todavia, este indicador não poderia ser aplicado para avaliar tragédias ou carências de um indivíduo (FENZL; MACHADO, 2009).

Na história contemporânea, a elaboração de ações que retrata a realidade social (remeterem) à década de 1920, quando os Estados Unidos da América (EUA) construíram um comitê presidencial direcionado a elaborar um relatório intitulado “Tendências Sociais Recentes”, definição muito próxima ao que atualmente chamamos de indicadores (RUA, 2004).

Nas décadas posteriores, o sistema de desenvolvimento estabelecido nos países centrais da Europa e (EUA e Japão), especificamente depois da segunda guerra mundial, causou a necessidade da criação de indicadores econômicos, visto que se pensava que o nível de produção mostrava o estado de desenvolvimento de uma nação (SANTAGADA, 2007).

O mais trivial destes indicadores é o Produto Interno Bruto (PIB), elaborado pelo russo Simon Kuznets na década de 1930, consistindo em um dos indicadores mais debatidos (MENDES *et al.*, 2012). Esse indicador representa a soma de todos os bens e serviços realizados em um determinado local no decorrer de um período, no qual pode ser um mês, um bimestre, trimestre ou um ano. Quando o resultado de um ano é superior ao do ano anterior diz-se que ocorreu um crescimento econômico do país, caso aconteça o inverso, ocorreria recessão (PASSOS *et al.*, 2012).

Tal indicador começou a ser modificado na década de 1960, também nos EUA, quando se constatou que os índices de crescimento econômico, assim como o PIB *per capita*, não esclareciam as lacunas existentes na forma de desenvolvimento social (PASSOS *et al.*, 2012).

No ano de 1966 apareceu, em primeiro momento, na obra pública organizada por Raymond Bauer o termo “Indicadores Sociais”, cujo propósito era analisar as modificações socioeconômicas na sociedade americana resultantes da corrida espacial (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2013; SANTAGADA, 2007).

No início da década de 1990, os indicadores sociais e ambientais tiveram uma função relevante quando novas questões como desigualdade econômica, desenvolvimento sustentável, direitos humanos, biodiversidade, entre outros, passaram a constituir a lista de assuntos debatidos nos governos da maior parte do mundo (BRASIL, 2010). No ano de 1992, ocorreu uma significativa reestruturação do quadro de indicadores que possibilitou aos países gerar dados que auxiliassem nas medidas sobre sustentabilidade (FRAINER *et al.*, 2017).

Observou-se na Agenda 21 que o resultado mais importante da conferência, conforme afirmado no capítulo 6, que consiste na proteção e incentivo das condições de saúde humana, diretamente ligada ao desenvolvimento, requerendo esforços por avanços ambientais e socioeconômicas (SOBRAL *et al.*, 2011). Assim, desperta-se a atenção para o desenvolvimento e a padronização dos indicadores de desenvolvimento sustentável em escala mundial, nacional e regional, envolvendo a introdução de um grupo apropriado destes indicadores em comum, constantemente incrementados e acessíveis (UNITED NATIONS, 2001).

Após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), que aconteceu no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, ocorreram pressões do conjunto de organizações e instituições cívicas para

a elaboração de indicadores que fossem possíveis de mensurar o desenvolvimento, o bem-estar e a qualidade de vida (CARVALHO *et al.*, 2015).

Em suma, alternativa recorrente é a criação de “clusters” de indicadores, composto por uma agregação de indicadores sociais, econômicos, ambientais, entre outros componentes. Por mais que a elaboração e a utilização de “clusters” estejam aumentando aceleradamente, ainda há a necessidade de se padroniza-los em escala mundial para a elaboração das políticas pública (MENDES *et al.*, 2012).

Assim, diversas áreas estão aplicando essa ferramenta, por exemplo, na área de recursos hídricos (NOIVA; FERNÁNDEZ; WESCOAT JR, 2016), na área da saúde (BRAITHWAITE *et al.*, 2017), na área de ambientes urbanos (KITCHIN; LAURIAULT; MCARDLE, 2015), biodiversidade e recursos florestais (GAO *et al.*, 2015) e ambientes costeiros (BAGDANAČIŪTĖ *et al.*, 2015).

Segundo Frainer *et al.* (2017), indicadores são necessários para orientar os tomadores de decisão na gestão de políticas públicas, visto que os dados produzidos por estes simplificam o processo de decisão e podem auxiliar para medir o desempenho de políticas direcionadas para a sustentabilidade.

De acordo com Rego (2009), antes de entrar nas definições a respeito de indicadores e índice, é necessário compreender a ordem para elaboração destes. Assim, o princípio para construção de um índice ocorre por meio da investigação de um fenômeno e o máximo de suas particularidades. Posteriormente, necessita-se de um conjunto de dados a serem coletados e fornecidos para o sistema de gestão. Assim, a etapa seguinte consiste na obtenção de dados brutos (primários), que podem ser verificados, validados e refinados para serem tratados. Esses dados são compostos por uma grande variedade de informações e fazem parte da base da pirâmide de informação.

Depois disso, os dados recebem um tratamento estatístico e suas imprecisões e incoerências vão diminuindo, tornando-se apropriados para compor um banco de dados (NEVES, 2010). Quanto aos dados *ad hoc*, estes recebem um tratamento estatístico e são agrupados, originando os indicadores que, por meio de uma nova etapa de agregação, formam os índices. Os índices são representados por uma agregação de várias formas de relações mútuas entre os elementos dos indicadores (PHILIPPI JR *et al.*, 2005).

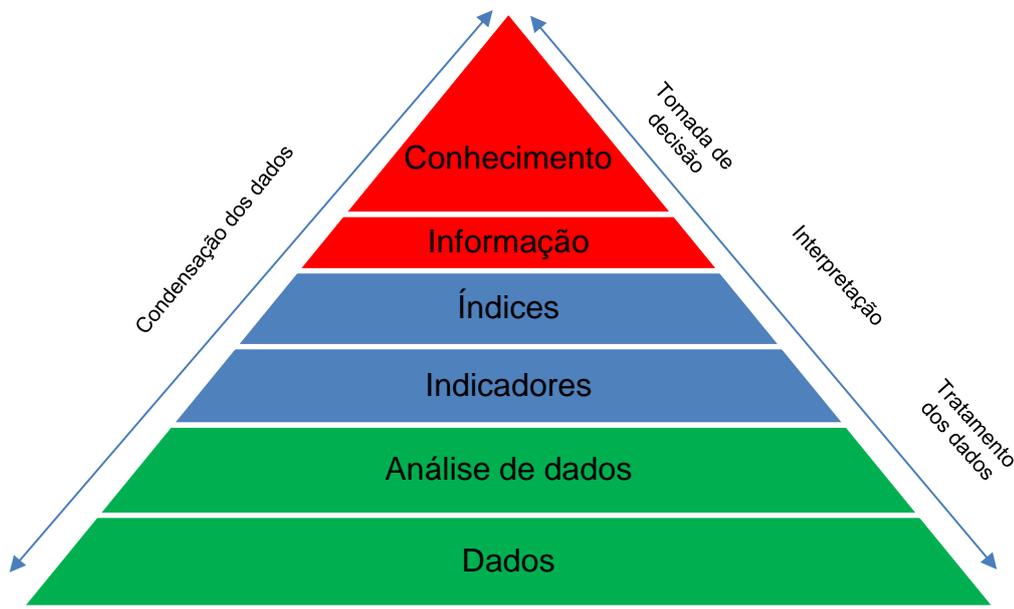
Os indicadores e os índices são interpretados de acordo com a finalidade, possibilitando uma conclusão sobre um determinado assunto, gerando uma

informação. As informações obtidas proporcionam um conhecimento a respeito do tema pesquisado de uma maneira objetiva e clara de um determinado período.

Quanto ao conjunto de dados a serem obtidos e fornecidos em um modelo de gestão, Neves (2010) e Tomasoni (2006) mostraram uma abordagem para a elaboração de um índice por meio de uma pirâmide do conhecimento, que demonstra bem a ligação entre dados, análise dos dados, indicadores, índice, informação e conhecimento.

Assim, constata-se que os dados (primários ou secundários) figuram na base da pirâmide, que precisam ser processados, validados e refinados para serem analisados e modificados em dados estatísticos. A distinção entre indicadores e dados estatísticos é que estes últimos retratam os fenômenos precisando de uma análise para os resultados; ao passo que os indicadores, que se encontra em um plano superior na pirâmide, retratam um valor que é a análise ou observação do próprio resultado (Figura 6).

Figura 6 – Pirâmide do conhecimento



Quantidade total de informação

Fonte: Adaptado de Neves (2010) e Tomasoni (2006).

Segundo Soligo (2012), a aplicação de dados como ferramenta de análise da realidade social necessita da elaboração de um sistema de mensuração de alguns aspectos relevantes desta realidade de maneira clara e resumida. Deste modo, os

indicadores despontam como instrumentos que podem auxiliar nas tomadas de decisões, baseando as discussões por meio do provimento de dados.

Na elaboração de um indicador, a clareza, simplicidade, a dimensão espacial, a agregabilidade, a particularidade de comparação, a solidez, a sensibilidade, a compreensibilidade, a acessibilidade e a viabilidade econômica são alguns dos critérios sugeridos adotados (JUWANA *et al.*, 2012; SOLIGO, 2012).

No entanto, segundo Ogata (2014), é improvável que um indicador seja possível integrar todas as particularidades citadas, e constantemente o aumento de uma característica resulta na redução de outra. Por causa disso, aquele que pretende elaborar um indicador deve conseguir ser flexível, harmonizar e adequar o indicador para que essas peculiaridades sejam empregadas (MARTINS; CÂNDIDO, 2015).

A seleção dos indicadores não é um trabalho simples em virtude da heterogeneidade de temas que tratam, geralmente compondo uma listagem vasta e abrangente de indicadores que tenha ligação com as ações da sociedade associadas com o tema objeto da pesquisa (SANTIAGO; DIAS, 2012).

Os indicadores tentam agregar os vários componentes da sustentabilidade tornando viável, através de sua análise, a representação do cenário existente na comunidade. Miranda e Teixeira (2004) advertem que para analisar a sustentabilidade de um determinado lugar é necessário compilar diversos dados que possam explicar a situação em que a área se encontra. Segundo Mlote *et al.* (2002), um índice aplicado à questão da água deve representar a difícil associação entre a gestão da água e a pobreza em comunidades rurais, lugarejos, províncias, regiões ou nações considerando dimensões sociais e econômicas ligadas a sua escassez.

2.10 Índice de pobreza hídrica

Um grupo de pesquisadores, profissionais e interessados na temática da gestão da água no planeta, sob a orientação do *Centre for Ecology and Hydrology (CEH)* em Wallingford, Reino Unido, propuseram um índice denominado de Índice de Pobreza Hídrica (IPH) como parte do conselho de investigação ambiental do governo britânico (ÁLVAREZ *et al.*, 2013).

A primeira realização do IPH foi efetuada pelos próprios pesquisadores do CEH em escala internacional, aplicado em 147 países em um estudo realizado por

Lawrence *et al.* (2002), em que foi elaborado uma categorização dos países com melhores e os piores desempenhos no IPH.

O IPH consiste em um importante instrumento de análise interdisciplinar que procura associar a situação socioeconômico dos países, estados ou comunidades com a gestão dos recursos hídricos (VAN TY *et al.*, 2010), com a finalidade de fornecer dados para auxiliar os tomadores decisões na elaboração de políticas públicas de fomento ao desenvolvimento dos recursos hídricos de maneira holística (ALKIRE; SANTOS, 2014; THAKUR *et al.*, 2017).

O IPH pode ajudar a detectar locais com maior dificuldade ao acesso à água, possibilitando assim a priorização de intervenções na gestão da água (SULLIVAN *et al.*, 2006), assim como poder ser empregado para mostrar quais atividades devem ser prioritárias para atenuar ou reduzir os problemas relacionados ao abastecimento de água (SULLIVAN; MEIGH, 2010). Além disso, as componentes utilizadas no IPH possibilitam estabelecer correlações entre pobreza, acesso à água, uso, qualidade, variabilidade e capacidade na gestão (EL-GAFY, 2018; VAN TY *et al.*, 2010).

Segundo Sullivan (2002), este índice agrega um grupo de dados em apenas um número, abrangendo indicadores e variáveis físicas, sociais, econômicas e ambientais importantes para escassez hídrica, acesso à água e capacidade de utilizar água para fins de produção agrícola e geração de renda. Este índice foi estimado utilizando cinco dimensões-chave (Quadro 5), por consulta a uma abrangente gama de interessados, formuladores de políticas públicas, especialistas e técnicos quanto à capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água e meio ambiente (THAKUR *et al.*, 2017).

Quadro 5 – Dimensões do Índice de Pobreza Hídrica (IPH)

Dimensões	Descrição das subdimensões
Capacidade	Capacidade para o gerenciamento dos recursos hídricos, de acordo com o grau de educação, saúde e acesso, dado para determinado fim. Pode abranger indicadores econômicos como renda mensal, origem da renda, etc.
Recursos hídricos	Disponibilidade física de água entre as diversas fontes, considerando a variabilidade sazonal, interanual e a qualidade da água.
Uso da água	Trata da utilização da água em diferentes fins e contribuição para a economia local.
Acesso à água	Grau de acesso da água para uso humano. Considera-se não apenas quantidade, mas também distância da fonte, tempo para coleta e outros fatores significantes. O acesso trata do uso para os diferentes fins.
Meio Ambiente	Avaliação da integridade ambiental relacionada à água, assim como uso e degradação.

Fonte: Adaptado de Garriga e Pérez-Foguet (2010a).

Cada dimensão é constituída de uma quantidade de subdimensões e variáveis, no qual podem ser pontualmente mensuradas, obtidas ou determinadas (ÁLVAREZ *et al.*, 2013; GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2013). A depender do pesquisador e área de abrangência da pesquisa, a quantidade de dimensão e subdimensões que constitui o IPH podem variar, conforme observado nos respectivos estudos, Álvarez *et al.* (2013), Sullivan *et al.* (2003) e Thakur *et al.* (2017).

A escolha das subdimensões que compõem o índice pode ser distinta, haja vista que países podem ter maneiras diferentes de analisar seu desenvolvimento no setor hídrico. Deste modo, estes selecionam suas próprias subdimensões baseadas na ordenação do IPH, potencializando a utilização dos dados disponíveis e reduzindo a necessidade de se obter mais dados (EL-GAFY, 2018; GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2013).

De acordo com Sullivan *et al.* (2003), o IPH possui uma estrutura similar à do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) sugerido pela UNESCO no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), e é fundamentado na proposição de que uma agregação de variáveis importantes pode propiciar uma perspectiva mais completa (Quadro 6), em uma situação particular, do que somente uma variável.

Quadro 6 – Estrutura do IPH: dimensão, subdimensão e variável

Dimensão	Subdimensão	Variável	Escala
Capacidade (C)	Finança	Taxa de pobreza (%)	Distrito / província
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	
	Infraestrutura	% da população com acesso à eletricidade; Taxa de mortalidade infantil (por 1000).	
Recursos Hídricos (RH)	Disponibilidade	Recursos hídricos anuais per capita	Sub-bacia hidrográfica
	Variabilidade	Coeficiente de variação (CV) da precipitação	
	Desenvolvimento da água	Demanda em relação à disponibilidade de água	
Uso da água (U)	Doméstico	Consumo doméstico per capita de água	Distrito / província/ Sub-bacia hidrográfica
	Industrial	Uso da água para o setor industrial e sua contribuição para o PIB	
	Agricultura	Uso da água para agricultura e sua contribuição para o PIB	
Acesso à água (A)	Água segura	% da população com acesso a água potável	Distrito / província
	Saneamento	% da população com acesso ao saneamento	
Meio Ambiente (MA)	Estresse hídrico	Uso da água em relação à disponibilidade de água	Distrito / província/ Sub-bacia hidrográfica
	Cobertura vegetal	% de área florestal e pantanosa	

Fonte: Adaptado de Lawrence *et al.* (2002), Sullivan *et al.* (2006) e Van Ty *et al.* (2010).

As cinco dimensões, a saber, capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água e meio ambiente, são combinadas utilizando a Equação 1:

$$IPH = \frac{\sum_{i=1}^N W_i X_i}{\sum_{i=1}^N W_i} \quad (1)$$

Em que: IPH – é o valor do índice de pobreza da água para um determinado lugar; X_i – é a dimensão i da composição do IPH para esse local e W_i – é o peso empregado para essa dimensão.

Deve-se incluir no cálculo as respectivas subdimensões que integram cada dimensão e os seus pesos de ponderações (LERNER; FERREIRA, 2016). Assim, a Equação 1 pode ser reescrita, segundo apresentado na Equação 2. Em seguida, as dimensões calculadas são agrupadas em conjunto pelo somatório da pontuação (score) da dimensão multiplicada pelo seu peso específico de ponderação, ou grau de relevância. Ademais, o resultado obtido é dividido pela soma dos pesos de ponderação das dimensões que integram o IPH (LERNER; FERREIRA, 2016).

$$IPH = \frac{w_c C + w_{rh} RH + w_u U + w_a A + w_{ma} MA}{w_c + w_{rh} + w_u + w_a + w_{ma}} \quad (2)$$

Em que:

C – Capacidade;

RH – Recursos Hídricos;

U – Uso da água;

A – Acesso à água;

MA – Meio Ambiente.

w_c : peso de ponderação da dimensão Capacidade;

w_{rh} : peso de ponderação da dimensão Recursos Hídricos;

w_u : peso de ponderação da dimensão Uso da Água;

w_a : peso de ponderação da dimensão Acesso a Água;

w_{ma} : peso de ponderação da dimensão Meio Ambiente.

O resultado do IPH obtido pela Equação 2 pode ser multiplicado por 100 para deixar o resultado em porcentagem (%). Além disso, o valor do resultado do IPH varia entre 1 e 100. Quanto mais próximo o valor de 100, melhor é a situação da localidade quanto a água. Em contrapartida, quanto mais próximo a 1, pior é a condição hídrica do lugar (SULLIVAN *et al.*, 2002).

Observou-se na literatura que o IPH é um método bastante utilizado. Esses estudos que utilizaram o IPH variaram suas análises de escala entre internacional (LAWRENCE *et al.*, 2002); nacional (SULLIVAN, 2002; SULLIVAN *et al.*, 2006); regional (ÁLVAREZ *et al.*, 2013); municipal (EL-GAFY, 2018; GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2010a; VAN TY *et al.*, 2010) ou por bacia hidrográfica (THAKUR *et al.*, 2017).

Segundo Van Ty *et al.* (2010), as vantagens do IPH consistem em diversos aspectos que retratam as importantes preocupações e problemas nos países em desenvolvimento ligados ao fornecimento de água são abordados pelos sistemas de indicadores que o integram. Entretanto, o índice foi criticado por diversas razões desde que foi publicado, confirmando que a elaboração de tal indicador integrado precisa ser considerado como um processo interativo, conforme admitido pelos autores (SULLIVAN; MEIGH, 2007).

As limitações mais importantes do IPH, indicadas por Gleick e Clain (2004), são que o índice não considera a variação do abastecimento de água e não trata ou discute os temas de alocação de água entre os usuários. Feitelson e Chenoweth (2002) criticam que o IPH não retrata as questões dos recursos sociais dentro da sociedade para amenizar a escassez hídrica e os pesos utilizados são sujeitos a vieses. Sobre isso, Molle e Mollinga (2003) criticaram que o IPH é estruturado em diferentes (e constantemente correlacionados) subdivisões de informação com pesos arbitrários que podem gerar resultados questionáveis.

De acordo com Van Ty *et al.* (2010) é difícil encontrar um estudo que proporcione uma visão holística de um cenário das condições de pobreza de água em nível local. Para El-Gafy (2018) e Juwana *et al.* (2012), o desenvolvimento de um estudo em escala local requer uma avaliação mais detalhada. Todavia, Juwana *et al.* (2012) destacam que quando um índice é aplicado em escala local, por exemplo, sede municipal ou comunidades rurais, este pode subsidiar os responsáveis pela gestão dos recursos hídricos a observar o desenvolvimento de ações e monitorar o progresso

nos setores de água em direção aos objetivos de desenvolvimento do sustentável (ODS).

2.11 Comunidades rurais

Para Wirth (1973), uma comunidade é reconhecida como uma base territorial, com ordenamento de pessoas, habitações e atividades no espaço, uma vida em comum ligada aos laços familiares e interdependência econômica, consistindo um sistema em que uma das partes necessita de outras para conseguir recursos, apoiada em recíproca correspondência de interesses.

De acordo com Silva e Hespanhol (2016), a definição de comunidade é entendida como um fenômeno histórico e social, que admite diversas definições no tempo e espaço. As considerações a respeito da temática são repletas de possibilidades de conceituações relacionadas em diversas referências, tais como: território, interesses, grupo social e político, valores em comum, sentimento comunitário, entre outros (Figura 7).

Figura 7 – Ordenação territorial de uma comunidade



Fonte: Adaptado de Clava (1999), Venâncio e Pessôa (2008).

Existem duas correntes distintas de pesquisadores que trata a respeito da conceituação de comunidades. Os pesquisadores tradicionais consideram as

principais peculiaridades da comunidade, tais como: coesão social, laços de amizade e relações recíprocas (CLAVAL, 1999), compartilhamento de situações fundamentais de uma vida em comum, constituídas nas ligações de parentesco, compadrio, amizade, circunvizinhança, entre outros (VENÂNCIO; PESSÔA, 2008).

Os pesquisadores contemporâneos, como Bauman (2003), Durham (2004) e Peruzzo (2009), consideram que as novas tecnologias da informação e da comunicação colaboram para a composição de uma comunidade, no qual fortalecem determinados preceitos e modos individuais de agir.

Claval (1999) destaca dois tipos de comunidades em seu estudo a respeito de geografia cultural, a comunidade religiosa e a territorial. A comunidade religiosa consiste em um grupo homogêneo de seguidores e crentes ligados pelas súplicas, gestos e rituais que expressam melhor a sua fé. Estas características possuem uma relevância na vida dos camponeses, sendo a comunidade religiosa bastante comum.

Conforme Venâncio e Pessôa (2008), os grupos de indivíduos que habitam nas zonas rurais brasileiras estão territorializados por ligações ou vínculos de familiaridade (sangue), confiança e de solidariedade com as pessoas que residem próximas de suas residências. Além disso, as comunidades podem ser formadas também por alianças, que unificam integrantes de uma mesma família. Ademais, as comunidades podem ser constituídas por membros estruturados em associação e ligados por um mesmo objetivo e interesse comum.

Marques (2004) assegura que o modo de organização social de uma comunidade rural é caracterizado pela forma de vida tradicional organizado em volta de laços sanguíneos e companheirismo formado por ligações pessoais e próximas. Neste contexto, esta autora complementa que em uma comunidade os moradores realizam atividades em conjunto, por exemplo, o uso do pasto para engorda do rebanho de maneira coletiva, consistindo em uma rede de reciprocidade constituída por familiares e vizinhos.

Segundo Bezerra *et al.* (2014), o processo de criação e o desenvolvimento das comunidades rurais baseiam-se de um princípio originado do protagonismo executado pelos indivíduos, que por se considerarem componentes do meio, estabelecem ou constituem uma unidade integrada de uma organização social comunitária de subsistência.

O processo de formação do desenvolvimento destes locais é uma determinação específica de gestão social, em que a relação entre os indivíduos é um

elemento essencial na organização desta, que tem como finalidade o bem-estar coletivo (BEZERRA *et al.*, 2014).

A forma de ocupação e desenvolvimento da terra compreende a combinação entre diversos componentes, por exemplo, aspectos econômicos, força produtiva, aspecto social, cultural, identitária, institucional e ambiental, com a atuação ampla e democrática dos diversos sujeitos sociais inseridos nestes locais (ECHEVERRI, 2010). Pesquisas realizadas por Cazella *et al.* (2009) indicaram que a ocupação e o desenvolvimento do território são, em geral, decorrentes da movimentação e convívio dos sujeitos pertencentes de uma determinada área geográfica e que visam constatar e resolver os problemas em comum.

Segundo Echeverri (2010), o território consiste em uma unidade para gerenciamento de políticas públicas e é estabelecido como estruturação social variada que define a capacidade de desenvolvimento dos sujeitos sociais inseridos nestes espaços. Sobre essa temática, verifica-se que a zona rural brasileira tem uma composição diferente ou variada, sendo composta por comunidades quilombolas, ribeirinhas, povos da floresta (agroextrativistas e seringueiros), do Semiárido, da Caatinga, do Cerrado, dos campos, das montanhas, dos Pampas e Pantanal, bem como populações de áreas de fundo de pasto e assentadas pelo programa de reforma (FUNASA, 2011).

Para Souza e Hespanhol (2010), a composição socioespacial das comunidades foi determinada com base nas forças produtivas e reaparecem a cada momento com novas particularidades, o que necessita de modo efetivo, do nível de capitalização social, da inclusão de mecanismos, da força do mercado e das modificações gerais experimentadas pelos grupos.

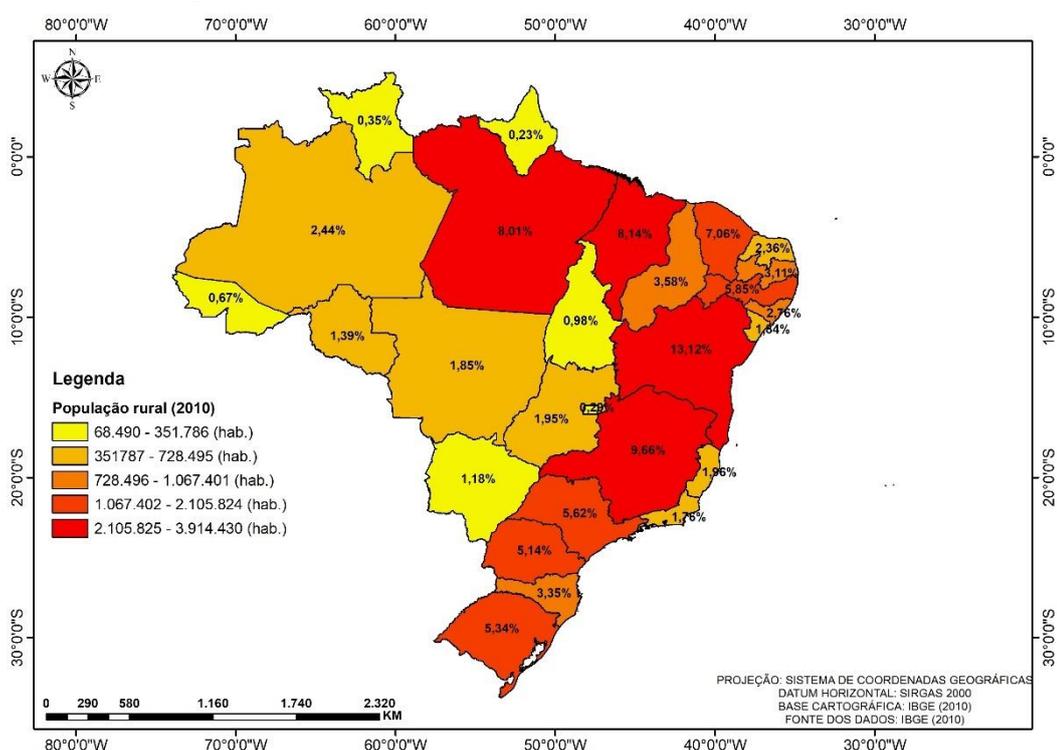
No contexto brasileiro, as comunidades se estabeleceram em ambientes e cadeias produtivas regionais (RIBEIRO, 2015). Os habitantes da área rural do Brasil são caracterizados por uma variedade cultural e particularidades regionais específicas, bem como social e econômica, porém, não impossibilita de se constatar grandes semelhanças, em diversas questões, entre os distintos moradores da regiões do país (RIBEIRO, 2015).

Entre estas semelhanças, destaca-se a baixa cobertura da provisão dos serviços de saneamento, a saber: abastecimento de água potável, coleta e tratamento do esgoto e manejo de resíduos sólidos que afeta os habitantes de comunidades rurais em todo o país, conforme o Fundo Nacional de Saúde (FUNASA, 2015).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2018), existem diferenças consideráveis no acesso ao saneamento entre as zonas urbanas e rurais do país. De modo geral, a área rural tem indicadores mais ruins, tanto no abastecimento de água como no acesso às instalações sanitárias adequadas. As residências rurais compreendiam somente 16% do total da população do país, conforme pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2010), através de informações do (PNAD) de 2008. De acordo com Santos, Tejada e Ewerling (2012), um terço das residências rurais não tinham água encanada, enquanto nas áreas urbanas esta parcela não alcançava 3%.

Conforme informações do IBGE, no censo demográfico de 2010, o país tinha cerca de 29,9 milhões de indivíduos que moram nas zonas rurais, totalizando cerca de 8,1 milhões de domicílios. Os habitantes da zona rural, distribuídos por toda extensão territorial do Brasil, estão centralizados em alguns estados (Figura 8). Na região Norte, 26,5% de sua população mora na zona rural, enquanto no Nordeste a população residente na área rural é de 26,9%. Em geral, nas regiões Norte e Nordeste, a quantidade de pessoas que residem em áreas rurais são de aproximadamente 18,4 milhões, o que corresponde a 61,8% da população rural do Brasil (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Figura 8 – Distribuição da população rural por estado no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Segundo dados do IBGE referente ao ano de 2010, somente cerca de 27,8% das residências rurais estavam conectadas a um sistema de abastecimento de água. Esta situação de disponibilidade hídrica rural se agrava quando associada a questões como variabilidade climática e poluição das fontes de água, que limitam a oferta do serviço de abastecimento por meio de rede pública de água e atingem as condições de subsistência destes habitantes (BRASIL, 2012).

Por isso, estudar e compreender o contexto atual do universo rural do país, com todas as suas particularidades, é essencial para a elaboração e aplicação de ações governamentais direcionadas para o acesso à água e desenvolvimento local das comunidades de maneira sustentável (FUNASA, 2011).

2.12 O paradoxo da água na Amazônia brasileira

A região Amazônica tem a maior reserva de água doce do planeta (LOBO *et al.*, 2013), porém, seus habitantes passam por dificuldades para ter acesso à água potável e às tecnologias convencionais no tratamento e distribuição de água (FLORES *et al.*, 2012). Existem localidades situadas na Amazônia que têm dificuldades quanto ao acesso à água potável (VELOSO *et al.*, 2013), tornando-se um problema na região (FLORES *et al.*, 2012).

O acesso ao serviço de abastecimento de água é insuficiente (QUADROS; COUTINHO, 2014), tornando a população refém da falta de acesso à água potável (MAIA *et al.*, 2016). A região Norte apresenta os piores índices de acessibilidade à água tratada no país, revelando um paradoxo entre abundância do recurso e falta de acesso a ele.

Os habitantes desta região enfrentam dificuldades para ter acesso à água por uma rede de distribuição, visto que os indicadores comprovam que quem mais padece com a precariedade deste serviço são os indivíduos desfavorecidos financeiramente, residentes nos lugares periurbanos das cidades e comunidades tradicionais (RIBEIRO *et al.*, 2015).

Apesar de os municípios terem aumentado o número de residências com abastecimento de água por meio de rede geral, os localizados na região Norte não apresentaram tanto crescimento, com um índice de atendimento total de 56,9%, apresentando a maior insuficiência nacional em condições de abastecimento de água,

indicando que vários habitantes desta região ainda não são atendidos com este serviço (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2013).

A taxa de atendimento desse serviço no estado do Pará é abaixo da média observada para a região Norte, com cerca de 47,10% (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2013), indicando uma condição de falta de acesso à água potável pelos habitantes locais. Segundo a ANA (2010), 76,39% dos municípios do estado do Pará necessitam ampliar o sistema produtor de água, enquanto 14,6% possuem um abastecimento satisfatório, 6,94% têm baixa garantia hídrica e 2,07% não têm nenhuma informação quanto a sua situação.

Para Giatti e Cutolo (2012), este contexto dos municípios paraense é resultante de obstáculos quanto à qualidade da água ou gerenciamento inadequado dos sistemas produtores. Além disso, a baixa cobertura da coleta e tratamento de esgotos na região deve prejudicar a qualidade da água para o abastecimento público.

Segundo Pereira *et al.* (2010), na maior parte das cidades da Amazônia o tratamento da água fornecida aos habitantes é deficiente. Uma opção encontrada pelas prestadoras de serviço de saneamento da região é o fornecimento de água subterrânea nas cidades interioranas, porém, geralmente sem tratamento, controle e vigilância da qualidade da água e, em algumas ocasiões, utilizam somente a adição de desinfetante ou bactericidas, além de agentes para correção de pH.

Para Veloso e Mendes (2014), é inaceitável que uma região, reconhecida internacionalmente por possuir o maior volume de água doce do planeta, enfrente dificuldades referentes ao provimento de água. O acesso à água é uma condição básica vital para o bem-estar e saúde humana, assim como um direito à dignidade dos indivíduos das atuais e futuras gerações (QUADROS; COUTINHO, 2014).

Segundo Trindade Junior (2011), isso ocorre porque várias cidades da Amazônia foram se desenvolvendo de forma espontânea, próximas aos cursos d'água, nas extremidades dos rios e igarapés, sem serviços de infraestrutura urbana adequada.

De acordo com Martínez (2013), a ocupação inadequada do espaço territorial e a frequente ausência de serviços básicos de saneamento, por exemplo, o tratamento apropriado de água, são temas a serem observados no cenário amazônico. Não somente pelas fragilidades ambientais e hídricas, mas pelo contexto em que os habitantes da região Amazônica estão submetidos.

De acordo com Giatti e Cutolo (2012), é fundamental debater e repensar a respeito da disponibilidade dos recursos hídricos na região Amazônica, para que se possa introduzir um conceito de escassez econômica e qualitativa diante da perspectiva do acesso à água para o atendimento das atividades humanas. Além disso, a dificuldade de acesso à água nesta região pode se agravar com a gestão inadequada dos recursos hídricos e as atividades antrópicas, podendo causar alterações na qualidade e a falta de acesso da água pela população.

O contexto de abundância hídrica que a região possui e a não valoração econômica deste recurso pode levar as práticas e hábitos do desperdício pelos habitantes, que relacionado aos problemas de qualidade da água e a inexistência ou insuficiência da provisão do serviço de abastecimento de água, causam obstáculos na questão do acesso, mostrando outra realidade que várias pessoas se deparam (FERREIRA *et al.*, 2016; VELOSO *et al.*, 2013).

Uma pesquisa realizada no ano de 2004, encomendada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), já indicava que a qualidade da água como forte obstáculo da gestão da provisão de água na região Amazônica, mesmo tendo grandes quantidades hídricas, é refém da condição qualitativa (ARAGÓN, 2004). Esta situação se agrava com os fortes processos da rápida urbanização que são conduzidas sem uma compatível evolução da provisão dos serviços de saneamento (LIMA; POZZOBON, 2005).

Além dos problemas já mencionados, Becker (2005) ressalta a importância de se considerar problemas histórico, levando em consideração as particularidades ancestrais do lugar, como ocupação das populações ribeirinhas e seus hábitos de utilizar água sem nenhum tratamento. Além disso, é marcante a importância de aspectos culturais sobre a relação homem-ambiente na região, ou seja, os modos como distintos grupos populacionais se apropriam e manejam os recursos naturais na Amazônia (LIMA; POZZOBON, 2005).

Veloso *et al.* (2013) constataram em um estudo realizado nas Ilhas Grandes e Murutucu, situadas na parte sul do município de Belém-PA, que estas não possuíam sistema de abastecimento de água. A demanda por este recurso vinha sendo fornecido de maneira inapropriada, sem opções de acesso à água, vários ribeirinhos compram água ou adquirem por meio da perfuração de poços com qualidade incerta. Assim, esses realizam o uso do corpo d'água, que tem fortes indícios de comprometimento de sua qualidade, o que acarreta riscos de doenças de veiculação

hídrica, deixando mais complicado o panorama dos serviços de saúde que já são insuficientes.

Segundo Veloso e Mendes (2014), o serviço de abastecimento de água nas ilhas do município de Belém-PA não acontece de forma uniforme. Conforme estes autores, os ribeirinhos destas ilhas são a parte da população mais afetada pela escassez qualitativa da água do município, particularmente por se tratar de locais parcialmente perto a área urbana de Belém-PA, que é sujeita o grande processo de degradação do manancial ocasionado pelos efeitos do crescimento urbano desordenado.

Esta situação consiste em um dos fatores que faz com que os habitantes das comunidades ribeirinhas se submetam a consumir uma água inapropriada, se agravando com a limitação financeira das famílias, que dificulta a obtenção de água por meio de alternativas, como, por exemplo, a compra de água envasada, colaborando para que estes utilizem escolhas insustentáveis, ocasionando graves prejuízos sociais, como a propagação de doenças de origem hídrica (VELOSO; MENDES, 2014).

Conforme Fenzl *et al.* (2010), as ilhas de Belém-PA não dispõem de sistema de abastecimento de água público em operação, exceto as Ilhas de Mosqueiro e Outeiro. Ainda segundo estes autores, vários fatores podem ser mostrados como obstáculos à expansão de sistemas tradicionais de abastecimento, como, por exemplo, pequena densidade demográfica, investimento dispendioso, infraestrutura obrigatória para operação e manutenção de sistemas, sejam estes controlados ou descontrolados.

2.13 O acesso à água no Semiárido nordestino

A região do Semiárido brasileiro convive com limitações hídricas, situação que se torna mais grave quando é analisado o contexto da área rural. Dos 3,5 milhões dos domicílios rurais da região Nordeste do Brasil (IBGE, 2010), é possível que mais de 2/3 estejam em tal condição (ALVES; ARAÚJO, 2016). Neste cenário, as ações para um consumo apropriado e eficaz são mais que essenciais para melhorar ao máximo o volume de água a ser usado no cotidiano, na esperança que este recurso não venha escassear (SILVA *et al.*, 2016).

No Semiárido brasileiro, a condição de acesso à água é ainda mais grave, haja vista que os rios em sua parte são intermitentes (BRASIL, 2012), isto é, os leitos dos rios podem secar no decorrer de alguns meses do ano. Os problemas relacionados à indisponibilidade hídrica são vários, como o desgaste físico da população por se deslocar longas distâncias, carregando consigo baldes, latas ou em carroças, para captar a água (MEDEIROS, 2014), assim como problemas de doenças de veiculação hídrica ocasionadas pelo consumo de água imprópria (CABRAL; ARAÚJO, 2016).

Segundo Moura *et al.* (2017), várias comunidades rurais situadas no Semiárido brasileiro não são atendidas por sistemas de captação e transporte de água, como também não estão próximas a fontes de água confiáveis e seguras, o que dificulta o acesso à água de qualidade. Ademais, as principais fontes utilizadas para provisão de água são os poços rasos (AMARAL *et al.* 2003) que não consideram normas técnicas apropriadas que proporcionam requisitos qualitativos indispensáveis de potabilidade (CAPP *et al.*, 2012) e nascentes vulneráveis de contaminação (AMARAL *et al.*, 2003).

Para Alves e Araújo (2016), este cenário de escassez hídrica para o consumo humano é um drama social que ocorre periodicamente, sentido principalmente em períodos de secas, deixando os habitantes vulneráveis a este evento climático. Por causa da escassez de água, as famílias que residem na região do Semiárido nordestino frequentemente migram de suas comunidades para sedes municipais, intensificando os problemas sociais relacionados às favelas ou bairros pobres localizados nas grandes cidades do país (GARFI *et al.*, 2011).

No decorrer dos períodos de seca, as mulheres e as crianças diariamente têm que caminhar longas distâncias a procura de água para coletar e transportar até suas residências para utilizar em suas atividades domésticas (ALVES; ARAÚJO, 2016; GARFI *et al.*, 2011). Nas periferias dos centros urbanos e na zona rural, elas são as principais encarregadas pela procura, coleta e transporte de água para suas residências, frequentemente, esta atividade é acumulado com outras atividades no campo (FUNASA, 2011).

Embora ocorra um grande empenho destas mulheres, a água coletada às vezes é imprópria para o consumo humano, haja vista que esta pode apresentar qualidade sanitária duvidosa (RAZZOLINI; GÜNTER, 2008). Além disto, a forma com que a água é transportada e armazenada nos domicílios podem afetar sua qualidade, podendo causar riscos à saúde dos seus usuários (FUNASA, 2011; RAZZOLINI; GÜNTER, 2008). Os fatores citados podem causar restrição ao acesso à água e

limitando a sua disponibilidade para ingestão, lavar as mãos, preparar as refeições, higienização corporal e na limpeza de suas próprias residências (FUNASA, 2011).

Para Reymão e Saber (2009), o acesso à água potável nas áreas rurais desta região era uma realidade distante para os que habitam neste lugar, fato que não deveria ser direcionado exclusivamente à ausência de água, mas também, aos sérios problemas de gerenciamento dos recursos hídricos. Embora a escassez física da água consiste em um fator limitante nas realizações das atividades das pessoas que residem neste local, outros povos vivem e viveram, assim como prosperam e prosperaram em contextos de dificuldades similares aos da região semiárida do Brasil (BAIARDI; MENDES, 2007).

O volume de água oriundo da precipitação pluvial no Semiárido é razoável para a vida humana. Todavia, a infraestrutura de armazenamento e captação desta, no decorrer do tempo, não foi planejada para o sertanejo (PONTES, 2013). De acordo este autor, dentre as regiões semiárida do planeta a do Brasil é uma das mais chuvosas. Conforme Braga (2004), o total de precipitação pluviométrica anual é aproximadamente de 700 bilhões de metros cúbicos, o que corresponde a vinte vezes a barragem de Sobradinho, localizada no rio São Francisco.

A ocorrência de períodos de seca prejudica os habitantes da região com relação à estrutura social e econômica, desarranjando o sistema de produção, assim como as atividades do setor agropecuário, tornando maiores os níveis de pobreza e desigualdade social (ARAÚJO, NUNES, SOUZA FILHO, 2014). Além disso, a sobrevivência da população do Semiárido e a sua capacidade de produção agrícola está ligada diretamente a disponibilidade de água (ANDRADE; NUNES, 2014).

Este cenário afeta de forma negativa no desenvolvimento socioeconômico da região (CABRAL; ARAÚJO, 2016), aumentando a pobreza e a fome (ARAÚJO, NUNES, SOUZA FILHO, 2014), reduzindo assim, a qualidade de vida das famílias e causando êxodo rural. Para Xavier (2010), esta situação acontece porque as comunidades rurais não propiciam meios de sustento ao homem do campo, visto que a água um recurso importante para a realização de atividades agrícolas e da criação de animais é limitada.

Segundo Crispim *et al.* (2016), a escassez hídrica no sertão nordestino continua como um grande desafio aos tomadores de decisões para incrementar políticas públicas de convivência e redução dos danos causados pelos fatores climatológico e social. Para Pontes (2013), as sugestões para o setor hídrico na zona urbana

distinguem-se das concebidas para a área rural, por necessitar de quantidades menores, equipamentos ou utensílios mais simples e de custo economicamente viável.

2.14 Método Delphi

O método Delphi foi elaborado no início da década de 1950 nos EUA, sendo empregado pela primeira vez em uma experiência para colher a posição de especialistas quanto a preparação estratégica soviética, como objetivo de determinar a quantidade de bombas atômicas necessárias para diminuir a fabricação de utensílios de guerra (SCARPARO *et al.*, 2012).

No decorrer dos anos, esse método participativo começou a ser utilizado no prognóstico de eventos em vários outros setores (SCARPARO *et al.*, 2012), sendo aplicado em diversas áreas como, por exemplo, administração (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000), educação (MARQUES; DE FREITAS, 2018), resíduos sólidos urbanos (SANTIAGO; DIAS, 2012), geomorfologia (CARMO *et al.*, 2016), indicadores ambientais para assentamentos humanos (MATA; RIBEIRO, 2016) ou indicadores para gestão de recursos hídricos (CARVALHO; CURI, 2016).

O método Delphi baseia-se na utilização sistematizada da compreensão, da vivência e prática, bem como da peculiaridade de um grupo de *experts* (também identificados na literatura como especialistas, peritos, participantes, respondentes ou painelistas), considerando que o pensamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião ou concepção de um só profissional (SANTIAGO; DIAS, 2012).

A utilização desse método participativo tem como objetivo atingir uma concordância de opiniões de um conjunto de *experts* através da utilização de questionários abertos ou fechados, semiestruturados ou estruturados, que se difunde e circula entre os *experts*, nos quais apresentam suas posições, confrontam com as do grupo, justificam e defendem as suas opiniões e, ao mesmo tempo, que pode repensar e a modificá-las em face das justificativas de outros participantes ou tendência geral do grupo (MARQUES; DE FREITAS, 2018; SCARPARO *et al.*, 2012).

Em geral, o método Delphi pode ser utilizado em situações de ausência de dados, inexistência de dados com séries históricas, inevitabilidade de realizar uma abordagem multidisciplinar ou para o incentivo na elaboração de novas ideias.

Ademais, o uso desse método é adequado quando se deseja realizar estudos com a aplicação de questionários, analisando dados de tendências ou consensos, compreendendo lugares geograficamente distantes (SCARPARO *et al.*, 2012).

A técnica Delphi tem um conjunto de particularidades comuns que determinam e diferenciar essa técnica de outras, tais como: (a) anonimato; (b) *feedback* das colaborações específicas; (c) elaboração e exposição da resposta dos integrantes do painel como um todo; (d) oportunidade em reavaliar e modificar as respostas, bem como justificar sua opinião; (e) pode reunir uma equipe interdisciplinar de *experts* de distintas regiões; (f) análise estatística em cada etapa de elaboração do estudo (DESLANDES *et al.*, 2011; MARQUES; DE FREITAS, 2018).

No método Delphi os resultados são analisados pelos *experts* entre cada rodada de aplicação dos questionários. Assim, são observados as tendências e as respostas discordantes, como também suas considerações, estruturando-os e reunindo-os para, em seguida, reenviar aos painelistas. Deste modo, após saber as opiniões dos outros participantes e o *feedback* do grupo, é facultado aos *experts* a oportunidade de melhorar, modificar ou justificar as suas respostas e encaminhar de novo aos pesquisadores, para que esses refaçam o novo questionário baseado nas novas considerações (MARQUES; DE FREITAS, 2018).

A aplicação da técnica Delphi possibilita diversas vantagens e potencialidades, tais como: anonimato, redução da interferência direta entre os participantes, a viabilidade de acesso a *experts* de diferentes áreas do conhecimento e com distintas experiências profissionais. Além disso, cita-se a geração de grande número de ideias de boa qualidade e particularidade, a oportunidade de realizar a reflexão de forma individual ou em grupo, sem as inconveniências que os encontros presenciais normalmente demonstram como, por exemplo, a influência de algumas posições em detrimento das outras, destaca-se também a possibilidade de reunir *experts* de locais distintos, como também é um método de baixo custo de preparação e realização (MARQUES; DE FREITAS, 2018; OSBORNE *et al.*, 2003; SCARPARO *et al.*, 2012).

Quanto às desvantagens relacionadas ao método Delphi, observa-se na literatura, diversas críticas, bem fundamentadas, com maior destaque para os problemas concernentes, a desistência ou abstinência de *experts* a cada rodada realizada (SANTIAGO; DIAS, 2012), o retorno das respostas dos *experts* para o pesquisador pode levar semanas (BARRETO; MORAES, 2018) ou até meses (MARQUES; DE FREITAS, 2018), a resposta de cada questionário necessita de

tempo e atenção por parte dos integrantes do painel (MARQUES; DE FREITAS, 2018), dificuldade ou seleção inadequada dos integrantes do painel (SCARPARO *et al.*, 2012), devolução de questionários não preenchidos ou respondidos de forma errada, bem como a elaboração do questionário requer uma compreensão aprofundada dos tópicos abordados (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000).

2.15 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem como objetivo analisar os efeitos das variações das variáveis preditoras sobre a variável critério (NARDO *et al.*, 2008). Deste modo, a análise de sensibilidade proporciona informações a respeito de quanto é a variação da variável critério influenciado pelas variáveis preditoras (NARDO *et al.*, 2008).

A análise de sensibilidade possibilita avaliação da robustez dos indicadores compostos (NARDO *et al.*, 2008). Além disso, essa análise ajuda a melhorar a precisão e a compreensão dos resultados finais, diminuindo assim os riscos de elaborar uma ferramenta sem sentido (JUWANA *et al.*, 2012).

A análise de correlação e regressão são úteis para o processo de validação do índice, cuja finalidade é constatar se existe redundância entre as variáveis que integram um índice, posto que variáveis com forte correlação podem influenciar no resultado e gerar interpretação equivocada do índice, bem como melhorar a credibilidade e precisão dos dados (NARDO *et al.*, 2008).

A análise de correlação tem como finalidade verificar se existe associação entre duas variáveis, ou seja, uma variável resposta ou dependente (y) com uma variável preditora, explicativa ou independente (x) (AYRES, 2012). Os testes mais empregados são os paramétricos como, por exemplo, a correlação linear de Pearson, correlação parcial e matriz de correlação, enquanto os testes não paramétricos os mais utilizados são o coeficiente de contingência C, correlação de Spearman e correlação de Kendall.

Neste estudo foram aplicados os testes estatísticos correlação linear de Pearson e a matriz de correlação, posto que a correlação linear pode ser realizada, de modo simultâneo, por matriz, em um grupo de dados do mesmo tamanho, com as relativas variáveis. Conforme Ayres (2012), a matriz de correlação refere-se a um modelo matemático que possibilita analisar, no caso das correlações, se as ligações entre elas são ou não significativas, de forma a proporcionar uma observação imediata do grupo de indicadores testados.

Quanto à correlação linear de Pearson, consiste em um teste paramétrico utilizado para determinar a ligação entre duas variáveis com mesma unidade (AYRES, 2012). O coeficiente linear de Pearson (r) pode ser calculado pela Equação 3, a qual mensura tanto a força quanto o sentido da correlação, podendo variar de -1 (correlação perfeita negativa) a +1 (correlação perfeita positiva), passando pelo valor 0 (ausência de correlação).

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (3)$$

Em que: r – Coeficiente de correlação de Pearson; n – quantidade de dados mensurados, ou seja, de x e y ; x – dado referente a variável explicativa ; y – dado relacionado a variável resposta.

Quanto à análise de regressão linear simples, esta consiste em um método estatístico empregado para analisar a relação entre duas variáveis, X e Y , com a finalidade de estimar ou determinar o valor de uma, nomeada dependente (Y), em face da outra, denominada independente (X) (AYRES, 2012). Logo, conforme Ayres (2012), um possível modelo para analisar essa ligação entre a variável dependente (critério) e a variável independente (preditora) pode ser determinado pela Equação 4:

$$Y = \alpha + \beta x + \varepsilon, \text{ sendo } \varepsilon = y - (\alpha + \beta x) = y - \mu_{y/x} \quad (4)$$

Porém, quando se realiza a estimação de um valor de Y , considera-se somente os coeficientes a e b (α e β), alcançados dos dados amostrais, e um valor de X selecionado pelo pesquisador. Assim, a estimação é realizada pela Equação 5:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (5)$$

Em que: Y – é a variável dependente; X – é a variável independente; a e b – coeficientes.

2.16 Análise multivariada

Para Hair *et al.* (2009), as limitações de técnicas empregadas nas metodologias de trabalhos e pesquisas científicas não são mais um obstáculo para o teórico que se fortalece por base experimental. Assim, a maioria dos teóricos e pesquisadores que possuem esse entendimento justificam que a capacidade em realizar análise de um vasto conjunto de dados se dá pelo estudo e a inferência estatística. Logo, percebe-se que é cada vez maior a aplicação de diversos métodos estatísticos como, por exemplo, a análise multivariada (FÁVERO *et al.*, 2009).

Classificar observações ou componentes em grupos com base em suas particularidades são uma imprescindibilidade em várias áreas do conhecimento como uma maneira de estruturar composições de objetos de estudo aos quais se submetem cada uma destas áreas (MACHADO, 2014). Assim, análise multivariada, gradualmente, vem mostrando ser essencial para auxiliar nas tomadas decisões nas mais diversas áreas da ciência, por exemplo, Saúde (PEREIRA *et al.*, 2016), Zootecnia (TEIXEIRA *et al.*, 2015), Recursos Hídricos (ROCHA; PEREIRA, 2016), Ciências Sociais (SILVA; LIMA, 2015), Ciências Agrárias (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2016), entre outras áreas.

Não é simples conceituar análise multivariada. Em geral, essa se relaciona a todas as técnicas estatísticas que conjuntamente investigam diversas medidas de cada indivíduo ou elemento objeto de estudo. Quaisquer análises conjuntamente com mais de dois componentes podem ser classificadas como análises multivariadas (HAIR *et al.*, 2009).

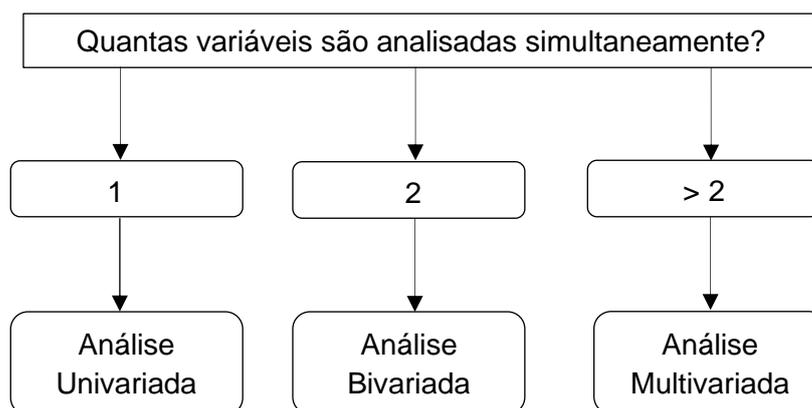
As diversas técnicas estatísticas multivariadas são dimensões da análise univariada, ou seja, análise de uma só variável. Dessa forma, da análise bivariada que ocorre por meio da regressão simples, análise de correlação e variância em que são utilizadas para analisar duas variáveis (HAIR *et al.*, 2009).

A análise multivariada de dados é uma ampliação das análises estatísticas univariadas e bivariadas (FÁVERO *et al.*, 2009). À medida que a análise univariada analisa os procedimentos e as distribuições de um elemento, componente ou variável de forma isolada, a análise bivariada estuda as ligações ou relações entre dois fatores de maneira simultaneamente (Figura 9).

Conforme Fávero *et al.* (2009), a análise multivariada é empregada para verificar modelos em que todos os fatores estejam aleatórios e inter-relacionados, de

maneira que seus diversos resultados não consigam ser explicados de modo separado. Para Hair *et al.* (2009) a análise multivariada relaciona-se a todas as técnicas estatísticas que conjuntamente analisam inúmeras medidas a respeito de cada elemento ou indivíduo sob objeto de estudo.

Figura 9 – Tipos de análise de dados conforme a quantidade de variáveis



Fonte: Adaptado de Fávero *et al.* (2009).

A análise estatística multivariada é composta por um conjunto de técnicas que são utilizadas para análise de dados. Dentre os procedimentos estatísticos mais empregados estão: (1) Análise de componentes principais (ACP) e Análise dos fatores comuns, (2) Regressão múltipla e correlação múltipla, (3) Análise discriminante múltipla, (4) Análise multivariada de variância e covariância, (5) Análise conjunta, (6) Correlação canônica, (7) Análise de agrupamentos e (8) Escalonamento multidimensional, entre outras técnicas emergentes (FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2009).

As técnicas de análise de dados multivariadas são bastante empregadas quando se pretende proporcionar a diminuição da quantidade de variáveis com uma pequena perda de informação (ANDRADE *et al.*, 2007).

De acordo com Pereira (2004), a análise multivariada é um imenso campo da ciência que abrange uma considerável diversidade de definições estatística e matemáticas, que pode ser corretamente entendida por pesquisadores de diversas outras áreas do conhecimento. Segundo Johnson e Wichern (2007), as principais finalidades da análise multivariada são:

- A diminuição dos dados ou a simplificação basilar: o fato, evento ou fenômeno que está sendo analisado pode ser retratado de maneira mais fácil, com a

intenção de proporcionar um entendimento simples e sem que ocorra perda relevante das informações;

- A escolha ou ao agrupamento: conglomerados de elementos, componentes ou variáveis semelhantes podem ser determinadas conforme suas particularidades;
- A análise da dependência entre elementos, componentes ou variáveis: o pesquisador pode analisar a natureza das associações entre os elementos, analisando se são reciprocamente independentes ou se um ou mais elementos dependentes de outros;
- A estimativa: associações entre elementos podem ser estabelecidas com o objetivo de determinar estimativas para os valores de um ou mais elementos com base nas observações de outros elementos;
- A elaboração e à investigação de hipóteses: hipóteses estatísticas, elaboradas com base em critérios ou padrões populacionais, podem ser verificadas com o propósito de que seja viável tornar válido as ponderações ou fortalecer os princípios do pesquisador.

De acordo com Machado (2014) estudos que necessitam de uma grande base de dados a análise de combinações de agrupamentos é complicada. Todavia, para ajudar na criação de grupos é preciso, então, empregar técnicas estatísticas que simplifiquem a manipulação da grande quantidade de dados. A análise de agrupamento (*cluster analysis*) pode ser uma solução para tal obstáculo, sendo uma técnica que visa agrupar componentes baseados na similaridade entre observações (MACHADO, 2014).

2.17 Análise de agrupamento (cluster analysis)

A estatística multivariada que corresponde à formação de grupos homogêneos é a análise de agrupamento, também denominada como análise de conglomerado ou cluster analysis. Esta técnica tem como finalidade agrupar observações ou indivíduos de modo que observações no mesmo cluster sejam mais semelhantes uns com as outras do que com as observações de outro cluster (TOMAZ *et al.*, 2017).

Esta técnica fundamenta-se em agregar ou associar dados por medidas de similaridade ou dissimilaridade, todavia, deve o método ser integralmente numérico. Além disto, a quantidade de grupos que irão ser formados é, em geral, uma incógnita (RODRIGUES *et al.*, 2012).

A análise de agrupamento é uma técnica que tem como objetivo agrupar componentes, elementos, objetos (HAIR *et al.*, 2009), lugares ou amostras (GONÇALVES *et al.*, 2016) com base em propriedades ou atributos que estes possuem (HAIR *et al.*, 2009), formando elementos semelhantes e homogêneos entre si em um grupo, porém, diferente dos elementos de outros agrupamentos (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Os agrupamentos originários de componentes como, por exemplo, populações, amostras, indivíduos, etc., devem apresentar elevada semelhança interna dentro dos seus agrupamentos, assim como exibir características de dissimilaridade entre os agrupamentos (HAIR *et al.*, 2009). Além disto, esta técnica tem como objetivo diminuir a quantidade de objetos, que estão ordenados em uma matriz de observação, reunindo-os em grupos (GUSBERTI *et al.*, 2014).

Segundo Reis (1997) e Pessoa (2015), o método pode ser descrito como um grupo de n observações para os quais há informação com relação a (p) indicadores. Assim, esta técnica procede ao agrupamento das observações em conformidade do dado existente, de forma que as observações referentes a um mesmo grupo sejam tão similares quanto possível e, em geral, mais similares as observações do mesmo grupo do que as observações dos outros grupos remanescentes. Isto é, se $x = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ é um grupo de observações e $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ é o grupo de componentes que se pretende agrupar. Baseado no conjunto x , pode-se estabelecer uma participação de y em grupos z_i , em que se $y_1, y_2 \in z_i \Rightarrow y_1, y_2$ são próximos/homogêneos e constituem um subgrupo de z_i .

De acordo com Fávero *et al.* (2009) e Seidel *et al.* (2008), existem pontos essenciais que devem ser considerados quando o método de análise de agrupamento for utilizado como a seleção de indicadores e variáveis, a padronização dos dados, haja vista que apresentam escalas e unidades de medidas distintas; a escolha da medida de distância ou semelhança a ser empregada entre cada par de observações; a escolha do algoritmo a ser utilizado no agrupamento, por exemplo, método hierárquico ou não hierárquico; a seleção do número de grupos a ser formados; por fim, análise e validação dos grupos.

2.17.1 Medidas de similaridade ou distância (dissimilaridade)

Para agrupar dados, é indispensável uma forma de mensurar as observações e suas distâncias correspondentes, com a finalidade de determinar quais observações fazem parte de um determinado grupo. Assim, essa distância pode retratar uma similaridade, dissimilaridade ou "força" entre as observações.

De acordo com Fávero *et al.* (2009), a definição de similaridade em análise de agrupamento é de fundamental relevância, visto que a identificação de grupos de observações, amostras ou populações só é viável com a utilização de alguma medida de similaridade, ou distância que possibilite a comparação direta entre as observações. As medidas permitem a comparação entre as observações, tornando viável analisar se um componente A é mais semelhante com B do que com C. Assim, com base na medida empregada, as observações semelhantes são agrupadas e as demais são ordenados em agrupamentos separados.

Para cada componente amostral (neste contexto, comunidades rurais) têm-se dados de p-variáveis registradas em um vetor. Assim, a comparação destes componentes é realizada pela utilização de medidas de similaridade ou distância (dissimilaridade) (MINGOTI, 2013).

Em princípio, a similaridade entre elementos, casos e objetos pode ser medida por vários métodos, porém, três métodos são preferencialmente empregados na análise de agrupamento, a título de exemplo, medidas de distância, medidas de associação e correlação (CARVALHO *et al.*, 2014).

Conforme Fávero *et al.* (2009), a seleção das medidas de similaridade requer o entendimento das características das variáveis (contínua, binária e discreta) e da hierarquia dos níveis de medidas, por exemplo, ordinal, nominal, razões ou intervalos. Além disto, tanto as medidas de distâncias como as medidas de correlações precisam de dados métricos (pesos e medidas), ao passo que as medidas de associação são propostas ao tratamento de dados.

Segundo Pessoa (2015), alguns coeficientes se ajustam de forma adequada as determinadas classes ou categorias de dimensões, ou indicadores, em especial, os coeficientes de distância (dissimilaridade) são mais apropriados para dados quantitativos, enquanto os de similaridade são mais indicados para dados qualitativos.

As medidas de correlações possuem uma característica intuitiva e são empregadas em diversos outros métodos de análises multivariadas (PESSOA, 2015). Enquanto, as medidas fundamentadas em distância são as técnicas mais constantemente utilizados em algoritmos hierárquicos (HAIR *et al.*, 2009).

Para Fávero *et al.* (2009), as medidas de distância são levadas em consideração como medidas de dissimilaridade, visto que, quanto mais altos os valores, menor é a similaridade entre as observações. Esta distância, em geral, é caracterizada em uma estrutura de matriz, isto é, consistindo em uma matriz de dissimilaridade.

A matriz de medida de distância exhibe em cada célula o valor da distância computado para os componentes dispostos nas linhas e colunas, respectivamente. Isto é, cada entrada X_{jk} na matriz baseia-se em um valor numérico que indica quão são semelhantes os elementos i e j . Na Tabela 1, é mostrada uma matriz de distâncias formadas por observações de 4 elementos.

Tabela 1 – Matriz de distância

	X	W	Y	Z
X	0			
W	$v(2,1)$	0		
Y	$v(3,1)$	$v(3,2)$	0	
Z	$v(4,1)$	$v(4,2)$	$v(4,3)$	0

Fonte: Adaptado de Pessoa (2015).

De acordo com Hair *et al.* (2009), as medidas de dissimilaridade são mais constantemente observadas na literatura. Assim, segundo Kumar *et al.* (2014), entre as medidas de dissimilaridade frequentemente utilizadas, para determinar o conceito de distância entre duas observações x e y apoiada nos valores de i variáveis pode-se apontar as seguintes: Distância Euclidiana, Distância Quadrática Euclidiana, Distância de Minkowski, Distância de Manhattan, Distância de Chebychev, Distância de Mahalanobis. Nessa pesquisa foi empregada a distância Euclidiana, por ser, conforme Bouguettaya *et al.* (2015), uma das técnicas de se calcular distâncias mais usadas em métodos de agrupamentos hierárquicos.

2.17.2 Distância euclidiana

A seleção de uma medida de distância (dissimilaridade) adequada entre os dados podem interferir na criação dos grupos. Deste modo, algumas observações

podem ser semelhantes umas das outras com base em uma medida de distância, ou mais distante conforme outra medida utilizada (HAN; KAMBER; PEI, 2011).

Para mensurar a similaridade entre as comunidades rurais, foi empregada a distância euclidiana, pois ela é constantemente aplicada quando as variáveis são totalmente quantitativas (SEIDEL *et al.*, 2008; SILVA, R., *et al.*, 2016). A Distância Euclidiana possui características métricas, além de ser mais empregada para variáveis de categorizações e medidas em uma escala de intervalo (EVERITT; DUNN, 2011). Assim, para medir a distância entre as comunidades rurais, foi empregada a Distância Euclidiana. Na Equação 6, é apresentada a fórmula geral da medida da Distância Euclidiana ($D_{i,j}$), entre a observação i e a observação j , num espaço n -dimensional, é determinada por:

$$D_{i,j} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (P_{ki} - P_{kj})^2} \quad (6)$$

Em que: $D_{i,j}$ – Distância entre as observações i e j ; P_{ki} – é o valor da variável P_k para a observação (i); P_{kj} – é o valor da variável para a observação (j); realiza-se a soma para todas as variáveis (p) consideradas.

A seleção de um método de agrupamento específico está sujeito ao conhecimento de suas particularidades e do objetivo da pesquisa (HAIR *et al.*, 2009). Outra questão relevante que deve ser levada em consideração na realização de uma análise de agrupamento é a padronização das variáveis a serem utilizadas, pois estas podem possuir unidades de medidas/escalas distintas, as quais podem distorcer ou influenciar a estrutura do agrupamento (FÁVERO *et al.*, 2009).

2.17.3 Padronização das variáveis

Segundo Hair *et al.* (2009), a maioria das medidas de distância tem interferência das diversas escalas ou unidades de medidas dos indicadores e variáveis. Assim, esta influência pode ser contornada com a padronização. Devido à possível distorção na ordenação dos agrupamentos, alguns autores, por exemplo, Fávero *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2009) recomendam que seja utilizado alguma forma

de padronização para os indicadores e variáveis, uniformizando suas implicações em termos de distância. Pois, por meio da padronização as variáveis apresentarão pesos equivalentes no cálculo do coeficiente de semelhanças entres estas.

De acordo com Fávero *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2009), o método mais empregado para uniformização dos dados é o escore padrão (também conceituados como escores-z, em que se baseia na transformação de cada variável em escore, possibilitando que seja suprimida a tendência das distintas escalas ou unidades de medidas. Assim, o escore-z uniformiza cada variável (x) para apresentar média zero e desvio padrão 1, sendo determinada pela Equação 7.

$$Z = \frac{(x - \text{média})}{\text{desvio-padrão}} \quad (7)$$

Todavia, para padronização dos dados neste estudo foi utilizado o método Range -1 a 1 (Equação 8): faz com que a variável harmonizada tenha amplitude 1 (Fávero *et al.*, 2009).

$$D = \frac{x}{A_t} \quad (8)$$

Em que: D – é o valor obtido por meio do método Range; x – é o valor da variável observada; A_t – Amplitude total da variável observada.

A uniformização dos indicadores utilizados nesta pesquisa seguiu uma recomendação de Hair *et al.* (2009), pois ameniza o efeito das diversas unidades e escalas de medidas, estabelecendo com que todos os indicadores tenham o mesmo peso na determinação dos grupos. A seleção de um determinado método de agrupamento está sujeita ao conhecimento das características e particularidades do objeto do estudo (HAIR *et al.*, 2009). Conforme Manly (2008), os vários algoritmos sugeridos para a análise de agrupamentos podem ser classificados basicamente em dois: técnicas hierárquicas e não hierárquicas.

2.17.4 Coeficiente aglomerativo

Nessa pesquisa, foi empregada uma métrica para analisar as diferentes técnicas hierárquicas aglomerativas e, posteriormente, a força da estrutura dos clusters do conjunto de dados e qualidade dos agrupamentos. Assim, o critério aplicado foi coeficiente aglomerativo (CA), conforme metodologia proposta por Abson *et al.* (2014) e Roth *et al.* (2016). Essa métrica verifica a precisão da composição da estrutura de agrupamento do conjunto de dados (SHARMA *et al.*, 2018).

De acordo com esse coeficiente, para cada elemento i , $d_{(i)}$ é sua dissemelhança quanto ao primeiro grupo que foi inserido, dividido pela dissimilaridade na etapa final do algoritmo (ABSON *et al.*, 2014; ROTH *et al.*, 2016). Logo, o (CA) é calculado pela seguinte expressão matemática Equação 9:

$$CA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - d(i)) \quad (9)$$

Em que: n – é o número total de elementos do grupo de dados. O (CA) apresenta resultados que varia de 0 a 1, em que valores próximos de 1 sugerem uma estrutura de agrupamento adequado para a base de dados. No programa R versão 3.6.1., o CA foi calculado pela rotina Agnes no ‘cluster’ de pacotes (ROTH *et al.*, 2016).

2.17.5 Definir a quantidade ideal de agrupamentos

Para Mingoti (2013), um ponto de grande relevância na análise de agrupamento é como deve ser realizado a escolha da quantidade final de grupos que determina a partição do grupamento de dados observado, ou em que ponto o algoritmo de agrupamento deve ser parado.

Segundo Pakhira *et al.* (2004), o uso de agrupamentos para composição de grupos homogêneos fazem despertar duas perguntas importantes que necessitam ser tratada, tais como: a) quantos grupos estão de fato presentes no conjunto de dados, e b) quão efetivos ou adequadamente, é o próprio agrupamento.

A escolha da quantidade ótima de grupos na fase final dos estudos que empregam as técnicas hierárquicas de agrupamento é um trabalho complexo para os pesquisadores (DIAS, 2014). Nesse estudo, foi utilizado o corte horizontal do dendrograma para determinar a quantidade de grupos a ser formado, apesar de ser uma regra simples e uma decisão subjetiva. Logo, essa decisão fica sob a

responsabilidade do pesquisador determinar a melhor distância, mas, quanto menor for a distância euclidiana, maior é a semelhança entre as observações que integram o grupo formado (BRITO *et al.*, 2020).

2.18 Métodos de agrupamentos hierárquicos

Os métodos hierárquicos, em geral, são empregados em análises exploratórias dos dados com a finalidade de constatar prováveis grupos e o possível número de agrupamentos (MINGOTI, 2013). Os métodos hierárquicos são compostos por duas classes naturais de algoritmos para formação dos agrupamentos, por exemplo, agrupamento aglomerativo (*agglomerative clustering*) e agrupamento por divisão (*divisive clustering*).

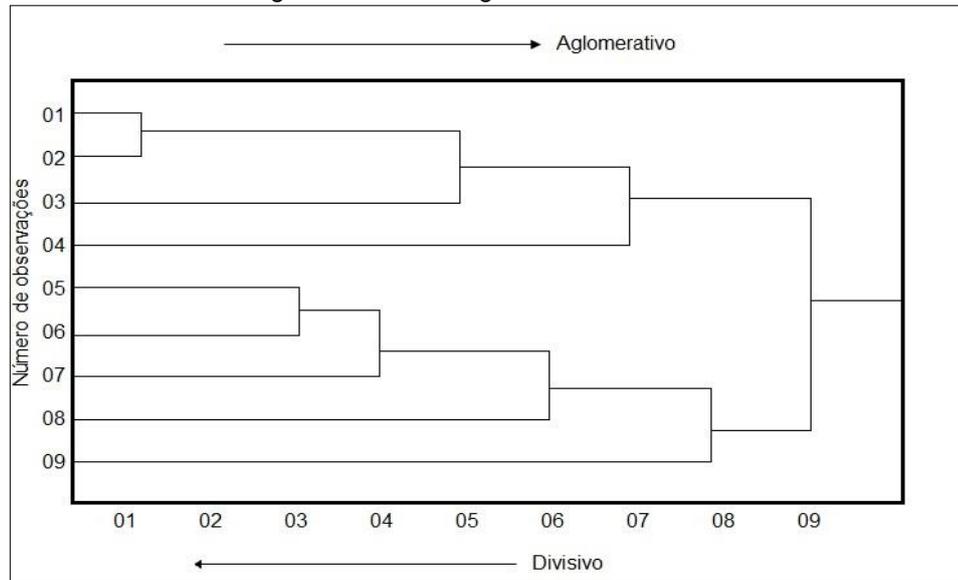
No procedimento aglomerativo, cada amostra ou caso inicia com seu próprio grupo e, a começar desta condição, novos grupos são gerados por similaridade, isto é, no início cada caso simboliza um agrupamento. Na fase posterior, vão se reunindo com os demais agrupamentos com base na proximidade. Deste modo, em cada fase diminui-se a quantidade de grupo em uma unidade (FÁVERO *et al.*, 2009).

Destaca-se que uma particularidade relevante dos métodos hierárquicos é que os resultados de uma fase antecedente são geralmente alinhados com os resultados de uma etapa subsequente, mostrando homogeneidade com a formação de uma árvore (HAIR *et al.*, 2009).

Como os grupos são criados somente pela ligação de grupos existentes, qualquer elemento ou objeto de um conjunto pode delinear sua pertinência em uma direção contínua até seu começo como um objeto isolado. Assim, esse procedimento é representado pela gráfico de árvore ou dendrograma. Nota-se na Figura 10, que os processos aglomerativos se deslocam no sentido da esquerda para direita, enquanto os métodos divisivos seguem no sentido da direita para esquerda. Quando o método de agrupamento segue no sentido oposto dos processos aglomerativos, é intitulado de método divisivo.

Nos processos divisivos, iniciam-se com um grande conjunto que possui todos os elementos. Em passos ininterruptos, os elementos mais dessemelhantes entre si são separados e modificados em grupos menores. Esta técnica prossegue até que cada elemento possa se tornar em um grupo isolado (HAIR *et al.*, 2009).

Figura 10 – Dendrograma demonstrativo



Fonte: Adaptado de Hair *et al.* (2009).

Segundo Fávero *et al.* (2009), existem cinco procedimentos aglomerativos utilizados usualmente para elaboração de agrupamentos (Figura 11), a título de exemplo, menor distância (ligação simples), maior distância (ligação completa), distância média (ligação média), centroide e Ward, estes são diferentes, especialmente, sobre a forma como as distâncias são calculadas entre os agrupamentos já criados e os que carecem ser agrupados.

Figura 11 – Estrutura de agrupamento hierárquico



Fonte: Adaptado de Sharma, Kumari e Rizvi (2018).

2.18.1 Método de variação mínima de Ward

O método de agrupamento aplicado foi de Ward, cuja característica é a construção de um diagrama com duas dimensões, este é chamado de Dendrograma ou Diagrama de Árvore (FUMIYA *et al.*, 2016).

O dendrograma é usualmente empregado para ilustração gráfica dos grupos formados com base no método hierárquico aplicado (KOPP *et al.*, 2007). Essa técnica é uma das mais empregados entre os métodos de análise de agrupamentos classificados como hierárquicos, sendo apontado como o que gera mais resultados satisfatórios para análises (DINIZ *et al.*, 2012; MIRANDA, 2016).

De acordo com Hair *et al.* (2009), o método de Ward (Equação 10) constitui-se em um procedimento de agrupamento hierárquico em que a medida de similaridade utilizada para ligar os grupos é determinada pela soma dos quadrados entre os dois grupos realizada sobre todos elementos. Este método tem a tendência de formar grupos de tamanhos equivalentes em razão da diminuição de variação interna.

$$D_{(X \cup Y, Z)} = \sqrt{\frac{(n_x + n_z)d(X, Z)^2 + (n_y + n_z)d(Y, Z)^2 - n_z d(X, Y)^2}{n_x + n_y + n_z}} \quad (10)$$

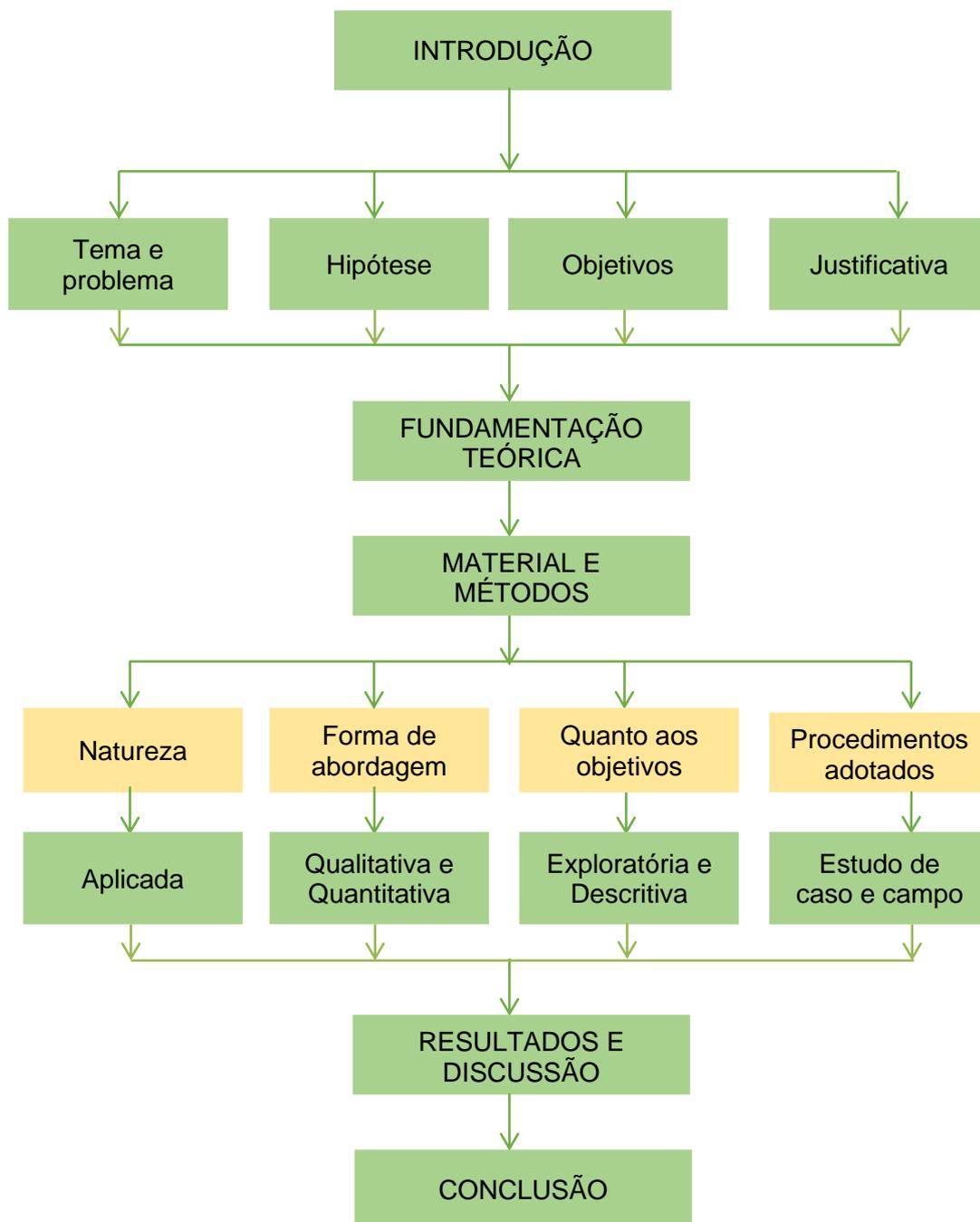
Em que: $D(X \cup Y, Z)$ – é altura (*height*) de divisão entre os componentes ou grupos de componentes levando em consideração X e Y unidos em um grupo, e Z outro grupo/componente a ser agrupado; d – são as distâncias de similaridade/dissimilaridade, considerada entre X e Z, entre Y e Z, ou entre X e Y; X, Y e Z – são os agrupamentos (clusters), ou componentes (pontos amostrais) a serem agrupados; n_x , n_y e n_z – é a quantidade de componente em cada grupo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Esquematização da pesquisa

Para auxiliar na compreensão dos procedimentos que foram realizados na pesquisa foi utilizado um organograma, conforme ilustrado na (Figura 12).

Figura 12 – Estrutura da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.2 Características da pesquisa

A classificação da pesquisa realizada fundamentou-se nas premissas de Gil (2008), Prodanov e Freitas (2013), que instituem quatro formas de classificação de uma pesquisa científica: quanto à natureza, quanto à forma de abordagem, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos adotados.

Com relação à natureza do trabalho, este pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, pois procurou-se gerar informações com a finalidade de solucionar problemas peculiares, que compreendem verdades e interesses locais, assim como a caracterização das peculiaridades de uma população ou fenômeno, como também estabelece correlações entre variáveis.

Em relação ao objetivo, este estudo pode ser considerado exploratório e descritivo. O estudo exploratório tem como propósito possibilitar mais informações a respeito do tema a ser investigado, proporcionando sua definição e seu esboço, ou seja, auxiliando na definição do assunto do estudo, assim como no direcionamento e no estabelecimento dos objetivos e a formação das hipóteses da pesquisa (GIL, 2008; PRODANOV; FREITAS, 2013). Esta pesquisa também é descritiva, pois o índice elaborado e a análise feita nos resultados descrevem de forma detalhada as características da utilização do índice em comunidades rurais, verificando os resultados alcançados com relação aos objetivos estabelecidos e o estabelecimento de relações entre as variáveis.

Conforme Diehl (2004), a seleção do método se dá pela natureza do problema, assim como a condição de aprofundamento. Além disso, esses métodos são diferenciados, desde a maneira do tratamento do problema, assim como a sistematização concernente para cada um. No que concerne à maneira de abordagem do problema, este estudo se enquadra como qualitativo e quantitativo, visto que, em algumas partes do índice, os resultados foram determinados, gerando indicadores verificáveis por equações matemáticas, e em outras as análises foram realizadas de forma qualitativa.

Segundo Gil (2008), Prodanov e Freitas (2013), a metodologia de estudo quantitativo é bastante utilizada na elaboração de pesquisas descritivas, visto que, estas buscam observar e classificar a ligação entre elementos, bem como verificar a associação de causa-efeito entre os fenômenos.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), o método quantitativo considera que tudo pode ser mensurado ou calculado, o que denota traduzir em números, informações, concepções e ponto de vista para classificá-las e analisá-las. Necessita da utilização de recursos e de técnicas estatísticas (porcentagem, estatística descritiva, análise multivariada, etc.).

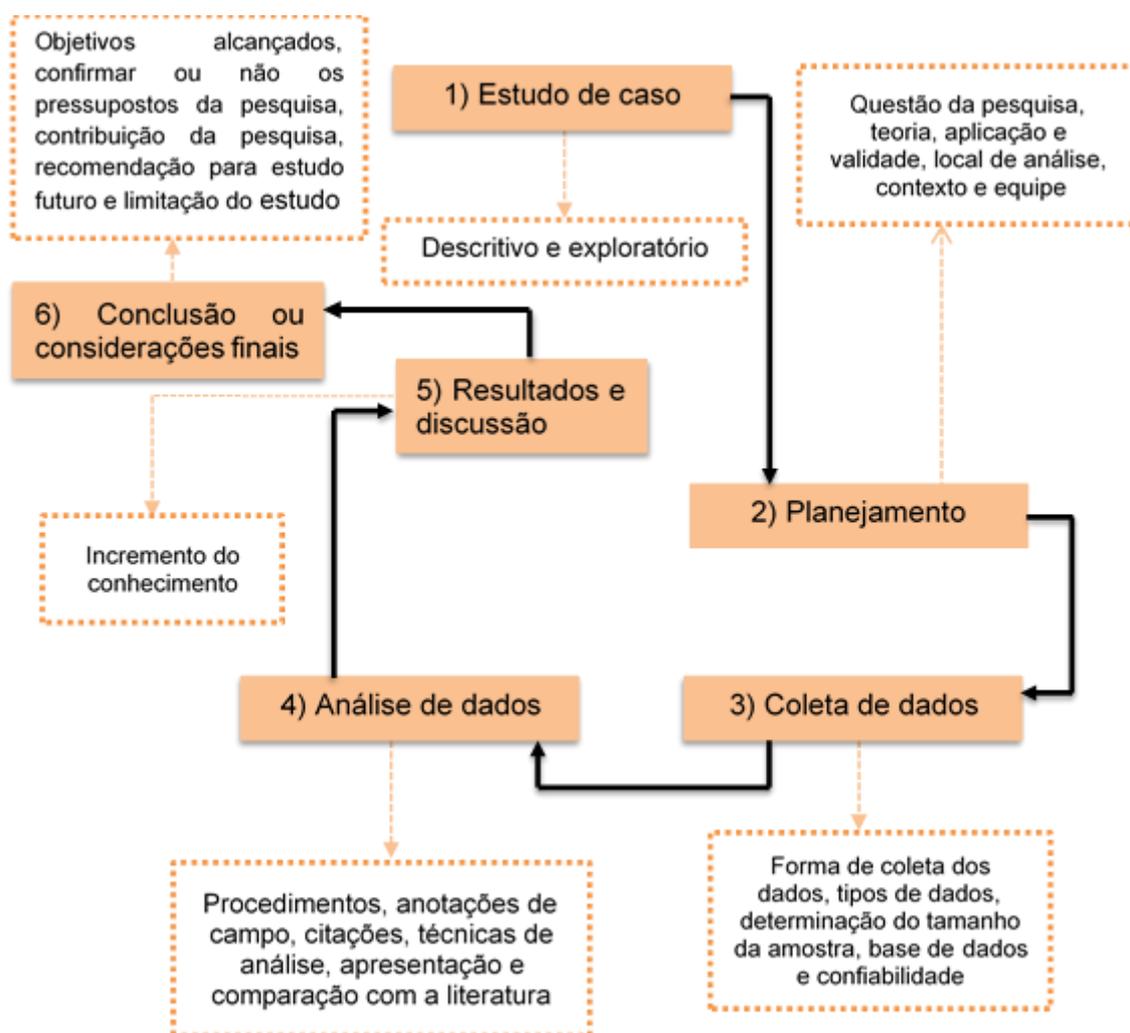
No tocante a pesquisa qualitativa, essa tem como finalidade conhecer as realidades sociais, possibilitando retratar a complexidade de um problema específico e classificar as atividades e vivências de grupos sociais (GIL, 2008). Os métodos qualitativos fundamentam-se na concepção e nas experiências vividas dos habitantes retratados (BAUER *et al.*, 2007). O método qualitativo difere do quantitativo porque não utiliza ferramentas estatísticas como suporte para estudar um problema específico (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Com relação aos procedimentos técnicos empregados, esta pesquisa consiste em um estudo de caso. Pois, baseia-se na coleta e análise de dados a respeito de uma pessoa específica, uma determinada família, um grupo ou uma comunidade, com a finalidade de pesquisar particularidades diversas de sua vida, com base no tema da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo Gil (2008), o estudo de caso é considerado um tipo de pesquisa que pode ser classificada como qualitativa e/ou quantitativa. Para Chemin (2015), o estudo de caso tem uma metodologia de pesquisa aplicada, em que se procura utilizar conhecimentos para a resolução de problemas sociais. Na Figura 13 é ilustrada todas as etapas para a realização de um estudo de caso. Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica para realizar um levantamento e consulta de obras acadêmicas que versam a respeito do tema da pesquisa, por meio de livros, publicações em periódicos nacionais e internacionais, monografias, dissertações e teses, com a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com o assunto a ser desenvolvido na pesquisa (GIL, 2008).

Este procedimento de estudo possibilita formar uma representação teórica que possibilite servir de fundamento para analisar as variáveis relacionadas à pobreza de renda e a água, assim como, estudar componentes, subcomponentes e indicadores adequados para serem utilizados nesta pesquisa e estabelecer os métodos apropriados na abordagem necessária no estudo.

Figura 13 – Estrutura de atividades realizadas no estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.3 Concepção do ISHR

O modelo do sistema para o ISHR foi ajustado de estudos que abordaram a pobreza hídrica como, por exemplo, Álvarez *et al.* (2013), Anju *et al.* (2017), Cohen e Sullivan (2010), El-Gafy (2018), Garriga e Pérez-Foguet (2010a, 2011), Lawrence *et al.* (2002), Lerner e Ferreira (2016), Sullivan (2002), Sullivan *et al.* (2006), Thakur *et al.* (2017) e Van Ty *et al.* (2010), nos quais empregaram componentes e indicadores para mensurar a sustentabilidade da água para uma abrangência nacional, regional, municipal, bacia hidrográfica, distrito ou província.

Os métodos de análise dos indicadores empregados pelos pesquisadores supracitados variaram conforme a escala do estudo, os objetivos sugeridos incluindo conceitos como sustentabilidade hídrica e pobreza hídrica, e os dados de entrada para

o cálculo do índice. Assim, para análise dos indicadores podem ser incluídas técnicas estatísticas como média aritmética através de padronização, ponderação de pesos similares, atribuição de pesos fundamentados em análises estatísticas ou pela aplicação de métodos participativos (NARDO *et al.*, 2008; ROCHA; DE LIMA, 2020).

A estrutura para elaboração do ISHR foi fundamentada em uma abordagem de índice composto, adaptando uma metodologia proposta por Nardo *et al.* (2008). Assim, foi utilizado para criação do índice e identificar os indicadores para integrar o ISHR, os seguintes procedimentos:

1. Elaboração do referencial teórico;
2. Seleção de componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis (revisão de literatura e *check-list*);
3. Realização de análises estatística;
4. Obtenção dos dados de entrada;
5. Normalização e padronização dos dados (quando necessário);
6. Agregação dos indicadores, subcomponentes e componentes, posteriormente aplicar os pesos (método Delphi);
7. Realização de análises de robustez e sensibilidade;
8. Cálculo do índice;
9. Interpretação e apresentação dos resultados.

A primeira etapa da metodologia para o desenvolvimento dos indicadores abrangeu a definição das bases teóricas do índice de sustentabilidade. Deste modo, foi fundamental discorrer sobre dois aspectos que são relevantes para o processo. Assim, inicialmente foi necessário abordar e deixar claro a concepção a respeito da sustentabilidade da água, bem como uma exploração de suas componentes ligadas a temática em estudo, ou seja, o modelo conceitual.

Na segunda etapa, foi realizado uma clara caracterização do índice, demonstrando a sua finalidade e os objetivos de sua elaboração e formação final. Para alcançar os objetivos propostos desse estudo, a sustentabilidade foi transcendida da perspectiva do “*Triple Bottom Line*”, que é baseado em três objetivos principais, tais como: responsabilidade social, desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente (HENAO *et al.*, 2019).

Quanto ao modelo “*Triple Bottom Line*”, observa-se a existência de lacunas, visto que não considera em sua composição a componente denominada institucional,

na qual analisa as relações humanas em um meio social governado por diretrizes (leis, normas, decretos, estatutos, etc.), princípios culturais e padrões sociais, além de propiciar uma exposição legal de 'gestão integrada' indispensável para regulamentação de atividades e a atenuação de impactos (DE CARVALHO *et al.*, 2009).

Valentin e Spangenberg (2000) fazem uma crítica positiva sobre a abordagem “*Triple Bottom Line*”, expressando um 'prisma de Sustentabilidade' constituído por quatro componentes da sustentabilidade, por exemplo, social, econômica, ambiental e institucional. Além disso, essas componentes estão relativamente ligadas com às quatro categorias de capital: capital artificial, social, natural e humano, segundo Goodland e Daly (1996) em sua ótica sobre a sustentabilidade ambiental.

Dessa forma, o ISHR foi elaborado baseado na estrutura do Índice de Pobreza Hídrica (IPH). O IPH foi desenvolvido para mensurar a relação entre a disponibilidade de água com a capacidade da população ter acesso à água (SULLIVAN, 2002). Logo, os elaboradores do IPH presumiam que existe uma forte relação entre a disponibilidade de água e pobreza (JUWANA *et al.*, 2012). O IPH é um índice acessível e de fácil compreensão para analisar a escassez hídrica, concatenando o bem-estar com a satisfação doméstica no tocante a oferta de água, indicando de maneira numérica o quanto os efeitos da escassez hídrica prejudica a população humana (THAKUR *et al.*, 2017).

O ISHR consiste em um instrumento holístico elaborado para colaborar na gestão e planejamento dos recursos hídricos, identificando locais prioritários que necessitam de ações do Estado para o desenvolvimento de estratégias para garantir a população o acesso e uso da água e auxiliar os tomadores de decisões na procura de respostas mais eficientes para o setor de água em escala local.

A escala espacial de implementação entre o IPH e o ISHR se diferencia notadamente, uma vez que o IPH foi aplicado em escala nacional, regional, municipal, distrital ou bacia hidrográfica, enquanto o ISHR propõe-se melhorar gestão da água para uma escala de comunidade rural, requerendo uma abordagem diferenciada para o desenvolvimento e seleção de indicadores, bem como na obtenção de dados. Todavia, existe uma semelhança de finalidade nos dois índices quanto à informação sobre o progresso em direção à sustentabilidade da água.

O ISHR também apresenta distinções com alguns índices proposto no país, tais como: o Barômetro da Sustentabilidade, Índice de Desenvolvimento Sustentável para

Municípios (IDSM), Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal Participativo (IDSMP) e Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP), tanto no tocante a espacialidade como na forma de obtenção dos dados.

Os dados do IDSM, IDSMP e ISHAP são adquiridos através de consulta documental e exploratória, bem como, através de pesquisas as diversas entidades e órgãos governamentais, utilizando os seus bancos de dados que estejam disponíveis e/ou na utilização de dados mistos (primários ou secundários). Além disso, a espacialidade desses índices abrange em sua maioria a sede municipal, enquanto o ISHR é aplicado especificamente em comunidades rurais, requerendo um detalhamento maior de informações, e essas são obtidas por entrevistas junto à população local, isto é, pesquisas domiciliares.

O ISHR tem uma distinção com outro índice, a saber, o indicador de estresse hídrico de Falkenmark (1989), visto que, esse índice é baseado na relação entre disponibilidade de água anual (volume total) e a população, isto é, disponibilidade per capita, enquanto o ISHR considera diversas componentes, subcomponentes e indicadores para melhor compreender questões complexas que envolvem a água considerando a concepção do usuário.

Os métodos de avaliação de sustentabilidade hídrica que consideram tanto a abordagem hidrológica como holística podem apresentar limitações como, a título de exemplo, o indicador de estresse hídrico de Falkenmark (1989), no qual não considera e observa questões relacionadas na desigualdade na oferta de água em determinadas áreas dentro de um país, visto que, devem ser considerados problemas associados à distribuição irregular em escala intrarregional e inter-regional, bem como, a degradação da qualidade da água pelas atividades antropogênicas.

O ISHR apresenta também uma distinção com o índice de sustentabilidade para a gestão integrada da água urbana - (SIUWM) elaborado por De Carvalho *et al.* (2009), tanto na espacialidade como na forma de validação, visto que o SIUWM tem como finalidade otimizar a gestão da água em escala setorial e o ISHR tem como propósito analisar a condição do acesso e uso da água para consumo humano em comunidades rurais, requerendo uma abordagem distinta ao desenvolvimento e escolha de indicadores. Todavia, há uma concordância nos dois índices no que concerne o desenvolvimento sustentável.

Na literatura, observa-se que diversos estudos utilizaram métodos distintos ou fizeram adaptações de um índice específico para analisar a gestão da água,

selecionando subdimensões e variáveis baseado na estruturação do índice proposto, potencializando a utilização de dados disponíveis e reduzindo a necessidade de obter mais dados (ÁLVAREZ *et al.*, 2013; ANJU *et al.*, 2017; GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2013; LA MORA-OROZCO *et al.*, 2017; THAKUR *et al.*, 2017).

Componentes e indicadores que integram um índice são geralmente selecionados através de uma revisão da literatura com relação a estruturas de sustentabilidade e grupos de componentes, bem como indicadores existentes (GUPPY *et al.*, 2014; JUWANA *et al.*, 2010; JUWANA *et al.*, 2012; SULLIVAN; MEIGH, 2007). Em geral, um conjunto preliminar de componentes e indicadores é definido, baseado em revisão bibliográfica em bases de periódicos (JUWANA *et al.*, 2012) e consulta a obras acadêmicas (FECHINE; MORAES, 2015).

Na terceira etapa, foi realizada a seleção de componentes, subcomponentes e indicadores para integrar ISHR, sendo feito um *check-list* de trabalhos internacionais, nacionais, regionais e locais que relacionam à temática gestão de recursos hídricos com aspectos socioeconômicos para o contexto rural, conforme procedimento proposto por Juwana *et al.* (2012) e Sun *et al.* (2018).

A quantidade de indicadores observados na literatura científica foi expressiva. Deste modo, para diminuir a quantidade de indicadores e reduzir a lista de referência, decidiu-se utilizar os mais empregados nos trabalhos consultados e estudos de caso, considerando suas adequabilidades para escala de comunidades rurais, clareza, simplicidade, objetivos e tema da pesquisa. Assim, os indicadores que compõem o ISHR foram agrupados e relacionados a cinco componentes, conforme apresentado e descrito no Quadro 7.

A realização da revisão bibliográfica e a consulta de obras acadêmicas (livros, artigos científicos, monografia, dissertação e tese) que abordam a temática da sustentabilidade da água para um contexto de áreas rurais originou a seleção de 58 indicadores que foram agrupados em 21 subcomponentes, e esses estão inseridos em 5 componentes. Além disso, a matriz indica a referência de cada indicador selecionado.

Os indicadores selecionados neste estudo por meio do *check-list* foram fundamentados no que se almejava mensurar, mas não na imprescindibilidade de empregar séries de dados temporais que estejam disponíveis em plataformas digitais governamentais e não governamentais. Assim, para o cálculo deste índice foi necessário realizar a coleta de dados em campo para obtenção de dados primários,

considerando a unidade familiar como a fonte de informação para aquisição dos dados. Além disso, os indicadores foram adaptados às condições locais e às comunidades rurais.

Quadro 7 – Componentes do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR)

Componentes	Descrição
Capacidade	Capacidade dos comunitários em gerenciar a água, sendo baseado em um conjunto de indicadores (educação, habitação e propriedade, aspectos socioeconômicos, saúde e institucional), que podem prejudicar a capacidade da população de garantir o suprimento e a gestão da água.
Recursos Hídricos	Considera a disponibilidade física da água, incluindo a fonte hídrica existente na comunidade rural, a forma de manejo da água realizada pelos comunitários e análise sensorial da água pela população.
Uso da água	Refere-se aos diversos usos da água na unidade familiar, pode ser um sistema individual ou coletivo, incluído o consumo doméstico, dessedentação de animais e atividades produtivas que possa gerar renda, ao mesmo tempo, que considera a possível existência de conflitos pelo uso da água e a necessidade de fazer medidas de conservação.
Acesso à água	Aborda se a população tem acesso ou não à água para consumo humano, considerando a distância de uma fonte segura de água, o tempo gasto na coleta, espera e transporte da água, a quantidade de vezes para coletar à água no decorrer do dia e a forma de transporte da água até o domicílio. Além disso, considera a condição sanitária da residência do comunitário, e a condição de acesso para a comunidade rural.
Meio Ambiente	Avalia a integridade ambiental ligada à água, considerando possíveis ocorrências de degradação ambiental (degradação do solo, forma de manejo e conservação do solo, insumos químicos e resíduos sólidos) que pode afetar na qualidade da água. Ademais, leva em conta o conhecimento da população a respeito de algum problema ambiental na comunidade, visando garantir a integridade ecológica em um futuro distante, por conseguinte, fontes de água segura.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os parâmetros que integram a estrutura prévia de indicadores de sustentabilidade para o ISHR são: componentes, subcomponentes, indicadores, nota e peso. Assim, essa matriz preparatória com o conjunto de informações que constam no Quadro 8, foi aprimorada e consolidada com a aplicação do método Delphi, por meio do consenso de um grupo de *experts*.

O método Delphi foi empregado em razão de suas características, ao mesmo tempo, apropriado para atender os objetivos definidos nessa pesquisa, possibilitando determinar a nota referente a cada indicador e pesos para as componentes e subcomponentes (finalidade principal da utilização da técnica), bem como inserir ou excluir indicadores que compõem o ISHR.

Por meio da técnica Delphi foi possível realizar uma validação externa da matriz de indicadores. Assim, foram contatados inicialmente 34 *experts* para colaborar no processo. Ademais, o desenvolvimento do ISHR como um programa interativo apoiado em uma planilha eletrônica e utilizando essa abordagem de análise multicritério, possibilitou a agregação de diversos indicadores e variáveis.

Quadro 8 – Componentes, subcomponentes e indicadores a serem utilizados no ISHR

COMPONENTES (5)	SUBCOMPONENTES (21)	INDICADORES (58)	REFERÊNCIAS
CAPACIDADE (14)	Educação	Grau de escolaridade	Aleixo <i>et al.</i> (2016) Maia <i>et al.</i> (2016)
		Número de filhos em idade escolar	Crispim (2015) Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Habitação e propriedade	Situação fundiária ou Condição de moradia	De Sousa <i>et al.</i> (2016) Oliveira <i>et al.</i> (2017)
		Tempo de vivência na comunidade	Aleixo <i>et al.</i> (2016) Silva, Alves e Portilho (2016)
		Tipo de construção da residência	Santos, Guimarães e Santos (2017) Almeida <i>et al.</i> (2016)
	Aspectos Socioeconômicos	Renda mensal	Cardoso <i>et al.</i> (2016) Crispim <i>et al.</i> (2020)
		Origem da renda da família	Cardoso <i>et al.</i> (2016) Crispim <i>et al.</i> (2020)
		Assistência de Programa Governamental	Cardoso <i>et al.</i> (2016) Crispim <i>et al.</i> (2020)
		Atividade (s) econômica (s) desenvolvida (s) na(s) comunidade/propriedade	Gama <i>et al.</i> (2018) Mancal <i>et al.</i> (2016)
	Saúde	Existência de Posto de Saúde	De Sousa <i>et al.</i> (2016) Marinho e Santos (2011)
		Frequência de atendimento médico na comunidade	Crispim <i>et al.</i> (2020) Shimizu <i>et al.</i> (2018)
	Institucional	Articulação com algum órgão ou entidade	Mancal <i>et al.</i> (2016) Costa e Ravena (2014)
		Existência de associação ou cooperativa na comunidade	Mancal <i>et al.</i> (2016) Caramello <i>et al.</i> (2015)
		Participação na associação ou cooperativa da comunidade	Mancal <i>et al.</i> (2016) Veloso <i>et al.</i> (2013)
RECURSOS HÍDRICOS (11)	Qualidade da água	Sabor da água	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
		Cor da água	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
		Percepção físico-química segundo o usuário	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)

COMPONENTES (5)	SUBCOMPONENTES (21)	INDICADORES (58)	REFERÊNCIAS
		Satisfação com a água consumida	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
		Forma de desinfecção da água	Gama <i>et al.</i> (2018) Silva <i>et al.</i> (2009)
		Ocorrência de doenças de veiculação hídrica	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
	Fonte hídrica	Fonte hídrica utilizada no abastecimento	Gomes e Heller (2016) Cardoso <i>et al.</i> (2016)
		Disponibilidade de água no período menos chuvoso ou seco	Gomes e Heller (2016) Cardoso <i>et al.</i> (2016)
		Mananciais existentes na comunidade	Silva, Alves e Portilho (2016)
	Manejo dos recursos hídricos	Armazenamento de água	Silva <i>et al.</i> (2009) Silva, Alves e Portilho (2016)
		Capacitação de manejo e conservação de água	Giatti <i>et al.</i> (2012) Crispim <i>et al.</i> (2020)
		Encarregado (a) do gerenciamento da água	Gomes e Heller (2016) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
USO DA ÁGUA (8)	Consumo de água para uso doméstico	Consumo médio diário de água	Aleixo <i>et al.</i> (2016) Giatti <i>et al.</i> (2012)
		Atividade doméstica de maior consumo de água na residência	Medeiros (2014) Silva, Alves e Portilho (2016)
	Usos múltiplos e conflitos	Uso da água para mais de uma finalidade	Silva <i>et al.</i> (2016) Medeiros (2014)
		Conflitos pelos usos da água	Pereira e Cuellar (2015) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
	Disponibilidade de água	Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades	Giatti <i>et al.</i> (2010) Gomes e Heller (2016)
		Disponibilidade de água para implementar projeto de irrigação	De Sousa <i>et al.</i> (2016) Silva <i>et al.</i> (2016)
	Percepção sobre uso e conservação da água	Racionalização do uso da água	Andrade <i>et al.</i> (2016) Silva <i>et al.</i> (2016)
		Reuso de água	Silva <i>et al.</i> (2016) Crispim <i>et al.</i> (2020)

COMPONENTES (5)	SUBCOMPONENTES (21)	INDICADORES (58)	REFERÊNCIAS
ACESSO À ÁGUA (11)	Abastecimento de água	Acesso à rede de abastecimento de água	Vasconcelos <i>et al.</i> (2017) Marinho e Santos (2011)
		Período de recebimento de água	Maia <i>et al.</i> (2016) Crispim <i>et al.</i> (2020)
	Situação sanitária das residências	Percepção sobre o destino do esgoto sanitário	Almeida <i>et al.</i> (2016) Marinho e Santos (2011)
		Destino do efluente sanitário	Santos, Guimarães e Santos (2017) Gama <i>et al.</i> (2018)
		Localização e tipo de instalação sanitária	Cardoso <i>et al.</i> (2016) Vasconcelos <i>et al.</i> (2017)
	Transporte da água do manancial para residência	Distância média da fonte hídrica até a residência	Razzolini e Günter (2008) De Sousa <i>et al.</i> (2016)
		Quantidade de vezes durante o dia para coletar água	Razzolini e Günter (2008) Gomes e Heller (2016)
		Duração da coleta, espera e transporte da água	Razzolini e Günter (2008) Gomes e Heller (2016)
		Meio ou forma de transporte utilizado para levar a água até a residência	Razzolini e Günter (2008) Gomes e Heller (2016)
	Acesso à comunidade	Condição da estrada	Gama <i>et al.</i> (2018) Sullivan <i>et al.</i> (2006)
	MEIO AMBIENTE (14)	Degradação do solo	Desmatamento
Erosão do solo			Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Costa e Ravena (2014)
Queimada			Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Vieira <i>et al.</i> (2007)
Manejo e conservação do solo		Uso do solo	Carvalho <i>et al.</i> (2015) Costa e Ravena (2014)
		Práticas conservacionistas do solo	Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Valente, Oliveira e Vieira (2017)
		Plantio direto	Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Valente, Oliveira e Vieira (2017)
		Rotação ou consorciação de cultivos	Valente, Oliveira e Vieira (2017) Carvalho <i>et al.</i> (2015)
		Pousio da terra	Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Valente, Oliveira e Vieira (2017)

COMPONENTES (5)	SUBCOMPONENTES (21)	INDICADORES (58)	REFERÊNCIAS
		Utilização de grades de discos no preparo do solo	Costa e Ravena (2014) Sarmiento <i>et al.</i> (2014)
	Insumos químicos	Utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes	Sarmiento <i>et al.</i> (2014) Valente, Oliveira e Vieira (2017)
	Conhecimento sobre as questões ambientais	Fonte de informação sobre as questões ambientais	Andrade <i>et al.</i> (2016) Bernardes e Bernardes (2013)
	Resíduos sólidos	Separação do lixo seco e lixo úmido	Silva e Cândido (2016) Guimarães <i>et al.</i> (2009)
Reaproveitamento dos resíduos		Silva e Cândido (2016) Guimarães <i>et al.</i> (2009)	
Destinação dos resíduos sólidos das residências		Crispim <i>et al.</i> (2020) Cardoso <i>et al.</i> (2016)	

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

3.4 Definição dos pesos e notas das componentes, subcomponentes e indicadores do ISHR

De acordo com Magalhães Júnior (2010), a definição de pesos e notas para dimensões, temas, indicadores e variáveis pode obedecer a diversos fatores como, por exemplo, métodos participativos e estatísticos, todavia, nem sempre é realizável a aplicação deste procedimento sem que ocorram condições de subjetividade na análise.

Segundo Garriga e Pérez-Foguet (2010a) nos índices compostos, a determinação dos pesos tem como objetivo retratar a importância dada às variáveis que integram o índice. Assim, citam que no IPH, o maior peso seria posto nas componentes considerados mais relevantes no cenário de pobreza hídrica. Entretanto, ressaltam que diversos métodos foram elaborados para estabelecer os pesos, como a utilização de ferramentas estatísticas, bem como a consulta de opiniões de especialistas.

De acordo com Garriga e Pérez-Foguet (2010a), uma técnica tradicional utilizada para determinação de pesos consiste na consulta a especialistas. Entretanto, esse procedimento para mensuração de pesos é subjetivo (BOOYSEN, 2002). Assim, outra opção é utilização de técnicas multivariadas como, por exemplo, análise fatorial ou análise de componentes principais, consistindo em uma alternativa viável e mais objetiva para definição de peso (GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2010a).

Os métodos estatísticos multivariados possuem a vantagem de definir esse conjunto de pesos que mostram a maior variação nos indicadores (SLOTTJE, 1991). Em contrapartida, a ponderação somente ajuda para retificar a sobreposição de dados de dois ou mais indicadores correspondentes (similares), e não uma medida de relevância teórica de combinação do indicador (NARDO *et al.* 2008). Deste modo, os pesos determinados por métodos estatísticos nem sempre retratam as prioridades dos tomadores de decisão (ESTY *et al.*, 2005).

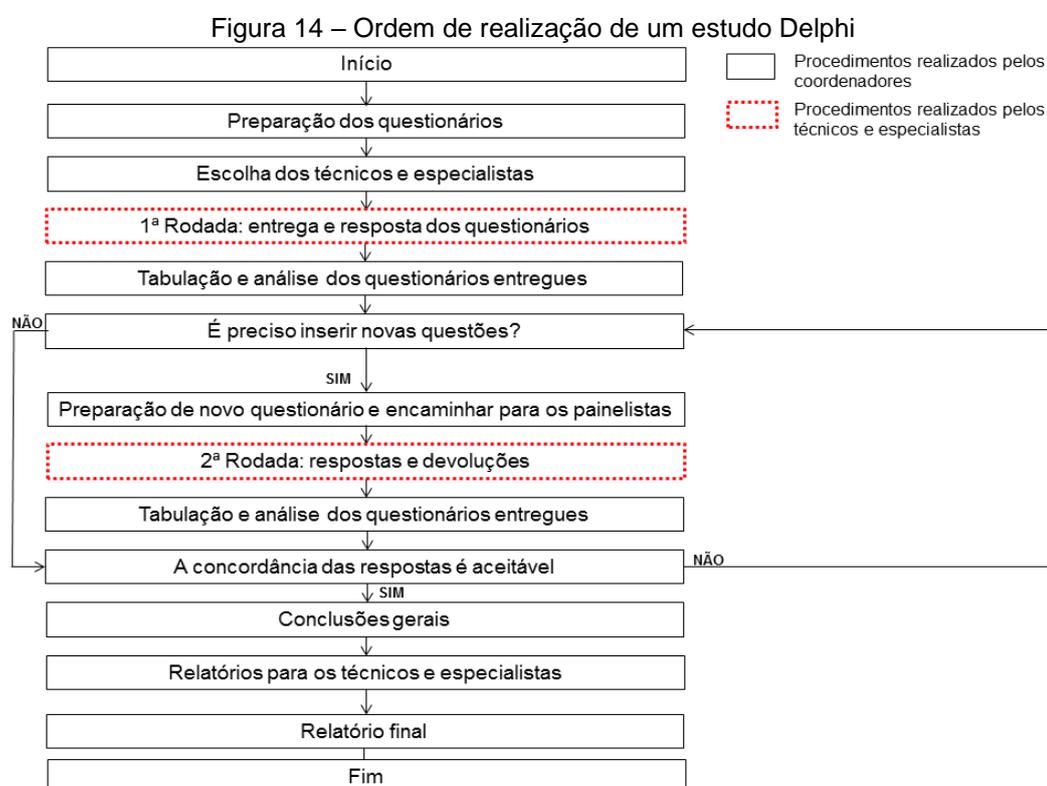
Para Garriga e Pérez-Foguet (2010a), nenhum método aplicado para ponderação dos pesos está livre de críticas. Mas, mesmo com ressalvas à ponderação é constantemente aplicada. Assim, a determinação dos pesos e notas que foram empregados em cada componente, subcomponente e indicadores do ISHR foi uma maneira de tentar torna-lo universal, contudo, se em cada lugar que este for

empregado, ocorrer uma ponderação distinta, nunca vai ser viável realizar comparações e pode acontecer um risco de existirem entendimentos errôneos sobre o índice proposto.

Para definição dos pesos de cada componente e subcomponente, e das notas dos indicadores do ISHR foi aplicado o método Delphi, cujo questionário de consulta aplicado aos experts encontra-se padronizado com as respostas no item dos resultados da pesquisa.

3.4.1 Processo de implementação e análise do método Delphi

A forma de realização do método Delphi ocorre em diversas etapas, baseado na literatura pesquisada (MARQUES; DE FREITAS, 2018; WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000), podendo ser divididas, conforme apresentado na Figura 14. Assim, cada uma das rodadas deve ser realizada de forma minuciosa, e todo o desenvolvimento das rodadas deve ser anotado e descrito.



Fonte: Adaptado de Wright e Giovinazzo (2000), Marques e De Freitas (2018).

3.4.2 Seleção dos especialistas

Segundo Marques e De Freitas (2018), a seleção dos especialistas para participar do método Delphi é importante. Pois, a composição de um grupo de especialistas de diferentes áreas pode gerar respostas de melhor qualidade e aceitação (POWELL, 2003). Deste modo, é fundamental que o painel seja balanceado entre neutralidade e interesse no tema, ao mesmo tempo, que sejam diversos quanto a experiência do especialista, considerando conhecimento adquirido em prática, áreas de formação acadêmica e atuação, e a compreensão quanto ao problema (MARQUES; DE FREITAS, 2018). Além disso, o método possibilita a participação de especialistas de lugares geograficamente distantes (SCARPARO *et al.*, 2012). A pluralidade na formação do painel de *experts* é também um elemento relevante para assegurar a heterogeneidade fundamental ao sucesso na utilização do método (LEITE, 2014).

Para a escolha dos participantes do método Delphi, foi realizada uma lista de prováveis integrantes baseado em informações obtidas na Plataforma Lattes no diretório de grupos de pesquisa. Posteriormente, foi realizado uma consulta no currículo Lattes dos possíveis participantes para observar se realizaram produções acadêmicas (artigos) em periódicos internacionais e nacionais, (resumos expandidos e simples) em eventos internacionais, nacionais e regionais, nos últimos 10 anos (MASSAROLI *et al.*, 2017), sobre o tema abordado neste estudo.

Também foram empregados os seguintes critérios na seleção dos profissionais, técnicos ou especialistas envolvidos na consulta, a saber, o conhecimento da realidade espacial da área em análise e do fenômeno a ser investigado (CARMO *et al.*, 2016; HSUEH, 2015), a partilha proporcional de especialistas das diferentes áreas (MATA; RIBEIRO, 2016), acessibilidade e retorno das respostas (CARVALHO; CURI, 2016).

Na literatura, não é consensual a quantidade de especialistas e técnicos a participar do método Delphi, haja vista que existem diversas referências distintas com relação ao número de sujeitos a participar deste procedimento. Porém, pesquisas apontam que uma quantidade adequada não deve ser menor que 10, na maior parte dos casos, os painéis contêm no máximo algumas dezenas de integrantes (MARQUES; DE FREITAS, 2018; MIRANDA *et al.*, 2012).

De acordo com Marques e De Freitas (2018), uma quantidade inferior a 10 especialistas pode causar implicações nos resultados quanto a um consenso eficaz e importância dos dados atingidos. Enquanto, uma quantidade muito grande produz um número elevado de dados e deixa a condução e a análise bastante difícil (MIRANDA *et al.*, 2012). Todavia, nesta pesquisa, o número de participantes a ser convidados foi com base num intervalo sugerido por Nathens *et al.* (2003), que é entre 20 a 40.

Segundo Marques e De Freitas (2018) é relevante destacar que, em geral, no máximo metade dos participantes atendem ao primeiro contato e é habitual alguns integrantes abandonarem no meio do andamento das etapas, ocasionando na redução do tamanho do painel de uma etapa para outra. Desse modo, é recomendável iniciar com uma quantidade de especialistas confortavelmente maior que o mínimo que se quer alcançar. Ademais, os especialistas selecionados para o painel devem estar empenhados em participar de todo o processo.

Neste estudo, foram contactados (34) *experts* (técnicos e especialistas) para participar da primeira rodada (Tabela 2). Deste modo, foram encaminhados questionários em formato digital por correio eletrônico ou entregues de forma impressa pessoalmente em um envelope lacrado aos participantes. Estes receberam informações sobre os objetivos da pesquisa e uma matriz preliminar com componentes, subcomponentes e indicadores que compõem o ISHR.

Tabela 2 – Formação acadêmica e número de convidados a participar do método Delphi

Atuação profissional	Número	Atuação profissional	Número
Assistente Social	1	Engenheiro Agrônomo	4
Biólogo	1	Engenheiro Ambiental	8
Contabilista	1	Engenheiro Civil	7
Ecologia	1	Engenheiro Sanitarista	5
Economista	1	Geógrafo	2
Engenheiro Agrícola	2	Geólogo	1

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A validação de conteúdo abordado no questionário foi submetida a um exame sistemático e validado por meio do consenso das opiniões do grupo de *experts* (especialistas, pesquisadores e técnicos) (MEIJERING *et al.*, 2015).

3.4.3 Questionários aplicados no método Delphi

Segundo Freitas e De Marques (2018), existem pesquisas que iniciam de forma mais norteada, com questionários semiestruturados ou fechados na primeira rodada, elaborado por meio de uma ampla consulta a literatura que versa sobre o tema pesquisado ou de outras ferramentas de coleta de dados como, por exemplo, *surveys* para obtenção de dados primários ou secundários.

De modo geral, as versões subsequentes dos questionários são mais organizadas, visto que as perguntas são elaboradas por tópicos e pontos abordados nas respostas dos especialistas no primeiro questionário (MARQUES; DE FREITAS, 2018). Geralmente, é solicitado aos especialistas que respondam categorizando ou ordenando os temas, a título de exemplo, empregando escalas de importância, como a escala, tipo Likert que é fácil e de simples entendimento (YOUSUF, 2007).

Com relação ao tipo de questionário aplicado no método Delphi, utilizou-se nessa pesquisa um modelo estruturado, constituído de um roteiro de temas preliminarmente definidos, de modo a conseguir garantir uma consulta uniforme para todos os especialistas e otimizar o tempo quanto a duração do processo. Todavia, embora os questionários encaminhados estavam estruturados, facultou um espaço aos especialistas para realizarem comentários, proporem mudanças ou justificarem em favor das suas opiniões.

Posteriormente à elaboração do questionário e, um momento antes de dar início à primeira rodada do Delphi, o questionário foi encaminhado a dois especialistas, com experiência e qualificação necessária para atender os critérios de compreensão na pesquisa, para fazer sua validação aparente e de conteúdo, bem como observar alguma fragilidade ou lacuna no questionário. Assim, seguindo recomendação de Scarparo *et al.* (2012), esses dois participantes desse teste prévio não fizeram parte do estudo final.

Quanto ao estabelecimento de prazo para o preenchimento e retorno dos questionários pelos *experts*, utilizou-se nessa pesquisa um período de quinze dias para o recebimento das respostas, contabilizando o dia do envio do questionário, conforme procedimento adotado em alguns estudos (BARRETO; MORAES, 2018).

3.4.4 Análise dos dados

De acordo com Scarparo *et al.* (2012), a forma de análise das informações da técnica Delphi estar sujeito a organização ou estruturação empregada no questionário

de coleta de dados. Assim, a análise dos dados pode ser de maneira qualitativa e quantitativa (MARQUES; DE FREITAS, 2018).

A análise qualitativa é realizada quando os resultados são alcançados por um questionário não estruturado, criando categorias e adicionando tópicos de resposta, enquanto a análise quantitativa é designada aos questionários estruturados, sendo aplicadas diferentes métodos de estatísticas descritivas para a sua análise (MARQUES; DE FREITAS, 2018).

Quanto à análise quantitativa, os dados podem receber um tratamento estatístico simples, podendo ser utilizado a mediana e os quartis (DESLANDES *et al.*, 2011), ao mesmo tempo, que podem ser empregadas medidas de dispersão e distribuição de frequência absoluta (MARQUES; FREITAS, 2018; SCARPARO *et al.*, 2012). Nessa pesquisa, foi realizada uma análise quantitativa dos dados obtidos pela aplicação do Delphi. Assim, foram aplicadas técnicas de estatística descritiva (medidas de tendência central, dispersão e separatrizes).

3.4.5 Critérios para finalizar a consulta

Segundo Marques e De Freitas (2018), a quantidade de rodadas para aplicação dos questionários encerra quando são alcançados os níveis desejados de estabilidade e convergência nas respostas dos especialistas. Existe consenso, de modo geral, quando existe baixa discordância na distribuição das respostas a um ponto específico em volta de uma resposta média (OSBORNE *et al.*, 2003), enquanto a estabilidade pode ser entendida como a falta de colaborações novas e pouca variação nas respostas dos especialistas participantes do painel no decorrer das rodadas (MIRANDA *et al.*, 2012).

O processo do método Delphi, deve ter no mínimo duas rodadas, todavia, caso exista a necessidade de realizar outras rodadas e ainda houver temas em que o consenso não foi alcançado, é pouco possível que o prosseguimento resultará em um consenso nas opiniões quanto à questão abordada. Assim, o processo poderá ser finalizado e os temas que não alcançaram a convergência necessitam ser analisadas no fim da pesquisa (SCARPARO *et al.*, 2012).

No tocante ao nível de concordância não existe uma norma ou recomendação pré-definida (SCARPARO *et al.*, 2012), visto que na literatura os níveis de consenso variam entre 50 a 80% (SANTIAGO; DIAS, 2012). Logo, essa definição é uma

atividade reservada ao pesquisador (FECHINE; MORAES, 2015; SCARPARO *et al.*, 2012).

O nível de consenso utilizado nessa pesquisa, foi $\geq 50\%$ para cada componente e subcomponente, conforme adotado em vários estudos (BARRETO; MORAES, 2018; FECHINE; MORAES, 2015; SCARPARO *et al.*, 2012). Assim, para determinar o nível de consenso, utilizou-se uma equação matemática empregada em um estudo de Santos (2001), ver a Equação 11:

$$C_c = \left(\frac{1 - V_n}{V_t} \right) \times 100 \quad (11)$$

Em que: C_c – é o coeficiente de concordância apresentado em forma de porcentagem; V_n – é o número de especialista com resposta divergente com o critério dominante; V_t – é o número total de especialista.

Neste estudo, também foram considerados como critérios complementares o nível de estabilidade das respostas dos especialistas (MARQUES; DE FREITAS, 2018) e coeficiente de variação (CV), observando a existência de consenso quando o CV for menor que 30%, critério esse adotado em algumas pesquisas (LEITE, 2014).

3.4.6 Quantidade de rodadas

3.4.6.1 Consulta de opinião - 1ª rodada do Delphi

Na primeira rodada, os *experts* puderam propor a inserção e exclusão de subcomponentes, indicadores e variáveis ligadas as componentes (capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água e meio ambiente) que integram o ISHR, como também tiveram a oportunidade de realizar sugestões e críticas ao questionário utilizado no processo de consulta.

Os *experts* foram requeridos a determinar pesos para componentes e subcomponentes que variavam entre (0 a 100), sendo que o somatório não deveria ser superior a 100. Além disso, foram solicitados a estabelecer notas para as variáveis dos indicadores que variavam de (0 a 10), sendo 0, o valor mínimo, e 10, o valor máximo atribuído para uma determinada variável.

Posteriormente a entrega dos questionários da primeira rodada de consulta, foi realizado a tabulação e análise dos dados através de uma planilha eletrônica, de

forma sequencial, avaliando os dados considerando o coeficiente de concordância (CC), bem como a estabilidade das respostas e a estatística descritiva como apoio.

Após a matriz de indicadores passar por uma tabulação e tratamento foi novamente submetida para uma nova rodada, para análise dos *experts*. Ademais, no questionário enviado para segunda rodada, os temas abordados foram rearranjados conforme sugestão dos *experts*.

3.4.6.2 Consulta de opinião - 2ª rodada do Delphi

A segunda rodada ocorreu de forma imediata, posteriormente ao final da primeira, com o encaminhamento da matriz de indicadores para os especialistas através de correio eletrônico ou entregue pessoalmente em um envelope lacrado. Na segunda rodada, uma nova análise quanto a atribuição de pesos e notas nas componentes, subcomponentes e indicadores para estruturação do índice foi realizada. Assim, os *experts* foram solicitados a ponderar as componentes e subcomponentes com relação ao seu nível de relevância na avaliação para sustentabilidade da água para áreas rurais considerando o contexto local onde estavam situados.

Nesse processo, o total de etapas realizadas foram duas (a primeira ocorreu entre 16/01 a 28/04/2018 e a outra entre 01/06 a 30/11/2018), sendo aplicado um nível de concordância para respostas dos *experts* uma porcentagem $\geq 50\%$ para cada componente e subcomponente em todas rodadas. Quanto à desistência dos participantes na etapa, ocorreram apenas duas durante a realização da rodada. Por fim, não necessitou a realização de outra rodada, visto que o nível de consenso de $\geq 50\%$ foi alcançado para as componentes e subcomponentes, observando o critério sugerido por Santiago e Dias (2012).

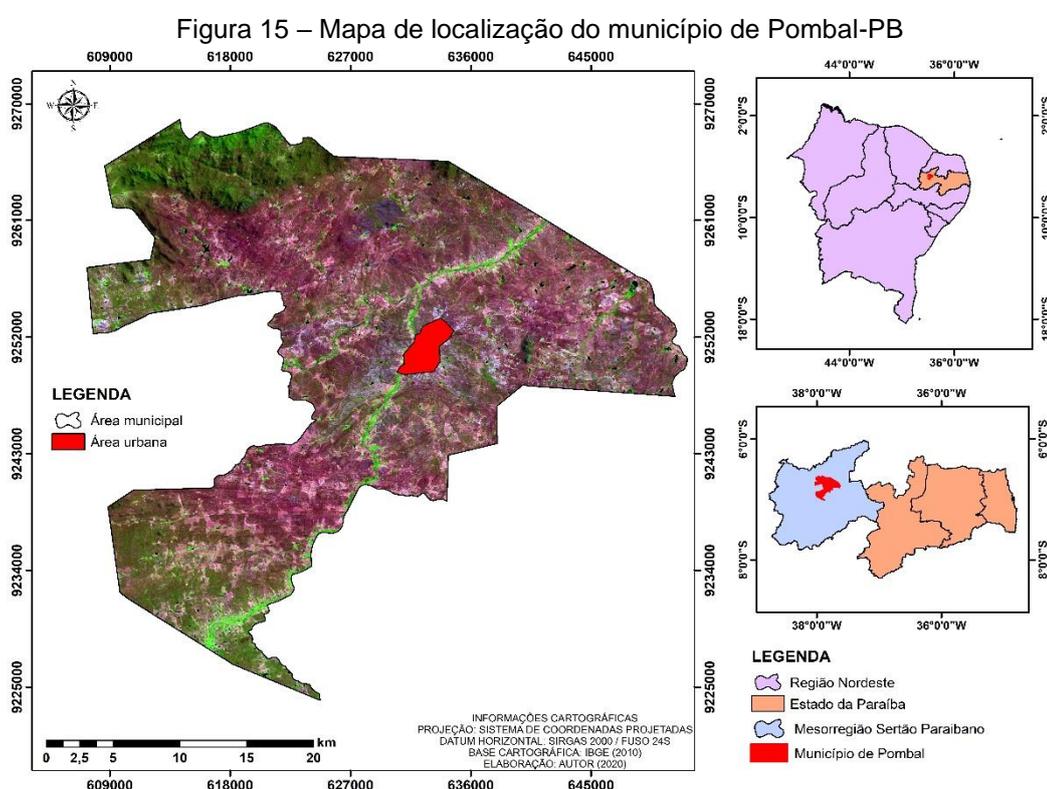
3.5 Aplicação do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR)

Para aplicação do ISHR, foram selecionadas comunidades rurais situadas nos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, visto que representam distintos cenários quanto a disponibilidade hídrica, bioma, clima, entre outros. Assim, o ISHR foi aplicado em comunidades rurais situadas em regiões com abundância ou escassez de água.

3.5.1 Área 1

3.5.1.1 Localização geográfica

A pesquisa na área 1 foi realizada em comunidades rurais localizadas no município de Pombal, no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil (Figura 15). Este município situa-se na parte oeste do território do estado da Paraíba, na mesorregião denominada Sertão Paraibano (cod. 2501), estando cerca de 371 km da capital paraibana João Pessoa (IBGE, 2010b).



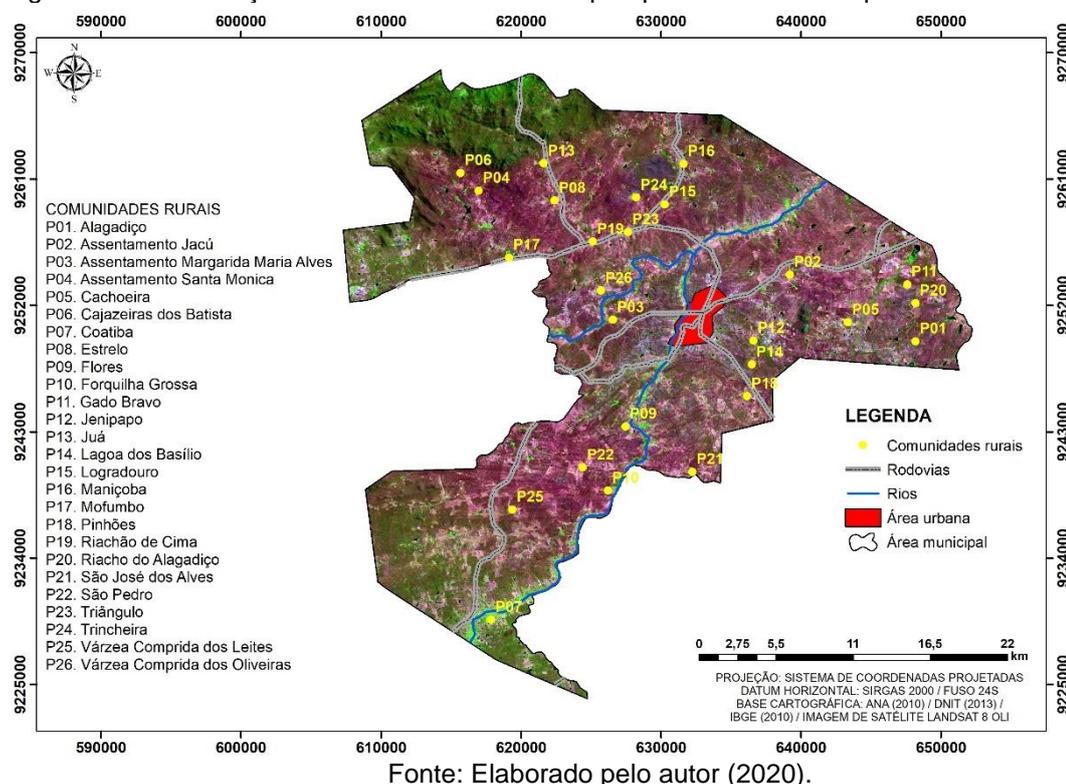
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

De acordo com informações do IBGE (2010b), a população no ano de 2010 compreendeu 32.110 habitantes, sendo 25.753 habitantes na zona urbana e 6.357 na zona rural, com uma densidade demográfica de 36,13 hab./km² e uma extensão territorial de 894,099 km², consistindo no segundo maior município do estado em área de unidade territorial.

A área de estudo abrangeu (26) comunidades rurais localizadas no município de Pombal-PB. Na Figura 16, é apresentado um mapa georreferenciado com a localização das comunidades rurais pesquisadas. Os pontos referentes as localizações espaciais de cada comunidade rural foram obtidos por um aparelho de

GPS (Sistema de Posicionamento Global) modelo GARMIN E TREX 30, com uma precisão de cerca de 3 a 4 metros. Assim, cada ponto mostrado na imagem retrata a localização das comunidades dentro do território do município de Pombal-PB.

Figura 16 – Localização das comunidades rurais pesquisadas do município de Pombal-PB



As referidas comunidades estudadas foram: Alagadiço, Assentamento Jacú, Assentamento Margarida Maria Alves, Assentamento Santa Mônica, Cachoeira, Cajazeiras dos Batista, Coatiba, Estrelo, Flores, Forquilha Grossa, Gado Bravo, Jenipapo, Juá, Lagoa dos Basílio, Logradouro, Maniçoba, Mofumbo, Pinhões, Riachão de Cima, Riacho do Alagadiço, São José dos Alves, São Pedro, Triângulo, Trincheira, Várzea Comprida dos Leites e Várzea Comprida dos Oliveiras (Tabela 3).

As informações referentes ao número de famílias de cada comunidade rural, foram obtidas junto aos líderes de associações rurais e agentes comunitários de saúde (ACS) que atuam nas localidades. Além disso, foram utilizados como informação complementar dados disponibilizados na plataforma do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e informações de artigos científicos realizados nas comunidades estudadas.

O número de famílias domiciliadas nas comunidades estudadas apresenta diferença conforme o porte, estrutura fundiária e organização de cada localidade. Em

geral, essas localidades são compostas por lotes ou parcelas de terras obtidas pelo programa de reforma agrária como, por exemplo, os assentamentos rurais ou através de herança, compra ou troca. Em suma, as comunidades são compostas por domicílios particulares e alguns espaços públicos.

Tabela 3 – Comunidades rurais, famílias residentes e distância da sede municipal

Comunidade	Quantidade de famílias	Infraestrutura e estabelecimentos					Distância da sede (linha reta)
		Energia elétrica	Associação rural	Escola	Posto de saúde ¹ ou PSF ²	Templo religioso ^{1, 2}	
Alagadiço	36	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	16 km
Assent. Jacú	40	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	7 km
Assent. Margarida	32	Sim	Sim	Não	Não	Não	7 km
Assent. Maria Alves							
Assent. Santa Mônica	31	Sim	Sim	Não	Não	Não	18 km
Cachoeira	62	Sim	Sim	Sim	Sim ²	Sim ¹	11 km
Cajazeiras do Batista	7	Sim	Não	Sim	Não	Não	20 km
Coatiba	90	Sim	Sim	Sim	Sim ¹	Não	27 km
Estrelo	28	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ^{1, 2}	13 km
Flores	38	Sim	Sim	Sim	Não	Não	10 km
Forquilha Grossa	12	Sim	Sim	Sim	Não	Não	14 km
Gado Bravo	14	Sim	Sim	Não	Não	Não	15 km
Jenipapo	4	Sim	Não	Não	Não	Não	4 km
Juá	14	Sim	Sim	Sim	Não	Não	16 km
Lagoa dos Basílio	2	Sim	Não	Não	Não	Não	5 km
Logradouro	3	Sim	Não	Desativado	Não	Não	8 km
Maniçoba	12	Sim	Sim	Sim	Não	Não	11 km
Mofumbo	11	Sim	Não	Não	Não	Não	
Pinhões	11	Sim	Sim	Desativado	Não	Sim	6 km
Riachão de Cima	20	Sim	Sim	Sim	Não	Não	9 km
Riacho do Alagadiço	8	Sim	Sim	Não	Não	Não	15 km
São José dos Alves	11	Sim	Sim	Desativado	Não	Não	11 km
São Pedro	43	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	14 km
Triângulo	22	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	8 km
Trincheira	26	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	10 km
Várzea Comprida dos Leites	56	Sim	Sim	Sim	Sim ¹	Sim ¹	19 km
Várzea Comprida dos Oliveiras	35	Sim	Sim	Sim	Sim ²	Sim	7 km

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

¹ Nota: Templo religioso - ¹ Igreja católica apostólica romana, ² Igreja protestante.

As comunidades são constituídas por núcleos de residências, aglomeradas ou dispersas onde as famílias se acomodam. No tocante à prestação de serviços públicos, todas as comunidades possuem acesso à energia elétrica e algumas dispõem de unidade escolar (Figura 17), que oferta o ensino para as séries iniciais, porém, serviços públicos de saúde como, por exemplo, programa unidade da saúde da família (PSF) ou posto de saúde, é oferecido somente nas comunidades rurais de Cachoeira, Coatiba, Várzea Comprida dos Leites e Várzea Compridas dos Oliveiras. Assim, os serviços de saúde ofertados nas comunidades citadas visam atender à demanda dos habitantes locais e das comunidades adjacentes.

Figura 17 – Escola Municipal de Ensino Fundamental Inácio Adelino de Melo na comunidade rural Cachoeira em Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Outro serviço público que é fornecido a um pequeno número de comunidades rurais é o sistema coletivo de abastecimento de água, sendo contemplado apenas as comunidades, Cachoeira, Coatiba, Flores, São Pedro, Várzea Comprida dos Leites e Várzea Comprida dos Oliveiras, sendo os serviços prestados na parte central das comunidades, onde possui maior quantidade de residências, enquanto os domicílios mais dispersos recorrem a fontes alternativas para o abastecimento de água.

As comunidades rurais possuem estabelecimentos acessíveis ao público, como associações comunitárias rurais, capelas pertencentes a igreja apostólica romana (Figura 18) e congregações de denominações evangélicas pentecostais e neopentecostais. No que se refere a espaço de lazer, existe em sua maioria campo de futebol para atividade de práticas desportivas informais.

Figura 18 – Capela Nossa Senhora do Perpétuo do Socorro na comunidade rural de Flores em Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto à determinação da distância das comunidades rurais até a sede do município de Pombal-PB, foi utilizado a ferramenta “Measure tool” que faz parte da barra de ferramentas de um software SIG. Assim, foi traçado uma linha reta entre os pontos centrais de cada comunidade rural até a sede municipal para fazer a estimativa da distância (km).

A via de acesso dessas comunidades até a sede do município se dá em sua maioria por estradas de terras. Todavia, o percurso para algumas comunidades é por estradas pavimentadas, visto que estão localizadas próximas de rodovias, como, BR 230/071 (P18 – Pinhões), BR 230/075 (P19 – Riachão de Cima), BR 427/005 (P02 – Assentamento Jacú) e PB 325/001 (P15 – Logradouro e P16 – Maniçoba).

A gestão das estradas estaduais e federais são de responsabilidades do governo estadual e federal, respectivamente. Enquanto, a gestão das estradas de terras dentro do território do município é realizada pela administração municipal, na qual fica responsável pela manutenção e recuperação das estradas, com a finalidade de proporcionar melhores condições no tráfego de veículos (ônibus escolares e carros particulares). Além disso, garantindo a mobilidade da população rural e o escoamento dos produtos das unidades agrícolas.

3.5.1.2 Aspectos Econômicos

Conforme dados disponíveis no IBGE (2010b) as atividades econômicas desenvolvidas no município são as seguintes: cultivos agrícolas (algodão arbóreo, herbáceo, goiaba, arroz, milho, feijão, hortaliças e frutíferas), extrativismo vegetal (fabricação de carvão vegetal e extração de madeira), Pecuária (bovinocultura, ovinocultura, caprinocultura, avicultura, suinocultura, apicultura e piscicultura) e Mineração (extração de rochas para pavimentação e usos na construção civil, por exemplo, a produção de brita), artesanato, serviços, indústrias de pequeno porte e agroindústrias (SOUSA *et al.*, 2017).

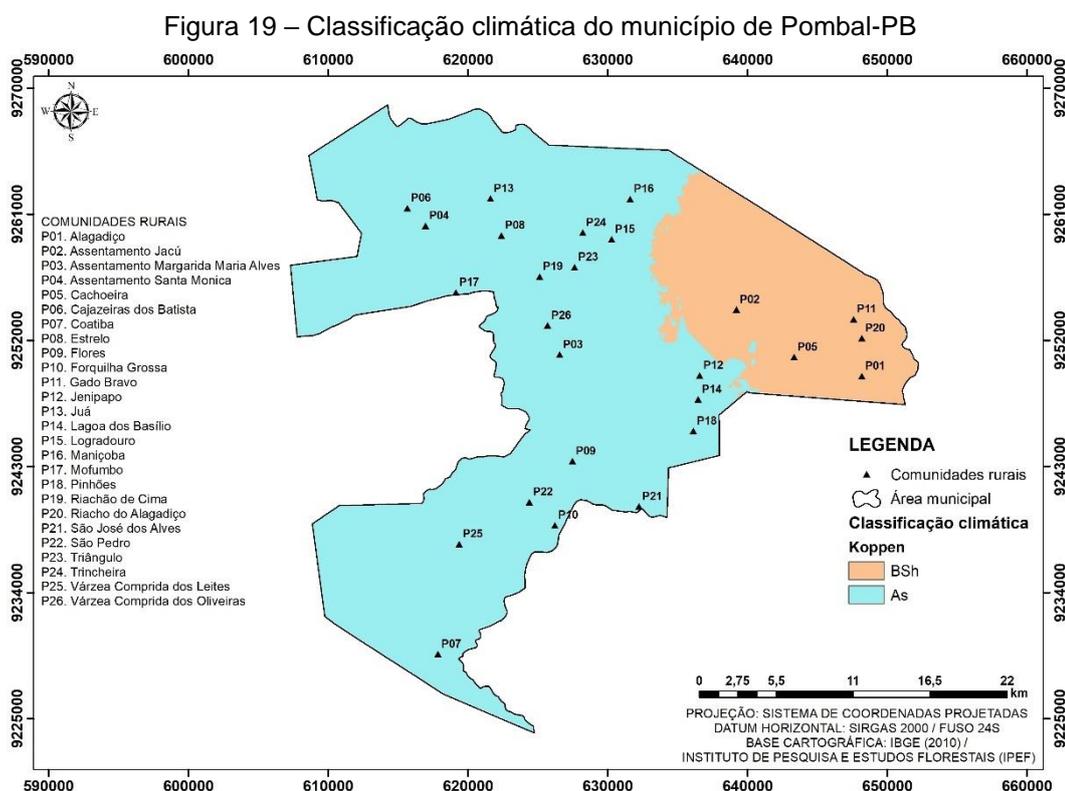
Estudos realizados na zona rural do município de Pombal-PB mostram que existem atividades econômicas comuns como a criação de gado e a pecuária leiteira nas comunidades rurais do Assentamento Jacú, Flores, Gado Bravo, Pinhões e Riacho do Alagadiço (CARVALHO, 2013) ou específicas, como a produção de hortaliças realizada por lavradores ligados à agricultura familiar na comunidade Várzea Compridas dos Oliveiras (CHAVES *et al.*, 2015), agroindústria de criação de suínos na comunidade de Pinhões (LACERDA, 2018), atividades agrícolas e a pecuária leiteira na comunidade Flores (DA NOBREGA *et al.*, 2014) e a agricultura de subsistência (feijão, milho, arroz, gergelim e em menor quantidade a cultivo de hortaliças) no Assentamento Jacú.

3.5.1.3 Clima

Com base na classificação de Köppen (1936), na extensão territorial do município de Pombal ocorrem dois tipos de clima (Figura 19), o Semiárido quente (Bsh) e o Tropical quente e úmido (As) (ALVARES *et al.*, 2013). As comunidades

rurais com a classificação climática Semiárido quente (Bsh) são (P01 – Alagadiço, P02 – Assentamento Jacú, P05 – Cachoeira, P11 – Gado Bravo e P20 – Riacho do Alagadiço). Em contrapartida, todas outras comunidades estão dentro da área de clima tropical quente e úmido (As).

Neste município, existem duas estações de precipitação pluvial bem definida, uma chuvosa que ocorre entre os meses de janeiro a maio, e uma seca que vai de junho a dezembro (ALVES *et al.*, 2015).



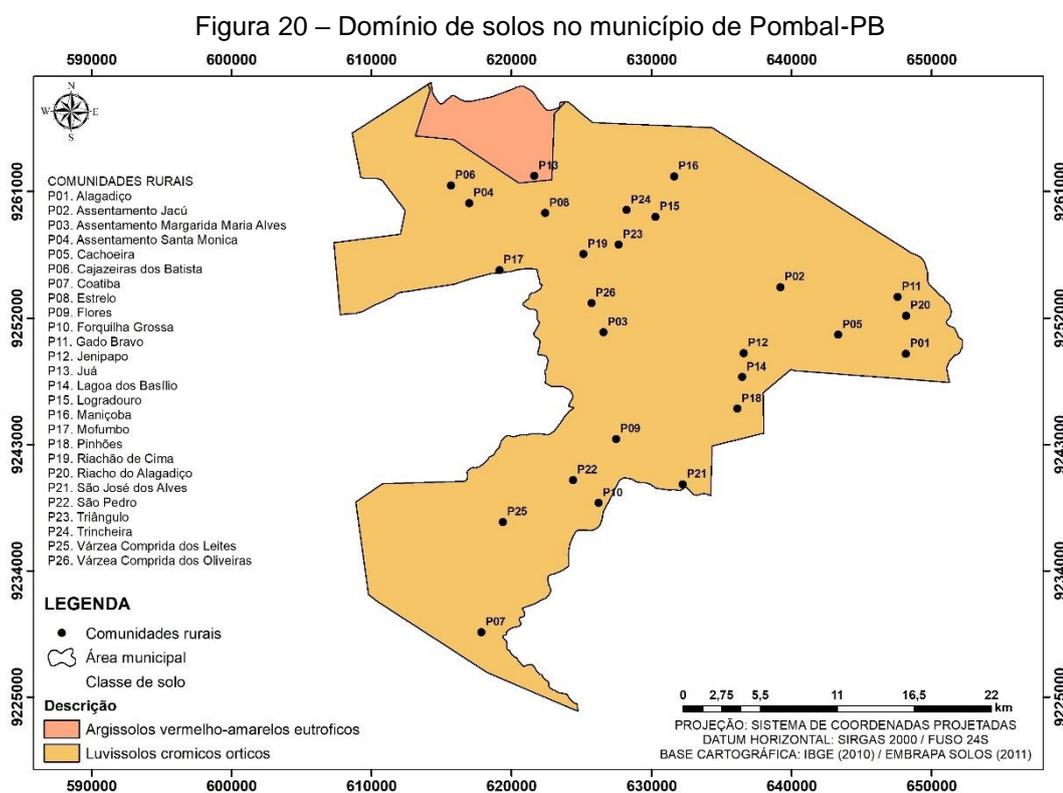
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Este município tem uma precipitação pluviométrica média anual de 800 mm (ALVES *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2015), evaporação média anual de 2000 mm (BRITO *et al.*, 2013) e temperaturas mínimas de 19 °C e máximas que podem chegar a 35 °C (ARAÚJO *et al.*, 2010).

3.5.1.4 Pedologia

De acordo com a EMBRAPA Solos (2011), os solos predominantes no município de Pombal são das classes Luvisolos Crômicos Órticos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos. O tipo de solo predominante nas comunidades rurais

estudadas são da classe Luvisolos Crômicos Órticos (Figura 20), nos quais ocorrem em áreas de escassez hídrica, como a região Nordeste do país, em que se distribuem, sobretudo na região semiárida, em geral, em locais com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). Estes solos em alguns lugares são rasos, bastante vulneráveis à salinização, fáceis de serem erodíveis (FRANCISCO *et al.*, 2012), dificilmente transcendem 1 m de profundidade e mostram geralmente alteração textural brusca (EMBRAPA, 2013).



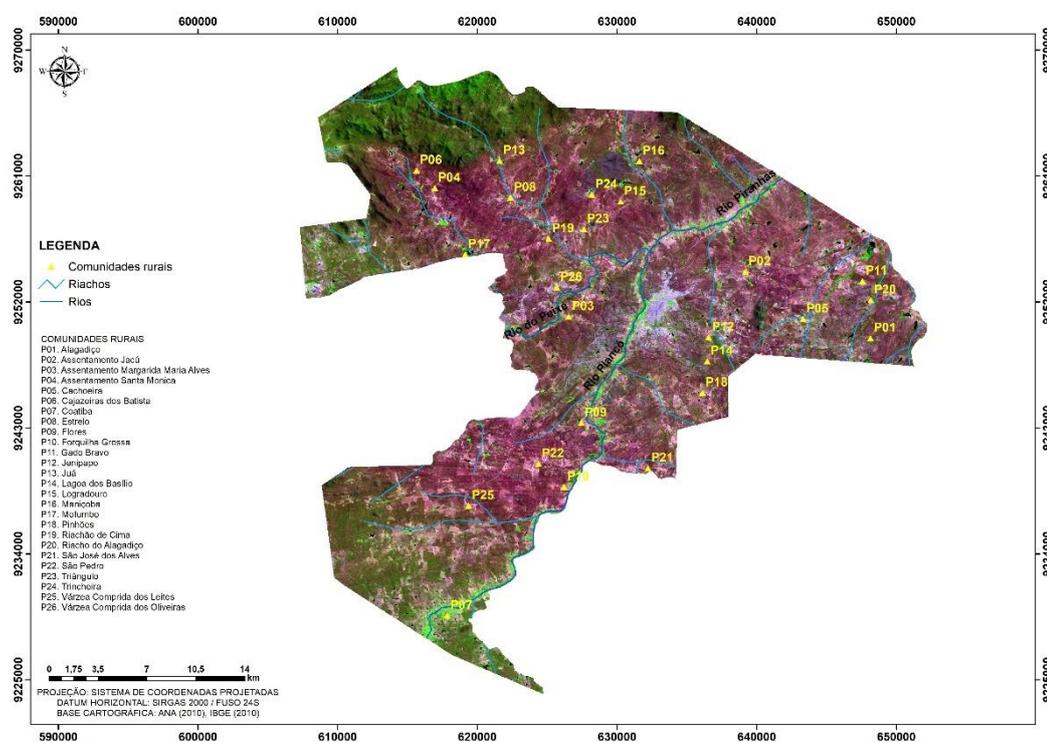
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A classe Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos existe em toda extensão territorial do país, consistindo uma das classes de solo mais vasta no Brasil. Essa classe de solo tem como característica alta fertilidade. Porém, em algumas situações é vulnerável à erosão (EMBRAPA, 2013). Dentre as comunidades pesquisadas do município de Pombal-PB, a única localizada na área em que essa classe de solo é predominante é a comunidade rural do Juá (P13).

3.5.1.5 Hidrografia

O município de Pombal-PB está localizado na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (ALMEIDA *et al.*, 2010). Este município é banhado pelos rios: Peixe, Piancó e Piranhas em seu território (ALMEIDA; NOGUEIRA; ARAÚJO *et al.*, 2010; GOMES, 2016). Ademais, a hidrografia do município é composta por diversos riachos situados próximos das comunidades rurais (Figura 21), por exemplo, os riachos da Forquilha Grossa, do Juá, do Logradouro, do Alagadiço, do Gado Bravo, do Jenipapo, da Cachoeira Grande, do Riachão, entre outros. Outro manancial superficial bastante comum no território do município são os açudes, visto que consistem nos principais corpos de acumulação de água (NOBRE, 2014).

Figura 21 – Hidrografia do município de Pombal-PB



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A seis quilômetros da sede do município de Pombal-PB, especificamente nas adjacências da Ponte do Areal, localizada na BR-230 ocorre à confluência entre os rios do Peixe e Piancó (ARAÚJO *et al.*, 2010), onde após a junção dos rios citados o trecho do rio é denominado Piranhas no estado da Paraíba e, depois de atravessar a divisa territorial com o estado do Rio Grande do Norte é chamado Piranhas-Açu (CRISPIM *et al.*, 2015). Em geral, os rios situados no Semiárido nordestino são intermitentes em condições naturais (ALMEIDA *et al.*, 2010). Ademais, o regime

hidrológico dos rios sofre com interferências das condições climatológicas que ocorrem na região semiárida (CRISPIM *et al.*, 2015).

Os rios Piancó e Piranhas são perenizados pelo açude Curema, situado no município de Coremas-PB (ALMEIDA; NOGUEIRA; GOMES, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2010), através de vazão liberada deste manancial para o afluente conhecido como rio Piancó. Estes corpos hídricos são responsáveis pelo suprimento hídrico para consumo humano de várias cidades e comunidades rurais, pequenas agroindústrias, agricultura irrigada em pequenas propriedades, à aquicultura em tanques escavados e, em menor escala, pequenas indústrias (ALMEIDA; NOGUEIRA; GOMES, 2016).

3.5.1.6 Vegetação

A vegetação nas áreas adjacentes das comunidades rurais pesquisadas é constituída principalmente por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. A Caatinga Hiperxerófila é constituída por extrato arbóreo e/ou arbustivo de tamanho sujeito à variação e caráter xerófilo (Figura 22), com espécies espinhosas, cactáceas e bromeliáceas (ALMEIDA *et al.*, 2015) ambientadas às condições climatológicas (LEAL *et al.*, 2003).

Figura 22 – Vegetação com extrato arbustivo e caráter xerófilo na comunidade rural Trincheira em Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De acordo com Leal *et al.* (2003), a vegetação xerófila é composta por plantas que conseguem sobreviver e adaptar-se à escassez de água ou que subsistem à seca. Essas plantas se adaptaram ao clima seco para se preservar das implicações da deficiência hídrica. Assim, suas folhas são pequenas, finas ou caducam no período seco. Ademais, algumas espécies vegetais acumulam água como, por exemplo, os cactos, enquanto outras se particularizam por apresentar raízes perto da superfície do solo para absorver o máximo da água advinda da chuva.

Durante as visitas de campo, observou-se que as espécies vegetais mais recorrentes nas áreas próximas das comunidades foram a jurema (*Mimosa verrucosa*, Benth), o pinhão bravo (*Jatropha Pohliana*, Muell), o pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), o xique-xique (*Cereus Gounellei*, K. Schum), a favaleira (*Cnidios-culos phyllacanthus*, Pax e Koffm), o angico (*Piptadenia colubrina*, Benth), o pau-branco (*Auxema oncocalyx*, Taub.), o marmeleiro (*Croton hemiargyreus*, Muell) e maniçoba (*Manihot Glaziovvi*). Quanto as espécies arbóreas é comum a oiticica (*Litania rígida*, Benth), o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*, Mart) e a aroeira (*Schinus aroeira*, Vell).

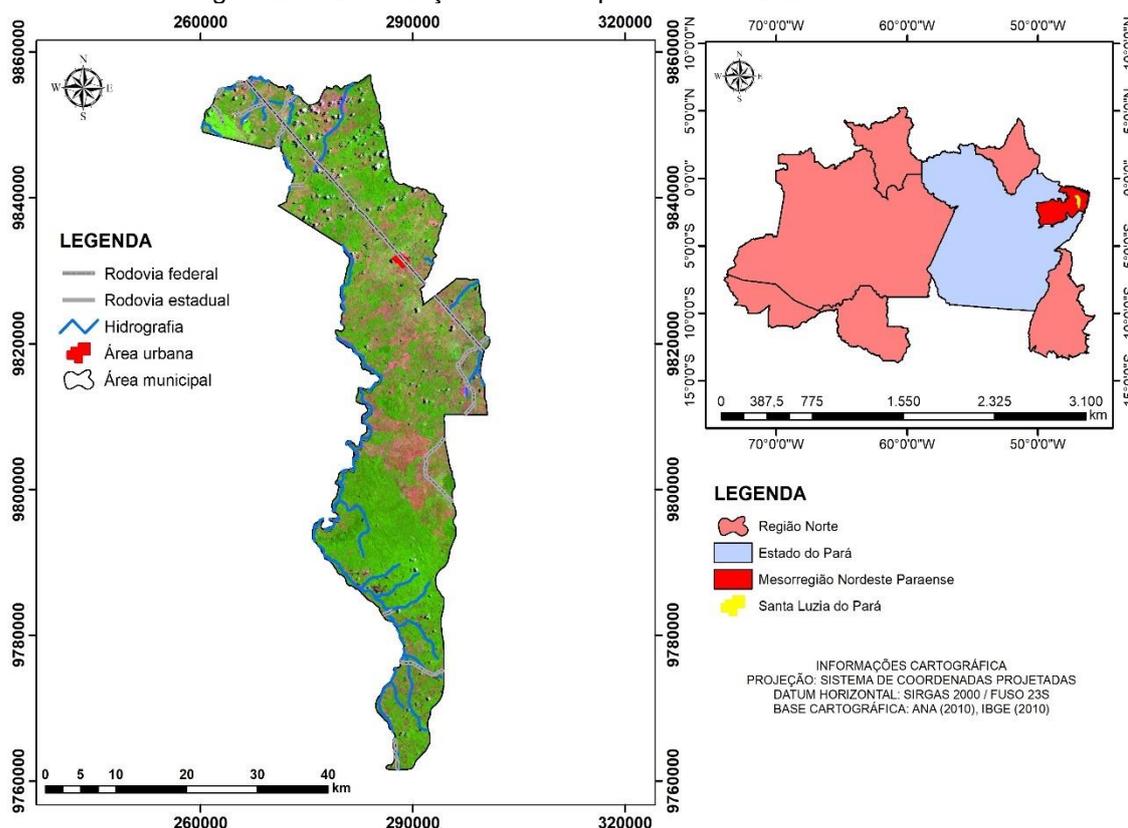
Segundo Almeida *et al.* (2015) e Araújo *et al.* (2010), a cobertura florestal do município está devastada pelas atividades antrópicas, destacando a pecuária extensiva, cultivo de culturas de subsistência, pastagem e extração da madeira para fabricação de carvão vegetal e lenha. Além disso, nas extremidades dos rios Piancó e Piranhas existem pequenos trechos de floresta ciliar que são exploradas economicamente para fins agrícolas por proprietários que possuem parcela de terra próxima a esses corpos d'água (ALMEIDA *et al.*, 2015).

3.5.2 Área 2

3.5.2.1 Localização geográfica

O estudo na área 2 foi executado em comunidades rurais situadas no município de Santa Luzia do Pará, estado do Pará, região Norte do Brasil (Figura 23). O número de comunidades rurais estudadas na área 2 foram (16), nas quais estão distribuídas dentro do território do município citado. O município de Santa Luzia do Pará-PA situa-se na mesorregião do Nordeste Paraense e na microrregião do Guamá, distando cerca de 173,7 km de Belém capital do estado (FARIAS NETO *et al.*, 2013).

Figura 23 – Localização do município de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

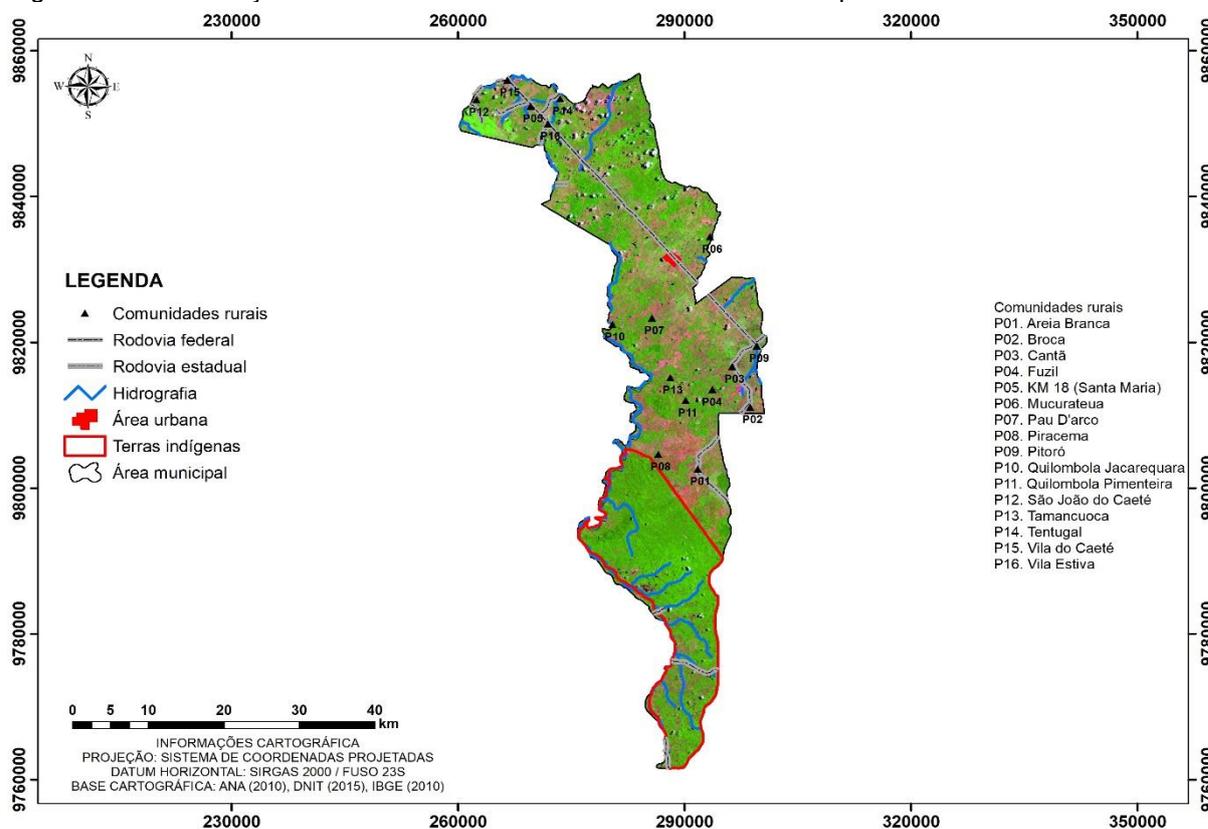
Com base em informações obtidas no IBGE (2010c), a população total deste município em 2010 era cerca de 19.424 habitantes, sendo 8.693 habitantes na zona urbana e 10.731 na zona rural, com uma densidade demográfica de 14,32 (hab./km²) e uma área de unidade territorial de 1.356,124 km².

Na Figura 24 é ilustrada o mapeamento com a localização de cada localidade. Deste modo, os pontos de controle representam a posição de cada comunidade, tornando-as identificáveis dentro da área territorial do município. A obtenção das informações referente as coordenadas dos pontos de controle de cada localidade foram realizadas no decorrer das visitas de campo, por meio de um GPS marca GARMIN E TREX 30, com uma exatidão de aproximadamente 3 a 4 metros.

As comunidades estudadas no município de Santa Luzia do Pará-PA foram as seguintes: Areia Branca, Broca, Cantã, Fuzil, KM 18 (Santa Maria), Mucurateua, Pau D'arco, Piracema, Pitoró, Quilombola Jacarequara, Quilombola Pimenteira, São João do Caeté, Tamancuoca, Tentugal, Vila do Caeté e Vila Estiva. Das 16 comunidades pesquisadas, 3 estão localizadas próxima do trecho do rio Caeté que atravessa o território de Santa Luzia do Pará, sendo São João do Caeté (P12), Tentugal (P14) e Vila Caeté (P15). Além disso, outras comunidades estão localizadas em áreas

adjacentes da BR 316, por exemplo, KM 18 (P05), Pitoró (P09) e Vila Estiva (P16). Próximo do curso do rio Guamá está localizada a comunidade Quilombola Jacarequara (P10), perto dessa comunidade encontra-se localidade denominada de Pau D'arco (P07). Por fim, perto da sede municipal está a comunidade rural Mucurateua (P06). Em suma, as outras comunidades situam-se na parte central do território do município, exceto as comunidades do Pitoró (P09) e Broca (P02) que estão na parte leste do município, bem como, Areia Branca (P01) e Piracema (P08) que ficam no sentido sul.

Figura 24 – Localização das comunidades rurais estudadas do município de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados concernentes à quantidade de famílias domiciliadas em cada localidade pesquisada em Santa Luzia do Pará-PA foram adquiridos junto aos agentes comunitários de saúde (ACS) que atuam nessas comunidades e áreas adjacentes. Ademais, foram adicionadas informações obtidas na base de dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), dados disponíveis no site, informações do Brasil e informações através de produções acadêmicas realizadas em

comunidades rurais do município de Santa Luzia do Pará-PA, em especial, artigos científicos.

A quantidade de famílias estabelecidas nas comunidades pesquisadas mostram contraste de acordo com a sua dimensão, organização fundiária e capacidade adaptativa de cada local (Tabela 4). Em síntese, os lotes ou parcelas de terra onde as famílias estão arrançadas foram adquirida por compra, troca ou herança, bem como pelo programa nacional de reforma agrária.

Tabela 4 – Comunidades rurais, famílias residentes e distância da sede municipal

Comunidade	Quantidade de famílias	Infraestrutura e estabelecimentos					Distância da sede (linha reta)
		Energia elétrica	Associação rural	Escola	Posto de saúde ¹ ou PSF ²	Templo religioso ^{1, 2}	
Areia Branca	40	Sim	Sim	Não	Não	Não	29 km
Broca	161	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim ^{1, 2}	23 km
Cantã	36	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	17 km
Fuzil	53	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	19 km
KM 18 (Santa Maria)	345	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim ^{1, 2}	28 km
Mucurateua	37	Sim	Não	Sim	Não	Sim ¹	6 km
Pau D'arco	47	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	9 km
Piracema	50	Sim	Sim	Sim	Não	Não	27 km
Pitoró	58	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim ^{1, 2}	16 km
Quilombola Jacarequara	55	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ^{1, 2}	12 km
Quilombola Pimenteira	37	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	20 km
São João do Caeté	75	Sim	Não	Sim	Não	Não	34 km
Tamancuoca	35	Sim	Sim	Sim	Não	Sim ¹	17 km
Tentugal	80	Sim	Não	Sim	Sim	Sim ^{1, 2}	29 km
Vila do Caeté	120	Sim	Não	Sim	Não	Sim ^{1, 2}	33 km
Vila Estiva	300	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim ^{1, 2}	25 km

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

² Nota: Templo religioso - ¹ Igreja católica apostólica romana, ² Igreja protestante.

Para verificar a distância das comunidades rurais até a sede municipal de Santa Luzia do Pará-PA, foi aplicado a ferramenta “Measure tool” da barra de ferramentas de um software SIG. Deste modo, foi tracejado uma linha reta entre os pontos centrais de cada localidade até a sede administrativa do município para determinar a distância (km). Logo, a longitude das comunidades até a sede, varia de 10 km (Pau D’arco) a 34 km (São João do Caeté).

As comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA são compostas por conjuntos de domicílios, aglomeradas ou dispersas, das quais as famílias se instalam. Quanto aos serviços públicos ofertados, observou-se que todas as comunidades têm

acesso à energia elétrica e diversas dispõem de unidade escolar (Figura 25), ofertando ensino para séries iniciais, todavia, serviços públicos de saúde como, por exemplo, programa unidade da saúde da família (PSF) ou posto de saúde, é oferecido somente nas comunidades rurais do Broca, KM 18 (Santa Maria), Pitoró, Tentugal e Vila Estiva. Logo, os serviços de saúde ofertado nas comunidades citadas, têm a finalidade de suprir a demanda dos moradores locais e de comunidades vizinhas.

Figura 25 – Escola Municipal de Ensino Fundamental Eluziario Antônio da Silva na comunidade rural Pau D'arco em Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

As comunidades rurais possuem estabelecimentos acessíveis ao público como, associações comunitárias rurais, capelas pertencentes a igreja apostólica romana (Figura 26) e congregações de denominações evangélicas pentecostais e neopentecostais. No que se refere a espaço de lazer, existe em sua maioria, campo de futebol para atividade de práticas desportivas informais.

O tráfego da população das comunidades rurais do KM 18 (P5), Pitoró (P09), Vila do Caeté (P15) e Vila Estiva (P16), até a sede administrativa é facilitada devido estarem situadas as margens da BR 316, que corta o território do município de Santa Luzia do Pará-PA, agilizando o deslocamento dos comunitários e escoamento da

produção agrícola. Todavia, o acesso das outras comunidades se dá por estradas de terras.

A pavimentação e manutenção das estradas estaduais que corta o município de Santa Luzia do Pará-PA é realizada pelo governo do Estado, através da Secretaria de Transportes (SETRAN), enquanto a estrada federal fica sob a responsabilidade e administração do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Figura 26 – Capela de Nossa Senhora Aparecida na comunidade rural Tamancuoca no município de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A recuperação e manutenção das estradas vicinais do município de Santa Luzia do Pará-PA é feita pela administração municipal, visando beneficiar os moradores das comunidades rurais que necessitam se deslocar até a sede municipal em busca de serviços públicos ou comercializar os produtos agrícolas de suas lavouras e propriedades.

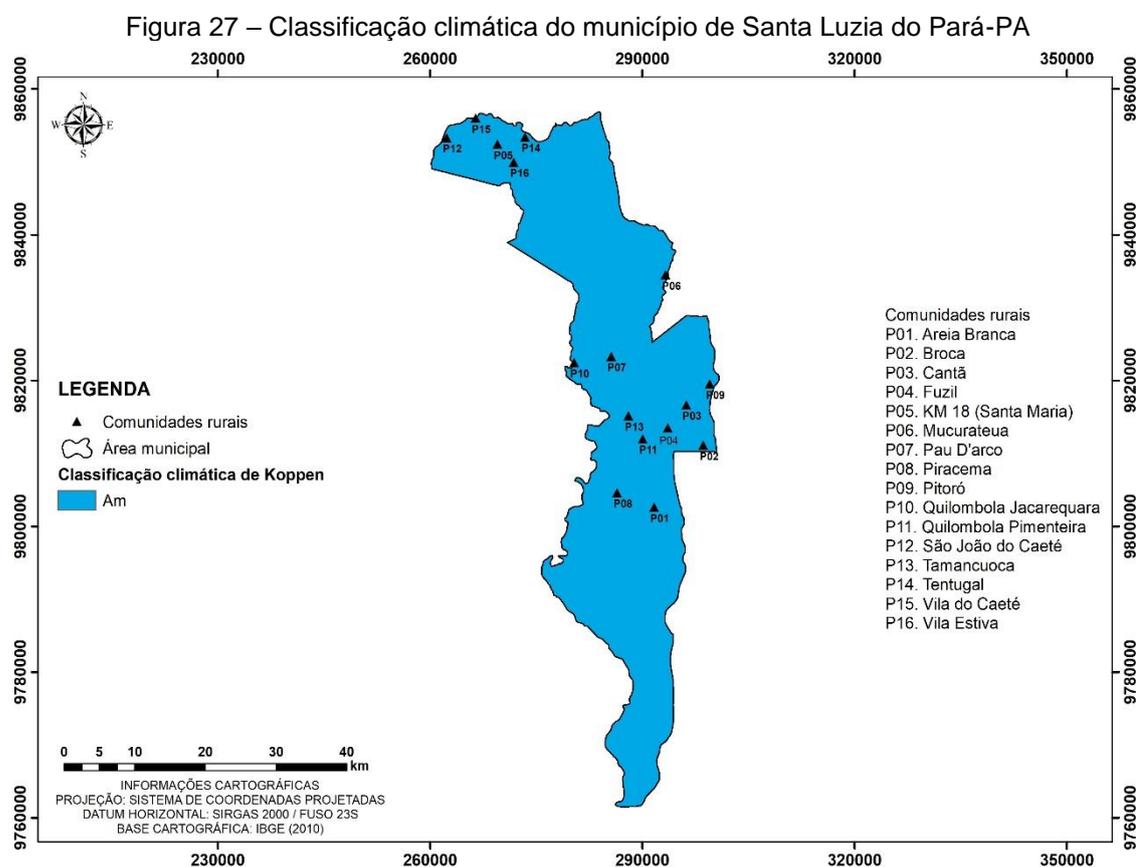
3.5.2.2 Aspectos Econômicos

A renda da população das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA é resultante sobretudo de atividades ligadas a agricultura familiar, por meio de várias

formas de produções, como a exploração do solo para cultivo agrícola, o extrativismo vegetal e animal (DE MELO; OLIVEIRA, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2015); além de programas sociais, como o bolsa família, e aposentadorias rurais (CARVALHO *et al.*, 2018). As principais atividades econômicas realizadas pela população rural do município estão ligadas a cultivos agrícolas, sendo estas divididas em lavoura permanente - açaí, banana, café, laranja, pimenta do reino (IBGE, 2010), dendê (MIRANDA; SILVA, 2016) e lavoura temporária - milho, mandioca e feijão, pecuária extensiva (COSTA, 2017; OLIVEIRA, 2016), equinocultura, caprinocultura, ovinocultura, avicultura, suinocultura, piscicultura e aquicultura (IBGE, 2010), comercialização de remédios naturais (DE MELO; OLIVEIRA, 2019), essências florestais e hortaliças (RODRIGUES *et al.*, 2015).

3.5.2.3 Clima

De acordo com a classificação de Köppen (1936), o município em estudo apresenta Clima tropical de monção (Am), conforme ilustrado na Figura 27. Além disso, a temperatura média é de 28 °C (FARIAS NETO *et al.*, 2013).

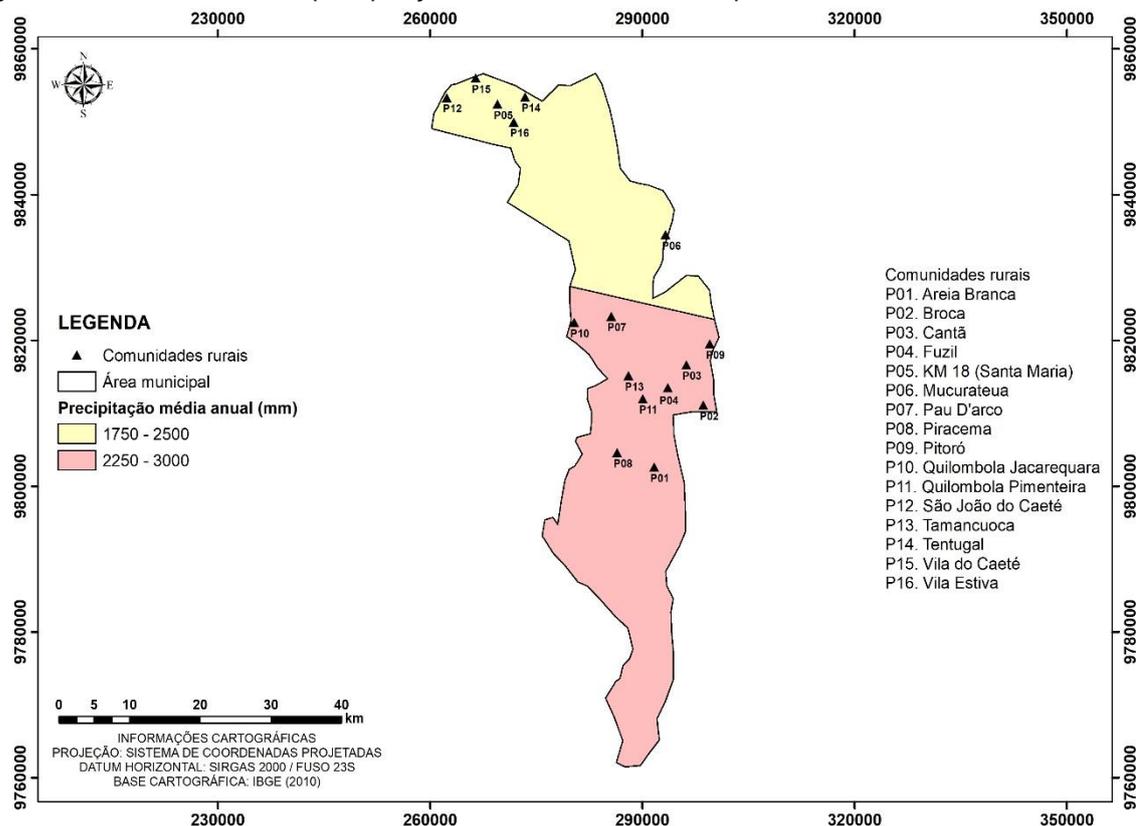


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A precipitação média anual no território do município de Santa Luzia do Pará-PA, varia de 1750 - 3000 (mm), para um período de 30 anos (DE ANDRADE *et al.*, 2017). Além disso, no município existe duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra menos chuvosa (FARIAS NETO *et al.*, 2013).

No trecho do território que abrange as comunidades KM 18 (P05), Mucurateua (P06), São João do Caeté (P12), Tentugal (P14), Vila do Caeté (P15) e Vila Estiva (P16), a precipitação pluviométrica varia de 1750 – 2500 (mm) (Figura 28), enquanto na outra parte da área territorial do município onde as demais comunidades estão situadas, a variação da precipitação anual é de 2250 – 3000 (mm) (DE ANDRADE *et al.*, 2017).

Figura 28 – Variabilidade da precipitação média anual no município de Santa Luzia do Pará-PA

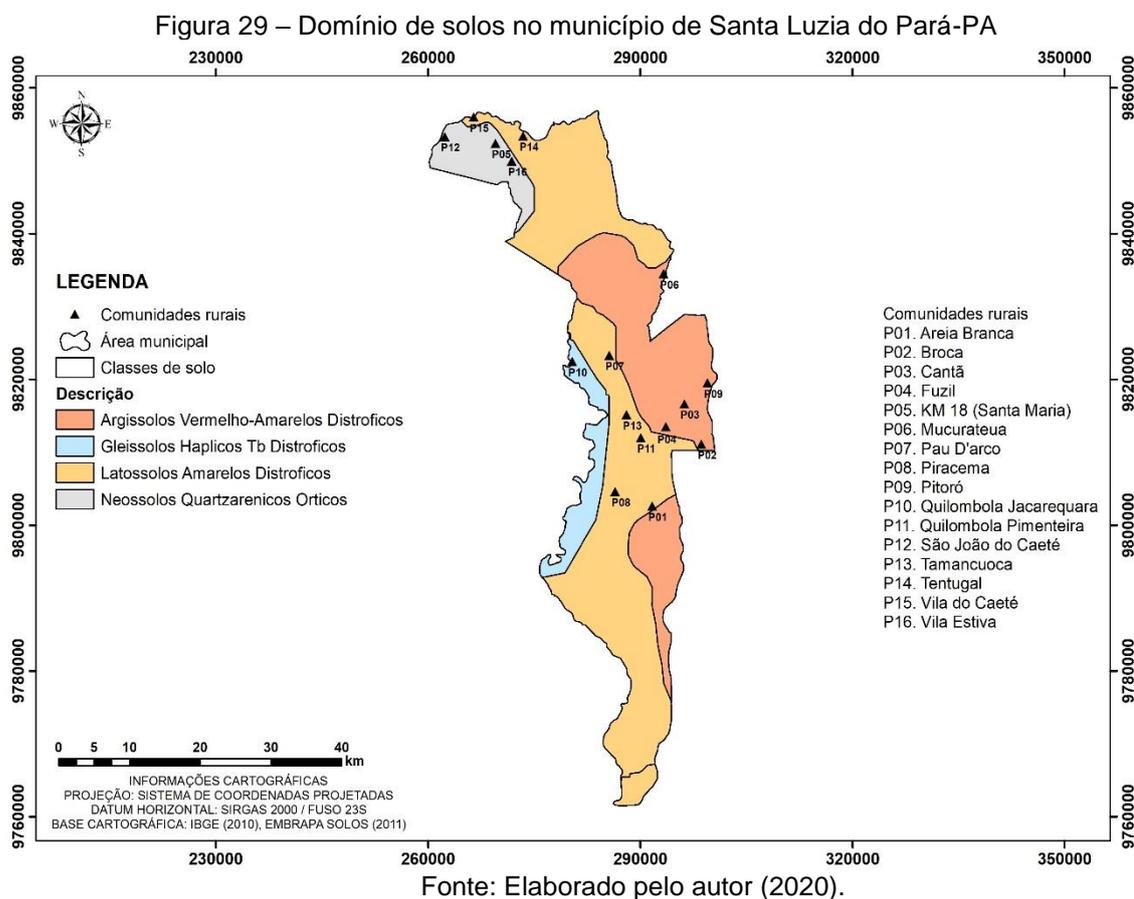


Fonte: Adaptado De Andrade *et al.* (2020).

3.5.2.4 Pedologia

Na Figura 29, são apresentados as classes de solo predominantes na extensão territorial do município de Santa Luzia do Pará-PA. Neste município, a classe de solo com maior representação geográfica são os Latossolos Amarelos Distróficos,

ocupando aproximadamente 764, 014 km² (56,34%), seguido do Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos que ocupa uma área de 408, 468 km² (30,12%), seguido da classe Neossolos Quartzarenicos Órticos com 94, 976 km² (7,0%) e Gleissolos Haplicos Tb Distróficos que abrange uma área de 88, 666 km² (6,54%).



No município de Santa Luzia do Pará-PA, 43,75% (n=7) das comunidades rurais estudadas estão localizadas em áreas com predominância dos Latossolos Amarelos Distróficos, enquanto 31,25% (n=5) situam-se em áreas com ocorrência dos Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, já 6,25% (n=1) localiza-se em área com o solo Gleissolos Haplicos TB Distróficos, e por fim, 18,75% (n=3) estão em áreas com solos da classe Neossolos Quartzarenicos Órticos. Assim, constata-se que cerca de 75,00% dessas comunidades estão inseridas nas classes de solos (Latossolos Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos), os quais são muito intemperizados e encontrados na região Norte, em especial, no estado do Pará (LEPSCH, 2010).

Estudos realizados na região Amazônica indicam que os solos da região são bastante intemperizados, com baixa troca catiônica e pequena fertilidade natural (DOS

SANTOS *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2017). Na região Amazônica os solos predominantes são das classes dos Latossolos e Argissolos, estes possuem as seguintes particularidades: grande intemperismo e pequena fertilidade natural (CAMPOS *et al.*, 2012).

No Quadro 9 são apresentados as particularidades de cada classe de solo que ocorrem no território deste município e as suas implicações para uso e manejo.

Quadro 9 – Classes de solo e suas peculiaridades sobre o uso e manejo

Classe de solo	Características do uso e manejo do solo
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos	Muito intemperizados; Textura com cascalho; Podem ser rasos ou muito profundos; Arenosos ou argilosos em algumas superfícies; Podem ser utilizados para agricultura.
Gleissolos Haplicos Tb Distróficos	Solo bastante empregado como matéria-prima para produção de tijolos e telhas; Apresenta limitação para uso agrícola, visto que necessita ser feito a drenagem e proteção contra inundações.
Latossolos Amarelos Distróficos	Bastante intemperizados; Baixa fertilidade natural; Produtivos quando cultivados com lavouras variadas; Bastante utilizado para empreendimentos no setor de engenharia como, por exemplo, construção de estradas, aterro sanitário, lagoas de decantação, etc.; Solos com baixa fertilidade.
Neossolos Quartzarenicos Órticos	Bastante resistente ao intemperismo; Poucos expostos aos processos pedológicos; Apresentam restrições ao uso agrícola; Possuem baixa capacidade para o armazenamento de água, bem como de nutrientes.

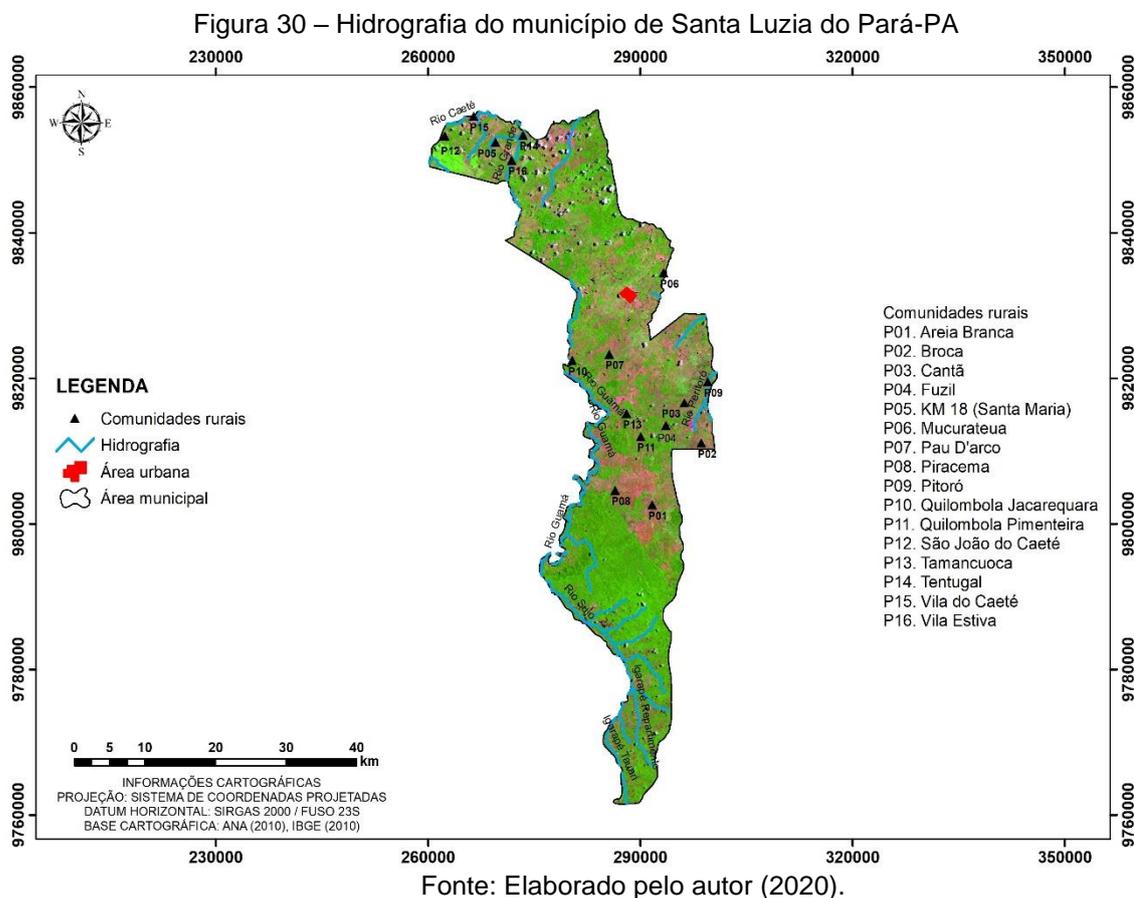
Fonte: Adaptado de Lepsch (2010).

3.5.2.5 Hidrografia

O município de Santa Luzia do Pará-PA está localizado na Região Hidrográfica da Costa Atlântica – Nordeste. Além disso, esse município está situado em duas importantes bacias hidrográficas do estado, a saber, rio Guamá (ROCHA; DE LIMA, 2020) e rio Caeté (DIAS; CIRILO, 2018).

A rede hidrográfica é composta pelos rios Caeté, Guamá, Peritoró e Sujo que atravessam o seu território (Figura 30). Esses rios desempenham um papel relevante na economia local, em virtude da pesca de subsistência e comercialização,

deslocamento e circulação de pequenas em embarcações com o escoamento de produtos oriundos do extrativismo vegetal.



As comunidades rurais estudadas estão distribuídas nas sub-regiões hidrográficas (SBRH) do Guamá e Costa Atlântica. As localidades inseridas dentro da SBRH do Guamá são as comunidades Pau D'arco (P07), Piracema (P08), Quilombola Jacarequara (P10), Quilombola Pimenteira (P11) e Tamancuoca (P13), enquanto as demais estão situadas na SBRH da Costa Atlântica.

Existem neste município vários pequenos riachos, igarapés e açudes. Dentre os diversos igarapés existentes no município os principais, destaca-se Apueira, Arioré, Cabeça de Porco, Cajuerinho, Curi, Jacarequara, Jejú, Ipanema, Muruteua, Peritoró, Pedral, Piquiá, Piquiauíra, Piracema, Repartimento, Tauari, Tatajuba e Tatuquara (EMATER, 2016).

3.12.2.6 Vegetação

No tocante à cobertura vegetal próxima das comunidades rurais, observou-se a presença de floresta amazônica de terra firme, floresta de várzea, vegetação florestal secundária, áreas de pastagem (Figura 31), lavouras temporárias e permanentes (EMATER, 2016). A vegetação de terra firme é constituída pelo subtipo floresta densa, sendo composta por arbustos, árvores, palmeiras, ervas, epífitas e lianas. Todavia, essa vegetação vem sendo deteriorada por causa de atividades antrópicas, por exemplo, desmatamento, originando uma floresta secundária, denominada de capoeira, atualmente em diversos períodos de crescimento.

Figura 31 – Área destinada para pastagem na comunidade Quilombola Pimenteira em Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As florestas de várzeas são compostas de árvores de pequeno porte com predominância das seguintes espécies vegetais: açai (*Euterpe oleracea* Mart.), miriti ou buriti (*Mauritia Flexuosa*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e o murumuru (*Astrocaryum murumuru*) (EMATER, 2016). Além disso, observou-se em áreas próximas das comunidades rurais formação florestal secundária, menos rica e com a presença de poucas espécies vegetais, em especial, palmeiras.

Também é muito comum áreas destinadas para pastagem, composta por vegetação com estágio inicial de sucessão. Devido a atividades econômicas (pecuária

extensiva e plantação de dendê) realizadas no território do município a vegetação estar sendo suprimida de forma gradual, sendo substituídas por plantações e pastos (GORAYEB; PEREIRA, 2014), que associada ao desmatamento ocasionado por serrarias clandestinas agravam a situação da cobertura vegetal.

3.6 Determinação do tamanho da amostra

Em princípio, as pesquisas sociais envolvem um conjunto de elementos com quantidade considerável que fica inviável estudar em sua totalidade. Por este motivo, neste tipo de estudo, trabalhou-se com uma amostra, isto é, com uma quantidade pequena dos indivíduos que compõem o universo a ser pesquisado. Deste modo, no momento em que um pesquisador escolhe uma pequena parcela de uma amostra, espera que esta possa ser representativa do universo da pesquisa que se pretende estudar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Amostra é uma parcela do conjunto de elementos ou população, escolhida com base em um critério ou regra (LAKATOS; MARCONI, 2007). Assim, a quantidade de indivíduos da população-alvo da pesquisa foi determinada por meio da metodologia empregada por Triola (2013), fundamentada na estimativa da proporção populacional (Equação 12). Os critérios utilizados para o cálculo da amostra foram os seguintes: a) Populações finitas, b) Grau de confiança 95%, c) Nível de significância α de 0,05.

$$n = \frac{N \times \hat{p} \times \hat{q} \times \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}{\hat{p} \times \hat{q} \times \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2 + (N - 1) \times (E)^2} \quad (12)$$

Em que: n – é o número de indivíduos que se deseja determinar; N – é o tamanho da população; $\frac{Z_{\alpha}}{2}$ – é o valor crítico que corresponde o grau de confiança; \hat{p} – é a proporção populacional de indivíduos que pertencem à categoria de interesse no estudo = 0,5; \hat{q} – refere-se a quantidade de indivíduos que não participa do grupo pesquisado ($q = 1 - p$) = 0,5. Deste modo, quando p – for desconhecido, faz a associação do produto $\hat{p} \times \hat{q} = 0,25$, que é o maior valor que pode ser alcançado por meio dessa relação (TRIOLA, 2013); E – é a Margem de erro (Tabela 5).

Tabela 5 – Cálculo do tamanho da amostra

Parâmetros	Pombal-PB Valores	Santa Luzia do Pará-PA Valores
N	6.357	10.731
\hat{p}	0,5	0,5
\hat{q}	0,5	0,5
$Z_{\frac{\alpha}{2}}$	1,96	1,96
E	0,05	0,05
n	362 (arredondado para 370)	371 (arredondado para 380)

Nesse estudo a unidade familiar foi classificada como a fonte de informação para obtenção de dados para a pesquisa (SIVIERO *et al.*, 2011). Em cada residência selecionada, um membro adulto da família (homem ou mulher), com idade igual ou superior a 18 anos, preferencialmente o responsável pela gestão da água na residência, participou da pesquisa. No entanto, na ausência do responsável pela gestão da água, o membro adulto disponível respondeu ao questionário.

O grupo de indivíduos entrevistados foi composto por agente comunitário de saúde (ACS), agricultor, comerciante, estudante, líder de assentamento sem-terra, líder de associação rural, líder de comunidade quilombola, líder de cooperativa, pecuarista, políticos, professor, todos com atuações nas áreas pesquisadas.

3.7 Procedimentos da coleta dos dados

Segundo Prodanov e Freitas (2013), as informações de um estudo dizem respeito a todos os dados em que o pesquisador pode utilizar nas diversas etapas da pesquisa. Os dados desse estudo foram obtidos por meio da realidade dos indivíduos inseridos nos locais de abrangência da pesquisa, sendo todos primários, adquiridos especificamente para satisfazer às necessidades desta pesquisa (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2014).

De acordo com Jacubavicius (2012), essa etapa do estudo é classificada como transversal, haja vista que os dados foram coletados para certo momento no tempo, não tendo o propósito de esboçar a mudança ou identificação de alterações no decorrer do tempo.

O instrumento utilizado para coleta de dados neste estudo foi a técnica da entrevista estruturada, apontada por Chizzotti (2006), como uma forma de interlocução entre um pesquisador que deseja coletar dados a respeito de fenômenos e pessoas que possuam estas informações e possam transmiti-las.

Prodanov e Freitas (2013) sugerem que o pesquisador antes de fazer a entrevista deve elaborar com precedência às perguntas a serem realizadas ao entrevistado e colocar em ordem que elas devem ocorrer. Assim como, fazer um pré-teste do formulário a ser utilizado na entrevista para uma quantidade de amostra pequena, com a finalidade de verificar e excluir possíveis problemas.

As entrevistas realizadas nesta pesquisa são tanto de caráter exploratório como de coleta de dados. Além disso, ambas são organizadas de forma estruturada. As vantagens que este mecanismo de coleta de informações apresenta são: auxílio ou cooperação direta do entrevistador; a oportunidade de incluir questões mais complexas; segurança na simplicidade na análise dos dados e dos critérios disponibilizados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para cada entrevistado foram realizadas perguntas com base no conjunto de temas que constam no (Apêndice A). Ressalta-se, que antes da realização da entrevista foi feita uma exposição prévia dos temas abordados no formulário, com a finalidade de evitar quaisquer dúvidas no decorrer das respostas.

Antes de executar as entrevistas foram realizadas visitas técnicas de campo, com a finalidade de esclarecer as famílias inseridas na área de estudo quais eram os objetivos da pesquisa, visando deixá-los desinibidos e melhorar o ambiente de participação (ARAÚJO; CÂNDIDO, 2017). Além disto, foi realizado inicialmente um estudo piloto para identificar prováveis entendimentos equivocados das perguntas e respostas ambíguas, conforme procedimento empregado por HU *et al.* (2014).

O processo de visita de campo e coleta de dados foi realizado durante os anos de 2018 a 2021. A coleta de dados para registro e caracterização de feições foi por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS). O GPS foi utilizado para registrar a posição real das comunidades rurais. Além disto, foram utilizadas imagens de satélite para formação de um banco de dados e câmera fotográfica para registros no decorrer das visitas de campo. Também, foram utilizados os softwares Google Earth e ArcGIS 10.5 para espacialização em mapas a localização das comunidades dentro do território de cada município.

3.8 Tabulação e interpretação dos dados

De acordo com Prodanov e Freitas (2013) quando a pesquisa é classificada de campo é fundamental analisar e interpretar os dados alcançados, por meio de métodos estatísticos, para adequada redação e elaboração do estudo científico. Além disto, a redação do trabalho científico precisa ser concisa, com clareza e objetiva, com a finalidade de simplificar a compreensão ou entendimento do leitor.

Os dados obtidos foram organizados em figuras, mapas e tabelas, sendo dispostos com base na estruturação preliminar, para auxiliar e facilitar no entendimento e interpretação. Ademais, os resultados e interpretações foram analisados e comparados com outros trabalhos acadêmicos previamente publicados para realização das análises.

Nesta pesquisa, foram realizadas duas análises quanto ao ISHR. Assim, na primeira análise foi utilizado um sistema de ponderação para os componentes e subcomponentes do ISHR. Estas ponderações foram realizadas por técnicos e especialistas das regiões Norte e Nordeste. Logo, este procedimento possibilitou a comparação entre as comunidades das distintas regiões com base em seus desempenhos no índice.

Na segunda etapa foi realizada uma análise de cluster para classificar as comunidades rurais em grupos, analisando a sua similaridade pelas distintas componentes do ISHR. Assim, foi gerado um dendrograma ilustrando de forma gráfica os grupos formados, baseado no método de agrupamento utilizado. Logo, por meio deste procedimento foi possível compreender as especificidades de cada comunidade, no qual pode servir de suporte aos tomadores de decisões na identificação de grupos-alvo para estabelecer ações de intervenção.

A análise quantitativa e o processamento dos dados foram feitos com o auxílio de uma planilha eletrônica do microsoft excel, bem como para o cálculo do ISHR. Ademais, para realização da estatística descritiva foram empregados os programas estatísticos BioEstat 5.3 e Minitab 18, enquanto para análise de agrupamento do conjunto de comunidades rurais foi utilizado o Programa (R) versão 3.6.1, no qual possui código livre. Por fim, para determinar a convergência das respostas dos técnicos e especialistas do método Delphi foi usado o software BioEstat 5.3 e uma planilha eletrônica microsoft excel.

3.9 Cálculo do ISHR

O primeiro procedimento de cálculo do ISHR, consiste em determinar os valores das subcomponentes que integram cada componente. Assim, os seus valores são calculados pela média aritmética dos escores obtidos em cada variável e pelo número de indicador de cada subcomponente, conforme Equação 13.

$$SC_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n} \quad (13)$$

Em que: SC_i – é o valor do subcomponente i ; n – é a quantidade de indicadores que compõem a subcomponente; X_j – é a nota atribuída a uma determinada variável conforme a resposta do entrevistado referente ao indicador j , que possui um valor de referência determinado pelo método Delphi.

Os valores de cada componente que integra o ISHR, são obtidas pela relação entre o valor da subcomponente e o peso do subcomponente i em relação ao componente k , dividido por cem (100), baseado na Equação 14.

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^{Nsc} (SC_i \times W_i)}{100} \quad (14)$$

Em que: C_k – é o valor do componente k ; Nsc – é a quantidade de subcomponentes que compõem o componente k ; SC_i – é o valor do subcomponente i ; W_i – é o peso do subcomponente i em relação ao componente k determinado pelo método Delphi.

Por fim, para determinação do Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural (ISHR) é utilizada a Equação 15.

$$ISHR = \frac{\sum_{k=1}^{nc} (C_k \times P_k)}{100} \quad (15)$$

Em que: ISHR – é o Índice de Sustentabilidade Hídrica Rural; nc – é a quantidade de componentes que compõem o ISHR; C_k – é o valor do componente k ; P_k – é o peso do componente k em relação ao ISHR, obtido pelo método Delphi.

3.10 Interpretação e classificação dos níveis de sustentabilidade hídrica

A interpretação do índice é relevante para compreender o significado dos valores das subcomponentes e do índice agregado. Para o ISHR, a interpretação das subcomponentes e seu índice agregado pode ser baseado em valores de referências de artigos em periódicos especializados (DE CARVALHO *et al.*, 2009; SILVA; CÂNDIDO, 2016).

As faixas do ISHR e os níveis de sustentabilidade foram fundamentados em valores de referências utilizados em artigos científicos sobre indicadores de sustentabilidade: por exemplo, Araújo e Cândido (2017), Crispim *et al.* (2020). Além disto, os intervalos utilizados para classificar o ISHR e os componentes têm os mesmos comprimentos (Quadro 10), adotando o procedimento realizado pelos autores citados.

Quadro 10 – Classificação nominal e representação dos níveis de sustentabilidade hídrica

FAIXA DO ISHR (0-10)	COLORAÇÃO	NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE
0,0 – 2,0		Insustentável
2,1 – 4,0		Potencialmente Insustentável
4,1 – 6,0		Intermediário
6,1 – 8,0		Potencialmente Sustentável
8,1 – 10,0		Sustentável

Fonte: Adaptado de Araújo e Cândido (2017), Crispim *et al.* (2020).

Para Cardoso, Toledo e Vieira (2016), outro aspecto importante é que as faixas de desempenho para uns indicadores devam estar em uma lógica direta, isto é, quanto maior o seu valor, mais sustentável é a comunidade ou lugar. Todavia, outros indicadores se direcionam para uma lógica oposta, ou seja, quanto menor o seu valor, mais sustentável é a comunidade ou lugar. Neste estudo, o valor do ISHR foi determinado na faixa entre 0 e 10. Um valor perto de 10 indicam uma situação sustentável, enquanto um valor mais perto de 0 denota uma condição insustentável.

Com o propósito de representar de forma simples e compreensível os níveis de sustentabilidade do ISHR, foi elaborado uma classificação por faixa para representar o nível de sustentabilidade para cada comunidade. Além disto, auxiliar na sugestão de prioridade de ações baseado em sua classificação (Quadro 11). O desempenho retrata a condição do(s) problema(s) ligado(s) a uma subcomponente, componente ou o índice agregado geral (ISHR), num período específico da pesquisa e pode ser

empregado como critério na prioridade de ações visando melhorar a gestão dos recursos hídricos na escala local.

Quadro 11 – Níveis de sustentabilidade hídrica e recomendação de prioridade para realização de ações

NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA	DEFINIÇÃO
Insustentável	As componentes, subcomponentes e indicadores que constituem o índice que apresentarem desempenho insustentável devem ter preferência para assegurar uma condição sustentável com relação ao acesso e uso de água potável pela população das comunidades, requerendo muita atenção dos tomadores de decisões na identificação dos locais que necessitam concentrar seus esforços para minimizar este problema.
Potencialmente Insustentável	As componentes, subcomponentes e indicadores que formam o ISHR deve ter relevante preferência nas estratégias a serem realizadas visando assegurar o acesso e uso de água potável nas comunidades, requerendo alta atenção dos tomadores de decisões.
Intermediário	Os componentes, subcomponentes e indicadores do ISHR deve ter prioridade média nas tomadas de decisões, visando garantir a sustentabilidade no acesso e uso de água potável. Logo, requerendo a terceira importância na preferência nas tomadas de decisões em comparação com as classes citadas anteriormente.
Potencialmente Sustentável	Os componentes, subcomponentes e indicadores que compõem o ISHR deve ter baixa prevalência na estratégia de assegurar o acesso e uso de água potável pela população, exigindo em uma ordem hierárquica a quarta importância na prioridade nas tomadas de decisões em comparação com as demais classes.
Sustentável	A classificação em uma faixa sustentável não consiste que as comunidades não necessitam de nenhuma ação no tocante a sustentabilidade no acesso e uso de água para consumo humano. Todavia, em confrontação com as outras classes, as componentes, subcomponentes e indicadores que integram o índice poderia ficar na última ordem de preferência na estratégia de ações a serem realizadas.

Fonte: Adaptado de El-Gafy (2018).

3.11 Método de interpolação

A interpolação espacial consiste em uma ferramenta relevante para estimar variáveis ambientais para uma tomada de decisão eficaz (IKECHUKWU *et al.*, 2017). Assim, a interpolação se torna muito útil e fundamental para o planejamento e gestão adequada dos recursos hídricos.

Neste estudo, utilizou-se o interpolador geoespacial *Inverse Distance Weighted* (IDW) nas componentes e o ISHR para reconhecer a situação das comunidades rurais quanto a sustentabilidade da água, gerando mapas temáticos com auxílio do software Arcgis 10.5, utilizando o Sistema de Coordenadas Projetadas, Datum Horizontal: Sirgas 2000, Fuso 23S para comunidades rurais localizadas em Santa Luzia do Pará-PA e Fuso 24S para as comunidades situadas no município de Pombal-PB.

O IDW é um método que prever um valor para um determinado lugar não medido, usando os valores medidos ao redor do lugar de previsão. Logo, os valores mais pertos do lugar de previsão terão mais influência no valor previsto daquelas mais distantes (DE VARGAS *et al.*, 2019). Deste modo, o IDW admite que cada ponto medido tem uma influência de posição que reduz com a distância. Assim, os valores são estimados conforme descrito na Equação 16.

$$\hat{Z}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n z(x_i) \frac{1}{d_{ij}^\alpha}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_{ij}^\alpha}} \quad (16)$$

Em que: z = valores estimados; x = quantidade de amostras; xi = valores conhecidos; di = distâncias entre os valores conhecidos e estimados.

3.12 Análise de sensibilidade

Para realizar a análise de sensibilidade foram aplicados a matriz de correlação de Pearson e a regressão linear simples para verificar as relações entre as variáveis independentes (capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água e meio ambiente) com a variável dependente (ISHR). Além disso, foram utilizados diversos critérios de precisão como o coeficiente de correlação de Pearson (r) Equação 17, o coeficiente de determinação (r^2) Equação 18 e erro padrão da estimativa (S_e) Equação 19, conforme apresentado no quadro 12.

Quadro 12 – Critérios de eficiência para avaliação das componentes do ISHR

Coeficiente ou medida	Fórmula matemática	Alcance da variável	Equação
Coeficiente de correlação de Pearson	$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \times \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$	-1 à 1	(17)
Coeficiente de determinação	$r^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \right]^2$	0 à 1	(18)
Erro padrão da estimativa	$S_e = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}}$	0 à ∞	(19)

Fonte: Adaptado de Ayres (2012).

Os resultados dos valores do coeficiente de correlação linear de Pearson (r) estão de forma obrigatória entre os limites de -1 a $+1$, quanto mais próximo de -1 , maior será a correlação negativa perfeita, enquanto próximo de $+1$, indica uma correlação positiva perfeita (AYRES, 2012). Além disso, um valor $r = 0,0$ indica que não existe uma relação linear (MORIASI *et al.*, 2007). No tocante ao coeficiente de determinação (r^2 ou R^2), quanto mais próximo de 1, indica um ajuste perfeito (VIOLA *et al.*, 2012), mas valores acima de 0,5 são considerados aceitáveis (LOUZADA; RIBEIRO, 2017).

Por fim, o último critério empregado foi o erro padrão de estimativa (S_e), que consiste no desvio padrão dos valores y_i observados sobre o valor y_i estimado para um determinado valor de x_i . Assim, quanto menor erro padrão da estimativa (S_e), mais precisa é a estimativa (LARSON; FARBER, 2010).

3.13 Análise de agrupamento (cluster analysis)

Com a finalidade de analisar os dados primários que foram utilizados para determinar a sustentabilidade hídrica do recorte espacial das áreas pesquisadas, optou-se por selecionar uma técnica estatística de análise multivariada, na qual possibilita a compreensão da proximidade ou diferença entre as comunidades rurais situadas em regiões distintas do País. Para tanto, foi utilizado a análise de agrupamento (cluster analysis).

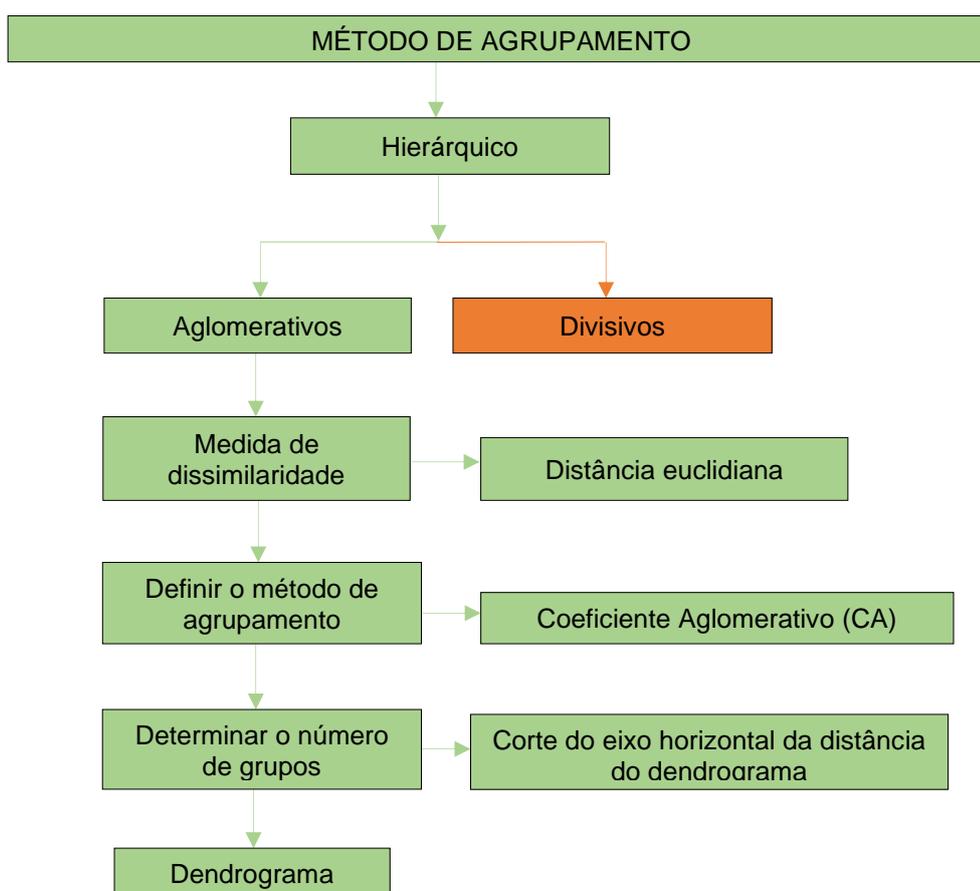
O método de agrupamento, de forma geral, baseia-se em quatro etapas para utilização e análise de agrupamento, tais como: a seleção das variáveis classificatórias; a determinação da medida de similaridade; a escolha do método de agrupamento para formação dos grupos; e a definição da quantidade de grupos a serem criados (MENEZES *et al.*, 2015; PESSOA, 2015).

Na primeira parte, para definição das comunidades que possam apresentar homogeneidade, foram utilizados como dados de entrada as componentes do ISHR (capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água, meio ambiente), para verificar se as famílias entrevistadas nas comunidades rurais situadas em áreas com escassez ou abundância hídrica possuem particularidades similares com relação ao ISHR. Para analisar a similaridade entre as comunidades a serem agrupadas, ordenou-se uma matriz de dados $X(n \times p)$, em que as linhas representam a “ n ” (comunidades rurais), fornecendo “ p ” atributos (componentes do ISHR).

Existem vários métodos de agrupamento aglomerativo, nos quais dependendo do método de ligação é utilizado para agrupar os elementos no decorrer do processo de agrupamento. Dentre esses métodos, os mais usuais são a ligação única, ligação completa, ligação média e o método de cluster hierárquico de Ward (SINGH, 2008).

Esses quatro métodos foram considerados para formação dos agrupamentos. Deste modo, a medida de dissimilaridade utilizada para esse procedimento foi a distância euclidiana, enquanto o critério empregado para a definição do método de agrupamento aglomerativo a ser utilizado na pesquisa foi coeficiente aglomerativo (CA). O método hierárquico aglomerativo selecionado foi o que obteve o maior valor do (CA). Por fim, para determinar o número de agrupamento para os conjuntos de dados foi empregado o corte horizontal do dendrograma. Assim, na Figura 32 é ilustrado os passos a serem realizados na análise de agrupamento para esse estudo.

Figura 32 – Organograma das metodologias de análise de agrupamento



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Método Delphi: pesos e notas das componentes, subcomponentes e variáveis

4.1.1 Consulta de opinião - 1ª rodada do Delphi

Apesar de ter sido estabelecido previamente um prazo entre 15 a 30 dias, o processo de envio e retorno dos questionários referente a 1ª rodada do Delphi teve uma duração de 103 dias (de 16/01 a 28/04/2018), enquanto o período de envio, retorno das respostas, análise e tabulação dos dados levou 136 dias (de 16/01 a 31/05/2018). Assim, nota-se que esse método participativo pode levar vários meses, o que caracteriza uma desvantagem a depender da urgência do pesquisador em alcançar os objetivos da pesquisa.

Sobre isso, Marques e De Freitas (2018) ressaltam que as etapas realizadas no método Delphi podem prolongar-se por diversos meses, em virtude da demanda de tempo e atenção no preenchimento do questionário por parte dos participantes. Assim, os integrantes supostamente realizam o preenchimento da matriz em um período que seja conveniente, mesmo que tenha algum prazo preliminarmente definido.

Como supracitado na pesquisa, o questionário inicial foi encaminhado para 34 *experts* (especialistas e técnicos) e 24 respostas foram recebidas, apresentando um percentual de retorno de 70,5%. Em comparação com outros estudos como, por exemplo, Barreto e Moraes (2018), Fachine e Moraes (2015), Santiago e Dias (2012), que obtiveram uma taxa de respostas de 39,5% (15) de 38, 60,5% (26) de 43, e 27,3% (15) de 55 especialistas, respectivamente, percebe-se que o percentual de retorno nesta pesquisa foi superior aos estudos mencionados quanto a primeira rodada de consulta.

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000), em geral, na primeira rodada do método Delphi existe uma desistência de 30 a 50% dos participantes. Nesse estudo, o percentual de desistência foi cerca de 29,5% (10 participantes), inferior ao intervalo das faixas observadas pelos autores citados. Além disso, o percentual de desistência obtido nessa pesquisa, foi abaixo do observado por Santiago e Dias (2012), nos quais tiveram uma desistência de 73% dos convidados a participar da primeira rodada.

Foram analisados pelos *experts* 58 indicadores, 21 subcomponentes e 5 componentes. Os integrantes do painel Delphi foram requeridos a atribuir

ponderações nas componente e subcomponente (0 a 100), bem como aos indicadores (0 a 10). Para validar as respostas dos *experts*, foi utilizado coeficiente de concordância (CC) $\geq 50\%$. Assim, caso alguma obtivesse um valor inferior (CC) $\leq 50\%$, seria submetida novamente a uma nova rodada, considerando as proposições e a viabilidade de ajuste.

Na Tabela 6, são apresentados os valores atribuídos pelos *experts* para cada componente que integra o ISHR. Nota-se que os pesos atribuídos as componentes do ISHR foram variadas, exceto as respostas dos E10 e E15, as quais consideraram que as componentes possuem pesos iguais, ou seja, julgaram que não existe uma componente mais relevante que a outra.

Tabela 6 – Determinação dos pesos das componentes referente a rodada 1 do Delphi

<i>Experts</i>	Componentes				
	Capacidade Peso	Recursos Hídricos Peso	Uso da água Peso	Acesso à água Peso	Meio Ambiente Peso
E1	20	10	20	25	25
E2	10	20	20	25	25
E3	10	20	25	25	20
E4	20	30	20	10	20
E5	12	18	17	25	28
E6	25	20	20	15	20
E7	15	30	20	30	5
E8	40	25	15	15	10
E9	30	15	20	25	10
E10	20	20	20	20	20
E11	30	30	20	10	10
E12	25	20	20	25	10
E13	15	25	20	25	15
E14	15	30	20	30	5
E15	20	20	20	20	20
E16	30	10	20	20	20
E17	25	25	20	10	20
E18	15	30	15	25	15
E19	40	15	15	15	15
E20	10	20	20	30	20
E21	25	20	20	20	15
E22	15	20	20	25	20
E23	20	30	25	15	10
E24	15	20	20	25	20

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Constata-se na Tabela 7 que o CC sugerido ($\geq 50\%$) foi alcançado em somente 20% das componentes analisadas, com destaque para componente “uso da água” que obteve um CC de 75,0%. Em contrapartida, as demais componentes alcançaram

uma concordância inferior a 50%, com destaque para componente “capacidade” que apresentou o menor CC (25,0%). Logo, as sugestões foram analisadas e ajustadas para novamente serem consideradas para uma nova rodada.

Tabela 7 – Matriz de componentes com nível de concordância para rodada 1

Componente	Coefficiente de concordância (CC)
Capacidade	25,0%
Recursos Hídricos	41,7%
Uso da água	75,0%
Acesso à água	41,7%
Meio Ambiente	41,7%

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

³ Nota: quando $Cc \geq 50\%$ a concordância é considerada satisfatória. As componentes que obtiveram valores $Cc < 50\%$ devem ser submetidas a outra rodada, devido não ter atendido o nível de concordância entre os *experts* (especialistas e técnicos).

Para complementar a análise dos dados obtidos pelo método Delphi foram empregados medidas de tendência central, dispersão e separatrizes. De modo geral, apenas uma medida de tendência central não é satisfatória para representar, de forma suficiente, um grupo de dados (PADILHA, 2019). Deste modo, foi preciso conhecer o nível de agregação, isto é, determinar e utilizar medidas de afastamento (dispersão) dos dados. Logo, as medidas de dispersão permitiram indicar como os valores das componentes e subcomponentes se comportaram e se dispersaram dos valores de tendência central.

Apoiado na utilização da estatística descritiva para o conjunto de dados relacionado as componentes, foi viável fazer identificação de padrões e realizar inferências por meio de medidas de tendência central, dispersão e separatrizes. Assim, nota-se na Tabela 8 que as componentes “capacidade” e “meio ambiente” não atenderam ao critério complementar para avaliar o consenso das respostas, que no caso foi o coeficiente de variação (CV), uma vez que obtiveram um $CV \geq 30\%$, indicando uma alta variabilidade dos valores em torno da média das respectivas componentes.

Verificou-se, também, que o coeficiente de variação na componente uso da água foi de 12,2%, que indicou baixa dispersão das respostas em torno da média, pois, quando o CV é inferior 15% denota pequena dispersão dos dados (SILVA, CÂNDIDO, 2016). Demonstra-se pela variância que quanto menor a dispersão dos dados, menor a variância, conforme observado na componente uso da água, que obteve um valor de 5,7, o menor entre as componentes. Além disso, o desvio padrão

de 2,4 na componente “uso da água” indica uma homogeneidade nas respostas dos *experts* para essa componente.

Tabela 8 – Estatística descritiva dos pesos das componentes determinados pelo método Delphi referente a rodada 1

Estatística Descritiva	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso	Acesso	Meio Ambiente
Média	20,9	21,8	19,7	21,3	16,6
EP Média	1,8	1,2	0,5	1,3	1,3
Desvio Padrão	8,6	6,1	2,4	6,3	6,2
Variância	73,6	37,0	5,7	39,7	38,4
Coeficiente Variação (CV)	41,0%	27,9%	12,2%	29,6%	37,4%
Mínimo	10,0	10,0	15,0	10,0	5,0
Q1	15,0	20,0	20,0	15,0	10,0
Mediana	20,0	20,0	20,0	25,0	20,0
Q3	25,0	28,8	20,0	25,0	20,0
Máximo	40,0	30,0	25,0	30,0	28,0
Amplitude Total (AT)	30,0	20,0	10,0	20,0	23,0
Moda	15,0	20,0	20,0	25,0	20,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ainda no tocante as medidas de dispersão, nota-se na Tabela 8 que a amplitude total (AT) foi maior na componente capacidade (30,0). Observa-se também pelo desvio padrão que o resultado obtido para a componente “uso da água” foi cerca de três vezes menor que o alcançado pela componente “capacidade”. Deste modo, pode-se verificar através das medidas de dispersão que os dados referentes à componente “capacidade” apresentaram maior dispersão quando comparados as outras componentes do ISHR.

Os resultados dos pesos atribuídos as subcomponentes que integram cada componente do ISHR referente a primeira rodada Delphi encontram-se disponíveis no Apêndice B. Nota-se na Tabela 9 que o CC proposto ($\geq 50\%$) foi atingido em apenas 23,81% (n=5) das subcomponentes analisadas, enquanto 76,19% (n=16) das subcomponentes não atingiram o nível de concordância. Assim, baseado nesse critério, foi necessário realizar outra rodada Delphi.

Na análise das subcomponentes, observou-se que das cinco subcomponentes que integram a componente meio ambiente, 60% (n=3) atingiram o nível de concordância mínimo estabelecido, visto que (CC) $\geq 50\%$. Em contrapartida, nenhuma subcomponente que compõem as componentes, “uso da água” e “acesso à água” atingiram o valor mínimo de concordância.

Tabela 9 – Matriz de subcomponentes com nível de concordância para rodada 1

Componente	Subcomponente	Coefficiente de concordância (CC)
Capacidade	SUB 1	58,3%
	SUB 2	33,3%
	SUB 3	37,5%
	SUB 4	33,3%
	SUB 5	29,2%
Recursos Hídricos	SUB 1	41,7%
	SUB 2	58,3%
	SUB 3	41,7%
Uso da água	SUB 1	41,7%
	SUB 2	37,5%
	SUB 3	45,8%
	SUB 4	37,5%
Acesso à água	SUB 1	37,5%
	SUB 2	37,5%
	SUB 3	41,7%
	SUB 4	45,8%
Meio Ambiente	SUB 1	33,3%
	SUB 2	41,7%
	SUB 3	50,0%
	SUB 4	54,2%
	SUB 5	54,2%

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Baseado na utilização da estatística descritiva no conjunto de dados das subcomponentes que integram a componente “capacidade”, foi possível realizar associações pelas medidas de dispersão. Assim, nota-se na Tabela 10 que todas subcomponentes obtiveram (CV) > 30%, que indica alta variabilidade dos valores em torno da média e uma baixa consistência dos dados. Também se observou que a maior amplitude total (AT) dos dados foi registrada na SUB 1 com um valor de 40.

Tabela 10 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente capacidade

Estatística Descritiva	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5
Média	26,3	18,7	19,9	19,8	15,4
EP Média	1,7	1,4	1,5	1,3	1,3
Desvio Padrão	8,4	6,6	7,5	6,4	6,2
Variância	70,1	43,8	55,5	40,7	38,0
Coefficiente Variação (CV)	31,9%	35,5%	37,5%	32,2%	40,0%
Mínimo	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0
Q1	20,0	15,0	15,0	15,0	10,0
Mediana	27,5	18,5	20,0	20,0	15,0
Q3	30,0	20,0	23,8	25,0	20,0
Máximo	50,0	40,0	40,0	31,0	30,0
Amplitude Total (AT)	40,0	30,0	30,0	21,0	25,0
Moda	30,0	20,0	20,0	20,0	10,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ao examinar o conjunto de dados das subcomponentes que compõem a componente “recursos hídricos”, observa-se na Tabela 11 que todas subcomponentes

obtiveram (CV) < 30%, demonstraram moderada variabilidade dos valores em torno da média, bem como uma boa consistência dos dados. Ademais, a amplitude total (AT) foi maior na SUB 3 com um valor de 40.

Tabela 11 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que compõem a componente recursos hídricos

Estatística Descritiva	SUB 1	SUB 2	SUB 3
Média	34,6	37,6	27,8
EP Média	1,7	1,4	1,6
Desvio Padrão	8,3	6,6	7,8
Variância	69,4	44,1	61,4
Coefficiente Variação (CV)	24,1%	17,6%	28,2%
Mínimo	20,0	25,0	10,0
Q1	30,0	30,8	20,0
Mediana	37,5	40,0	30,0
Q3	40,0	40,0	30,0
Máximo	50,0	50,0	50,0
Amplitude Total (AT)	30,0	25,0	40,0
Moda	40,0	40,0	30,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O uso das medidas de dispersão possibilitou verificar quais valores das subcomponentes que integram a componente “uso da água” ficaram abaixo ou acima das medidas de tendência central. Assim, observa-se na Tabela 12, que 50% das subcomponentes obtiveram um (CV) > 30%, sendo que a SUB 4 apresentou o maior (CV) com 37,9%, que indica maior variabilidade dos dados, em contrapartida, a SUB 2 apresentou o menor (CV) com 25,9%.

Tabela 12 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente uso da água

Estatística Descritiva	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4
Média	23,3	24,4	29,7	22,6
EP Média	1,6	1,3	1,7	1,8
Desvio Padrão	7,9	6,3	8,4	8,6
Variância	61,8	39,8	70,7	73,6
Coefficiente Variação (CV)	33,8%	25,9%	28,3%	37,9%
Mínimo	10,0	10,0	20,0	10,0
Q1	20,0	20,0	25,0	20,0
Mediana	20,0	25,0	26,5	25,0
Q3	25,0	30,0	30,0	25,0
Máximo	40,0	35,0	60,0	50,0
Amplitude Total (AT)	30,0	25,0	40,0	40,0
Moda	20,0	25,0	25,0	25,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Nota-se também pela variância que a maior dispersão dos dados é na SUB 4, na qual obteve uma variância de 73,6. Além disso, a SUB 4 apresentou um desvio padrão de 8,6, o que indica que os valores dos pesos estabelecidos para essa subcomponente estão distantes da média, ou seja, apresentam um afastamento dos valores quanto à média.

Quanto a aplicação da estatística descritiva no grupo de dados das subcomponentes que constituem a componente “acesso à água”, foi possível fazer inferências pelas medidas de dispersão. Logo, percebe-se na Tabela 13 que a subcomponente 2 obteve $(CV) > 30\%$, o que denota alta variabilidade dos valores em torno da média e uma baixa consistência dos dados. Além disso, observou-se que a maior amplitude total (AT) foi registrada na SUB 2 com um valor de 50.

Tabela 13 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram a componente acesso à água

Estatística Descritiva	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4
Média	28,1	27,1	23,4	21,5
EP Média	1,5	2,0	1,3	1,3
Desvio Padrão	7,3	9,6	6,2	6,2
Variância	53,8	91,1	38,6	38,0
Coeficiente Variação (CV)	26,1%	35,3%	26,6%	28,7%
Mínimo	10,0	10,0	10,0	10,0
Q1	25,0	21,3	20,0	20,0
Mediana	30,0	27,5	22,5	20,0
Q3	30,0	30,0	25,0	25,0
Máximo	40,0	60,0	40,0	40,0
Amplitude Total (AT)	30,0	50,0	30,0	30,0
Moda	30,0	30,0	20,0	20,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ao analisar os resultados das ponderações dos pesos para subcomponentes que compõem a componente meio ambiente, percebe-se na Tabela 14, uma variância alta nas SUB 1 e SUB 5, o que retrata uma maior dispersão dos resultados. Nota-se, também, que os maiores valores de desvio padrão foram registrados nas SUB 1 e SUB 5, respectivamente. Observou-se também, que cerca de 60% das subcomponentes obtiveram $(CV) > 30\%$, o que sugere alta variabilidade nas respostas dos pesos atribuídos pelos especialistas para essas subcomponentes.

Tabela 14 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que compõem a componente meio ambiente

Estatística Descritiva	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5
Média	23,4	18,7	19,5	16,7	21,7
EP Média	2,3	1,3	1,1	1,0	2,2
Desvio Padrão	11,1	6,5	5,4	4,8	10,9
Variância	122,2	42,3	29,6	23,1	117,7
Coeficiente Variação (CV)	47,3%	34,7%	27,9%	28,7%	50,1%
Mínimo	5,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Q1	16,3	15,0	15,4	10,0	17,4
Mediana	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Q3	30,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Máximo	50,0	35,0	30,0	25,0	65,0
Amplitude Total (AT)	45,0	25,0	20,0	15,0	55,0
Moda	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Em razão de algumas componentes e subcomponentes não terem atingido o valor de consenso determinado, necessitou-se a realização de uma segunda rodada de consulta. Assim, os *experts*, em condição de anonimato, foram requeridos a fazer uma nova análise de suas respostas, baseado nos resultados estatísticos de cada resposta do grupo, sendo permitido manter ou alterar a sua resposta. Logo, o processo foi reiniciado até que as componentes alcancem o consenso de $\geq 50\%$. Quanto as considerações e recomendações realizadas pelos *experts* foram avaliadas e quase todas foram atendidas ao término da 1ª rodada do Delphi (Apêndice C).

4.1.2 Consulta de opinião - 2ª rodada do Delphi

A 2ª rodada do Delphi iniciou-se logo depois da conclusão da primeira, com o encaminhamento da matriz de indicadores por correio eletrônico ou entregue de forma impressa, com todas as considerações atualizadas pelos *experts* na etapa anterior. Deste modo, a segunda rodada de consulta de opinião levou 183 dias (de 01/06 a 30/11/2018), incluindo nesse período o encaminhamento do questionário, o preenchimento e retorno das respostas, análise e tabulação dos dados. Assim, as duas etapas realizadas do processo Delphi teve uma duração de 319 dias.

Baseado no período que foi demandado para concluir a consulta Delphi, nota-se que um dos grandes obstáculos para aplicação do método consiste na longa duração do processo. Marques e De Freitas (2018) ressaltam que cada etapa do Delphi pode prolongar-se por muitos meses, e cada questionário requer tempo e atenção por parte dos participantes. Presume-se, que a longa duração estava

associada a extensão do questionário enviado, embora estivesse estruturado, os participantes necessitaram de um tempo maior para preencher a matriz e realizar suas considerações, ou talvez responderam no período que lhe foi mais conveniente.

Na 2ª rodada, o questionário foi enviado a 24 *experts*, sendo que 22 retornaram com os questionários preenchidos, o que indicou um percentual de resposta de 91,6%. Em relação com outras pesquisas, o percentual de respostas da 2ª rodada, foi superior aos resultados obtidos nas pesquisas de Barreto e Moraes (2018), Santiago e Dias (2012), que alcançaram respectivamente, 52,63% de (20), e 46,7% de (15) das respostas. Em contrapartida, Fachine e Moraes (2015) obtiveram um percentual de resposta na segunda rodada de 96,2% de um total de (26) especialistas consultados.

Embora durante a operacionalização do método Delphi a quantidade de *experts* diminuiu entre as duas rodadas de aplicação dos questionários, é importante destacar que o grupo final de *experts* se manteve heterogêneo quanto a área de formação acadêmica, espacialidade geográfica e ainda apresentava uma experiência equilibrada, colaborando para respostas de maior qualidade e obtenção de resultados densos sobre a temática pesquisada (Tabela 15).

Tabela 15 – Composição final dos profissionais e técnicos que participaram de todas etapas do método Delphi

Formação Acadêmica	Número
Agronomia	2
Engenharia Agrícola	2
Engenharia Ambiental	7
Engenharia Civil	6
Engenharia Sanitária	4
Geografia	1

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Do total dos 22 participantes que ficaram até o final do processo Delphi, 68% foram do gênero masculino, e 32% do gênero feminino. Além disso, a distribuição da espacialidade dos participantes foram 50% (n=11) da região Norte, e 50% (n=11) da região Nordeste; quanto ao nível de escolaridade 5% (n=1) possuía graduação, 50% (n=11) mestrado e 45% (n=10) doutorado; a maioria era vinculado a Instituição de Educação Superior (IES) cerca de 55% (n=12), na função de docência, enquanto 32% (n=7) integravam o quadro técnico de órgãos federais, estaduais e municipais, e os demais eram estudantes de doutorado.

Na Tabela 16, são mostrados os valores determinados pelos *experts* para cada componente que compõem o ISHR.

Tabela 16 – Determinação dos pesos das componentes referente a rodada 2 do Delphi

<i>Experts</i>	Componentes				
	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso da água	Acesso à água	Meio Ambiente
	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
E1	20	15	20	25	20
E2	15	20	20	25	20
E3	15	20	20	25	20
E4	15	20	20	25	20
E5	15	20	20	25	20
E6	25	20	20	15	20
E7	15	30	20	30	5
E8	25	20	15	25	15
E9	20	20	20	25	15
E10	20	20	20	20	20
E11	30	30	20	10	10
E12	25	20	20	25	10
E13	15	25	20	25	15
E14	15	30	20	30	5
E15	20	20	20	20	20
E16	30	10	20	20	20
E17	25	25	15	15	20
E18	15	25	15	25	20
E19	15	20	20	25	20
E20	15	20	20	25	20
E21	15	20	20	25	20
E22	15	20	20	25	20

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Constata-se, que os pesos atribuídos pelos *experts* E10 e E15 não foram modificados na segunda rodada Delphi, logo, esses participantes consideraram pesos similares para as componentes, ou seja, não havia na opinião deles nenhuma com maior relevância que a outra. Demonstra-se, também, pelos resultados alcançados na segunda rodada, que as respostas foram mais homogêneas, visto que 36,36% (n=8) dos *experts* tiveram respostas similares quanto aos pesos atribuídos as componentes.

Nota-se na Tabela 17, que todas as componentes ponderadas atingiram o (CC) proposto ($\geq 50\%$), com distinção para componente “uso da água” que aumentou seu nível de (CC) para 86,4%. Ademais, as componentes “recursos hídricos” e “acesso à água” obtiveram desempenhos similares com um (CC) de 63,6%.

Segundo os dados apresentados na Tabela 17, infere-se que a componente “capacidade” obteve o menor percentual do (CC) que foi cerca de 54,5%. Deste modo, pressupõe-se que esse desempenho estaria associado a estabilidade das respostas, uma vez que 59,09% dos pesos atribuídos nas duas rodadas Delphi foram

similares, o que evidencia pouca mudança das respostas dos *experts* entre as rodadas e inexistência de novas contribuições.

Tabela 17 – Matriz de componentes com nível de concordância para rodada 2

Componente	Coefficiente de concordância (CC)
Capacidade	54,5%
Recursos Hídricos	63,6%
Uso da água	86,4%
Acesso à água	63,6%
Meio Ambiente	68,2%

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

⁴ Nota: quando $C_c \geq 50\%$ a concordância é considerada satisfatória. As componentes que obtiveram valores $C_c < 50\%$ devem ser submetidas a outra rodada, devido não ter atendido o nível de concordância entre os *experts* (especialistas e técnicos).

Quanto à aplicação da estatística descritiva para ajudar na realização de inferências sobre as ponderações dos pesos determinados pelos *experts*, nota-se na Tabela 18, que todas as componentes que integravam o ISHR obtiveram um $(CV) \leq 30\%$, que significa moderada variabilidade das respostas dos *experts* em torno da média. Além disso, destaca-se a componente “uso da água” que obteve (CV) de 9,1%, pois, segundo Silva e Cândido (2016), quando o $(CV) < 15\%$, indica baixa dispersão dos dados.

Tabela 18 – Estatística descritiva dos pesos das componentes definido pelo método Delphi referente a rodada 2

Estatística Descritiva	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso	Acesso	Meio Ambiente
Média	19,09	21,36	19,32	23,18	17,05
EP Média	1,1	1,0	0,4	1,0	1,1
Desvio Padrão	5,3	4,7	1,8	4,8	5,0
Variância	27,7	21,9	3,1	22,7	25,4
Coefficiente Variação (CV)	27,6%	21,9%	9,1%	20,6%	29,6%
Mínimo	15,0	10,0	15,0	10,0	5,0
Q1	15,0	20,0	20,0	20,0	15,0
Mediana	15,0	20,0	20,0	25,0	20,0
Q3	25,0	25,0	20,0	25,0	20,0
Máximo	30,0	30,0	20,0	30,0	20,0
Amplitude Total (AT)	15,0	20,0	5,0	20,0	15,0
Moda	15,0	20,0	20,0	25,0	20,0

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Demonstra-se também pelo (CV) que a componente “uso da água” apresenta uma maior homogeneidade do conjunto de dados quando comparada com as outras componentes. Além disso, outras medidas de dispersão, como o desvio padrão e a

variância, indicaram um baixo afastamento dos valores das respostas da componente uso da água com relação à média, visto que obteve os respectivos valores 1,8 e 3,1.

Constata-se na Tabela 18, que a amplitude total (AT) foi menor na componente “uso da água” (5,0). Nota-se, também, pelo desvio padrão, que o resultado observado para a componente “capacidade” (5,3) foi quase três vezes maior que o registrado para a componente “uso da água” (1,8), isto quer dizer que o gerenciamento dos recursos hídricos por partes dos *experts* teve uma variabilidade maior do que a capacidade de uso, ou seja, o consenso no uso é mais fácil de ser resolvido. Assim, pôde-se verificar pelas medidas de dispersão desvio padrão e variância que os dados da componente “capacidade” apresentaram maior afastamento de seus valores em relação à média, quando confrontados com as outras componentes.

Quanto aos resultados dos pesos determinados para as subcomponentes que compõem cada componente do ISHR concernente a segunda rodada Delphi, estão disponíveis no (Apêndice D). Além disso, observa-se, na Tabela 19, que o valor mínimo do coeficiente de concordância ($\geq 50\%$) foi alcançado em todas 21 subcomponentes.

Tabela 19 – Matriz de subcomponentes com nível de concordância para rodada 2

Componente	Subcomponente	Coefficiente de concordância (CC)
Capacidade	SUB 1	63,6%
	SUB 2	63,6%
	SUB 3	54,5%
	SUB 4	59,1%
	SUB 5	50,0%
Recursos Hídricos	SUB 1	54,5%
	SUB 2	63,6%
	SUB 3	59,1%
Uso da água	SUB 1	54,5%
	SUB 2	54,5%
	SUB 3	63,6%
	SUB 4	68,2%
Acesso à água	SUB 1	63,6%
	SUB 2	68,2%
	SUB 3	54,5%
	SUB 4	54,5%
Meio Ambiente	SUB 1	59,1%
	SUB 2	54,5%
	SUB 3	63,6%
	SUB 4	59,1%
	SUB 5	68,2%

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Apoiado no critério definido no início do processo Delphi, que quando as componentes e subcomponentes, alcançassem o nível mínimo de concordância, que

no caso foi de $(CC) \geq 50\%$, o processo Delphi pode ser encerrado. Assim, o processo foi concluído na 2ª rodada. Deste modo, o número de rodada realizada nesse estudo foi convergente com outras pesquisas científicas nas quais demonstraram que o nível de consenso foi alcançado na 2ª rodada, como nos estudos realizados por Yoshinaga *et al.* (2018) e Rozados (2015).

Na Tabela 20, são apresentados os valores da estatística descritiva das subcomponentes para a 2ª rodada.

Tabela 20 – Estatística descritiva dos pesos das subcomponentes que integram as componentes do ISHR

Componente	Subcomponente	Estatística Descritiva												
		Média	EP Média	Desvio Padrão	Variância	CV (%)	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Amplitude Total (AT)	Moda	
Capacidade	SUB 1	26,8	1,0	4,8	22,7	17,8	15,0	23,8	30,0	30,0	30,0	15,0	30,0	
	SUB 2	18,4	0,9	4,2	17,6	22,8	10,0	15,0	20,0	20,0	30,0	20,0	20,0	
	SUB 3	19,8	1,2	5,5	29,7	27,6	10,0	15,0	20,0	20,0	30,0	20,0	20,0	
	SUB 4	20,9	1,0	4,5	20,6	21,7	15,0	20,0	20,0	20,0	21,3	30,0	15,0	20,0
	SUB 5	14,1	1,0	4,5	20,6	32,2	10,0	10,0	12,5	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
Recursos Hídricos	SUB 1	34,6	1,3	6,2	37,9	17,8	20,0	30,0	37,5	40,0	40,0	20,0	40,0	
	SUB 2	36,8	1,0	4,8	22,7	13,0	30,0	30,0	40,0	40,0	40,0	10,0	40,0	
	SUB 3	28,6	1,5	6,9	48,1	24,2	20,0	20,0	30,0	30,0	50,0	30,0	30,0	
Uso da água	SUB 1	23,8	1,3	6,0	35,6	25,0	20,0	20,0	20,0	25,0	40,0	20,0	20,0	
	SUB 2	25,5	1,0	4,6	21,2	18,1	10,0	25,0	25,0	30,0	30,0	20,0	25,0	
	SUB 3	28,2	1,7	8,1	65,6	28,7	20,0	25,0	25,0	30,0	60,0	40,0	25,0	
	SUB 4	22,5	1,4	6,3	39,9	28,1	10,0	23,8	25,0	25,0	30,0	20,0	25,0	
Acesso à água	SUB 1	27,0	1,1	5,0	25,4	18,6	10,0	25,0	30,0	30,0	30,0	20,0	30,0	
	SUB 2	27,3	1,3	5,9	35,1	21,7	10,0	25,0	30,0	30,0	35,0	25,0	30,0	
	SUB 3	23,2	1,3	6,3	39,4	27,1	10,0	20,0	20,0	25,0	40,0	30,0	20,0	
	SUB 4	22,5	1,2	5,5	30,4	24,5	15,0	20,0	20,0	25,0	40,0	25,0	20,0	
Meio Ambiente	SUB 1	22,6	1,4	6,4	41,3	28,5	10,0	20,0	20,0	30,0	35,0	25,0	20,0	
	SUB 2	19,6	1,1	5,3	28,4	27,2	10,0	15,0	20,0	20,0	35,0	25,0	20,0	
	SUB 3	19,1	0,6	2,9	8,7	15,4	15,0	15,0	20,0	20,0	25,0	10,0	20,0	
	SUB 4	17,6	0,9	4,0	16,0	22,6	10,0	15,0	20,0	20,0	25,0	15,0	20,0	
	SUB 5	21,1	1,3	6,1	36,9	28,8	10,0	20,0	20,0	20,0	40,0	30,0	20,0	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quanto à aplicação da estatística descritiva no grupo de dados ligados as subcomponentes, observa-se na Tabela 20, que 4,8% (n=1) das subcomponentes apresentaram $(CV) \geq 30\%$, demonstrando uma alta variabilidade, enquanto 95,2% (n=20) obtiveram um $(CV) \leq 30\%$, o que denota moderada variabilidade dos valores dos pesos em torno da média das respectivas subcomponentes. Assim, notou-se que a SUB 2 da componente “recursos hídricos” apresentou uma baixa variabilidade das respostas, visto que obteve um $(CV) \leq 15\%$.

Embora as medidas de dispersão tenham sido utilizadas como um critério complementar para ajudar na análise das respostas dos integrantes da consulta Delphi, optou-se por manter e considerar a SUB 5 da componente capacidade, posto que obteve um valor (32,2%) um pouco superior ao limite de $(CV) \geq 30\%$. Além disso, observou-se que a SUB 5 da componente “capacidade” atendeu o nível de concordância estabelecido nesta pesquisa e apresentou estabilidade nas respostas, visto que foi constatado poucas contribuições e mudanças nas respostas dos *experts* entre a 1ª e 2ª rodada realizada.

A matriz final dos indicadores foi constituída pelo processo de validação externa dos indicadores através da consulta de *experts*, sendo utilizado como critérios principais o nível de concordância e estabilidade das respostas, e de forma auxiliar as medidas de dispersão que mostraram uma certa homogeneidade nas respostas. Assim, a matriz final de indicadores de sustentabilidade hídrica rural (ISHR) está exposta nos Quadros 13–17.

A escolha da medida de tendência central mais adequada para o conjunto de dados que integraram o ISHR (componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis) foi baseado em dois critérios sugeridos por Ayres (2012), a saber, a escala de mensuração dos dados, ou seja, se são qualitativos ou quantitativos, e a forma de distribuição dos valores.

Segundo Ayres (2012) a média aritmética deve ser selecionada para representar o conjunto de dados quando esses forem quantitativos e a distribuição dos pesos é simétrico ou quase simétrico. Além disso, apesar da média ser influenciada por valores extremos (*outliers*), é robusta, visto que poucas assimetrias não alteram muito a média (PADILHA, 2019). Assim, apoiado nesses critérios selecionou-se a média aritmética, visto que os dados utilizados na pesquisa são quantitativos e o somatório da distribuição dos pesos das componentes e subcomponentes que compõem o ISHR deve ser igual a 100.

Quadro 13 – Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente capacidade (C_1)

COMPONENTE CAPACIDADE (C_1)		Peso (P_1)	19,09				
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIAVEIS	NOTA			
Nome	Peso						
EDUCAÇÃO	26,8	Grau de escolaridade	NS/NR	0			
			Não alfabetizado	2			
			Ensino Fundamental Incompleto	4			
			Ensino Fundamental Completo	5			
			Ensino Médio Incompleto	6			
			Ensino Médio Completo	7			
			Ensino Superior Incompleto	8			
			Ensino Superior Completo	10			
		Crianças em idade escolar	Todas estudando	10			
			Não tem crianças	10			
			Algumas estudando	5			
			Nenhuma estudando	0			
			HABITAÇÃO E PROPRIEDADE	18,4	Situação fundiária/ Condição de moradia	Proprietário	10
						Morador	4
Meeiro	3						
Arrendatário	6						
Posseiro	2						
Parceiro	5						
Assentado pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA)	8						
Comodatário	3,7						
Uso coletivo	4						
NS/NR	2						
Tempo de vivência na comunidade	Menos de 5 anos	2					
	Entre 5 a 10 anos	4					
	Entre 10 a 20 anos	6					
	Entre 20 e 30 anos	8					
	Mais de 30 anos	10					
Tipo de construção da residência	Alvenaria	10					
	Madeira	6					
	Mista (Alvenaria/Madeira)	7					
	Lona Plástica	2					
	Pau a pique	4					

COMPONENTE CAPACIDADE (C ₁)		Peso (P ₁)		19,09
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
ASPECTOS SOCIOECONÔMICO	19,8	Renda mensal	Sem renda	0
			1/2 de um salário mínimo	2
			Até um salário mínimo	4
			De 1 a 2 salários mínimos	6
			De 2 a 3 salários mínimos	8
			Mais de 3 salários mínimos	10
		Origem da renda familiar	Atividade desenvolvida na propriedade	8
			Familiares que trabalham fora da propriedade	2
			Programa de assistência social governamental	6
			Aposentadoria de membro da família/Pensão	7
			Funcionário público	10
			Artesanato	6
			Outros	4
		Contemplado com programa de assistência social	Sim	8
			Não	2
		Desenvolvimento de atividade econômica	Sim	8
			Não	2
		Atividade (s) econômica (s) desenvolvida (s) na(s) comunidade/propriedade	Criação de animais	8
			Cultivos de subsistência	4
			Cultivos comerciais	10
Extrativismo	5			
Artesanato	6			
Pesca	7			
Apicultura	6			
Outros	2			
SAÚDE	20,9	Existência de posto de saúde	Sim	8
			Não	2
		Frequência de atendimento médico na comunidade	Diariamente	10
			Semanalmente	8,2

COMPONENTE CAPACIDADE (C ₁)		Peso (P ₁)		19,09
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
			Quinzenalmente	6,5
			Mensalmente	4
			Não há	2
INSTITUCIONAL	14,1	Articulação com algum órgão ou entidade	Sim	8
			Não	2
		Existência de associação ou cooperativa na comunidade	Sim	8,2
			Não	1,8
		Participação na associação ou cooperativa na comunidade	Sim	7,5
			Não	2,5

Quadro 14 – Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente Recursos Hídricos (C₂)

COMPONENTE RECURSOS HÍDRICOS (C₂)		Peso (P₂)	21,36	
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIAVEIS	NOTA
Nome	Peso			
QUALIDADE DA ÁGUA	34,6		Doce	10
			Salina	6
			Salobra	2
			Amargo (com ferro)	4
			Não sabe responder	0
		Cor da água	Clara	10
			Esverdeada	5
			Turva	6
			Espumosa	3
			Lamacenta	2
			Amarelada	7
		Análise físico-química e bacteriológica da água	Outros	1
			Sim	10
			Às vezes	5
		Percepção sobre a qualidade da água	Não	2
			Excelente	10
			Boa	8
Regular	6			
Ruim	4			
Desinfecção da água	Péssima	2		
	Sim	8,7		
Ocorrência de doenças de veiculação hídrica	Não	1,3		
	Sim	1,8		
	Não	8,2		
FONTE HÍDRICA	36,8	Fontes existentes para captação de água na comunidade	Rios perenes	10
			Rios intermitentes	8
			Poço tubular (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)	9
			Poço escavado (cacimba, cacimbão e amazonas)	5
			Cisterna de placa (água de chuva)	7

			Barragem / represa de água	6		
			Açude (pequeno e/ou médio)	5		
			Igarapé	4		
			Barragem subterrânea	3		
			Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra)	2		
		Disponibilidade de água no período menos chuvoso	Sim	8,2		
			Não	1,8		
				Fonte hídrica utilizada no abastecimento da residência	Rios perenes	10
					Rios intermitentes	8
					Poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas)	5
Poço tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)	9					
Cisterna de placa (água de chuva)	7					
Barragem / represa (água)	6					
Açude (pequeno e/ou médio)	5					
Igarapé	4					
Barragem subterrânea	3					
Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra)	2					
MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS	28,6	Armazenamento de água na residência	Caixa d'água	10		
			Cisterna	8		
			Tanque	6		
			Tambor	5		
			Balde	4		
			Pote	3		
			Outros	2		
		Realização de capacitação de manejo e conservação de água	Sim	8,2		
			Não	1,8		
		Encarregado (a) do gerenciamento da água	Esposo	8,8		
			Esposa	8,9		
			Filho	6,5		
			Idoso	4		

Quadro 15 – Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente Uso da água (C₃)

COMPONENTE USO (C₃)		Peso (P₃)		19,32
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
CONSUMO DE ÁGUA PARA USO DOMÉSTICO	23,8	Consumo médio diário de água (por economia)	Até 100 L	6
			100 L à 150 L	8
			150 L à 200 L	10
			200 L à 250 L	4
			Acima de 250 L	2
		Atividade doméstica de maior consumo de água na residência	Água de beber	10
			Preparo de alimentos	8
			Higienização corporal e bucal	6
			Lavagem de roupa	4
			Limpeza de casa e utensílios de cozinha	5
Outros		2		
USOS MÚLTIPLOS E CONFLITOS	25,5	Uso da água para mais de uma finalidade	Sim	7,2
			Não	2,8
		Conflitos pela água	Sim	1,8
			Não	8,2
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	28,2	Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades	Excede às necessidades (abundância)	10
			Satisfaz plenamente	7,8
			Satisfaz com limitações	6,3
			Não satisfaz (escassez)	1,6
		Disponibilidade de água para implementar projeto de irrigação	Sim	8,2
			Não	1,8
PERCEPÇÃO SOBRE USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	22,5	Faz racionalização do uso da água	Sim	8,2
			Não	1,8
		Faz reuso de água	Sim	6,5
			Não	3,5

Quadro 16 – Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente Acesso à água (C4)

COMPONENTE ACESSO (C4)		Peso (P4)	23,18	
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIAVEIS	NOTA
Nome	Peso			
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	27,0	Acesso à rede de abastecimento de água	Sim	8,2
			Não	1,8
		Período de recebimento de água	Diário	10
			Semanal	8,0
			Quinzenal	6,0
			Mensal	4,0
			Outros	2,0
ESGOTO SANITÁRIO	27,3	Conhece o destino do esgoto sanitário	Sim	7,6
			Não	2,4
		Destino do efluente sanitário	Coleta pública	10
			Fossa séptica e/ou fossa séptica biodigestora	8,2
			Fossa negra e/ou rudimentar	1,8
			Vala a céu aberto	0
			Lançado em um manancial próximo	0
			Outros	0
		Localização e tipo de instalação sanitária	Interno e instalação limpa (torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário, descarga)	8,2
			Externo e instalação não limpa (campo aberto, balde, sem torneira, pia, chuveiro e vaso sanitário)	1,8
TRANSPORTE DA ÁGUA DO MANANCIAL PARA RESIDÊNCIA	23,2	Distância média da fonte hídrica até a residência	> 1 km	2,5
			< 1 km	5,0
			Até 100 m	7,5
			Múltiplas torneiras instaladas no domicílio	10
		Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água	> 30 min.	2,5
			< 30 min.	5,0
			Até 5 min.	7,5

COMPONENTE ACESSO (C ₄)		Peso (P ₄)		23,18
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
		Quantidade de vezes durante o dia para buscar água	Água encanada	10
			Água bombeada	10
			1 vez	8
			2 vezes	6
			3 vezes	4
			> 3 vezes	2
		Meio de transporte utilizado para levar a água da fonte até o domicílio	Bomba de água	10
			Carro próprio ou pipa	8
			Com moto	6
			Por animais	5
			Com bicicletas	4
			Com mané-magro	3
			Carregando nas mãos, ombros ou cabeça	2
ACESSO A COMUNIDADE	22,5	Condição de acesso à comunidade	Excelente	10
			Boa	8
			Regular	6
			Ruim	4
			Péssima	2

Quadro 17 – Matriz de indicadores do ISHR, com base na componente Meio Ambiente (C₅)

COMPONENTE MEIO AMBIENTE (C ₅)		Peso (P ₅)		17,05
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR AGROQUÍMICOS	22,6	Utilização de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças nas lavouras (fungicida, inseticida e herbicida)	Sim	2,3
			Não	7,7
		Utilização de fertilizantes químicos nas lavouras	Sim	2
			Não	8
DEGRADAÇÃO DO SOLO	19,6	Queimada	Sim	2,3
			Não	7,7
		Desmatamento	Sim	2,5
			Não	7,5
		Processo de erosão do solo	Sim	3,3
			Não	6,7
MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO	19,1	Uso e ocupação do solo no lote ou parcela de terra	Lavoura Permanente	5,4
			Lavoura Temporária	5,5
			Pastagem	2
			Silvicultura	6,2
			Áreas não agrícolas	5,2
			Sistema agroflorestal	7,3
			Espelho d'água	8
			Vegetação nativa	8,5
		Utilização de práticas conservacionistas do solo	Sim	8,2
			Não	1,8
		Rotação ou consorciação de cultivos	Sim	7,5
			Não	2,5
		Plantio direto	Sim	7,8
			Não	2,2
		Pousio da terra	Sim	8,2
			Não	1,8
Preparo do solo com grades e discos	Sim	3,2		
	Não	6,8		
CONHECIMENTO SOBRE AS QUESTÕES AMBIENTAIS	17,6	Tem conhecimento sobre questões ambientais	Sim	7,7
			Não	2,3
			Outros	2

COMPONENTE MEIO AMBIENTE (C ₅)		Peso (P ₅)		17,05
SUBCOMPONENTE		INDICADORES	VARIÁVEIS	NOTA
Nome	Peso			
RESÍDUOS SÓLIDOS	21,1	Separa o lixo seco e lixo úmido	Sim	7,8
			Não	2,2
		Faz reaproveitamento dos resíduos	Sim	8,2
			Não	1,8
		Destinação dos resíduos sólidos das residências	Coleta pública	10
			Queima	8
			Enterra	5
			Lança no rio	3
Lança no quintal	4			
	Lixão	2		

Observa-se, na matriz final que as componentes e subcomponentes obtiveram pesos diferentes, isto é, os *experts* consideraram que existe componente e subcomponente com nível de relevância diferente, ou seja, um maior que o outro. Examinando-se o conjunto de componentes em suas matrizes, verificou-se que os valores de seus pesos apresentaram uma amplitude total (AT) de 6,13, visto que essa é a diferença entre o maior e o menor valor observado para cada componente que integram o ISHR. Nota-se que a componente “acesso à água” obteve o maior peso com 23,18, enquanto a componente “meio ambiente” obteve o menor peso com 17,05.

Percebe-se nas matrizes de indicadores que alguns componentes apresentaram pesos quase similares, a saber, “capacidade” e “uso da água”, as quais obtiveram 19,09 e 19,32, respectivamente. Ademais, essas componentes apresentaram valores distintos quando comparadas com as outras, indicando que os especialistas as consideraram com um grau de relevância intermediário, visto que obtiveram um valor superior à componente “meio ambiente”, a qual obteve um peso de 17,05.

Os resultados obtidos nesse estudo para as componentes, “uso da água”, “acesso à água” e “meio ambiente”, apresentaram diferenças mínimas de seus pesos quando relacionadas com algumas dimensões utilizadas no estudo de Ogata *et al.* (2016), no qual adaptaram o IPH para bacia hidrográfica do rio Paraíba, localizado no estado da Paraíba, Brasil. Assim, na pesquisa desenvolvida por Ogata *et al.* (2016), as componentes do IPH (componente principal do desenvolvimento sustentável), tiveram os respectivos pesos: 19,0; 24,0 e 18,0.

Ogata *et al.* (2016), empregaram uma técnica de análise multivariada, a saber, análise de componente principal (ACP), para definir os pesos das componentes listadas acima. A escala espacial do ISHR foi em comunidades rurais, enquanto no estudo de Ogata *et al.* (2016) a espacialidade da realização da pesquisa foi em uma bacia hidrográfica, bem como os métodos utilizados para estabelecer os pesos das componentes foram diferentes (método Delphi e componente principal, respectivamente), constatou-se que algumas componentes que integram os dois índices apresentaram pequenas diferenças quando comparadas.

Todas as componentes que integram o ISHR foram consideradas útil para colaborar e melhorar eficácia da gestão da água no nível da comunidade rural. Entretanto, pressuponha-se que as componentes, “acesso à água” e “recursos hídricos” alcançaram maior relevância na mensuração dos pesos em razão de

aspectos que abrangem o progresso do fornecimento de água no nível da comunidade, ao considerar a existência ou não de abastecimento de água, já que é uma variável indispensável, bem como situação do esgoto sanitário das residências, transporte da água do manancial até a residência, qualidade da água consumida pela população, disponibilidade física de água nas comunidades para garantir o suprimento hídrico e a forma de manejo da água realizado pela população, posto que consistem em condições necessárias para uma qualidade de vida adequada para os comunitários e suas atividades elementares.

Com relação à aplicação de métodos holísticos, a principal dificuldade consiste na ausência de banco de dados em plataformas de entidades ou órgãos governamentais, e não governamentais, para analisar a sustentabilidade hídrica das comunidades rurais de forma anual ou sazonal. Assim, neste estudo, foram apresentados resultados para um período específico, sendo necessário a realização de um censo local para organização de um banco de dados. Essa proposta de levantamento não possibilita gerar uma análise por diversos anos e observar as modificações que ocorrem no decorrer do tempo, pois teria que inserir a variabilidade da variável temporal em cada componente e subcomponentes, gerando um índice onde seria agregado a dinâmica, ou variabilidade de cada variável ao longo do tempo, o resultado seria um índice agregado.

Em particular, o ISHR apresentou duas dificuldades, sendo que a primeira consiste na necessidade de utilizar dados primários para o seu desenvolvimento, visto que os indicadores que integram não possuem informações disponíveis para o seu cálculo. O segundo obstáculo foi a inviabilidade de aplicação de métodos multivariados para mensuração dos pesos das componentes e subcomponentes, em razão que os dados empregados não estão disponíveis em base de dados governamentais e não governamentais. Portanto, a alternativa utilizada para resolver o problema da determinação dos pesos das componentes, subcomponentes e indicadores foi recorrer à utilização do método Delphi.

Constatou-se no final do processo Delphi que sugerir um grupo fixo de indicadores para uma escala de comunidade rural necessitou de esforços, uma vez que existe uma carência de dados em plataformas de órgãos governamentais e não governamentais ao abranger áreas rurais. Assim, pode-se induzir que caso as informações concernentes aos indicadores que compõem o ISHR estivessem disponíveis, beneficiaria na economia de tempo e custo na realização da pesquisa.

No tocante aos pontos fortes do ISHR, destaca-se a viabilidade de realizar uma abordagem de natureza holística, estruturada e avaliações locais, que permite fazer uma vasta discussão a respeito da gestão e sustentabilidade, para melhorar o planejamento e a política de gestão da água nas comunidades rurais. Assim, a abordagem pode ser feita de forma estruturada e apoiada nos indicadores, possibilitando a representação dos dados em unidade familiar ou por comunidade, combinado de diversas formas para explorar a gestão e sustentabilidade da água não somente geograficamente, todavia com relação aos distintos grupos inseridos no local.

Por fim, o conjunto de indicadores foram selecionados de forma que pudessem atender os objetivos da pesquisa. Assim, admite-se que foi preparado um conjunto extenso de dados para analisar a maior quantidade possível de aspectos da situação dos comunitários de cada comunidade investigada quanto à gestão e à sustentabilidade da água.

4.2 Características socioeconômica da população rural

Para determinação do ISHR foram entrevistadas 370 pessoas em comunidades rurais localizadas no município de Pombal-PB, enquanto nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA foram entrevistados 380 comunitários. No Apêndice E, é apresentada a quantidade de entrevistas realizadas por comunidade rural. Na Tabela 21, apresenta-se as informações de gênero, idade, classe racial e situação civil dos entrevistados das comunidades rurais de ambos municípios.

Dos 370 comunitários entrevistados nas 26 comunidades rurais do município de Pombal-PB, 46,22% são do sexo masculino e 53,78% do sexo feminino, enquanto dos 380 entrevistados das 16 comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, 56,84% foram do sexo masculino e 43,16% do sexo feminino. Pode-se inferir que os entrevistados do gênero feminino nas comunidades rurais de Pombal-PB foi superior ao masculino, enquanto os entrevistados do gênero masculino das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA mostrou-se superior ao feminino.

O fato da população masculina entrevistada ter sobressaído à feminina nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA não é algo restrito a essa pesquisa, visto que Valente, De Oliveira e Vieira (2016) observaram resultados similares no estudo realizado em uma comunidade rural da Amazônia Oriental, nos quais

verificaram a predominância de entrevistados do sexo masculino com 72,3%, enquanto 27,7% eram do sexo feminino. Já Silva, Alves e Portilho (2016), fizeram uma pesquisa na comunidade rural do Baixo Rio Araguari no município de Ferreira Gomes-AP, no qual entrevistaram 385 moradores, dos quais 57,2% eram do sexo masculino e 42,8% do feminino. Quanto a faixa etária dos entrevistados, constatou-se que a maioria em Pombal-PB (50,54%) e em Santa Luzia do Pará-PA (55,79%) possuíam entre 30 a 59 anos.

Tabela 21 – Características socioeconômica dos entrevistados das comunidades rurais dos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA

Descritor	Pombal-PB		Santa Luzia do Pará-PA	
	Número de entrevistado	Percentual	Número de entrevistado	Percentual
Sexo				
Homem	171	46,22%	216	56,84%
Mulher	199	53,78%	164	43,16%
Faixa etária				
Até 19 anos	8	2,16%	9	2,37%
20 a 29 anos	37	10,00%	38	10,00%
30 a 59 anos	187	50,54%	212	55,79%
60 a 79 anos	113	30,54%	108	28,42%
≥ 80 anos	25	6,76%	13	3,42%
Classificação racial				
Branco	99	26,76%	73	19,21%
Preto	81	21,89%	65	17,11%
Pardo	170	45,95%	232	61,05%
Amarelo	15	4,05%	2	0,53%
Indígena	1	0,27%	2	0,53%
Outro	4	1,08%	6	1,58%
Estado civil				
Solteiro (a)	56	15,14%	56	14,74%
Casado (a)	254	68,65%	295	77,63%
Viúvo (a)	38	10,27%	25	6,58%
Divorciado (a)	22	5,95%	4	1,05%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto à classificação racial, observou-se que a maioria dos entrevistados das comunidades rurais de Pombal-PB, se declararam pardos (45,95%), brancos (26,76%) e pretos (21,89%). Já em Santa Luzia do Pará-PA, a maioria dos comunitários se identificaram como pardos (61,05%), brancos (19,21%) e pretos (17,11%).

Com relação à situação civil dos entrevistados, verificou-se a predominância de pessoas casadas, visto que o percentual dessas pessoas nas comunidades de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA foram de (68,65%) e (77,63%), respectivamente.

4.3 Desempenho das comunidades quanto as componentes do ISHR

4.3.1 Desempenho da componente capacidade

O desempenho das comunidades rurais estudadas no tocante a componente capacidade para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB é apresentado na Tabela 22. Assim, nessa componente foram retratados assuntos concernentes a educação, habitação e propriedade, aspectos socioeconômicos, saúde e situação institucional. Nota-se que as comunidades rurais dos municípios obtiveram dois níveis de classificações (potencialmente sustentável e intermediário).

O valor médio obtido da componente “capacidade” para as comunidades rurais do município de Pombal-PB foi igual a 5,6, o que indicou um desempenho intermediário, por outro lado, o valor médio da componente capacidade, alcançado para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA foi igual a 5,5, o que mostrou também um desempenho intermediário, o que indicou uma situação regular da capacidade das pessoas em gerenciar a água (Tabela 22).

Os valores médios da componente capacidade obtidos para as comunidades de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, foram inferiores ao encontrado por Brito *et al.* (2020), que observaram um valor igual 6,6, isto é, uma boa situação, enquanto, os valores aqui obtidos foram superiores aos alcançados por Lerner e Ferreira (2016), que obtiveram um valor igual a 3,23, classificado como ruim, tal como ao resultado alcançado por Crispim *et al.* (2020) que foi de 4,7, classificado também como regular.

Uma análise detalhada do desempenho das comunidades rurais na componente “capacidade” por município, mostrou que 19,2% (n=5) das comunidades rurais de Pombal-PB foram classificadas em potencialmente sustentável, enquanto 80,8% (n=21) em situação intermediária. Em contrapartida, percebeu-se que 87,5% (n=14) das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA alcançaram uma classificação intermediária e 12,5% (n=2) potencialmente sustentável.

Os resultados da Tabela 22, também indicaram que as comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras (7,2), Cachoeira e Coatiba (6,9) localizadas no município de Pomba-PB apresentaram desempenhos superior as demais comunidades. Pode-se concluir que a estrutura organizacional dessas comunidades é mais robusta, pois apresentaram um maior número de família e contavam com serviços públicos de educação e saúde, o que colaborou para um bom desempenho dessas subcomponentes. Além disso, a forma de organização da população através de suas

associações rurais fortaleceu o desenvolvimento das potencialidades das comunidades de Várzea Comprida dos Oliveiras, Cachoeira e Coatiba, que contribuiu para o desenvolvimento local.

Tabela 22 – Desempenho da componente capacidade para as comunidades rurais

Mun.	Comunidades Rurais	Média da comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	6,5	Potencialmente Sustentável
	Broca	6,2	Potencialmente Sustentável
	Cantã	4,6	Intermediário
	Fuzil	5,3	Intermediário
	KM 18 (Santa Maria)	5,9	Intermediário
	Mucurateua	5,0	Intermediário
	Pau D'arco	5,1	Intermediário
	Piracema	5,3	Intermediário
	Pitoró	5,9	Intermediário
	Quilombola Jacarequara	5,5	Intermediário
	Quilombola Pimenteira	5,7	Intermediário
	São João do Caeté	5,3	Intermediário
	Tamancuoca	6,0	Intermediário
	Tentugal	5,8	Intermediário
	Vila Caeté	4,6	Intermediário
	Vila Estiva	5,5	Intermediário
	ISHR médio-componente	5,5	Intermediário
Pombal - PB	Alagadiço	5,7	Intermediário
	Assent. Jacú	5,4	Intermediário
	Assent. Margarida Maria Alves	5,6	Intermediário
	Assent. Santa Mônica	5,9	Intermediário
	Cachoeira	6,9	Potencialmente Sustentável
	Cajazeiras do Batista	4,6	Intermediário
	Coatiba	6,9	Potencialmente Sustentável
	Estrelo	5,5	Intermediário
	Flores	5,4	Intermediário
	Forquilha Grossa	4,5	Intermediário
	Gado Bravo	5,0	Intermediário
	Jenipapo	5,1	Intermediário
	Juá	5,5	Intermediário
	Lagoa dos Basílio	4,2	Intermediário
	Logradouro	6,0	Intermediário
	Maniçoba	5,5	Intermediário
	Mofumbo	5,3	Intermediário
	Pinhões	5,4	Intermediário
	Riachão de Cima	5,7	Intermediário
	Riacho do Alagadiço	6,4	Potencialmente Sustentável
	São José dos Alves	5,0	Intermediário
	São Pedro	5,7	Intermediário
	Triângulo	6,0	Intermediário
	Trincheira	5,7	Intermediário
	Várzea Compridas dos Leite	6,6	Potencialmente Sustentável
	Várzea Comprida dos Oliveiras	7,2	Potencialmente Sustentável
	ISHR médio-componente	5,6	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

⁵ Nota: Mun. = Município.

A inferência relatada acima sobre a quantidade de famílias e a estrutura organizacional quanto ao desenvolvimento local é corroborada por outras pesquisas, como, Dantas Neto *et al.* (2013) nos quais realizaram um estudo em 154 comunidades rurais, situadas em três municípios do estado do Ceará, no qual observaram que quanto maior for a quantidade de habitantes em uma comunidade melhor seria sua condição de abastecimento, visto que, a extensão do sistema é estabelecido pela quantidade de famílias a ser atendida e influência pontualmente nos gastos de investimento e no rateio dos custos de funcionamento, reparo e gestão das soluções alternativas. Aleixo *et al.* (2016), constataram que as populações mais desfavorecidas economicamente mantêm-se à margem de diversas melhorias verificadas em um período recente.

Quanto ao grau de escolaridade dos entrevistados das comunidades rurais, contatou-se um baixo nível de escolaridade, conforme verifica-se na Tabela 23. Assim, observou-se que essa é uma particularidade em comum tanto nas comunidades rurais situadas no município de Pombal-PB como em Santa Luzia do Pará-PA. Percebeu-se que a maioria dos indivíduos entrevistados nas comunidades rurais de Pombal-PB não eram alfabetizados ou apenas possuíam o ensino fundamental incompleto, com 42,0% e 22,0%, respectivamente. Em contrapartida, o percentual de indivíduos entrevistados analfabetos ou com apenas o ensino fundamental incompleto nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA foram de 28,0% e 45,0%, respectivamente.

Tabela 23 – Nível de escolaridade da população das comunidades rurais

Grau de escolaridade	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Não alfabetizado	42,0%	28,0%
Ensino Fundamental Incompleto	22,0%	45,0%
Ensino Fundamental completo	11,0%	8,0%
Ensino Médio Incompleto	8,0%	4,0%
Ensino Médio completo	12,0%	11,0%
Ensino Superior Incompleto	4,0%	0,0%
Ensino Superior completo	1,0%	4,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Estudos realizados em comunidades rurais situadas nas regiões Norte e Nordeste, corroboram com os resultados dessa pesquisa, como de Guimarães *et al.* (2009), Neu *et al.* (2016), Santos *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2019), no qual observaram baixíssimos níveis de escolaridades dos sujeitos participantes de suas pesquisas.

Guimarães *et al.* (2009) constataram em sua pesquisa que na comunidade rural de São João do Caeté, localizada em Santa Luzia do Pará-PA, onde aproximadamente 26,0% da população entrevistada disse ser analfabeta. No estudo feito por Neu *et al.* (2016) na Ilha das Onças, Barcarena, Pará, observou-se que os participantes possuíam baixo nível de escolaridade, em que 15,0% dos líderes de família somente subscreviam o nome, 41,0% não terminaram as séries iniciais do ensino fundamental e somente 22,0% finalizaram o ensino médio.

Vasconcelos *et al.* (2017), fizeram um estudo na comunidade rural denominada Laranjal, situada no município de Santarém, onde observaram alguns problemas que possivelmente estariam associados à baixa escolaridade dos habitantes, como a oferta de ensino apenas nas séries de 1.^a a 4.^a, o que revelou a necessidade de se deslocar para uma comunidade próxima que ofertasse o ensino desde educação infantil até o ensino médio, e a dificuldade em conseguir professores predispostos a ministrar aulas nas comunidades.

Segundo Guimarães *et al.* (2009), a necessidade dos estudantes das comunidades rurais em locomove-se até a sede dos municípios para dar prosseguimento aos estudos colaborava com a evasão escolar devido à incompatibilidade de suas atividades (cultivos agrícolas e pesca) com os horários dos ônibus que os transportava até as unidades de ensino. Assim, observaram que esse problema afeta especialmente alunos que não são beneficiados com programas de transferência de renda.

Para Vasconcelos *et al.* (2017) o problema da baixa escolaridade nas comunidades rurais da Amazônia pode estar ligado ao orçamento familiar, visto que os homens normalmente escolhem trabalhar ao invés de estudar, para colaborar no sustento da família, motivo pelo qual raramente frequentam a escola ou universidade.

Na pesquisa realizada por Silva *et al.* (2019), no Assentamento Santa Mônica em Pombal-PB, foi constatado que a maior parte dos sujeitos entrevistados 52,0% tinham somente o ensino fundamental incompleto e 33,0% eram analfabetos. Assim, ao confrontar esses resultados com os dessa pesquisa, percebeu-se uma certa semelhança, uma vez que 42,0% da população das comunidades estudadas de Pombal-PB, disseram ser analfabetas, enquanto 22,0% não concluíram o ensino fundamental.

Santos *et al.* (2016), realizaram um estudo em uma localidade no município de Ribeira do Amparo, Sertão nordestino, no qual observaram que 36,0% (n=50) da

população estudada, eram analfabetas. Cenário que converge com os resultados dessa pesquisa. Ainda segundo esses autores, a baixa escolaridade estava relacionada a necessidade de várias pessoas que residem na zona rural precisavam trabalhar na propriedade, no cultivo de culturas de subsistência ou manejando seus animais, necessitando dedicação em uma boa parte do tempo do dia, o que resultava no abandono dos estudos.

Nesse estudo, constatou-se por relatos da população entrevistada que os principais obstáculos que contribuíram no abandono da escola ou não ter concluído o ensino fundamental ou médio estava associado às reprovações seguidas, resistência em se deslocar da comunidade até a sede municipal, ajudar os pais nas atividades agrícolas, colaborar nas atividades domésticas como coletar, esperar e transportar água de uma determinada fonte até a residência, procurar emprego fora da localidade ou município, para auxiliar no sustento da casa e complementar a renda mensal, entre outras necessidades da família.

Quanto ao tempo que os moradores residem nas comunidades rurais, constatou-se que a maioria dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, residiam a mais de 30 anos (41,0%), e outros entre 20 a 30 anos (21,0%). Resultados similares foram observados para a população rural de Santa Luzia do Pará-PA, visto que (57,0%) dos entrevistados residiam mais de 30 anos nas comunidades, enquanto outros entre 20 a 30 anos (21,0%), conforme observado na Tabela 24. Além disso, pelos resultados, verificou-se que mais de 92% dos moradores das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA residiam mais de 10 anos em suas localidades. Para Brito *et al.* (2020) quando indivíduos estão fixados a décadas em um determinado local, podem colaborar para uma melhor percepção dos problemas defrontados diariamente.

Tabela 24 – Quantidade de anos que os entrevistados residem nas comunidades

Período	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Menos de 5 anos	7,0%	3,0%
Entre 5 e 10 anos	12,0%	5,0%
Entre 10 e 20 anos	19,0%	14,0%
Entre 20 e 30 anos	21,0%	21,0%
Mais de 30 anos	41,0%	57,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados obtidos quanto ao tempo de residência dos entrevistados nas comunidades estudadas, apresentou semelhança com os resultados do estudo de

Araújo *et al.* (2017), no qual realizaram um estudo com agricultores na comunidade Quilombola Abacatal, no município de Ananindeua, estado do Pará, nos quais observaram que somente 10,3% residiam menos de 10 anos e 33,4% moravam a mais de 40 anos na comunidade.

Quanto ao tipo de construção dos domicílios, constatou-se que as comunidades estudadas apresentaram resultados similares, visto que, a maioria das moradias dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB são de alvenaria/tijolo (98,0%), enquanto nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA foi (74,0%), o que demonstrou melhores situações de salubridade ambiental e diminuição de focos de vetores (BRITO *et al.*, 2020; PASTERNAK, 2016). Todavia, as formas de construção dos domicílios das comunidades pesquisadas de Santa Luzia do Pará-PA, são bastante distinta e diversificada entre si, pois existem outros tipos de construções como madeira (15,0%), mista (3,0%), lona plástica (1,0%) e pau a pique (7,0%), conforme apresentado na Tabela 25.

Tabela 25 – Tipo de construção das residências dos entrevistados

Forma de construção	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Alvenaria / Tijolo	98,0%	74,0%
Madeira	1,0%	15,0%
Mista (Alvenaria / Madeira)	0,0%	3,0%
Lona plástica	0,0%	1,0%
Pau a pique	1,0%	7,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados obtidos para Santa Luzia do Pará-PA são corroborados pelo estudo realizado por Neu *et al.* (2016), que observaram que as residências da população ribeirinha da Ilha das Onças eram simples e rudimentares, com piso e paredes de madeira, com teto coberto por telhas de fibras ou cerâmica comum.

A pesquisa realizada por Vasconcelos *et al.* (2017), apresentou resultados semelhantes aos obtidos para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, posto que, os tipos de construção de alvenaria tiveram um percentual de (60,8%) e madeira (17,6%). Outro estudo que apresentou resultados similares com essa pesquisa, foi o realizado por Araújo *et al.* (2017) na comunidade Quilombola Abacatal, localizada no município de Ananindeua-PA, nos quais observaram que a maioria (65%) das residências dos entrevistados era de alvenaria e (38,5%) de madeira.

Estudos na região Nordeste corroboram com os resultados alcançados nessa pesquisa quanto ao tipo de construção das residências das comunidades de Pombal-PB. Nas pesquisas de Silva *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2016), foi observado que as residências eram construídas em alvenaria.

Com relação à condição fundiária do domicílio, verificou-se que a maioria da população (82,0%) das comunidades estudadas de Pombal-PB possuíam casa própria e trabalhavam em suas propriedades, enquanto nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA esse percentual foi de (93,0%), conforme mostrado na Tabela 26. Em geral, essas propriedades foram obtidas de herança de um parente, por conseguinte sendo divididas entre os herdeiros no decorrer do tempo, o que originou pequenos lotes e parcelas de terras.

Tabela 26 – Situação fundiária da população rural entrevistada

Situação fundiária	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Proprietário	82,0%	93,0%
Morador	9,0%	5,0%
Meeiro	0,0%	1,0%
Arrendatário	0,0%	0,0%
Posseiro	0,0%	0,0%
Parceiro	0,0%	0,0%
PNRA	9,0%	0,0%
Comodatário	0,0%	1,0%
Uso coletivo	0,0%	0,0%
NS/NR	0,0%	0,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Essa linha de raciocínio é corroborado por Silva *et al.* (2017), nos quais realizaram uma pesquisa em uma área rural situada no município de Vitória da Conquista, interior do estado da Bahia, em que identificaram que as propriedades dos entrevistados foram adquiridas através de herança familiar, sendo divididas no decorrer do tempo pelos herdeiros, originando pequenas propriedades com uma extensão de cerca de 3 hectares, onde realizavam seus cultivos agrícolas.

Neste estudo, observou-se que alguns entrevistados são assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA), sendo (9,0%) nas comunidades rurais do município de Pombal-PB. Assim, os comunitários receberam uma parcela ou lote de terra para explorar e tirar seu sustento por sua mão de obra. Além disso, os comunitários informaram que receberam alguns benefícios como assistência técnica, infraestrutura e acesso a crédito.

De acordo com Coelho *et al.* (2018), na mesorregião do Nordeste Paraense, onde está situado o município de Santa Luzia do Pará-PA, a organização do espaço rural foi formada por propriedades agropecuárias de pequeno porte, com média de aproximadamente 38,36 hectares, colaborando para o fortalecimento da agricultura familiar e se tornando fundamental para comercialização de alimentos para o mercado regional. Para Pacheco e Benatti (2015), esse modelo de ocupação territorial foi herdado do padrão de colonização e de estruturação fundiária dessa região, bastante sugestionado pela política de colonização implementada e por seus incrementos.

No tocante à renda mensal das famílias pesquisadas, considerando o valor do salário mínimo referente ao ano de 2021, que é cerca de R\$ 1.100,00, observou-se que a maioria (47,0%) dos habitantes das comunidades estudadas de Pombal-PB, ganhava até 1 salário mínimo. Já os indivíduos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, a maioria (73,0%) recebia até um salário mínimo (Tabela 27). Assim, pode-se depreender, que cerca de 49,0% dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, possuíam uma renda mensal superior a um salário mínimo, enquanto o percentual de moradores entrevistados nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, somente 10,0% ganhava mais de um salário mínimo.

Tabela 27 – Renda mensal das famílias entrevistados nas comunidades rurais

Renda mensal da família	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
½ de um salário mínimo	4,0%	17,0%
Até um salário mínimo	47,0%	73,0%
De 1 a 2 salários mínimos	26,0%	8,0%
De 2 a 3 salários mínimos	21,0%	1,0%
Acima de 3 salários mínimos	2,0%	1,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na pesquisa feita por Bandeira *et al.* (2015) na comunidade rural Lagoa do Porão, no município de Jatobá do Piauí, os resultados obtidos foram similares aos alcançados nessa pesquisa, referente às famílias das comunidades de Pombal-PB, posto que 50,0% (n=4) das famílias estudadas disseram ter uma renda mensal de um salário mínimo. Divergindo dos resultados de Oliveira *et al.* (2017), que realizaram um estudo com agricultores no perímetro irrigado de São Gonçalo no município de Sousa-PB, em que constataram que 59,0% dos entrevistados tinham os ganhos mensais entre 2 a 3 salários mínimos antes da ocorrência de uma seca prolongada que afetou a região.

Um estudo realizado por Guimarães *et al.* (2009) em comunidades rurais situadas na bacia hidrográfica do rio Caeté no estado do Pará, constatou-se que a maioria da população entrevistada economicamente ativa ganhava menos de 1 salário mínimo. Além disso, verificou-se que 43,1% dos entrevistados da comunidade Tentugal localizada no município de Santa Luzia do Pará-PA, tinham uma renda entre 1 a 2 salários mínimos, em contrapartida, 61,9% e 71,2% dos comunitários entrevistados das comunidades rurais, São João do Caeté e Vila do Caeté, situados no mesmo município, ganhavam menos de 1 salário mínimo, respectivamente. Assim, esses resultados reforçam os obtidos nesse estudo.

Com relação à origem da fonte de renda das famílias estudadas, observou-se que a maioria dos entrevistados das comunidades rurais de Pombal-PB 37,0% e 35,0% e Santa Luzia do Pará-PA 25,0% e 34,0%, tinham sua renda originada de benefícios sociais concedidos pelo governo federal (aposentadoria rural ou benefício de prestação continuada de algum membro da família) ou programa de transferência de renda, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 28. Os resultados também mostraram, de forma geral, que a principal fonte de renda de algumas famílias entrevistadas nas comunidades nos dois municípios, está ligada ao funcionalismo público com 3,0% e 7,0%, respectivamente.

Tabela 28 – Principal fonte de renda das famílias entrevistadas

Origem da renda da família	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Aposentadoria rural / BPC de membro da família	37,0%	25,0%
Atividade desenvolvida na propriedade	23,0%	13,0%
Atividade realizada fora da propriedade	0,0%	1,0%
Funcionário público	3,0%	7,0%
Programa de transferência de renda	35,0%	34,0%
Outros	2,0%	20,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

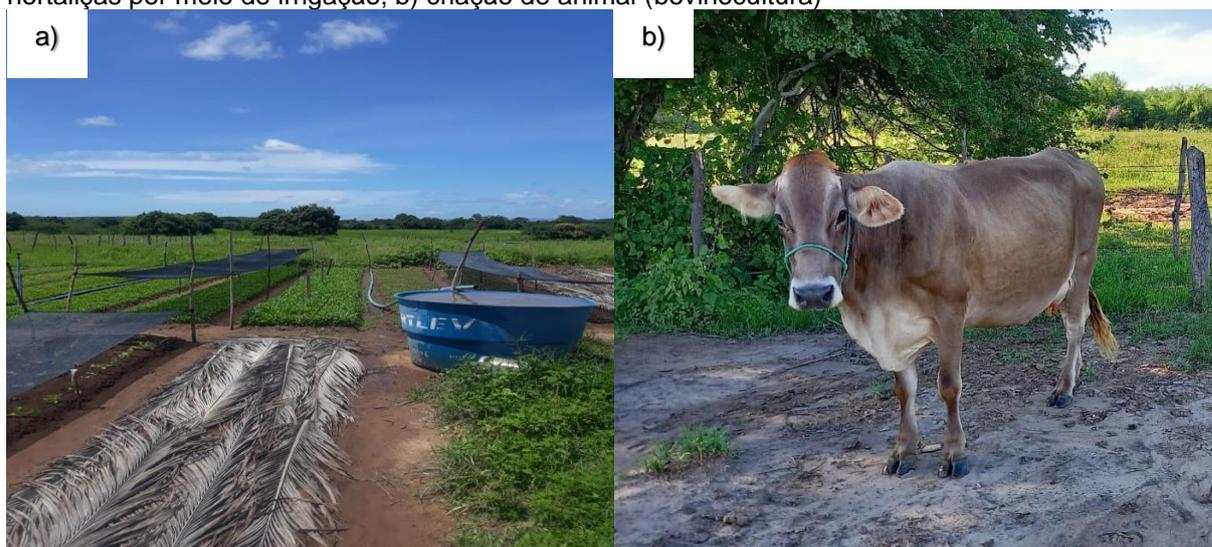
Os resultados obtidos nessa pesquisa quanto à origem da renda e à dependência dos comunitários entrevistados com relação ao programa de transferência de renda bolsa família convergem com outras pesquisas realizadas em comunidades rurais da região Norte e Nordeste, posto que o percentual observado para os entrevistados das comunidades rurais avaliadas, foram de 35,0% e 34,0%, de modo respectivo.

No estudo realizado por Guimarães *et al.* (2009) em comunidades rurais da bacia hidrográfica do rio Caeté, no estado do Pará, constatou-se que a única renda

de algumas famílias provinha do programa federal de transferência de renda bolsa família. Também, resultados similares foram obtidos por Silva *et al.* (2017) em estudo realizado com famílias domiciliadas em uma área rural localizada no município de Vitória da Conquista, BA, nos quais constataram que (48,0%) das famílias pesquisadas eram beneficiárias do programa bolsa família.

Quanto às atividades econômicas realizadas nas propriedades dos entrevistados nas comunidades de Pombal-PB, constatou-se que algumas localidades possuíam aptidões e potenciais específicos como, a produção de hortaliças na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras (Figura 33a). Além disso, no município de Pombal-PB, outra atividade bastante comum foi a agropecuária, em especial, a bovinocultura, caprinocultura e ovinocultura, conforme pode ser verificado em um registro feito na comunidade rural Triângulo (Figura 33b).

Figura 33 – Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Pombal-PB: a) produção de hortaliças por meio de irrigação; b) criação de animal (bovinocultura)



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na comunidade de Várzea Comprida dos Oliveiras, constatou-se a presença de uma infraestrutura hídrica adaptada as condições locais, nos quais empregam sistemas de irrigação como uma medida de capacidade adaptativa, possibilitando a produção de alimentos como fonte de renda e autoconsumo. Assim, pôde-se depreender que nessa comunidade existe desenvolvimento que valoriza suas potencialidades e tem sido favorável ao desenvolvimento local.

Esses resultados convergem com a pesquisa de Chaves *et al.* (2015), que constatou que a comunidade de Várzea Comprida dos Oliveiras se destacava pela

produção de hortaliças, atividade que gera renda e rentabilidade aos agricultores dessa localidade.

Alves, Da Silva e Vasconcelos (2009), identificaram resultados convergentes nesse estudo, nos quais observaram que a população estudada tinha sua renda oriunda do plantio de hortaliças comercializadas na sede do município. Santos, De Andrade e Maracajá (2018), verificaram em seu estudo que dentre as atividades realizadas nas propriedades da população estudada, a caprinocultura apresentou a melhor rentabilidade econômica nas áreas pesquisadas.

Silva *et al.* (2019) constataram que os agricultores do Assentamento Rural Santa Mônica, localizado em Pombal-PB, se defrontavam com obstáculos quanto à ausência de infraestrutura hídrica, subsídios e recursos para realizarem atividades que possam gerar renda, pois, as atividades agrícolas e agropecuária desenvolvidas dependem do regime de chuva da região, sendo que, em período de estiagem prolongada essas ações se tornam inviável.

Assim, percebeu-se que comunidades inseridas em um mesmo local possuem particularidades quanto as suas atividades que possam gerar renda como, a produção de hortaliças. Assim, esses fatores estão possivelmente associados à capacidade adaptativa e organização institucional de cada localidade, bem como à disponibilidade de água e aptidão para uma determinada atividade.

Segundo Altieri e Koohafkan (2008), pequenos proprietários de terras podem sofrer mais impactos negativos relacionados às mudanças climáticas, em decorrência da sua da posição geográfica, deixando-os vulneráveis, em especial, os que possuem baixos níveis de renda, forte dependência da agricultura rudimentar (sequeiro) e restrita capacidade adaptativa.

Silva *et al.* (2017) fizeram um estudo com famílias quilombolas e não quilombolas no município de Vitória da Conquista, no interior do estado da Bahia, nos quais constataram que a produção agrícola nessas localidades eram prejudicadas pela utilização de métodos rudimentares e baixa cobertura de assistência técnica, tornando-se um obstáculo para a convivência com as situações adversas das mudanças climáticas que afeta a região.

Quanto às atividades econômicas realizadas na parcela ou lote de terra dos entrevistados nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se a predominância de cultivos agrícolas anuais e perenes. Dentre as culturas consideradas anuais, destaca-se o feijão (Figura 34a) e a mandioca (Figura 34b).

Figura 34 – Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) plantio de feijão; b) cultivo de mandioca



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Esses resultados também foram levantados na pesquisa realizada por De Melo e Oliveira (2019), em que observaram que na comunidade Quilombola Pimenteira, situada em Santa Luzia do Pará-PA, as principais culturas agrícolas cultivadas em seus lotes eram as lavouras temporárias (mandioca, feijão, milho, cará/inhame, cheiro verde, couve, cebolinha e abobora) e permanentes (açai e banana).

Guimarães *et al.* (2009) observaram que a economia de 18 comunidades rurais inseridas na bacia hidrográfica do rio Caeté no estado do Pará, baseava-se na agricultura familiar, com o cultivo de culturas anuais, como milho, feijão e mandioca. Dentre essas comunidades quatro situam-se no município de Santa Luzia do Pará-PA, sendo São José do Caeté, Tamancuoca, Tentugal e Vila do Caeté. Logo, os resultados alcançados por esses autores corroboram com os obtidos nessa pesquisa.

Os resultados dessa pesquisa convergem ainda com os obtidos por De Sousa *et al.* (2016), os quais constataram que nas comunidades rurais de Igarapé-Açu, estado do Pará, os habitantes tinham plantações de culturas anuais como a pimenta-do-reino e a criação de gado.

A dinâmica da produção agrícola nas propriedades rurais encontradas nas comunidades estudadas são semelhantes de outras localidades do estado do Pará, convergindo com a pesquisa de Araújo *et al.* (2017), os quais constataram que na comunidade Abacatal no município de Ananindeua, as principais atividades econômicas realizadas nas propriedades estavam ligadas a produção agropecuária,

como as lavouras temporárias (plantação de mandioca e oleaginosas), e as lavouras permanentes (fruticultura). Além disso, observa-se a existência de atividades de extrativismo vegetal e pesca artesanal.

As culturas agrícolas perenes cultivados nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA são em sua maioria, o açaí, banana e a pimenta-do-reino, destinadas tanto para o consumo familiar como para comercialização na sede municipal e região. Constatou-se nas localidades pesquisadas, que a população fazia o processamento e comercialização de produtos derivados da mandioca, em especial, a massa puba na comunidade Jacarequara (Figura 35a) e farinha na comunidade Cantã (Figura 35b).

Figura 35 – Atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) Produção de massa puba; b) Produção de farinha



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Essa observação também foi constatada por De Melo e Oliveira (2019), que verificaram a existência de casas de farinha na comunidade Quilombola Pimenteira, no qual a população local fazia o processamento da mandioca e a produção da farinha.

Segundo De Melo e Oliveira (2019), os produtos cultivados nessa comunidade eram comercializados na Cooperativa Mista dos Agricultores e Agricultoras entre os Rios Caeté e Gurupi (COOMAR), em menor escala na feira da agricultura familiar ou para intermediários que vinham adquirir os itens alimentícios no próprio local. A

seleção de um dado espaço e a formação de parcerias visando a comercialização dos produtos oriundos da agricultura familiar é fundamental para os lavradores e abrange vários aspectos ligados à produção e estratégias de negócio.

Com relação a oferta de serviços de saúde nas comunidades rurais estudadas, constatou-se que 15,4% (n=4) das comunidades rurais de Pombal-PB possuíam posto de saúde, em contrapartida, 84,6% (n=22) não contavam com esse serviço em suas localidades. Quanto às comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, o percentual de comunidades com oferta de serviços de saúde é 31,3% (n=5), enquanto 68,7% (n=11) das comunidades rurais não disponibilizavam desse serviço. Assim, pôde-se depreender que o percentual de comunidades atendidas com serviços de saúde foi bastante baixo nas comunidades rurais dos dois municípios estudados.

Os resultados observados para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, estão de acordo com os resultados alcançados na pesquisa de Guimarães (2011) realizada em comunidades rurais localizadas na bacia hidrográfica do rio Caeté, estado do Pará, onde observou que os serviços de saúde e infraestrutura são inexistentes ou precários, onde a maioria das comunidades não possuíam assistência médica ou posto de saúde, tendo apenas acesso aos serviços dos agentes comunitários de saúde (ACS).

Embora a saúde seja classificada como um direito básico de todos os cidadãos, conforme consta na Constituição Federal de 1988, e que deve ser assegurada de maneira integral e universalizada, percebeu-se neste estudo que vários habitantes não têm acesso à atenção primária de saúde. Logo, na zona rural dos municípios estudados, percebeu-se a fragilidade de acessos aos serviços primários de saúde.

Observou-se que a existência desse serviço público nas localidades estudadas, pode estar associado a dimensão da comunidade, quantidade populacional, capacidade organizacional, localização geográfica e aspecto econômico, visto que, as comunidades que ofertam esse serviço como, por exemplo, Cachoeira (Figura 36a) localizada no município de Pombal-PB e Broca (Figura 36b) situado no município de Santa Luzia do Pará-PA, atendem esses critérios descritos.

Para Pessoa, Almeida e Carneiro (2018), as discrepâncias quanto à oferta de serviço básico de saúde estão ligados aos vários obstáculos como aspectos culturais, econômicos, organizacionais e geográficos impostos a tais localidades. Observou-se que nas comunidades onde não há posto de saúde, os habitantes necessitam recorrer a uma unidade de saúde mais próxima em uma comunidade adjacente. Além disso,

quando precisam de um atendimento especializado, buscam na sede municipal ou em hospitais regionais.

Figura 36 – Oferta de serviços de saúde nas comunidades: a) Cachoeira em Pombal-PB; b) Broca em Santa Luzia do Pará-PA

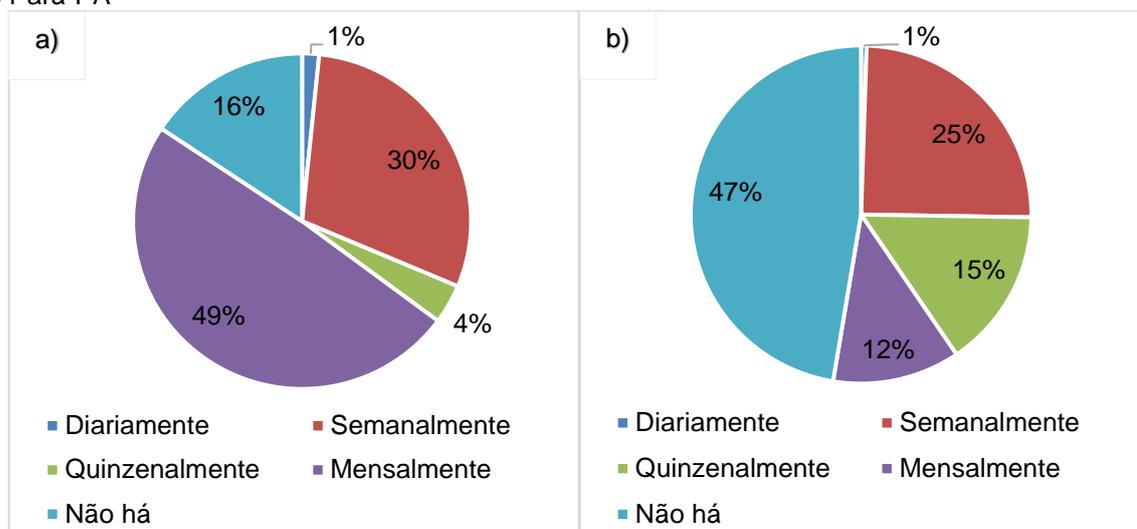


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para De Melo e Oliveira (2019), resultados semelhantes foram encontrados na comunidade Quilombola Pimenteira, onde não existe uma unidade básica de saúde, necessitando dirigir-se até a comunidade Pitoró que fica aproximadamente 11 km de distância ou até a sede municipal. Além disso, quando surgiam situações de urgência ou emergência esses recorriam ao serviço de Unidade de Pronto Atendimento (UPA), localizada no município de Capanema-PA.

Em relação à periodicidade do atendimento médico nos postos de saúde das comunidades rurais, observa-se na Figura 37a, que a maioria dos entrevistados 49,0% das comunidades de Pombal-PB, disseram que ocorre mensalmente, enquanto 30,0% relataram que ocorre semanalmente, e 16,0% declararam que não existe atendimento. Nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, 47,0% dos entrevistados afirmaram que não existe atendimento médico na comunidade, seja devido à inexistência de posto de saúde ou ausência de equipe médica. Todavia, 25,0% relataram que o atendimento médico acontece semanalmente no posto de saúde, 15,0% informaram ser quinzenalmente e 12,0% declararam ser mensalmente (Figura 37b).

Figura 37 – Frequência de atendimento médico nas comunidade rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

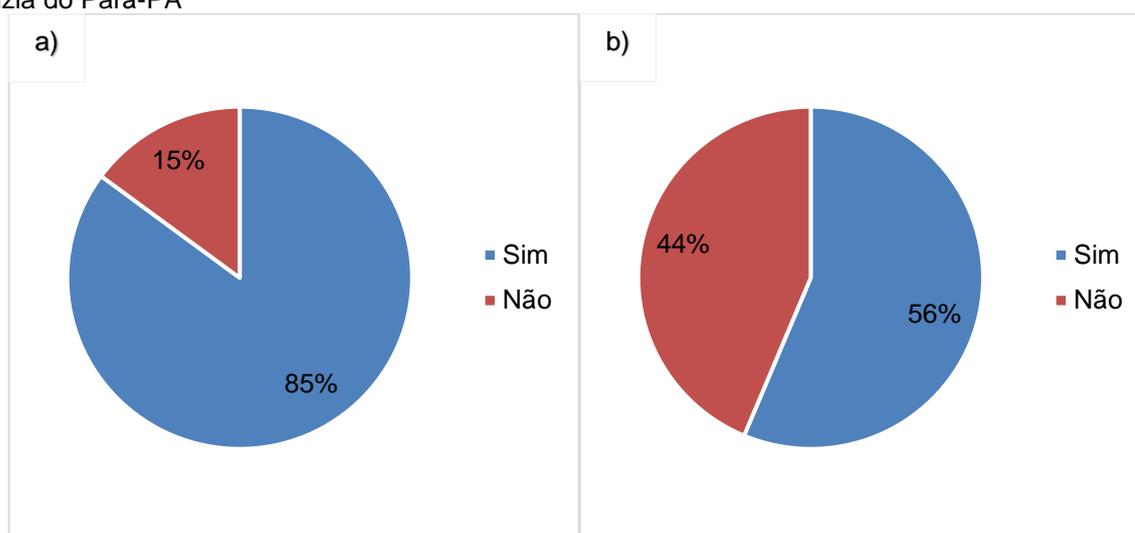
De acordo com Garnelo *et al.* (2018), as restrições quanto à oferta de serviços de saúde na região Amazônica relacionam-se as questões como baixa renda, dispersão da população e a enormes distâncias geográficas das localidades. Logo, a associação desses fatores consistiram em obstáculos para garantir o acesso ao serviço de saúde, com prejuízo sobretudo aos habitantes que residem em áreas rurais da Amazônia. Outras particularidades dificultam a oferta desse serviço na zona rural, como a carência de profissionais de saúde, precariedade das instalações físicas das unidades de saúde e dificuldade de acesso aos lugares (BOUSQUAT *et al.*, 2017).

Diversas pesquisas retratam os obstáculos na contratação e estabelecimento de profissionais da área da saúde no cenário rural dessa região, assim como a alternância dos especialistas das equipes do Programa Saúde da Família — PSF (DOLEA; STORMONT; BRAICHET 2010; PEREIRA; PACHECO, 2017; PITILIN; LENTSCCK, 2015). Para Pereira e Pacheco (2017), a implantação dos Programas Mais Médicos (PMM) e Saúde da Família (PSF) em comunidades rurais do Pará indicou uma evolução no serviço de atenção primária à saúde. Ainda segundo esses autores, essa melhoria também aconteceu em razão do aumento de pessoas atendidas pelo PSF.

Quanto à existência de articulação entre as comunidades rurais com órgãos ou entidades nas esferas, federal, estadual ou municipal, constatou-se que a maioria dos comunitários entrevistados 85,0% das comunidades de Pombal-PB disseram que existem diversas parcerias ativas, enquanto 15,0% informaram que não existe

cooperação de organizações ou entidades (Figura 38a). Nota-se também que a maioria dos entrevistados 56,0% das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA declararam que há diversas cooperações de órgãos ligados aos três níveis de governo, entretanto, 44,0% afirmaram que não possuem parceria ou colaboração de algum órgão (Figura 38b).

Figura 38 – Articulação com algum órgão ou entidade nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observou-se nas comunidades de Pombal-PB que os órgãos com maior atuação e mais citados foram o Projeto Cooperar, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Prefeitura Municipal, Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Quanto aos órgãos ou entidades com maior participação junto aos comunitários entrevistados nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, destacaram-se a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a Cooperativa Mista dos Agricultores entre os Rios Caeté e Gurupi (COOMAR), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Instituto de Terras do Pará (ITERPA), Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE), Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Sindicato dos Trabalhadores Rurais e Prefeitura Municipal.

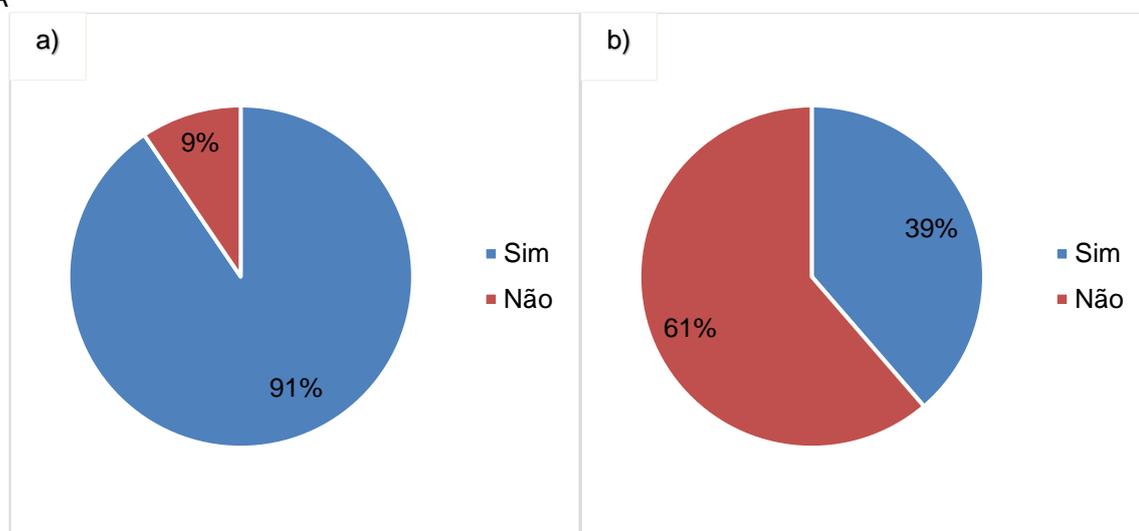
Os resultados alcançados nesse estudo quanto a existência de articulações, assistências ou apoio dos órgãos públicos e privados, convergiram com os resultados

obtidos no estudo realizado por Sousa *et al.* (2017) com agricultores familiares no município de Barro-CE, nos quais observaram que a população entrevistada em sua pesquisa foram beneficiados com serviços ofertados pela secretária de agricultura do município estudado e contemplados com crédito de entidade pública.

No entanto, na pesquisa realizada por Araújo *et al.* (2017) com agricultores da comunidade Quilombola do Abacatal, situada no município de Ananindeua-PA, os resultados alcançados foram divergentes desse estudo, pois segundo a população entrevistada disseram que os serviços de assistência técnica para produção rural, não atendiam as famílias mais carentes, visto que os agentes privilegiam as propriedades de fácil acesso e/ou líderes locais ao contrário do atendimento mais inclusivo.

Quanto ao indicador que aborda a existência de associação ou cooperativa rural, constatou-se que a maioria dos entrevistados 91,0% das comunidades estudadas de Pombal-PB informaram a existência de associação rural (Figura 39a), enquanto a maioria da população 61,0% das comunidades rurais do município de Santa Luzia do Pará-PA disseram que não existe associação ou cooperativa rural (Figura 39b).

Figura 39 – Associação ou cooperativa rural nas comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De acordo com Jones e Boyd (2011), numa perspectiva organizacional, as associações são importantes para a capacidade adaptativa, visto que, possibilitam o acesso a políticas públicas e à escala de produção fundamental para incorporação no mercado. Confrontando os resultados alcançados pelas informações das populações

das comunidades dos municípios estudados, verifica-se que em Pombal-PB existia uma maior quantidade de comunidades com associações rurais, dentre essas, a associação rural de Várzea Compridas dos Oliveiras (Figura 40a). Já em Santa Luzia do Pará-PA, uma das poucas comunidades com associação de produtores rurais foi a comunidade do Broca (Figura 40b).

Figura 40 – Associação comunitária rural ou produtores rurais: a) Várzea Comprida dos Oliveiras em Pombal-PB; b) Broca em Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

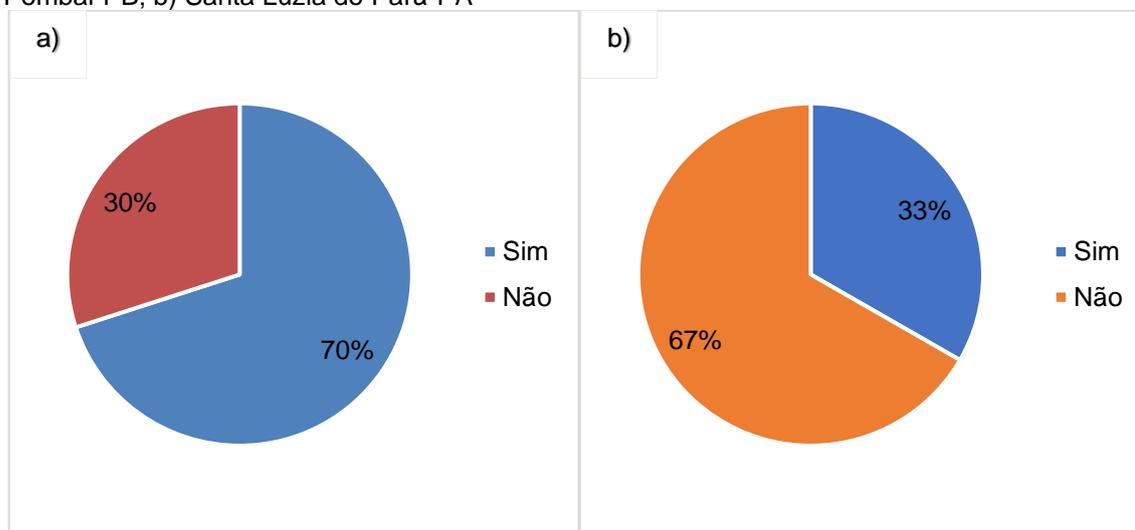
Para Araújo *et al.* (2017), a liberação de crédito para a agricultura familiar é um dispositivo fundamental para o desenvolvimento de um determinado lugar, visto que pode incentivar novas aplicações financeiras, fortalecer experiências de produtividade e organização, proporcionando a agregação de valor e a comercialização, por conseguinte, a criação de empregos e renda.

Segundo Maneschy, Maia e Da Conceição (2009), o acesso ao crédito rural consiste em um influente indutor na criação ou formação de associações na região Amazônica, buscando promover a produtividade e o aumento da renda dos agricultores ou camponeses. Os filiados das associações de produtores rurais das comunidades informaram que até o período da entrevista recebiam assistência do Estado, através de políticas públicas, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), assim como subsídio financeiro através de empréstimos e incentivos para os lavradores por bancos públicos e de fomento, onde seus recursos podem ser direcionados para as associações de agricultores e produtores rurais.

De acordo com Santos e Cândido (2013), no decorrer do tempo, tornaram-se perceptíveis que a organização de indivíduos em grupo, com a finalidade de reunir forças, produz relevantes vantagens para um dado conjunto de pessoas, por exemplo, os agricultores de comunidades rurais. Assim, essas associações podem servir de ponte para população ser contemplada com políticas públicas (tecnologias sociais hídricas) ou conseguir benefícios de agências de desenvolvimento, tais como: programas de acesso ao crédito, assistência técnica ou capacitação na produção rural, entre outras vantagens.

Com relação à participação dos entrevistados em associações rurais, verificou-se que a maioria 70,0% da população estudada das comunidades de Pombal-PB são filiados e participam das reuniões, enquanto 30,0% disseram que não são filiados e não participam de atividades relacionadas à associação, conforme ilustrado na (Figura 41a). Quanto aos comunitários de Santa Luzia do Pará-PA, a maioria 67,0% informou que não são filiados e não participam de associações de produtores rurais (Figura 41b), enquanto apenas 33,0% são filiados.

Figura 41 – Participação dos entrevistados das comunidades rurais em associação rural ou cooperativa: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A baixa participação dos moradores das comunidades estudadas de Santa Luzia do Pará-PA em associações rurais não é fato peculiar desse município, visto que, embora nas décadas 1980 e 1990 tenha ocorrido um aumento significativo na expansão de associações, pesquisas indicaram obstáculos encarados pelos indivíduos que se esforçavam em assegurar vivo o associativismo nessa região

(ARAÚJO *et al.*, 2017; MANESCHY; MAIA; DA CONCEIÇÃO, 2009; SCHMITZ; DA MOTA; SOUSA, 2017).

Maneschy, Maia e Da Conceição (2009), realizaram uma pesquisa fundamentada na concepção dos responsáveis de 43 associações rurais situadas no Nordeste Paraense e no arquipélago do Marajó, em que observaram nos seus achados a existência de uma certa artificialidade em sua composição, baseado em informações obtidas com os dirigentes, no qual também relataram que os filiados não eram tão ativos e faltosos.

O resultado alcançado nesse estudo para as comunidades de Pombal-PB é convergente com os resultados da pesquisa de Santos, De Andrade e Maracajá (2018), no qual identificaram que a população de uma comunidade rural do município de Livramento no Cariri Paraibano, mostrou forte relação com a associação e participação efetiva nas reuniões e deliberações, posto que compreenderam a necessidade de colaborarem e comparecem às atividades realizadas pela associação.

A presença dos comunitários em associações e sindicatos de trabalhadores rurais também implica uma função importante no acesso a alguns benefícios, como pagamentos de aposentadoria rural e seguro agrícola (garantia-safra). Além disso, pode ter um impacto na geração de redes sociais alicerçada na solidariedade, sendo algo indispensável, funcionando como um meio de resistência, bem como uma forma de recuperação material e psicológica antes e depois dos infortúnios resultantes das condições climatológicas (LINDOSO *et al.*, 2014).

4.3.2 Desempenho da componente recursos hídricos

Na componente denominada, “recursos hídricos”, foram abordadas questões sobre a fonte hídrica e sua disponibilidade, forma de manejo da água e a percepção da população sobre a água baseado na sua análise sensorial. Assim, conforme as informações apresentadas na Tabela 29, verificou-se uma predominância da classificação potencialmente sustentável para as comunidades rurais dos municípios estudados. Logo, observou-se que 96,2% (n=25) das comunidades de Pombal-PB foram classificadas em potencialmente sustentável, enquanto 3,8% (n=1) foi classificada em uma situação intermediária. Quanto as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, 100% (n=16) foram classificadas em potencialmente sustentável.

Tabela 29 – Desempenho da componente recursos hídricos para as comunidades rurais

Mun.	Comunidades Rurais	Média da comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	6,2	Potencialmente Sustentável
	Broca	6,4	Potencialmente Sustentável
	Cantã	6,6	Potencialmente Sustentável
	Fuzil	7,1	Potencialmente Sustentável
	KM 18 (Santa Maria)	6,9	Potencialmente Sustentável
	Mucurateua	6,7	Potencialmente Sustentável
	Pau D'arco	7,7	Potencialmente Sustentável
	Piracema	6,8	Potencialmente Sustentável
	Pitoró	6,4	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Jacarequara	7,7	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Pimenteira	7,3	Potencialmente Sustentável
	São João do Caeté	6,9	Potencialmente Sustentável
	Tamancuoca	6,5	Potencialmente Sustentável
	Tentugal	7,5	Potencialmente Sustentável
	Vila Caeté	6,9	Potencialmente Sustentável
	Vila Estiva	7,3	Potencialmente Sustentável
		ISHR médio-componente	7,0
Pombal - PB	Alagadiço	6,4	Potencialmente Sustentável
	Assent. Jacú	7,1	Potencialmente Sustentável
	Assent. Margarida Maria Alves	6,9	Potencialmente Sustentável
	Assent. Santa Mônica	5,9	Intermediário
	Cachoeira	6,6	Potencialmente Sustentável
	Cajazeiras do Batista	7,3	Potencialmente Sustentável
	Coatiba	6,6	Potencialmente Sustentável
	Estrelo	7,2	Potencialmente Sustentável
	Flores	7,3	Potencialmente Sustentável
	Forquilha Grossa	7,2	Potencialmente Sustentável
	Gado Bravo	6,8	Potencialmente Sustentável
	Jenipapo	7,5	Potencialmente Sustentável
	Juá	6,7	Potencialmente Sustentável
	Lagoa dos Basílio	7,0	Potencialmente Sustentável
	Logradouro	7,1	Potencialmente Sustentável
	Maniçoba	7,0	Potencialmente Sustentável
	Mofumbo	6,2	Potencialmente Sustentável
	Pinhões	7,0	Potencialmente Sustentável
	Riachão de Cima	6,7	Potencialmente Sustentável
	Riacho do Alagadiço	6,4	Potencialmente Sustentável
	São José dos Alves	6,9	Potencialmente Sustentável
	São Pedro	7,0	Potencialmente Sustentável
	Triângulo	6,7	Potencialmente Sustentável
Trincheira	6,3	Potencialmente Sustentável	
Várzea Compridas dos Leite	7,0	Potencialmente Sustentável	
Várzea Comprida dos Oliveiras	7,7	Potencialmente Sustentável	
	ISHR médio-componente	6,9	Potencialmente Sustentável

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

⁶ Nota: Mun. = Município.

Na Tabela 29, observou-se que o valor médio alcançado na componente recursos hídricos para as comunidades rurais do município de Santa Luzia do Pará-PA foi igual a 7,0, o que evidenciou um desempenho potencialmente sustentável. Por outro lado, o valor médio obtido para as comunidades rurais do município de Pombal-PB foi igual a 6,9, o que mostrou um desempenho potencialmente sustentável. Além

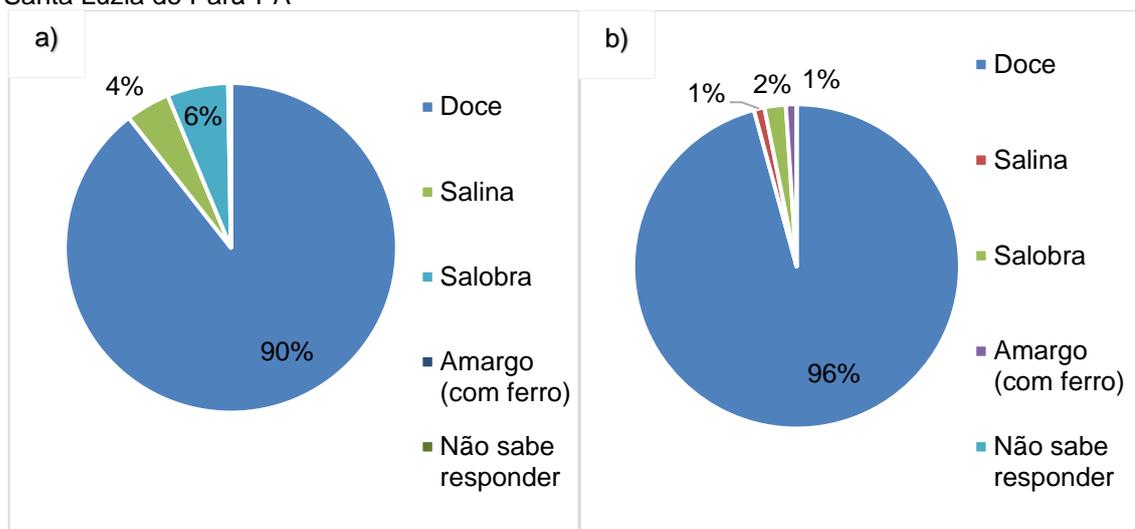
disso, os valores médios da componente “recursos hídricos” obtidos para as comunidades rurais dos dois municípios, foram superiores ao encontrado por Brito *et al.* (2020), que observaram um valor igual 5,6, denotando uma situação regular, bem como aos resultados obtidos por Crispim *et al.* (2020), que alcançaram um valor igual a 6,8, e indicou uma classificação quase sustentável.

Na pesquisa, constatou-se que a menor pontuação (5,9) foi registrada na comunidade Assentamento Santa Monica situada no município de Pombal-PB, enquanto os maiores desempenhos (7,7) foram nas comunidades Pau D’arco e Quilombola Jacarequara em Santa Luzia do Pará-PA, e Várzea Comprida dos Oliveiras (7,7), localizada no município de Pombal-PB. Assim, verificou-se que a pontuação alcançada pelas comunidades citadas com a melhor classificação pode indicar que, em geral, os seus entrevistados possuíam maior capacidade e desempenho nas subcomponentes qualidade da água, fonte hídrica e manejo dos recursos hídricos, melhorando suas condições ao nível local.

Os principais indicadores para avaliar a qualidade da água consumida pelos habitantes entrevistados nas comunidades rurais foram indicadores ligados às propriedades da qualidade da água, como cor e sabor da água, de acordo com outros estudos que utilizaram esses indicadores para analisar a qualidade da água com base na percepção da população (AZEVEDO *et al.*, 2018; DE SOUSA *et al.*, 2016; FERREIRA; PANTALEÃO, 2016; WEST *et al.*, 2016). Além disso, foram utilizados outros indicadores, por exemplo, satisfação com a água consumida, desinfecção da água e ocorrência de doenças de veiculação hídrica para avaliação da qualidade da água pelos usuários de recursos hídricos nas comunidades rurais.

Ao analisar detalhadamente os indicadores associados aos aspectos da qualidade da água, como sabor da água consumida pelos moradores, percebeu-se que a maioria dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB 90,0% disseram que a água utilizada para o consumo humano é doce, enquanto 6,0% classificaram como salobra, e 4,0% relataram que é salina (Figura 42a), enquanto nas comunidades situadas em Santa Luzia do Pará-PA, verificou-se que a maioria dos entrevistados julgou à água utilizada no consumo humano como doce 96,0%, em contrapartida, 2,0% classificaram como salobra, e 1,0% disseram como salina e amarga (com ferro), respectivamente (Figura 42b). Além disso, constatou-se junto aos entrevistados que tanto o sabor como a cor da água consistem em fatores que podem apresentar resistência ou não na sua utilização.

Figura 42 – Sabor da água com base na percepção dos moradores das comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



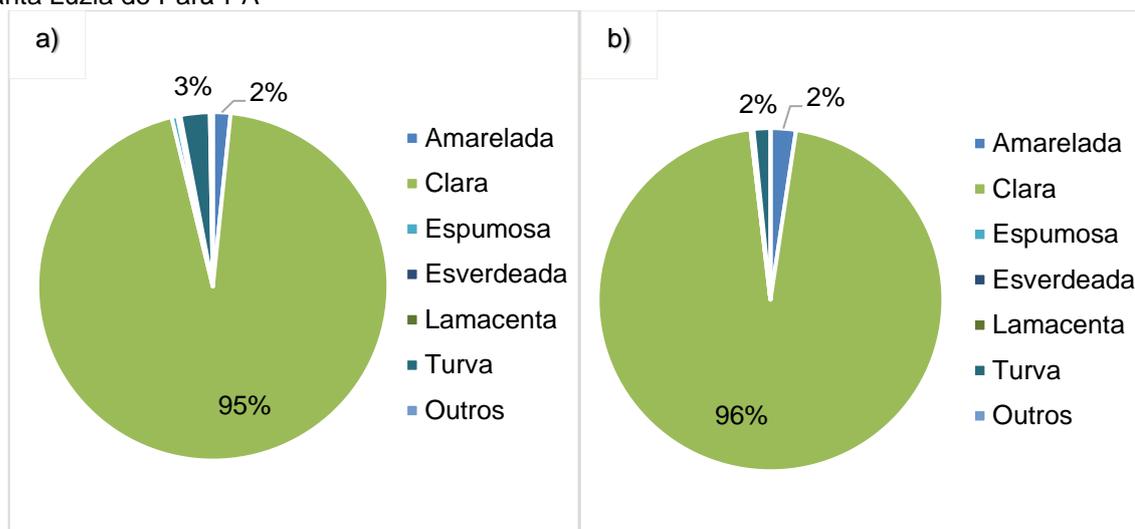
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados observados para as comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA quanto aspectos organolépticos da água consumida são corroborados pelo estudo de Brito *et al.* (2020) realizado na ilha de Cotijuba no município de Belém-PA, onde observou-se que a maioria dos entrevistados (95,5%) informaram que a água consumida era doce, 1,5% salobra e 3,0% amarga.

A análise empírica feita pela percepção ou comportamento dos usuários, ou seja, por meio da simples observação não é apropriado, visto que, no país existe uma norma que determina procedimentos e responsabilidades referentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e estabelece o padrão de potabilidade que é a Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017 em consonância com a Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021 que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação.

De forma apenas perceptiva pelos entrevistados quanto ao indicador cor da água, constatou-se que a maioria 95,0% e 96,0% dos entrevistados nas comunidades de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, considerou a água clara, respectivamente. Além disso, 2,0% da população das comunidades estudadas em Pombal-PB (Figura 43a) como em Santa Luzia do Pará-PA (Figura 43b), classificou a cor da água amarelada. Os resultados aqui alcançados também vão ao encontro do estudo realizado por Brito *et al.* (2020), nos quais constataram que cerca de 97,0% da população estudada informaram que a cor aparente da água é clara.

Figura 43 – Cor da água segundo a percepção dos entrevistados das comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Neste estudo, percebeu-se que os entrevistados apresentaram uma maior aceitação da água para seu consumo quando essa possui uma cor clara. Estudos realizados pela FUNASA (2013) e Cunha *et al.* (2012) ressaltam que em sistemas públicos de abastecimento de água, a cor aparente é esteticamente indesejada pelo usuário. Além disso, a cor elevada pode ocasionar uma não aceitação do usuário e o levar a buscar outras fontes para a provisão de água, sendo essas geralmente inseguras (FUNASA, 2013).

O procedimento de realizar a análise da qualidade da água por meio de técnicas empíricas também foi observado em estudos realizados em comunidades rurais do Semiárido nordestino como Crispim *et al.* (2020) e Ferreira *et al.* (2014), bem como em comunidades da região Amazônica, conforme De Sousa *et al.* (2016) e Veloso *et al.* (2013), nos quais constataram que os comunitários entrevistados, nas respectivas pesquisas, faziam a análise da água considerando apenas características visuais como, odor, cor e sabor da água. Logo, se não constatassem a presença de impurezas na água, e o gosto não fosse desagradável, classificavam a água como boa para o consumo.

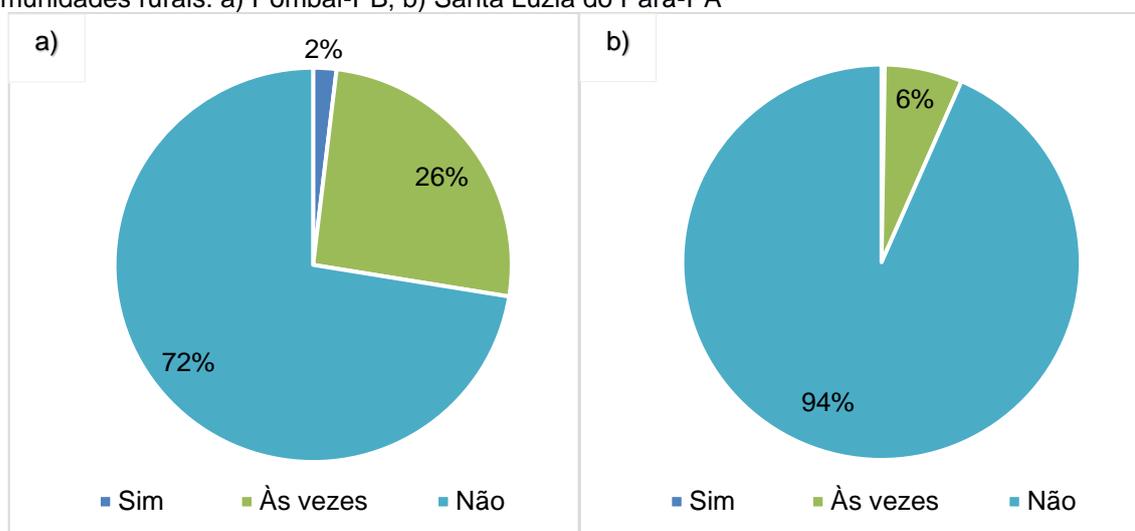
Libânio (2016) aborda que o procedimento de certificar a potabilidade da água por inferências de análise sensorial, isto é, de maneira empírica ou por simples observação é indiscutivelmente inadequada, pois, consiste em práticas primitivas utilizadas na metade do século XIX, quando se defendia a associação de concentração de partículas e a possibilidade da existência de microrganismos nocivos para a saúde na água.

Essa linha de pensamento também é reforçada por Arnold *et al.* (2013), ressaltando que a percepção dos moradores das comunidades rurais tem quanto a essa forma de atestar a qualidade da água para o seu consumo, baseado em inferências empíricas, classificando-a como limpa e não necessitando de tratamento, revela uma situação grave, visto que, constantemente apresentam má qualidade microbiológica.

A pesquisa realizada por Veloso *et al.* (2013) em comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira abordou vários temas, dentre eles a causa da não aceitação da população com relação ao consumo da água advinda da chuva. Os resultados indicaram que as respostas mais recorrentes foram a rejeição devido ao sabor, cor e cheiro. Logo, esses achados corroboram com os alcançados nessa pesquisa, visto que mostram a percepção sensorial dos usuários da água, em especial o sabor, a cor e o odor da água podem dificultar sua aceitação para consumo.

Com relação à pergunta sobre a realização de análise de água nas fontes utilizadas para o abastecimento dos domicílios, observou-se que em 72,0% e 94,0%, respectivamente, dos comunitários entrevistados nas comunidades rurais de Pombal-PB (Figura 44a) e Santa Luzia do Pará-PA (Figura 44b) responderam que não é realizado nenhuma análise físico-química e bacteriológica da água consumida em suas atividades domésticas, fato diretamente relacionado às dificuldades técnicas e orçamentárias nessas localidades.

Figura 44 – Análise físico-química e bacteriológica da água utilizada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

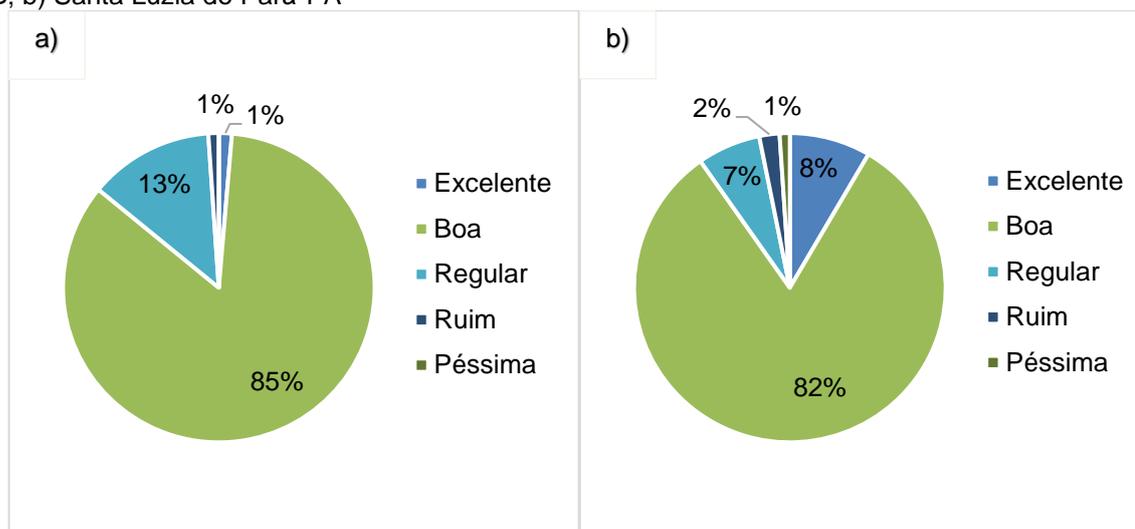
A problemática que envolve o uso da água para consumo humano, sem que a população conheça as características físico-química e bacteriológica, não é algo restrito às comunidades rurais estudadas no Semiárido nordestino ou da Amazônia brasileira. No estudo de Rocha *et al.* (2006) em áreas rurais situadas no município de Lavras, Minas Gerais, mostrou-se que 67% dos entrevistados nunca tinham realizado análise de água e somente mencionaram características físicas (cor, odor, sabor e material em suspensão) como relevantes para avaliar a qualidade, enquanto 33% mostraram preocupação quanto à possibilidade de contaminação.

Para modificar essa situação, é necessário melhorar a vigilância da qualidade da água consumida pela população das comunidades rurais, tanto em efetividade quanto de periodicidade na análise, posto que a água usada para o consumo humano e ingestão por alimentos necessita ter uma qualidade que não cause um risco grave para a saúde humana (HOWARD *et al.*, 2020).

A Portaria de consolidação de n.º 5 de 28 de setembro de 2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 trata a respeito dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água utilizada para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2017). Assim, essa Portaria, indica que toda água empregada ao consumo humano, provida coletivamente através de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água precisará apresentar padrão de potabilidade de forma que assegure cuidado à saúde do usuário.

Quanto à percepção dos moradores em relação à qualidade da água, a maioria dos entrevistados (85,0%) das comunidades de Pombal-PB considerou a água como boa (Figura 45a), enquanto (82,0%) dos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA classificaram a água como boa (Figura 45b). Pressupõe-se que a principal explicação para os bons resultados na percepção das populações entrevistadas das comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA consiste da opinião e aceitação satisfatória com a cor, sabor e odor da água consumida nos domicílios, que relataram não observar maiores problemas.

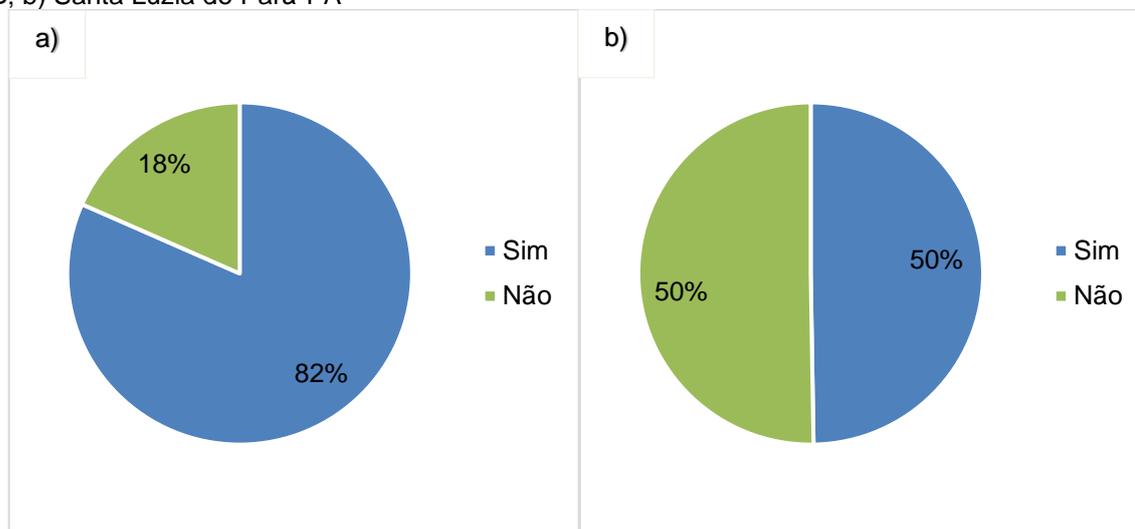
Figura 45 – Percepção dos moradores das comunidades rurais sobre a qualidade da água: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No que diz respeito à desinfecção da água usada para o consumo humano, a maioria dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB 82,0%, realizam a desinfecção da água antes de fazer seu consumo, e somente 18,0% não realiza tal procedimento (Figura 46a). Já nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, o percentual de moradores que realizam a desinfecção da água é 50,0%, enquanto 50,0% não realizam a desinfecção (Figura 46b). Um estudo realizado pela FUNASA (2014), diz que em várias comunidades pequenas distribuídas pelo país, os moradores não fazem nenhum tipo de tratamento na água utilizada para seu consumo.

Figura 46 – Desinfecção da água utilizada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



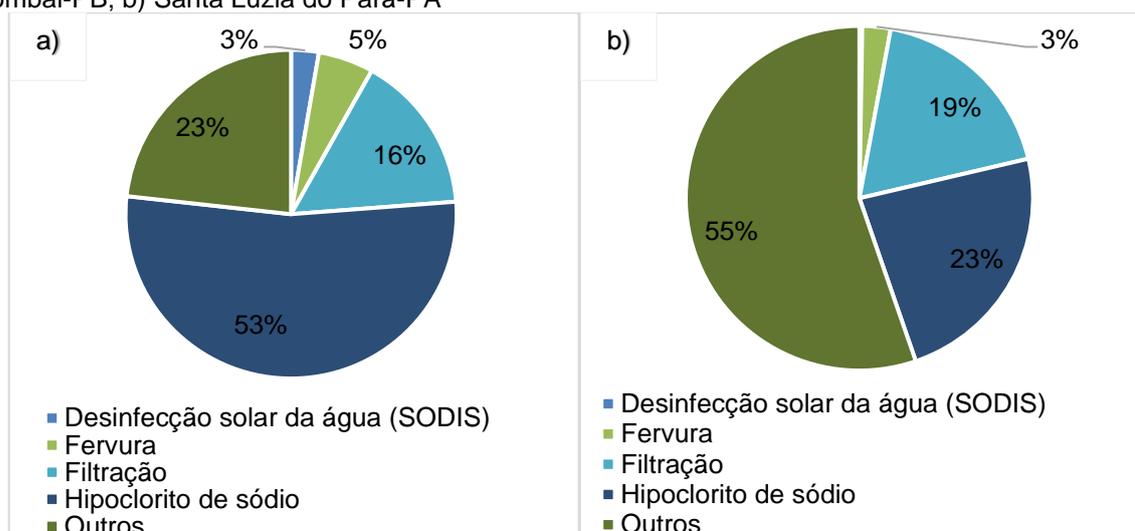
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Segundo a FUNASA (2014), essa situação é reflexo de diversos aspectos que influenciam na ausência de tratamento da água nessas localidades como, falta de participação do poder público, condições precárias do sistema de abastecimento, insipiência da legislação, desconhecimento de tecnologias disponíveis, carência ou inexistência de pessoas qualificadas, gastos dos insumos e dos produtos de desinfecção, entre outras atividades.

Segundo Joventino *et al.* (2010), o Ministério da Saúde (MS), as secretarias estaduais e municipais de saúde sugerem, pela facilidade, baixo custo e eficiência, o uso de soluções de hipoclorito de sódio a 2% para a desinfecção de água em locais onde não há saneamento básico, para prevenção no controle da propagação de doenças de veiculação hídrica.

No que se refere aos métodos alternativos empregados pelos moradores para desinfetar a água utilizada para o consumo humano, constatou-se que a opção mais utilizada nas comunidades rurais de Pombal-PB é o hipoclorito de sódio (53,0%), seguido da fervura (23,0%) (Figura 47a). Em contrapartida, nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, verificou-se que a principal forma de desinfecção da água adotada pelos entrevistados também foi o hipoclorito de sódio, utilizado por (23,0%), e a filtração (filtro de barro e vela) com (19,0%) (Figura 47b).

Figura 47 – Forma de desinfecção da água usada para consumo humano nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto aos métodos alternativos de desinfecção de água, observou-se que a população das comunidades estudadas do município de Pombal-PB apresentaram uma preferência pelo hipoclorito de sódio. Estudos realizados no Semiárido, indicam

algumas dificuldades ou resistências na utilização desse método de tratamento domiciliar, de acordo com Bonifácio (2011), observou que a distribuição do hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio (sólido) pelos agentes comunitários de saúde (ACS) não ocorria de forma contínua.

Diferentemente dos resultados dessa pesquisa, a pesquisa de Ferreira *et al.* (2014) indicou que os habitantes de comunidades quilombolas do município de Santana do Mundaú - AL não possuem o hábito de adicionar o hipoclorito de sódio na água usada para o consumo humano, posto que, causa um sabor desagradável, resultando em uma rejeição por parte dos moradores.

Silva *et al.* (2019), realizaram uma pesquisa no assentamento rural Santa Mônica no município de Pombal-PB, onde constataram que a maioria dos entrevistados 81,5% disse que água utilizada para o consumo humano já vinha tratada, pois seu fornecimento ocorria por meio do carro pipa (adutora móvel), e os responsáveis pelo transporte da água, os pipeiros ou oficiais do exército, adicionavam pastilhas de hipoclorito de sódio para fazer a desinfecção da água e reduzir possíveis doenças de veiculação hídrica, ofertando uma água com tratamento prévio.

Estudos realizados na região Amazônica apontam que os métodos domésticos frequentemente usados para desinfecção da água pelos moradores são o hipoclorito de sódio, fervura e filtração. Segundo Gama *et al.* (2018), o tratamento caseiro mais utilizado é o hipoclorito de sódio. Para Giatti *et al.* (2010), os métodos mais aplicados para o tratamento são a filtragem, a fervura e o hipoclorito de sódio. Assim, observou-se que os resultados desses estudos foram similares aos alcançados nessa pesquisa quanto as opções domésticas para desinfecção da água.

Quanto aos possíveis mananciais nas comunidades que podem ser utilizados para captação, constatou-se uma grande diversidade nas localidades estudadas, em especial, no município de Pombal-PB. Assim, observou-se a existência de rios perenizados em Pombal-PB (Figura 48a) como no território de Santa Luzia do Pará-PA (Figura 48b). Das comunidades rurais do município de Pombal-PB, apenas Coatiba (P07), Flores (P09) e São Pedro (P22), a população capta água de rio para atender suas demandas, em razão da proximidade dos domicílios com essa fonte superficial. Porém, a utilização da água advinda do rio Piancó pela população das comunidades citadas só ocorre porque um trecho deste rio foi perenizado pelo sistema hídrico Curema – Mãe D'água.

Figura 48 – Mananciais existentes nas comunidades rurais: a) trecho do rio Piancó que cortar o município de Pombal-PB; b) trecho do rio Caeté no município de Santa Luzia do Pará-PA

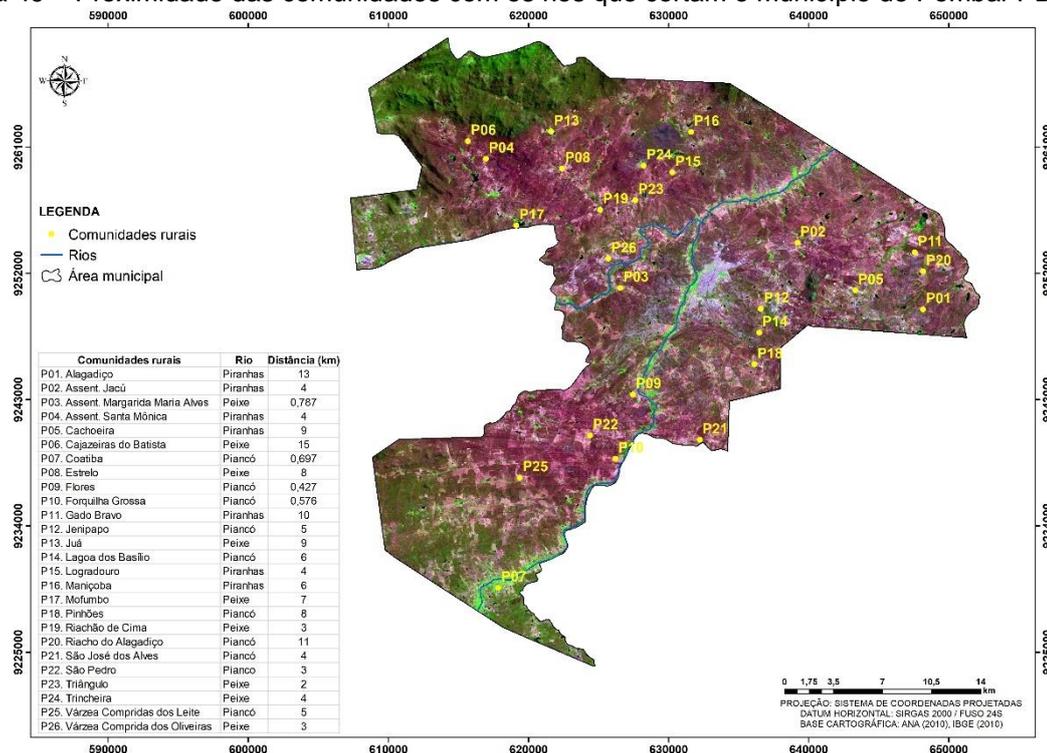


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De modo geral, as comunidades próximas aos rios Peixe e Piancó apresentaram melhores resultados que as comunidades que ficam mais distantes desses mananciais superficiais, como a de Coatiba (P07), Flores (P09) e São Pedro (P22). De acordo com Garriga e Pérez-Foguet (2011) que obtiveram resultados similares em um estudo de caso realizado no distrito de Turkana, no Quênia, nos quais observaram que os altos valores do subíndice, recursos hídricos, foram em locais próximos onde a água de superfície está disponível, ou seja, os principais rios no território.

As comunidades rurais Assentamento Margarida Maria Alves (P03) e Forquilha Grossa (P10), apesar de estarem próximas dos rios Peixe (0,787 km) e Piancó (0,576 km), de modo respectivo, não fazem captação de água nesses mananciais superficiais (Figura 49). A maioria dos moradores dessas comunidades rurais recorrem a outras fontes de abastecimento de água, em especial, os poços tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes). O rio do Peixe cessa o seu fluxo na estação seca, em virtude do regime hidrológico da região, pois, esse possui condição temporária, sendo que no decorrer do período chuvoso, existe um fluxo contínuo de água, mas, na estação seca esse fluxo desaparece, inviabilizando captação desse recurso.

Figura 49 – Proximidade das comunidades com os rios que cortam o município de Pombal-PB

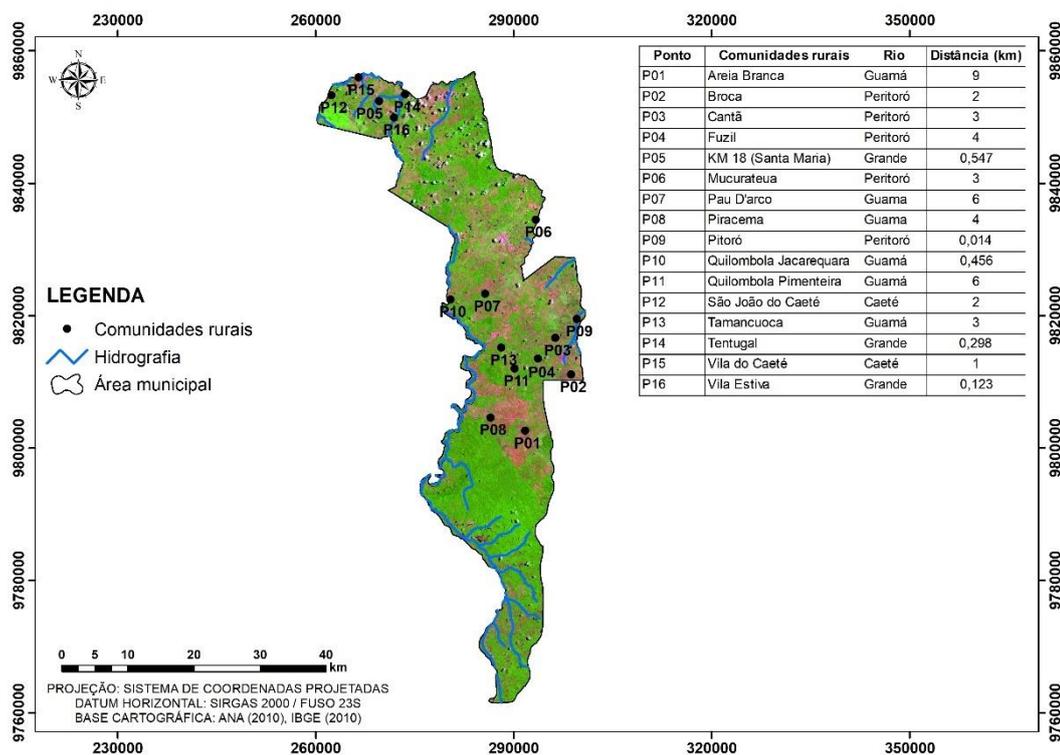


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No município de Santa Luzia do Pará-PA, existem vários rios perenes que cortam o seu território, e algumas comunidades ficam próximas desses mananciais, tais como: KM 18 (P05), São José do Caeté (P12), Tentugal (P14), Vila do Caeté (P15) e Vila Estiva (P16), ambas localizadas perto do rio Caeté (Figura 50). Contudo, essa proximidade não significa que os moradores que foram entrevistados nessas comunidades utilizam a água dessas fontes para seu consumo. Assim, nessa pesquisa observou-se uma preferência dos entrevistados por águas subterrâneas.

Observou-se nesse estudo, segundo informações dos entrevistados, que alguns fatores são relevantes para a viabilidade da implantação do sistema de abastecimento de água nessas comunidades, como: proximidade do manancial, quantidade de moradores, espacialidade ou extensão territorial, capacidade adaptativa, representação e organização política por meio da associação ou cooperativa rural. Todavia, destaca-se que várias comunidades estudadas não dispõem dessas particularidades, o que inviabiliza ou dificulta a implantação de um sistema coletivo de abastecimento de água, incentivando a escolha do sistema individual.

Figura 50 – Comunidades rurais próximas de rios que atravessam o território de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para Machado *et al.* (2016), as dificuldades que persistem na zona rural para viabilizar a instalação de SAA estão associadas aos problemas como baixa concentração de habitantes, pequena quantidade de residências, dispersão dos domicílios, baixa renda da população, inviabilidade econômica do projeto. Além disso, acrescenta-se questões relacionadas à falta de articulação política e organizacional dessas localidades.

Com relação ao manancial utilizado pelos entrevistados nas comunidades rurais de Pombal-PB para o consumo humano, constatou-se que 65,0% captam água da chuva, 25,0% utilizam poços tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes), 6,0% fazem a captação da água proveniente de rios perenes, 3,0% informaram que fazem o uso da água de rios intermitentes e 1% usam outras fontes (barreiro, lagoa, tanque de pedra). Já em Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que a maioria dos entrevistados 55,0% fazem captação de água de poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas), enquanto 32,0% usam água de poços tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes), 8,0% de rios intermitentes, 4,0% de rios perenes e 1,0% de outras fontes (barreiro, lagoa, tanque de pedra). Além disso, observa-se que, apesar do potencial pluviométrico, pouco se faz uso do

aproveitamento pluvial, uma alternativa que precisa se motivada nessas localidades, conforme observado na Tabela 30.

Tabela 30 – Fontes de água empregadas no abastecimento humano pela população rural

Fonte de água utilizada no abastecimento	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Açude (pequeno e/ou médio)	0,0%	0,0%
Barragem / represa (água)	0,0%	0,0%
Barragem subterrânea	0,0%	0,0%
Cisterna de placa (água de chuva)	65,0%	0,0%
Igarapé	0,0%	0,0%
Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra)	1,0%	1,0%
Poço tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)	25,0%	32,0%
Poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas)	0,0%	55,0%
Rios intermitentes	3,0%	8,0%
Rios perenes	6,0%	4,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A água de chuva tem sido uma solução, na maior parte das vezes, na modalidade individual, de abastecimento em áreas rurais. Veloso *et al.* (2013), julgam que essa fonte de abastecimento consiste em uma opção viável em face da deterioração dos mananciais superficiais, em especial, os próximos das áreas urbanas. A captação e o armazenamento da água de chuva podem ser uma solução complementar para garantir a provisão de água nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA.

Em geral, verificou-se que a população utiliza solução individual para sua provisão de água. Além disso, constatou-se por meio do indicador denominado fonte hídrica que as comunidades do município de Pombal-PB apresentam uma consolidação de infraestrutura de tecnologias sociais hídricas para captação e armazenamento de água advinda da chuva, fato diretamente relacionado à escassez hídrica.

Uma das vantagens apresentada pela tecnologia social hídrica, cisterna de placa, é a sua capacidade de atender às populações rurais distantes dos agrupamentos comunitários. Além disso, sua estrutura física tem um impacto negativo menor ao ambiente quando equiparado ao ocasionado pelas grandes obras do setor hídrico realizadas na região.

Nesse estudo, percebeu-se que além dos mananciais preferencialmente citados, no qual a população utiliza para garantir o suprimento de água para o consumo humano, recorre-se às fontes complementares (secundárias) para atender à demanda de atividades domésticas, tais como: higienização corporal, lavagem de

roupa, limpeza de casa e utensílios de cozinha, etc. Todavia, essas opções alternativas no período de estiagem tem seu volume de água reduzido ou escasso, podendo ocasionar sérias implicações aos usuários.

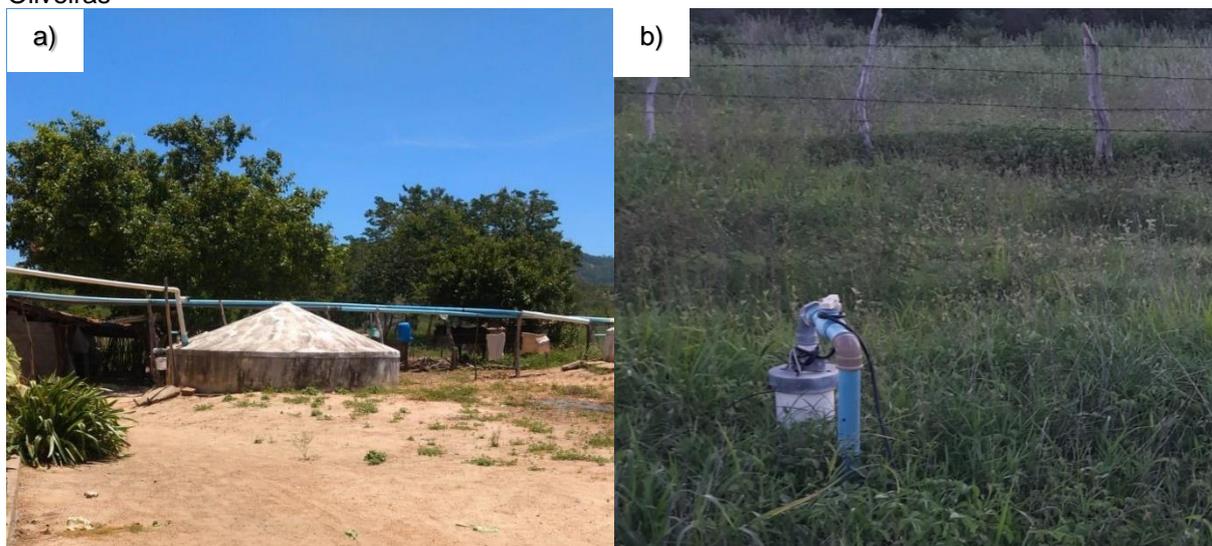
Segundo Araújo, Ribeiro e Reis (2010), nenhuma ação isolada é possível de solucionar integralmente à demanda de água para o uso doméstico e produtivo dos moradores de áreas rurais, visto que a variedade de métodos tradicionalmente empregados para a sistematização do fornecimento de água na região semiárida ocorre de uma necessidade resultante da particularidade das conjunturas dos locais.

Os resultados desse estudo indicam condições semelhantes de outras comunidades tanto no Semiárido como na região Amazônica, como a pesquisa de Amorim *et al.* (2013), na comunidade Boqueirão Afro, no estado da Bahia região Nordeste do país, em que 82,6% dos entrevistados usam água de poço, mina, ou fonte para atender suas demandas nas atividades domésticas.

Já no estudo realizado por Silva *et al.* (2013), em comunidades rurais do Sertão, constataram em seus resultados que cerca 21,44% das residências estudadas, utilizam apenas a cisterna como fonte de água para atender a demanda de uso doméstico, 30,92 % utilizavam água de açude, barragem ou lagoa, 13,99 % tinham água encanada, 12,81% cacimba, 7,82% poço tubular e 2,14% chafariz. Enquanto na pesquisa de Ferreira e Pantaleão (2016), os moradores utilizam poços tubulares para garantir seus suprimentos hídricos.

Os resultados desse estudo converge com os obtidos nessa pesquisa para as comunidades situadas na região semiárida, visto que a cisterna (Figura 51a) e o poço tubular (Figura 51b) são as fontes hídricas mais empregadas pelos entrevistados. Para Alves e Araújo (2016), a água subterrânea é priorizada quando comparada à água superficial, principalmente porque a população acredita ser mais limpa. Todavia, no sertão nordestino, existe uma restrição no uso da água subterrânea para amenizar o problema da ausência desse recurso na região, que é a alta concentração de sais dissolvidos.

Figura 51 – Fontes hídricas utilizadas no abastecimento humano nas comunidades de Pombal-PB: a) cisterna de placa na comunidade Estrela; b) poço tubular na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nas comunidades rurais estudadas de Santa Luzia do Pará-PA, os mananciais preferencialmente empregados para o abastecimento humano foram os subterrâneos, em especial, os poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas), conforme ilustrado na Figura 52. As informações aqui apresentadas corroboram os resultados obtidos por Brito *et al.* (2020), constatando que cerca de (70,0%) da população da Ilha de Cotijuba em Belém-PA utiliza água de poços escavados.

Figura 52 – Fontes hídricas utilizadas no abastecimento humano nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) poço escavado na comunidade Cantã; b) poço escavado na comunidade Quilombola Pimenteira



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os resultados alcançados a respeito da fonte principal de água empregada para o consumo humano nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA vão ao encontro de outros estudos realizados na região Norte, que observaram uma preferência pela utilização de água subterrânea, como De Sousa *et al.* (2016), Ferreira *et al.* (2014) e Guimarães *et al.* (2009).

Contatou-se que os poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas) nas comunidades visitadas de Santa Luzia do Pará-PA, são construídos próximos das residências, ou seja, a poucos metros. Essa particularidade também foi constatada na pesquisa realizada por Guimarães *et al.* (2009), no qual observaram que a água usada para as atividades domésticas tinham origem de poços escavados nos quintais (terreiros) das residências.

Ferreira *et al.* (2016), dizem que os poços escavados (rasos) são vulneráveis a contaminação. A probabilidade da população ser acometida de doenças de veiculação hídrica é grande, visto que constantemente os poços escavados estão inapropriadamente tampados (vedados) e perto de fontes de contaminação como, por exemplo, fossas rudimentares (negras), próximo de áreas destinadas para engorda de animais (AMARAL *et al.*, 2003) ou de cultivares agrícolas que utilizam fertilizantes químicos.

No estado do Pará, a utilização de tecnologias sociais para os recursos hídricos, como as cisternas, vêm sendo empregadas para assegurar o acesso à água em quantidade e qualidade apropriada para suprir a demanda desse recurso em comunidades ribeirinhas como as ilhas Grande e Murutucu (VELOSO *et al.*, 2013). Existem muitos estudos realizados na região Amazônica que revelam diversos tipos de mananciais empregados para o consumo humano e demais atividades domésticas da população, igarapés e nascentes (DE SOUSA *et al.*, 2016), água de chuva (GIATTI; CUTOLO, 2012; VELOSO *et al.*, 2013) e subterrânea (FERREIRA *et al.*, 2016).

Durante as entrevistas nas comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, observou-se diferenças quanto à distribuição e ao suprimento de água dentro de uma localidade e entre as comunidades devido à evidente ligação da capacidade financeira de acesso ao recurso hídrico. Logo, o cenário descrito acima é semelhante ao encontrado por Galizoni *et al.* (2008) para comunidades rurais do Semiárido mineiro, onde foi constatado que o fornecimento da água não ocorria de forma uniforme nas localidades estudadas. Assim, esses autores identificaram que a

escassez hídrica tinha rebatimentos distintos sobre famílias e comunidades, pois sofriam influências ligadas a questões econômicas, ambientais e culturais.

Quanto a forma de armazenamento de água nas residências dos indivíduos entrevistados, observou-se que a forma de armazenamento é bastante variado (Tabela 31), todavia, as duas formas mais comuns nas comunidades rurais de Pombal-PB foram a cisterna (placa ou calçadão) com 77,0% e a caixa d'água (alvenaria ou polietileno) com 12,0%, enquanto nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, foram a caixa d'água (alvenaria ou polietileno) com 79,0% e o balde plástico 9,0%.

Tabela 31 – Forma de armazenamento de água pela população rural

Armazenamento	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Balde plástico	0,0%	9,0%
Caixa d'água (alvenaria ou polietileno)	12,0%	79,0%
Cisterna (placa ou calçadão)	77,0%	0,0%
Pote de argila	0,0%	0,0%
Tanque de alvenaria	6,0%	2,0%
Tambor plástico	4,0%	6,0%
Outros (garrafa pet, bacia plástica, etc.)	1,0%	4,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados obtidos em relação à forma de armazenamento da água usada para o consumo humano pelos habitantes entrevistados nas comunidades de Pombal-PB, apresentaram convergência com estudos realizados no Semiárido nordestino, como Mendonça *et al.* (2012) que observaram que todos os entrevistados das comunidades localizadas na bacia hidrográfica do rio Pajeú utilizavam a cisterna para o armazenamento de água. Já Ferreira e Pantaleão (2016) identificaram que em uma das comunidades quilombolas investigada em seu estudo que a população usava a caixa d'água para reservar a água para suas atividades domésticas.

Os resultados alcançados nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, quanto à forma de armazenamento de água pela população em seus domicílios são corroborados por outros estudos realizados na região Amazônica, nos quais apresentaram diversas formas empregadas para o armazenamento de água, todavia, as formas preferencialmente usados são potes de argila, baldes e garrafas pet (FERREIRA *et al.*, 2014; GIATTI; CUTOLO, 2012), garrafas pet e o reaproveitamento de vasilhame de origem não aconselhável, como recipiente de tintas ou fertilizantes (DE SOUSA *et al.*, 2016).

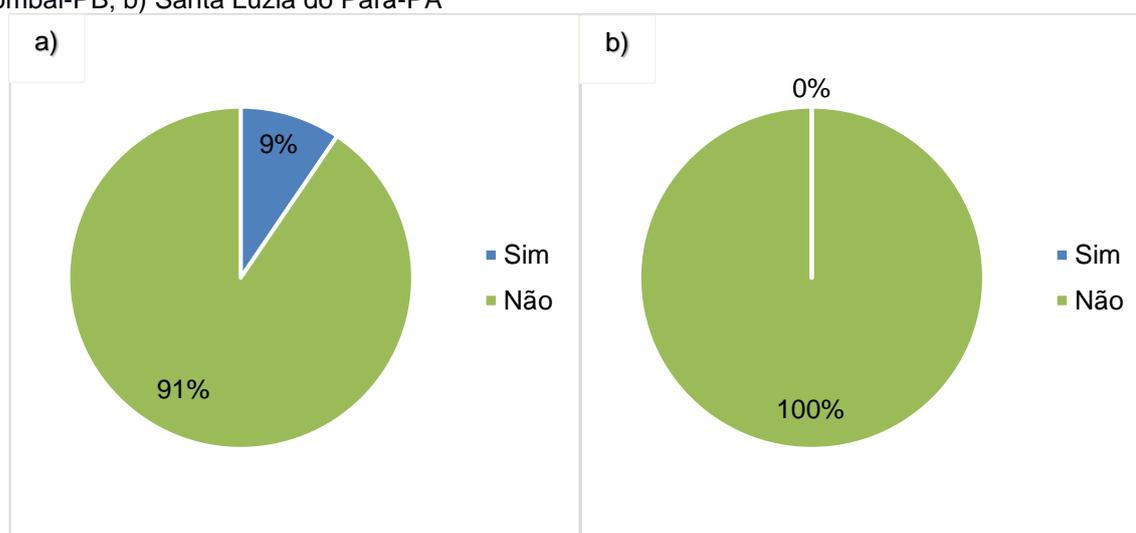
Conclui-se no indicador armazenamento de água que a predominância das cisternas para o armazenamento de água nas comunidades rurais de Pombal-PB foi

devido à ampliação dessa tecnologia social nas comunidades rurais por meio do Programa Um Milhão de Cisterna (P1MC), em especial, nas residências que se encontram espacialmente afastadas que possuem somente essa fonte para assegurar o abastecimento de água.

Observou-se nos resultados que a forma de armazenamento de água é diversificada, pressupõe-se que esse fato esteja associado à renda das famílias e à disponibilidade hídrica de cada localidade. Logo, o uso desses utensílios podem variar conforme as condições socioeconômicas. Um estudo realizado por Vásquez (2016) constatou que as famílias pesquisadas possuíam diversos utensílios para o armazenamento de água em suas residências, como baldes, barris, cisternas e tanque. Além disso, identificou-se que a escolha do dispositivo de armazenamento estava ligado à condição financeira.

No que tange a questão da realização de capacitação sobre o manejo e conservação da água, a maioria 91,0% dos moradores das comunidades estudadas de Pombal-PB (Figura 53a) disseram que nunca participaram e apenas 9,0% relataram que já fizeram um curso sobre como manejar e conservar a água para as atividades domésticas. Já nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, todos os entrevistados disseram que nunca tiveram uma capacitação sobre o manejo e conservação da água (Figura 53b).

Figura 53 – Realização de capacitação de manejo e conservação de água nas comunidades: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os moradores disseram ainda que em cada residência existe uma forma de gerenciar os recursos hídricos de acordo com os hábitos e costumes de cada

proprietário. Pode-se constatar que o percentual de 9,0% dos moradores das comunidades de Pombal-PB está ligado aos moradores que foram beneficiados com o programa do governo federal brasileiro denominado como “Um milhão de cisternas - P1MC”, posto que, uma das etapas de execução do programa consiste na realização de um curso de capacitação com as famílias beneficiadas com essa infraestrutura hídrica, conforme estudos realizados na região (ALMEIDA; FALCÃO SOBRINHO, 2016; SOARES JUNIOR; LEITÃO, 2017).

Uma alternativa que poderá melhorar o desempenho das comunidades neste indicador seria promover ou realizar palestras, rodas de conversas ou cursos de curta duração por intermédio das associações rurais ou cooperativas locais. Assim, essa iniciativa poderia ser realizada através das secretárias de meio ambiente e agricultura dos respectivos municípios onde estão localizadas as comunidades estudadas com a participação e colaboração de integrantes da sociedade civil organizada, e representantes do poder público, bem como a construção de parcerias com escolas e instituições de ensino superior.

Baguma, Loiskandl e Jung (2010) realizaram uma pesquisa a respeito do aproveitamento da precipitação pluviométrica no país africano Uganda, no qual constataram que o desenvolvimento da gestão dos sistemas de aproveitamento de água advinda da chuva nas residências estavam estatisticamente ligadas a alguns fatores como à participação dos usuários em associações que proporcionam a captação e armazenamento de água da chuva e a compreensão das orientações para operação dessa infraestrutura hídrica.

4.3.3 Desempenho da componente uso da água

A componente “uso da água” abordou temas relacionados ao consumo de água para uso doméstico, usos múltiplos e conflitos pela água, disponibilidade de água e percepção a respeito do uso e conservação da água. Assim, permitiu observar os hábitos quanto ao consumo de água, de forma a colaborar em seus usos prioritários de acordo com a demanda e economia local, bem como proporcionar incentivo tanto na racionalização como no reuso de água.

Quanto à componente uso da água, observou-se que o valor médio alcançado para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA foi igual a 5,8, o que indicou um desempenho intermediário, em contrapartida, o valor médio da componente uso

da água, obtido para as comunidades do município de Pombal-PB foi igual a 5,3, e indicaram um desempenho também intermediário (Tabela 32).

Tabela 32 – Desempenho da componente uso da água para as comunidades rurais

Mun.	Comunidades Rurais	Média da comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	5,7	Intermediário
	Broca	5,9	Intermediário
	Cantã	5,6	Intermediário
	Fuzil	5,6	Intermediário
	KM 18 (Santa Maria)	5,5	Intermediário
	Mucurateua	5,6	Intermediário
	Pau D'arco	5,8	Intermediário
	Piracema	5,5	Intermediário
	Pitoró	5,7	Intermediário
	Quilombola Jacarequara	6,0	Intermediário
	Quilombola Pimenteira	5,8	Intermediário
	São João do Caeté	5,9	Intermediário
	Tamancuoca	6,0	Intermediário
	Tentugal	6,2	Potencialmente Sustentável
	Vila Caeté	5,8	Intermediário
	Vila Estiva	5,5	Intermediário
	ISHR médio-componente	5,8	Intermediário
Pombal-PB	Alagadiço	4,9	Intermediário
	Assent. Jacú	4,8	Intermediário
	Assent. Margarida Maria Alves	5,6	Intermediário
	Assent. Santa Mônica	4,3	Intermediário
	Cachoeira	4,5	Intermediário
	Cajazeiras do Batista	5,2	Intermediário
	Coatiba	5,7	Intermediário
	Estrelo	5,0	Intermediário
	Flores	4,9	Intermediário
	Forquilha Grossa	5,1	Intermediário
	Gado Bravo	5,4	Intermediário
	Jenipapo	6,5	Potencialmente Sustentável
	Juá	5,4	Intermediário
	Lagoa dos Basílio	5,5	Intermediário
	Logradouro	6,4	Potencialmente Sustentável
	Maniçoba	5,5	Intermediário
	Mofumbo	5,9	Intermediário
	Pinhões	5,4	Intermediário
	Riachão de Cima	4,8	Intermediário
	Riacho do Alagadiço	4,8	Intermediário
	São José dos Alves	5,0	Intermediário
	São Pedro	4,8	Intermediário
	Triângulo	5,3	Intermediário
	Trincheira	5,3	Intermediário
	Várzea Compridas dos Leite	4,9	Intermediário
	Várzea Comprida dos Oliveiras	5,9	Intermediário
	ISHR médio-componente	5,3	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

⁷ Nota: Mun. = Município.

Os resultados foram superiores aos obtidos por Brito *et al.* (2020), que encontraram um valor igual 5,0, ou seja, situação regular. Em contrapartida, o valor

médio obtido para as comunidades de Pombal-PB foi inferior ao encontrado por Crispim *et al.* (2020), que alcançaram um valor igual a 5,4. Além disso, constatou-se que o valor médio atingido na componente uso da água foi similar ao obtido por Lerner e Ferreira (2016), que obtiveram uma classificação regular.

Os resultados da componente “uso da água”, indicaram que a maioria das comunidades rurais do município de Santa Luzia do Pará-PA, 93,7% (n=15) tiveram uma classificação na faixa intermediária, enquanto apenas 6,3% (n=1) foram classificadas na faixa potencialmente sustentável. Quanto as comunidades rurais do município de Pombal-PB, 7,7% (n=2) tiveram uma classificação na faixa potencialmente sustentável, enquanto 92,3% (n=24) ficaram na faixa de classificação intermediária.

Na Tabela 33, observa-se a proporção das atividades domésticas com maior demanda de água nas residências. Assim, constatou-se que a população entrevistada nas comunidades de Pombal-PB, em sua maioria consomem mais água com a limpeza de casa e utensílios de cozinha 54,0% e lavagem de roupa 18,0%. Dentre os entrevistados das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, verificou-se que as atividades com maior consumo de água foram a higienização corporal 54,0% e lavagem de roupa 36,0%, respectivamente.

Tabela 33 – Atividade doméstica com maior consumo de água nas comunidades rurais

Atividade doméstica	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
Água de beber	2,0%	0,0%
Preparo de alimento	10,0%	4,0%
Higienização corporal	16,0%	54,0%
Lavagem de roupa	18,0%	6,0%
Limpeza de casa e utensílios de cozinha	54,0%	36,0%
Outros	0,0%	0,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

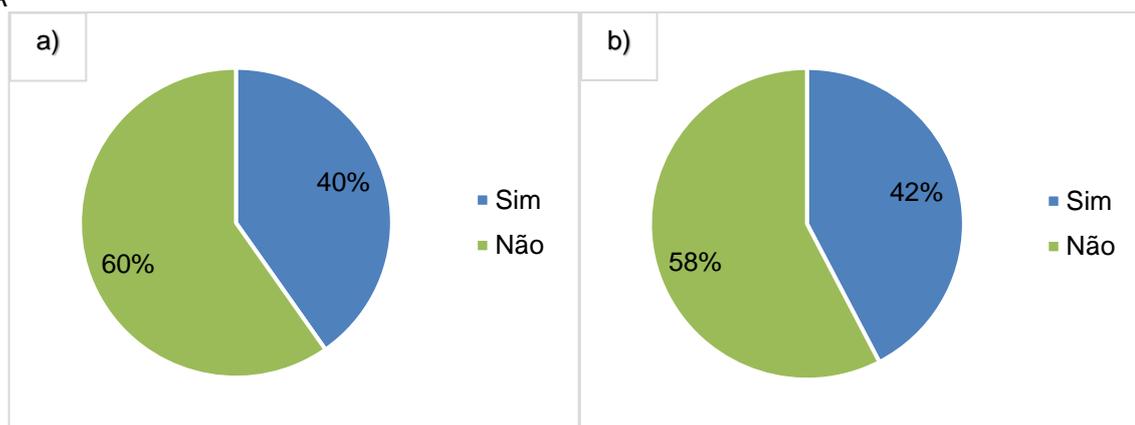
Os resultados alcançados nessa pesquisa quanto as atividades com maior consumo de água estão de acordo com estudo de Crispim (2015) realizado em comunidades rurais do município de Pombal-PB. Na pesquisa realizada por Azevêdo *et al.* (2017) em comunidades rurais do estado da Paraíba, observou-se que as atividades de usos mais citadas quanto aos usos domésticos foram (lavar louça, lavar roupa e lavar banheiro) e higiene pessoal.

Em contrapartida, no estudo feito por Brito *et al.* (2020) na Ilha de Cotijuba, município de Belém-PA, constataram que a maioria dos entrevistados informou que atividade doméstica com maior consumo de água foi a lavagem de roupa e utensílios

de limpeza da casa 73%, em seguida foi a higienização corporal e bucal 20%, enquanto 7% declararam o preparo de alimentos. Assim, os resultados obtidos por Brito *et al.* (2020) corroboram com os alcançados neste estudo.

Quanto aos usos múltiplos da água, verificou-se que a maioria 60,0% dos moradores das comunidades de Pombal-PB informaram que não fazem o uso múltiplo da água, enquanto 40,0% disseram que utilizam água para mais de uma atividade, como abastecimento humano, dessedentação de animais e agricultura (hortas) (Figura 54a). Ao mesmo tempo, constatou-se resultados semelhantes para os entrevistados das áreas rurais de Santa Luzia do Pará-PA, sendo que 58,0% declararam que não fazem usos múltiplos da água, enquanto 42,0% disseram fazer (Figura 54b).

Figura 54 – Usos múltiplos da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De modo geral, observou-se que os principais usos da água nas localidades estudadas, são para o consumo humano e dessedentação de animais (aves, bovinos, caprinos, ovinos e suínos). Tal situação atende dois fundamentos que constam na Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, nos quais em um contexto de escassez de água, o uso preferencial dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais, e a gestão dos recursos hídricos deve continuamente proporcionar os usos múltiplos da água.

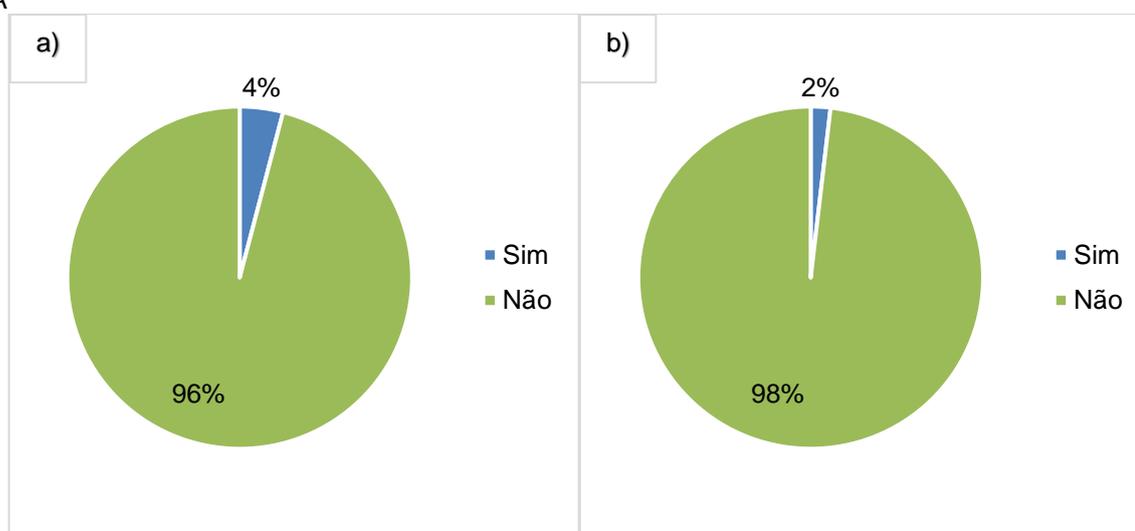
Sugere-se para diminuir a pressão sobre as fontes de água utilizadas no abastecimento de água nas comunidades rurais pesquisadas nos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA e assegurar o uso múltiplo da água (consumo humano, dessedentação de animal e agricultura) é melhorar a infraestrutura hídrica e

realizar ações voltadas para o desenvolvimento de capacidades para gerenciar a água, ao mesmo tempo, exigir uma resposta institucional das autoridades locais.

Para modificar a situação e melhorar a eficiência do uso da água, a população precisa participar ativamente da gestão e conservação dos recursos hídricos e realizar ações de gestão mais sustentáveis, diminuir a demanda de água agrícola via melhoramento da eficiência do uso da água, aumentar a infraestrutura hídrica com soluções de abastecimento (cisternas de água com 52 mil litros, tanque de água e outras) e fontes alternativas de água (reservatórios artificiais, barragens e poços) para as atividades domésticas secundárias (tais como lavagem de louças e banhos), uso agrícola e dessedentação animal, bem como considerar o reúso de água para agricultura.

Com relação ao indicador conflitos pelo uso da água, a maioria dos entrevistados 98% das comunidades de Pombal-PB (Figura 55a) e 94% Santa Luzia do Pará-PA (Figura 55b) revelaram que nunca ocorreu desentendimento ou conflito pelo uso da água. Os resultados alcançados para as comunidades rurais dos dois municípios estudados estão de acordo com o estudo de Crispim (2015), no qual em sua pesquisa verificou a não ocorrência de conflitos pelo uso da água.

Figura 55 – Conflitos pelo uso da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

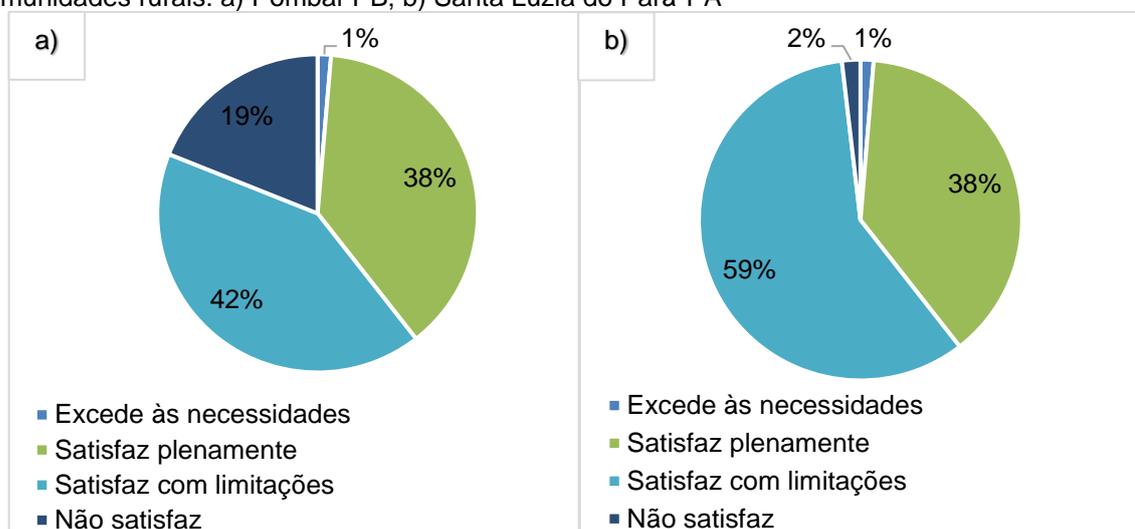
Pode-se entender, que apesar dessas localidades se defrontarem com situações de sazonalidade hidrológica e diminuição do volume de água no período seco na região Nordeste e período menos chuvoso na região Norte, observaram-se

registros pontuais quanto a conflitos entre demandas consuntivas, por exemplo, nas comunidades de Pombal-PB foram registrados situações de conflitos com comunitários das comunidades Flores e Assentamento Margarida Maria Alves, todas ligadas a questão do uso da água para consumo humano, dessedentação de animal e irrigação, posto que não tinha água suficiente para atender essas três demandas.

Quanto à existência de conflitos pelo uso da água pelas demandas consuntivas nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, foram registrados nas comunidades Fuzil, Pau D'arco e Vila do Caeté, associados as atividades de consumo humano e agropecuária. Por fim, pressuponha-se que o baixo percentual de conflitos esteja relacionado a não existência de grandes usuários de água nos municípios, especialmente do setor industrial e agrícola.

Com relação à quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades básicas da população, a maioria dos entrevistados 42,0% das comunidades de Pombal-PB, disse que água disponível satisfaz com limitações, enquanto 38,0% relatou que satisfaz plenamente (Figura 56a). Quanto aos resultados referentes aos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, aproximadamente 59,0% dos entrevistados informaram que água disponível satisfaz com limitações e 38,0% disseram que satisfaz plenamente (Figura 56b). Pode-se depreender, com base nos resultados apresentados, que existe uma parcela da população das comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA não satisfeitos com o volume de água disponível, ou seja, necessita de uma maior quantidade para atender suas demandas.

Figura 56 – Quantidade de água disponível para satisfazer as necessidades básicas da população das comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



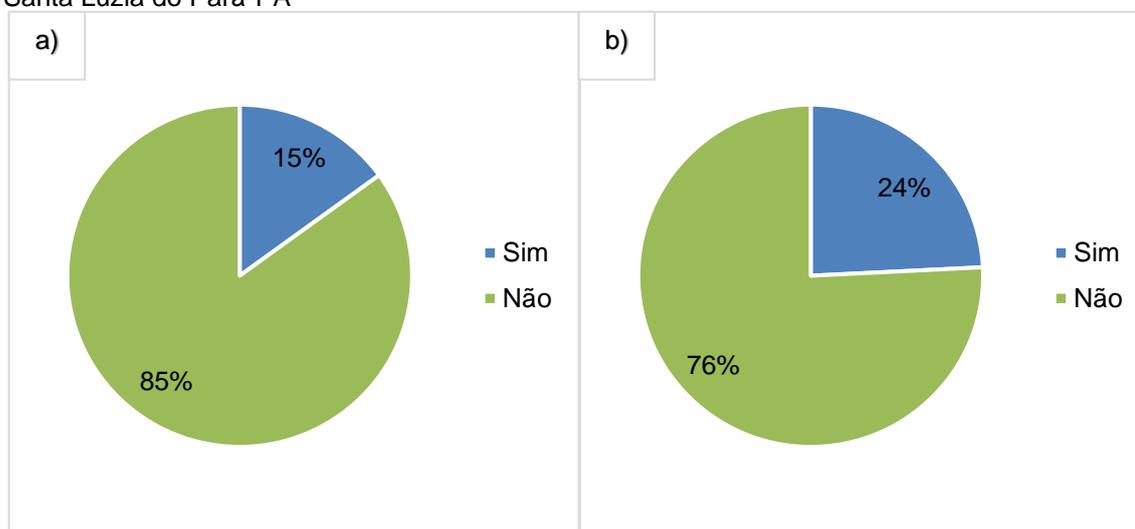
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Silva *et al.* (2019), constataram em sua pesquisa que a maioria da população entrevistada 88,9% do Assentamento Santa Monica em Pombal-PB, estava insatisfeita com o volume de água em seus domicílios, nos quais disseram que necessitava de uma maior quantidade para atender suas demandas do cotidiano. No estudo realizado por Brito *et al.* (2020) na Ilha de Cotijuba localizada no município de Belém-PA, foi constatado que cerca de 20% dos entrevistados informaram que o volume de água disponível supria suas necessidades com limitações.

A participação dos moradores quanto a satisfação do volume de água utilizado para atender suas demandas obedecem às premissas da gestão dos recursos hídricos do país, no qual é descentralizado, participativo e integrado. A presença de todas as parcelas da sociedade no processo de gestão dos recursos hídricos é relevante, em especial, dos sujeitos sociais mais pobres, majoritariamente vulneráveis e excluídos dos processos de tomada de decisão (SOUZA, 2017).

Das comunidades estudadas de Pombal-PB, percebeu-se que a maioria dos entrevistados 85,0% relatou que não dispõe de água suficiente para implementar sistemas de irrigação na agricultura, e somente 15,0% informaram que possuem água disponível para um projeto de irrigação (57a). Nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, a maioria dos moradores 76,0% disse que não possui água suficiente para fazer projeto de irrigação e apenas 24,0% relataram que dispõem de água suficiente para implementar projeto de irrigação (Figura 57b).

Figura 57 – Disponibilidade de água para projeto de irrigação nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Segundo Mendonça *et al.* (2012), a pouca disponibilidade de água doce para atender a demanda do setor agrícola causa fortes limitações ao aumento da produção agrícola, prejudicando em particular os estabelecimentos rurais abaixo de 20 ha, nos quais possuem nas atividades agropecuárias, de pequeno e médio portes, a sua estrutura econômica.

Dentre os entrevistados de Pombal-PB que disseram que dispõem de água para agricultura irrigada, a maioria é da comunidade rural Várzea Comprida dos Oliveiras. Nessa localidade, os produtores possuem uma infraestrutura de irrigação adaptada para o cultivo de hortaliças, visando a comercialização e autoconsumo familiar. No decorrer das entrevistas, vários participantes relataram que a falta de água para irrigação de culturas agrícolas limita a realização de atividade nesse setor, o que dificulta a geração de uma fonte de renda. Logo, muitos agricultores esperam o início do período chuvoso na região para realizarem seus plantios (Figura 58).

Figura 58 – Cultivo de milho na comunidade Estrelo em Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A observação quanto à escassez hídrica, que limita a realização de atividades agrícolas que possa gerar renda, também foi verificada no estudo realizado por Silva *et al.* (2019) no Assentamento Santa Monica localizado no município de Pombal-PB, nos quais identificaram que 96,3% dos entrevistados relataram que se tivessem água suficiente, poderiam desenvolver atividades econômicas em suas propriedades, como o cultivo de frutíferas, a produção de hortaliças e o fortalecimento da cadeia de

produção leiteira, com vistas ao autoconsumo e à comercialização do excedente para sede municipal.

Os resultados concernentes as comunidades de Pombal-PB, indicaram que a produção agrícola dos entrevistados se limita ao período chuvoso na região. Para Medeiros (2014), essa situação consiste em um dos grandes obstáculos para a vida do lavrador no Semiárido, posto que, parte da produção agrícola está relacionada ao período chuvoso na região que, em geral, não ultrapassa quatro meses. Similarmente, observou-se que alguns entrevistados das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA realizam cultivos de culturas agrícolas na estação chuvosa na região Norte, como na comunidade Quilombola Pimenteira (Figura 59).

Figura 59 – Lavoura de feijão na comunidade Quilombola Pimenteira-SLP



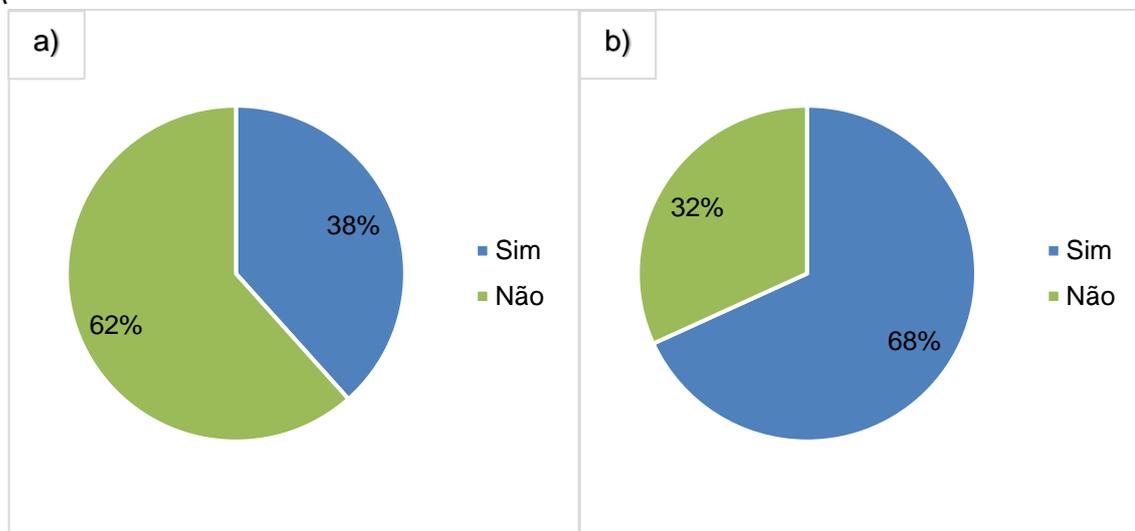
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Outra questão observada foi o racionamento de água, sendo que 62,0% dos moradores das comunidades de Pombal-PB disseram que não fazia racionamento, enquanto 38,0% relataram a necessidade de fazer o racionamento de água (Figura 60a). Em contrapartida, a maioria dos habitantes (68,0%) das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA disseram que faziam economia de água, enquanto 32,0% não realizavam a economia de água (Figura 60b).

Os entrevistados que fazem o racionamento de água, explicaram que as fontes de água utilizada para o consumo humano tem seus estoques reduzidos na estação seca (Semiárido) ou na estação menos chuvosa (Amazônia), não sendo suficientes para atender às demandas, o que implica no racionamento de água. Além disso, se

mostraram conscientes de que o racionamento é uma medida para que todos possam ter água para atender às demandas domésticas.

Figura 60 – Racionamento de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

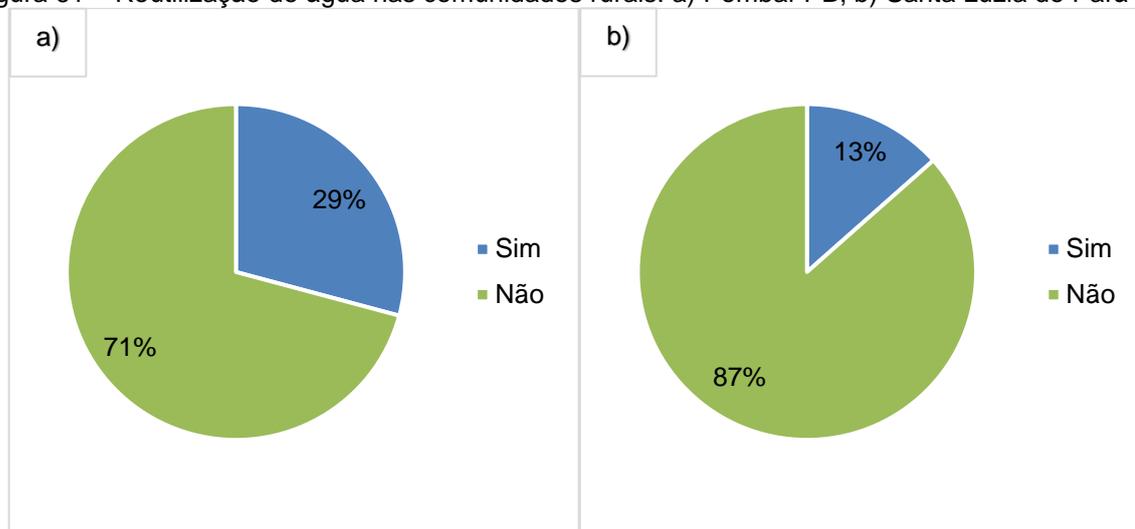
No estudo realizado por De Sousa (2016) em comunidades rurais localizadas município de Igarapé-Açu/PA, foi constatado junto à população entrevistada, a necessidade de realizar racionamento de água e o compartilhamento da fonte de água entre as famílias, em especial, para o consumo humano.

Quanto ao reuso de água, percebeu-se que 29,0% da população das comunidades rurais de Pombal-PB faziam reuso de água (Figura 61a) em suas atividades domésticas, enquanto 71,0% não reutilizavam a água. Enquanto nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, notou-se que 87,0% dos moradores não faziam reuso de água, em contrapartida, 13,0% disseram que reutilizavam a água (Figura 61b) para fins menos nobres tais como: água para lavar pisos, calçadas, banheiros e regar plantas. Assim, constata-se que nas localidades onde existe problema concernente a escassez de água, ou seja, nas comunidades situadas no Semiárido o percentual de pessoas que relataram fazer o reuso de água foi um pouco superior às situadas na região Amazônica.

O baixo percentual dos moradores das comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, que não praticavam o reuso de água pode estar associado ao preconceito, que consiste ainda em uma barreira para aceitação do reuso de água. Porém, caso os entrevistados compreendessem de forma clara os benefícios que

podem ser originados com a implantação de projetos de reuso de água, poderia ajudar na aceitação social.

Figura 61 – Reutilização de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Crispim (2015) observou em sua pesquisa sobre a situação hídrica em comunidades rurais de Pombal-PB que a população mostrava uma resistência em fazer o reuso de água para fins não potáveis. Todavia, é sabido que o reuso pode ser uma opção possível para aumentar a oferta de água para atividades não potáveis (BRITO *et al.*, 2020; CRISPIM, 2015).

4.3.4 Desempenho da componente acesso à água

Na componente “acesso à água” são retratados um conjunto de dados que aborda temas como abastecimento de água, esgoto sanitário, coleta e transporte de água até o domicílio, e a condição de acesso até a comunidade.

O valor médio da componente “acesso à água” obtido para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA foi igual 6,5, o que mostra uma classificação na faixa potencialmente sustentável, da mesma forma, o valor médio da componente para as comunidades de Pombal-PB foi igual 6,4, o que também indica uma classificação na faixa potencialmente sustentável (Tabela 34). Além disso, ao realizar uma comparação dos resultados obtidos nessa pesquisa com o estudo feito por Santos e Ferreira (2016), observou-se que os valores médios são inferiores ao

alcançado pelos autores citados que foi de 7,2, sendo considerado uma situação boa de acesso à água.

Tabela 34 – Desempenho da componente acesso à água para as comunidades rurais

Mun.	Comunidades Rurais	Média da comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	5,3	Intermediário
	Broca	6,0	Intermediário
	Cantã	5,9	Intermediário
	Fuzil	7,0	Potencialmente Sustentável
	KM 18 (Santa Maria)	7,4	Potencialmente Sustentável
	Mucurateua	6,5	Potencialmente Sustentável
	Pau D'arco	6,0	Intermediário
	Piracema	5,9	Intermediário
	Pitoró	7,4	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Jacarequara	6,8	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Pimenteira	5,7	Intermediário
	São João do Caeté	6,0	Intermediário
	Tamancuoca	6,2	Potencialmente Sustentável
	Tentugal	6,9	Potencialmente Sustentável
	Vila Caeté	6,9	Potencialmente Sustentável
Vila Estiva	7,3	Potencialmente Sustentável	
	ISHR médio-componente	6,5	Potencialmente Sustentável
Pombal - PB	Alagadiço	6,4	Potencialmente Sustentável
	Assent. Jacú	5,8	Intermediário
	Assent. Margarida Maria Alves	8,0	Potencialmente Sustentável
	Assent. Santa Mônica	5,7	Intermediário
	Cachoeira	8,2	Sustentável
	Cajazeiras do Batista	5,7	Intermediário
	Coatiba	8,3	Sustentável
	Estrelo	5,6	Intermediário
	Flores	7,6	Potencialmente Sustentável
	Forquilha Grossa	5,6	Intermediário
	Gado Bravo	6,4	Potencialmente Sustentável
	Jenipapo	6,3	Potencialmente Sustentável
	Juá	5,1	Intermediário
	Lagoa dos Basílio	3,7	Potencialmente Insustentável
	Logradouro	4,4	Intermediário
	Maniçoba	5,3	Intermediário
	Mofumbo	7,0	Potencialmente Sustentável
	Pinhões	6,7	Potencialmente Sustentável
	Riachão de Cima	6,0	Intermediário
	Riacho do Alagadiço	6,7	Potencialmente Sustentável
	São José dos Alves	5,2	Intermediário
	São Pedro	7,3	Potencialmente Sustentável
	Triângulo	6,1	Potencialmente Sustentável
	Trincheira	7,4	Potencialmente Sustentável
	Várzea Compridas dos Leite	8,1	Sustentável
Várzea Comprida dos Oliveiras	8,3	Sustentável	
	ISHR médio-componente	6,4	Potencialmente Sustentável

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

⁸ Nota: Mun. = Município.

Em contrapartida, observou-se que foram superiores aos encontrados por Crispim *et al.* (2020) que obtiveram um valor médio igual 5,3, o que indicou uma situação regular quanto o acesso à água potável. Pode-se depreender que os

resultados aqui obtidos também foram superiores ao encontrado por Brito *et al.* (2020) que foi igual a 6,0, o que indicou uma situação regular de acesso à água para consumo humano.

Ainda na Tabela 34, pode-se constatar que a maioria das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, 60,0% (n=9) foram classificadas em potencialmente sustentável, enquanto 40,0% (n=7) tiveram uma classificação intermediária. Quanto as comunidades rurais de Pombal-PB, observou-se quatro classificações diferentes, sendo que a maioria das comunidades 42,3% (n=11), obteve uma classificação potencialmente sustentável, enquanto 38,5% (n=10) foram classificadas na faixa intermediária, 15,4% (n=4) na faixa sustentável, e 3,8% (n=1) classificado em potencialmente insustentável.

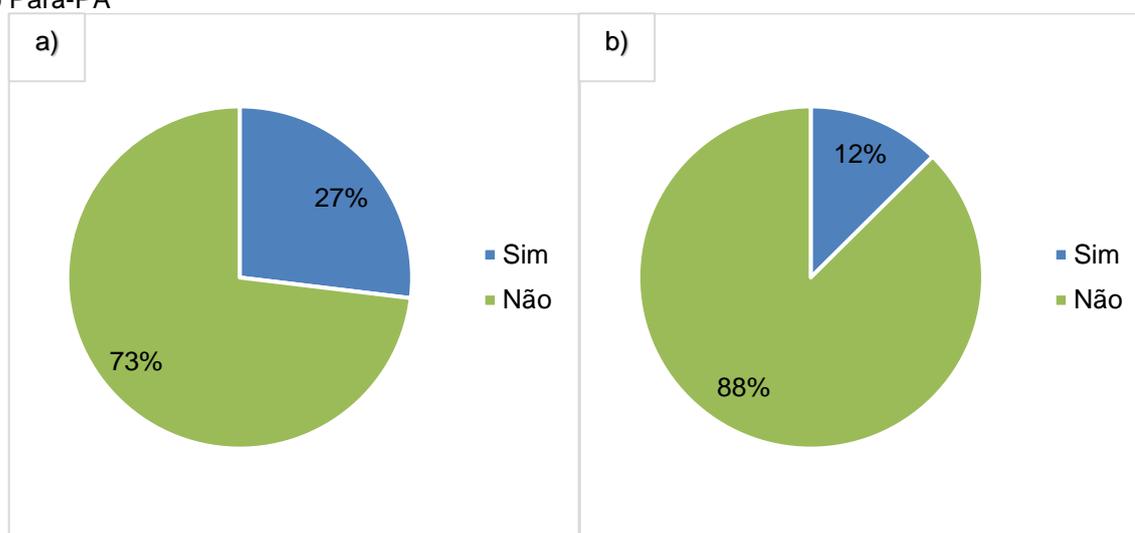
As comunidades rurais Cachoeira (8,2), Coatiba (8,3), Várzea Comprida dos Leites (8,1) e Várzea Comprida dos Oliveiras (8,3), situadas no município de Pombal-PB, foram as únicas com classificação dentro da faixa sustentável. Essas localidades citadas se destacam por suas dimensões territoriais e populacional, uma vez que estão entre as maiores do município supracitado, possuem uma melhor capacidade adaptativa e organizacional, bem como uma estrutura hídrica em melhores condições quando comparadas com as outras comunidades. Em contrapartida, a comunidade rural Lagoa dos Basílio obteve o menor desempenho (3,7) e a única classificada na faixa potencialmente insustentável.

As comunidades rurais de Cachoeira, Coatiba, Várzea Comprida dos Leites e Várzea Comprida dos Oliveiras apresentaram particularidades distintas das demais devido à existência de sistema de abastecimento de água coletivo, os domicílios em sua maioria dispõem de instalação sanitária limpa e interna, os moradores não necessitam gastar seu tempo a percorrer longas distâncias para coletar, esperar e transportar água, visto que, suas residências têm rede de água e múltiplas torneiras instaladas nos cômodos de suas casas e a condição de acesso pelas estradas vicinais foi considerada razoável.

Quanto às comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, destaca-se que nenhuma obteve uma classificação sustentável, apesar de as comunidades rurais do Fuzil e Tentugal possuírem um sistema simplificado de abastecimento de água, a cobertura do serviço não atende as necessidades da população integralmente, sendo necessário a população recorrer a fontes alternativas e complementares.

Com relação ao indicador sistema de abastecimento de água, a maioria das comunidades rurais 73,0% (n=19) de Pombal-PB, não possuíam sistema de abastecimento de água, enquanto somente 27,0% (n=7) contavam com esse serviço (Figura 62a). Quanto as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que 88,0% (n=14) das comunidades não tinham sistema de abastecimento de água, e apenas 12,0% (n=2) eram atendidas por esse serviço (Figura 62b).

Figura 62 – Sistema de abastecimento de água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Em geral, os resultados mostraram uma baixa cobertura de sistema de abastecimento de água nas comunidades rurais pesquisadas, o que faz os habitantes dessas localidades a recorrerem a soluções alternativas individuais de abastecimento de água (SAIAA), em especial, para o consumo humano. Assim, não se trata de escolha ou preferência pelo uso de SAIAA, porém de necessidade, o que requer uma análise mais profunda quanto a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, estabelecida como princípio fundamental pela Lei n.º 11.445/2007, fato que está relacionado com a localização da fonte e espacialização da comunidade neste caso se o sistema será individual ou coletivo.

A instalação de sistemas de infraestrutura de abastecimento de água para pequenas comunidades dispersas nas áreas rurais enfrenta alguns obstáculos devido à necessidade de atender a vários critérios de sustentabilidade, como social, técnico, administrativo, financeiro e ambiental (SILVA *et al.*, 2013). Além disso, as áreas rurais podem permanecer excluídas se não houver previsões de melhorias na cobertura dos

serviços de saneamento, tal como na utilização de tecnologias apropriadas e de fácil incorporação pelos habitantes.

O contexto da provisão de água por sistema de abastecimento nas comunidades situadas no município de Pombal-PB é semelhante as demais localidades rurais do estado da Paraíba e do Brasil, dado que, apenas 19,0% das residências das áreas rurais do estado citado dispõem de acesso à água através de um sistema de abastecimento (ISMAEL *et al.*, 2014), enquanto em nível nacional, somente 32,7% dos domicílios das zonas rurais são ligadas a redes comunitárias de abastecimento de água (IBGE, 2010).

Estudos realizados nos assentamentos Jacú e Santa Mônica por Silva *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2019) constataram que, devido à falta de cobertura do serviço de abastecimento nessas localidades, o fornecimento de água ocorria por sistemas móveis, ou seja, carro pipa. Assim, os resultados dos estudos citados convergem com os alcançados nessa pesquisa quanto a inexistência SAA para as referidas comunidades.

A problemática concernente à inexistência da provisão de água por rede de abastecimento atinge diversas comunidades no sertão nordestino, como evidenciam vários estudos, por exemplo, Aleixo *et al.* (2016), Ferreira e Pantaleão (2016), Gomes e Heller (2017), Silva *et al.* (2019), entre outros, no qual reforçam e atestam os resultados obtidos neste estudo.

A ausência do fornecimento de água por sistema de abastecimento é uma dificuldade que também foi observada nas áreas rurais da região Amazônica. Assim, um exemplo é a pesquisa de Silva, Alves e Portilho (2016), que constataram que os domicílios da comunidade rural do baixo rio Araguari, situada no município de Ferreira Gomes, no estado do Amapá, não tinham rede de distribuição de água e nem tratamento, sendo o abastecimento feito por fontes alternativas como igarapés, rios, poços, entre outros.

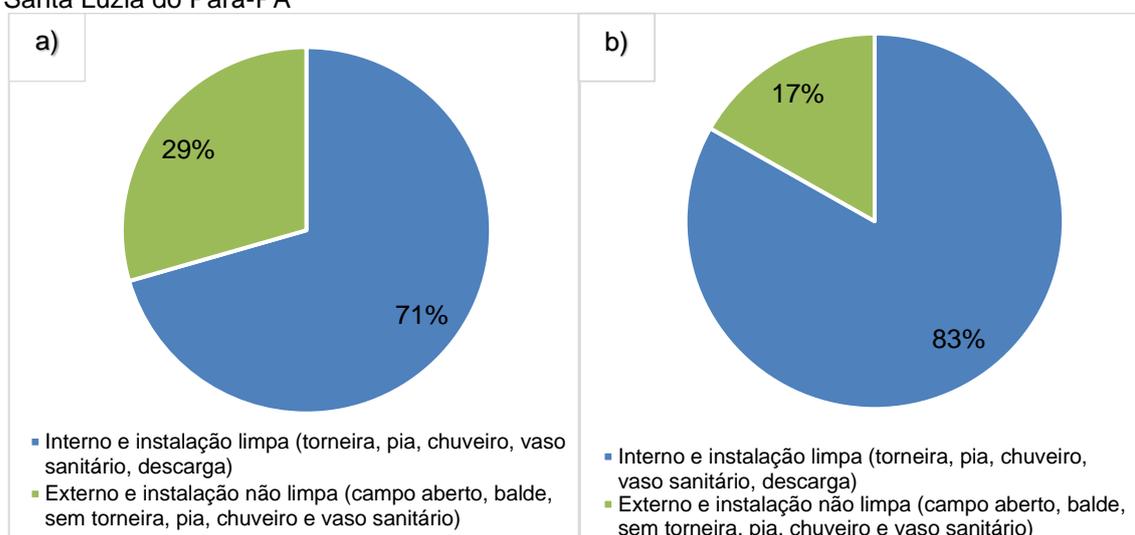
Segundo Ferreira *et al.* (2016), em locais afastados como assentamentos na região da Amazônia Central, as alternativas para assegurar a provisão de água são ainda mais restrito, visto que, os custos de instalação de sistema de abastecimento de água se tornam inviáveis, em virtude da longa distância (dispersão) entre os domicílios rurais, os reparos e suporte operacional na rede pode ser inviabilizado por causa da dificuldade de acesso, além da questão, energética, que é um fator

preponderante para a captação e produção da água através de conjunto motor-bomba.

Outro exemplo foi o estudo realizado por Guimarães *et al.* (2009) em 18 comunidades rurais situadas em municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Caeté no estado do Pará, onde constataram que nenhuma das comunidades estudadas havia serviço de abastecimento de água potável. Dentre as localidades investigadas por esses autores, estavam Tentugal, São João do Caeté e Vila do Caeté, o que está de acordo com os resultados do presente estudo.

A análise das respostas dos entrevistados nas comunidades rurais de Pombal-PB, quanto ao tipo de instalação sanitária utilizada em seus domicílios, constatou-se uma predominância de banheiros internos e instalações limpas nos domicílios dos entrevistados, o que correspondeu a 71,0%. Em contrapartida, 29,0% disseram utilizar banheiros externos com instalações não limpas (Figura 63a), enquanto nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que 83,0% das moradias dos entrevistados possuem banheiros internos e instalações limpas. Por outro lado 17,0% disseram que utilizavam banheiros externos com instalações não limpas (Figura 63b).

Figura 63 –Tipo de instalação sanitária utilizada nos domicílios das comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados alcançados nesse estudo para as comunidades do município de Pombal-PB, indicaram um desempenho superior ao obtido no estudo realizado por Oliveira (2014) em comunidades rurais situadas no município de Pombal-PB, na qual constatou que o percentual de domicílios nas comunidades com instalações não

limpas foram de 48,0%, enquanto com instalações limpas foram 29,0% e ambas opções com 23,0%.

Pode-se concluir, que esse aumento da cobertura de domicílios com instalação limpa pode estar associado a investimentos realizados pela gestão municipal em parceria com a FUNASA, autarquia ligada ao Ministério da Saúde, que tem alocado recursos financeiros para melhorias sanitárias em residências de áreas rurais. No entanto, ainda observou-se a existência de instalações de banheiro fora da casa como, por exemplo, um domicílio próximo da área do Assentamento Margarida Maria Alves em Pombal-PB (Figura 64).

Figura 64 – Banheiro fora da residência em uma casa próximo do Assentamento Margarida Maria Alves em Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ferreira e Pantaleão (2016) realizaram um estudo sobre o saneamento básico em comunidades Quilombolas situadas no município de Santana do Mundaú, estado de Alagoas, no qual um dos eixos central da pesquisa foi a questão hidro sanitária, em que constataram que os habitantes das comunidades estudadas utilizavam banheiros rústicos, ou seja, instalações não limpas e externas, localizadas próximas dos domicílios.

Os resultados obtidos nessa pesquisa foram semelhantes aos alcançados por Ferreira e Pantaleão (2016), uma vez que, os banheiros improvisados ou rústicos das comunidades estão a pouco metros das residências, isto é, em uma área externa do domicílio. Ainda segundo os autores, a improvisação ou utilização de banheiros

rústicos nessas localidades estava associado a ausência de investimentos do poder público e insuficiência econômica dos proprietários dos domicílios para construir um banheiro interno na residência.

Quanto à Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que cerca de 17,0% das residências dos entrevistados não tinham banheiros com instalações limpas, como observado nas comunidades do Cantã (Figura 65a) e Quilombola Pimenteira (Figura 65b). Assim, constatou-se que esse percentual é inferior ao observado para a região Amazônica que é 19,0%, todavia, superior a porcentagem observada para o estado do Pará, que é 10,0% (NEU *et al.*, 2016).

Figura 65 – Banheiro com instalação não limpa nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA: a) Cantã; b) Quilombola Pimenteira



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A problemática da baixa cobertura de banheiros com instalações limpas não é exclusiva do meio rural de Santa Luzia do Pará-PA, dado que, estudos realizados em outras áreas rurais da região Amazônica evidenciaram ser uma dificuldade recorrente em outros lugares da região (GUIMARÃES *et al.*, 2009; MARMO; DA SILVA, 2014; SILVA; ALVES; PORTILHO, 2016).

Para Marmo e Da Silva (2014), a baixa cobertura do saneamento básico na zona rural do país está associada à ausência de tecnologias sociais de saneamento simples e eficazes relacionadas a pouca relevância em políticas públicas, assim como à própria compreensão da população que inúmeras vezes não têm a percepção da importância do saneamento rural em seus domicílios.

Após anos de estudos, a Organização Panamericana de Saúde (OPAS, 2012) advertiu que a construção de banheiros em comunidades rurais não representa, de forma imediata, que serão usados por todos os indivíduos que residem na moradia, em virtude dos costumes socioeconômicos e culturais, que podem dificultar à utilização da instalação sanitária limpa.

Razzolini e Günther (2008) ressaltam que as intervenções a serem realizadas no saneamento para que se tornem eficazes devam ser complementadas com atividades de educação sanitária apropriadas para proporcionar transformação nas atitudes e/ou costumes da população, que represente uma inclusão voltada para uma mudança comportamental em ações de higiene. Assim, caso os tomadores de decisões desses municípios desejam realizar alguma ação neste aspecto nas comunidades, devem considerar essas particularidades.

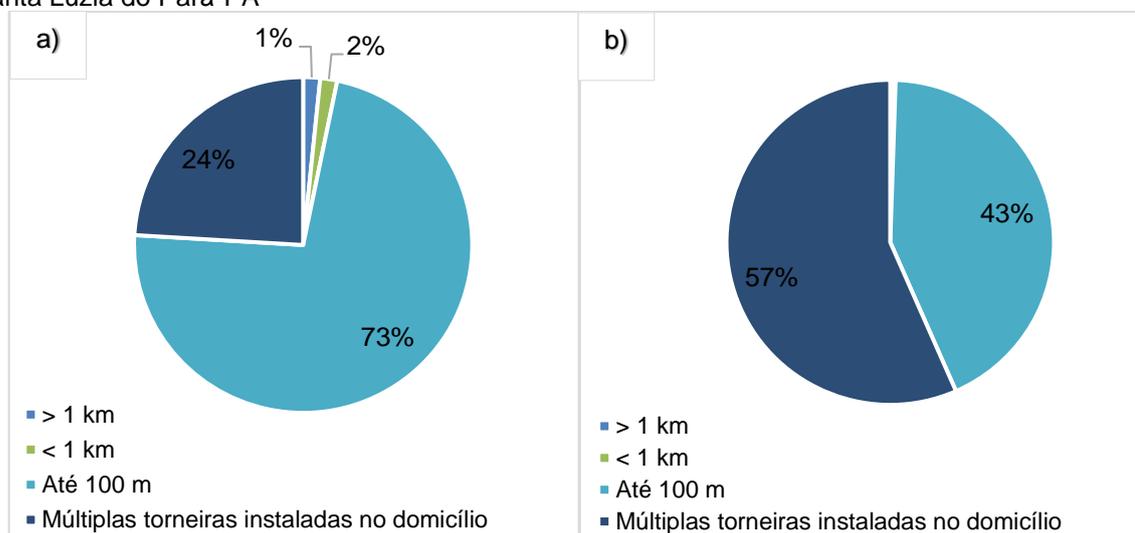
Quanto à questão relacionada ao acesso à água, diversos estudos vêm sendo realizados a respeito do acesso físico desse recurso no decorrer do tempo (ALEIXO *et al.*, 2016; FERREIRA; PANTALEÃO, 2016; GOMES; HELLER, 2016; HOWARD *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2017; RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008), no qual se fundamentam na distância média do manancial até o domicílio e o tempo gasto na coleta, espera e transporte da água. Assim, esses critérios são fundamentais para definir a classificação no acesso à água (HOWARD *et al.*, 2020).

No presente estudo, foi empregada a distância física como forma de mensurar a desigualdade no acesso à água, assim como o tempo que é levado para colher, esperar e transportar à água, conforme recomendação de Howard *et al.* (2020). Logo, a definição do nível do acesso à água considera diversos aspectos, no qual a compreensão é fundamental na análise de prováveis ações de promoção à saúde, bem-estar e qualidade de vida dos habitantes sujeitos a condições de escassez hídrica.

Em relação a variável distância média da residência até o manancial, constatou-se que a maioria dos entrevistados 73,0% das comunidades rurais de Pombal-PB percorrem até 100 m para buscar água (Figura 66a), enquanto para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que a maioria dos entrevistados 57,0% possuem múltiplas torneiras instaladas nas residências (Figura 66b). Em contrapartida, 43,0% dos entrevistados informaram que se deslocam até 100 m. Pode-se inferir, por meio dos dados apresentados, que cerca de 1,0% dos

entrevistados das comunidades de Pombal-PB necessitam percorrer uma distância maior que 1 km para coletar água para atender suas demandas.

Figura 66 – Distância média do domicílio até fonte hídrica nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No estudo, constatou-se que a população das comunidades dos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA buscam soluções para assegurar o abastecimento de água por fontes alternativas como, cisterna de placa para captação e armazenamento de água de chuva (Figura 67a) na comunidade rural Cachoeira em Pombal-PB e poço escavado (Figura 67b) na comunidade de Pimenteira-SLP. Assim, verificou-se que essas fontes alternativas de abastecimento de água, em geral, estão a uma distância menor que 100 m das residências.

As cisternas contribuem para um relevante impacto social positivo, pois, auxilia no aumento da oferta de água para as famílias no Semiárido (ANDRADE; NUNES, 2014). Sendo que essa tecnologia social hídrica faz com que as famílias deixem de percorrer longas distâncias para buscar e coletar água. Pois, essas geralmente são construídas a pouco metros dos domicílios.

Galizoni *et al.* (2008), destacam que a proximidade com a fonte de água é importante para estruturação da família em uma determinada área, pois, é um critério para estabelecer o lugar da residência. Além disso, é fundamental na organização do trabalho feminino, visto que, em geral, as mulheres têm a incumbência de coletar água, logo, quanto mais distante é a fonte de água, mais tempo necessitam destinar a essa atividade, pois vão percorrer distâncias maiores.

Figura 67 – Distância média da residência até a fonte hídrica nas comunidades rurais: a) cisterna de placa para captação de água da chuva; b) poço tipo amazonas



Fonte: Dados da pesquisa (a-2021; b-2018).

Conforme Razzolini e Günther (2008), a ausência ou a falta de acesso à água faz a população caminhar enormes distâncias, em detrimento do tempo que deveria ser dedicado a outras atividades ou tarefas consideradas relevantes do dia a dia, em especial, as mulheres que poderiam investir o tempo dedicado na coleta de água no cuidado dos seus filhos, e as crianças se dedicarem ao aprendizado e atividades de lazer, entre outras vantagens que a disponibilidade de tempo poderia possibilitar.

Neste estudo, constatou-se que a responsabilidade na coleta e transporte de água da fonte até os domicílios ficam sob a responsabilidade da mulher, tanto nas comunidades de Pombal-PB como de Santa Luzia do Pará-PA. Semelhante aos estudos realizados por Ferreira e Pantaleão (2016), como por Razzolini e Günther (2008). Ferreira e Pantaleão (2016), ressaltam que a participação masculina nessa atividade ocorria somente quando o transporte da água era realizado com uso de animais ou equipamentos com roda (bicicletas, carro de mão, entre outros objetos).

No estudo, observou-se que a dificuldade para obtenção de água em fontes distantes dos domicílios está sendo reduzida com a ampliação de tecnologias sociais hídricas (cisterna de placa, cisterna de calçadão, barragem subterrânea e poços tubulares), evitando assim que as famílias percorram longas distâncias, em especial, as mulheres que frequentemente ficam com a responsabilidade dessa tarefa. Todavia, esse cenário não deve ser considerado uma situação geral para o sertão nordestino e região Amazônica, devido às particularidades de cada local nessas regiões.

Segundo Pickering *et al.* (2010), mais de dois terços dos habitantes da África Subsaariana necessitam deixar suas residências para buscar água, em geral, essa atividade é realizada por mulheres e crianças, semelhante aqui nessas duas regiões com a figura da mulher na responsabilidade da coleta de água para suprir as necessidades das famílias.

Outros estudos realizados em países do continente africano indicam que as mulheres e crianças residentes em comunidades rurais são responsáveis pela coleta e transporte de água (GEERE *et al.*, 2010; GRAHAM *et al.*, 2016). Logo, percebe-se que independentemente da espacialidade da comunidade rural onde o estudo é realizado, o papel feminino é muito presente na coleta e transporte da água para o consumo.

A pesquisa realizada por Graham *et al.* (2016), identificaram que entre as famílias que levam mais de 30 minutos para buscar água, as mulheres adultas foram predominantes nessa tarefa de coletar água em todos os 24 países estudados, com percentagens variando de 46% na Libéria a 90% na Costa do Marfim. Geere *et al.* (2010) descreveram que os responsáveis pela coleta e transporte de água mais frequentemente analisado em seis comunidades rurais da África do Sul eram do gênero feminino, quase sempre, mulheres adultas 56%, posteriormente, crianças do sexo feminino 31%, crianças do sexo masculino 10% e homens adultos 3%.

O programa intitulado “Projeto de Um Milhão de Cisternas” (P1MC) constitui-se em uma opção para diminuir a situação de escassez de água na região do Semiárido do Brasil, com a finalidade de assegurar água potável para famílias rurais. Deste modo, as cisternas de placas são uma alternativa para captação e armazenamento de água da chuva, sendo uma estrutura hídrica que garante o acesso à água as populações das áreas rurais como, por exemplo, as comunidades de Pombal-PB. Ademais, em localidades do município de Pombal-PB consiste na principal fonte de água para atender a demanda da população, em especial, consumo humano e dessedentação de animais.

Constatou-se na pesquisa que a água da cisterna, quando manejada de forma adequada, consegue atender à demanda doméstica no decorrer da estação seca no Semiárido e evita que a população percorra longas distâncias para coletar e transportar água para suas atividades domésticas, visto que, esse tipo de sistema de abastecimento de água é construída próximo das residências. De modo geral, a utilização da água dessa fonte nas residências é para beber, cozinhar e preparar

alimentos. Contudo, em períodos de secas severas na região semiárida, os habitantes fazem diferentes usos da água.

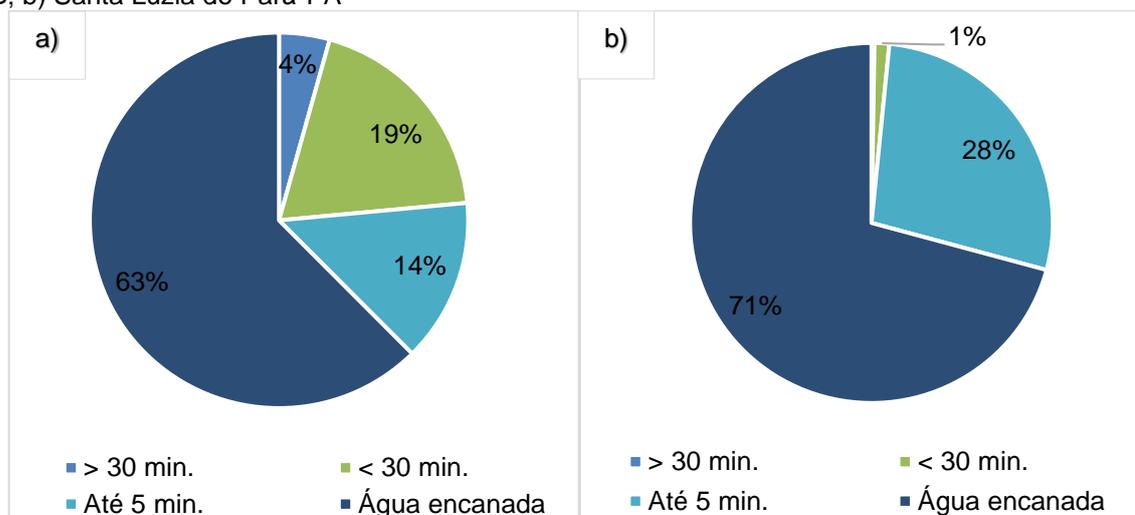
Para Silva *et al.* (2013), um impacto positivo relacionado a cisterna próxima à residência consiste na otimização do tempo, porque se gastava muitos minutos para buscar e transportar água de uma fonte distante até a residência. Assim, o tempo disponível com a redução da distância da fonte pode ser empregado em outras atividades, como o trabalho assalariado.

Ademais, Soares (2009) ressalta que o acesso à água através da cisterna que fica próxima das residências resulta em várias vantagens concretas, como saúde, renda e tempo para os moradores beneficiados com essa tecnologia social hídrica, principalmente para as mulheres, tendo em vista a redução do tempo que era gasto para coletar água. Assim, de acordo com Gomes e Heller (2016), o tempo que as mulheres deixam de gastar com a coleta e transporte de água até seus domicílios podem ser empregados em diversas atividades, como as ligadas com à geração de renda.

Quanto à coleta, espera e transporte da água, observou-se que cerca de 63,0% dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB possuíam água encanada nos domicílios, enquanto 14,0% da população disseram que gastavam até 5 minutos para coletar a água e transportar até o domicílio (Figura 68a), em contrapartida, para os moradores das localidades de Santa Luzia do Pará-PA, aproximadamente 71,0%, dos moradores informaram que possuíam água encanada, enquanto 28,0% informaram que gastavam até 5 minutos para coletar água e transportar até a residência (Figura 68b).

Estudos tradicionais e recentes, como Aleixo *et al.* (2016), Gomes e Heller (2016), Howard *et al.* (2020), Oliveira (2017), Razzolini e Günther (2008), vincularam a ausência de acesso à água a um tempo de coleta acima de 30 minutos. Além disso, classificaram como nível de acesso básico o consumo associado a um tempo percorrido entre 5 a 30 minutos para coletar a água e transportar até a residência. Além disso, quando o tempo para buscar água é menor que 5 minutos, o acesso é classificado como intermediário. Por fim, a classificação de acesso ótimo somente dá-se na condição de ausência de locomoção, isto é, quando existe água no interior da residência.

Figura 68 – Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Estudo realizado por Ferreira e Pantaleão (2016) em comunidades quilombolas no estado de Alagoas, indicou resultados similares aos alcançados nessa pesquisa, visto que, do universo de três comunidades rurais estudadas, os habitantes de duas foram classificados com acesso básico à água. Ainda que o número de comunidades seja bastante inferior à amostra desta pesquisa, foi possível realizar uma comparação dos resultados do presente estudo. Além disso, esses autores, concluíram que quanto mais longe for o manancial da residência, menor é a quantidade de água consumida no domicílio.

Aleixo *et al.* (2016) realizaram uma pesquisa sobre a desigualdade no acesso à água em uma comunidade rural localizada na região Nordeste do país, no qual constataram que em 35,8% das residências estudadas, um determinado integrante da família necessitava se deslocar para ter acesso à água. Logo, os resultados desse estudo convergem com os alcançados na presente pesquisa.

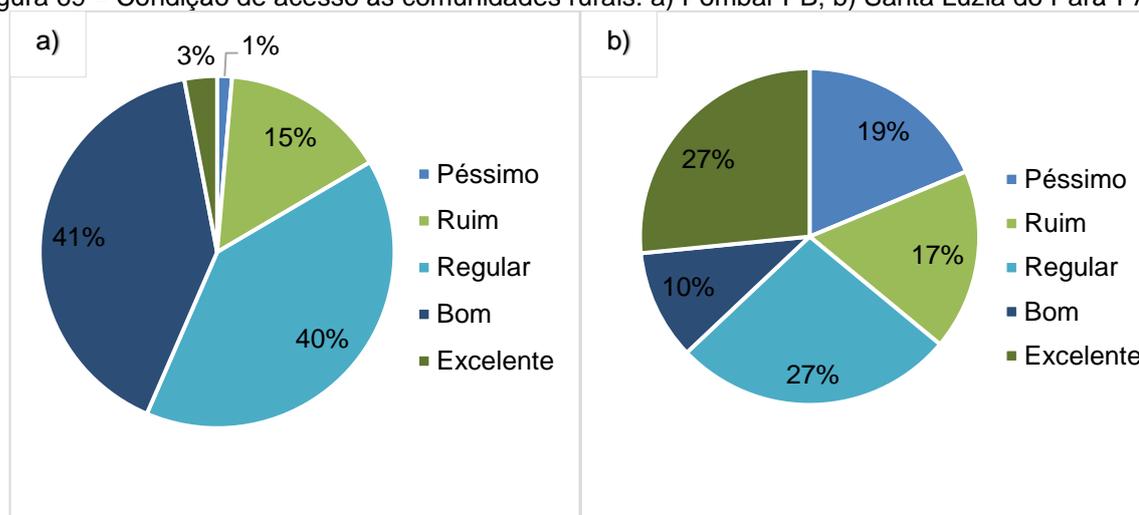
Outra conclusão no trabalho de Aleixo *et al.* (2016), consistiu em que 53,0% dos moradores da comunidade estudada, possuem um nível de acesso básico, pois, esses levavam cerca de 5 a 30 minutos para coletar água, e 37,3% são classificados na faixa sem acesso, dado que, percorrem uma distância superior a 30 minutos para coletar água. Assim, constatou-se que o percentual da população com acesso básico à água na pesquisa citada é superior ao deste estudo. Pode-se depreender, que cerca de 4,0% dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, gastavam um tempo maior que 30 minutos para coletar a água no manancial e transportar até o domicílio.

Logo, considerando o critério da distância, esses habitantes se defrontaram com uma situação sem acesso à água.

Quanto a condição de acesso às comunidades, constatou-se que a maioria dos entrevistados 41,0% das comunidades de Pombal-PB, disse que o acesso é bom, enquanto 40,0% informaram que é regular (Figura 69a). Tem-se que a predominância da classe boa seja em razão que algumas comunidades estavam localizadas próximas de rodovias federais (BR 230/075, BR 427/005 e BR 427/005) e estaduais (PB 325/001 e PB 338/001), o que colaborou para uma condição de deslocamento da população e escoamento dos produtos agrícolas até a sede municipal, bem como facilitou o deslocamento dos caminhões pipas para transportar água para comunidades rurais com maior situação de escassez.

Com relação às comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, a maior parte dos entrevistados 27,0% informou que a condição de acesso às comunidades era excelente ou regular, respectivamente (Figura 69b). Deste modo, a parcela da população que considerou o acesso excelente foi devido à forma de acesso ocorrer por estrada pavimentada, ou seja, por rodovia federal (BR-316), sendo que várias localidades estão situadas às margens dessa rodovia, o que facilitou o deslocamento dos moradores para a sede municipal ou outros destinos.

Figura 69 – Condição de acesso às comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os moradores entrevistados das comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, disseram também que utilizavam estradas vicinais para se deslocarem até a sede municipal ou para outras comunidades, nos quais destacaram

a necessidade das administrações municipais realizarem a recuperação, manutenção e conservação das estradas de forma constante, seja no período chuvoso, em que ocorre problemas como alagamento, atoleiros ou escoamento de água, bem como no período menos chuvoso ou seco, no qual é bastante comum problemas como, por exemplo, poeira, buracos, costelas de vaca, pedras pontiagudas e soltas. Assim, a implementação de um plano de atividade municipal para recuperação e conservação das estradas vicinais é importante para garantir boas condições de tráfego, o escoamento da produção agrícola e evitar problemas de erosão causada pelas chuvas.

4.3.5 Desempenho da componente meio ambiente

Em relação a componente “meio ambiente”, foram abordadas questões relacionadas às pressões das atividades antrópicas sobre o meio ambiente natural e seus efeitos nos recursos hídricos e solo. Desse modo, foram tratados temas como contaminação do solo por produtos químicos, degradação do solo, manejo e conservação do solo, conhecimento de questões ambientais e resíduos sólidos. A pesquisa buscou identificar se as áreas estudadas estão em situações críticas quanto à questão ambiental e observar os principais problemas como norteadores para o poder público e a sociedade.

O valor médio obtido da componente meio ambiente para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA foi igual a 5,5, o que denotou uma classificação intermediária. Por outro lado, o valor médio da componente encontrado para as comunidades de Pombal-PB foi igual 5,1, o que também mostrou uma situação intermediária (Tabela 35). Ao realizar uma analogia com o estudo de Santos e Ferreira (2016), observou-se que os valores médios das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB obtidos neste estudo (5,5 e 5,1, respectivamente) ficou abaixo ao encontrado pelos autores citados que foi de 6,14, considerado uma boa situação, e também inferior ao obtido por Crispim *et al.* (2020), que foi igual 5,9, o que indicou uma classificação regular. Em contrapartida, esta foi superior ao encontrado por Maranhão (2010), igual 2,77, classificada como ruim.

Mediante os dados apresentados na Tabela 35, pode-se constatar que apenas 12,5% (n=2) das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA obtiveram uma classificação potencialmente sustentável, enquanto 87,5% (n=14) tiveram uma

classificação intermediária. Quanto às comunidades rurais de Pombal-PB, observou-se três classificações distintas, 3,8% (n=1) potencialmente insustentável, 7,7% (n=2) sustentável, e a maioria 88,5% (n=23) obteve uma classificação intermediária.

Tabela 35 – Desempenho da componente meio ambiente para as comunidades rurais

Mun.	Comunidades Rurais	Média da comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	4,8	Intermediário
	Broca	5,4	Intermediário
	Cantã	5,4	Intermediário
	Fuzil	4,9	Intermediário
	KM 18 (Santa Maria)	5,4	Intermediário
	Mucurateua	4,5	Intermediário
	Pau D'arco	6,4	Potencialmente Sustentável
	Piracema	5,6	Intermediário
	Pitoró	5,7	Intermediário
	Quilombola Jacarequara	6,2	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Pimenteira	5,4	Intermediário
	São João do Caeté	5,4	Intermediário
	Tamancuoca	5,3	Intermediário
	Tentugal	5,7	Intermediário
	Vila Caeté	5,8	Intermediário
Vila Estiva	5,6	Intermediário	
	ISHR médio-componente	5,5	Intermediário
Pombal - PB	Alagadiço	4,8	Intermediário
	Assent. Jacú	5,2	Intermediário
	Assent. Margarida Maria Alves	4,6	Intermediário
	Assent. Santa Mônica	4,5	Intermediário
	Cachoeira	4,8	Intermediário
	Cajazeiras do Batista	5,8	Intermediário
	Coatiba	5,1	Intermediário
	Estrelo	5,4	Intermediário
	Flores	5,1	Intermediário
	Forquilha Grossa	4,5	Intermediário
	Gado Bravo	5,0	Intermediário
	Jenipapo	6,4	Potencialmente Sustentável
	Juá	4,9	Intermediário
	Lagoa dos Basílio	6,0	Intermediário
	Logradouro	5,8	Intermediário
	Maniçoba	6,2	Potencialmente Sustentável
	Mofumbo	5,6	Intermediário
	Pinhões	4,8	Intermediário
	Riachão de Cima	5,1	Intermediário
	Riacho do Alagadiço	3,7	Potencialmente Insustentável
	São José dos Alves	4,8	Intermediário
	São Pedro	4,4	Intermediário
	Triângulo	4,8	Intermediário
Trincheira	5,2	Intermediário	
Várzea Compridas dos Leite	4,9	Intermediário	
Várzea Comprida dos Oliveiras	5,5	Intermediário	
	ISHR médio-componente	5,1	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

⁹ Nota: Mun. = Município.

Pode-se deduzir que a comunidade denominada Pau D'arco obteve o melhor desempenho entre as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA com a nota de

(6,4), enquanto Mucurateua obteve o menor desempenho com (4,5). Quanto às comunidades rurais de Pombal-PB, a comunidade de Jenipapo obteve o melhor desempenho com a nota de (6,4), enquanto Riacho do Alagadiço apresentou o menor desempenho com (3,7). As localidades classificadas com desempenho potencialmente insustentável e intermediário precisam de melhor atenção por parte das autoridades públicas para modificar o atual cenário de degradação ambiental.

Os resultados obtidos nos indicadores relacionados à subcomponente contaminação do solo por agroquímicos evidenciaram que a maioria dos entrevistados 68,0% das comunidades de Pombal-PB não utilizavam defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças em suas lavouras, enquanto 32,0% disseram que utilizavam. Vale destacar que o percentual de moradores das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA que não fazem uso de defensivos agrícolas foi menor que os resultados observados para os entrevistados das comunidades rurais de Pombal-PB, posto que 55,0% da população estudada disseram que não faziam uso de defensivo agrícola, enquanto 45,0% relataram que utilizavam.

O uso de agroquímicos aplicados em cultivos agrícolas, seja para o manejo do solo, controle de doenças e plantas daninhas, faz da agricultura uma das atividades com maior potencial de degradação ambiental, o que pode ocasionar a contaminação do solo (TRIGO *et al.*, 2014), das águas superficiais (PINHEIRO *et al.*, 2017) e das águas subterrâneas pela percolação dos agroquímicos e lixiviação (DA SILVA *et al.*, 2014), além de problemas de saúde humana devido à intoxicação (CARDOSO *et al.*, 2017), o que acarretará um cuidado em sua utilização em lugares perto de corpos hídricos.

Quando perguntados a respeito da utilização de fertilizantes em suas lavouras, a maioria dos comunitários entrevistados 74,0% das comunidades de Pombal-PB, afirmou não utilizar fertilizantes, ao passo que 26,0% relataram que utilizavam. Enquanto a maioria dos entrevistados 60,0% das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, revelaram que utilizavam e 40,0% disseram que não faziam uso de fertilizantes em suas lavouras.

Sousa, De Melo e De Sousa (2017) constataram que a utilização de fertilizante químico não era uma prática empregada pelos agricultores entrevistados em sua pesquisa no município de Barro-CE. Em contrapartida, no estudo realizado por Pereira *et al.* (2019) sobre o uso de agrotóxicos em comunidades rurais do município de Ibiara,

no estado da Paraíba, constataram que 90,0% (n=81) de 90 agricultores faziam o uso de agroquímicos em suas propriedades.

Em geral, a maioria dos entrevistados das comunidades rurais de Pombal-PB, revelaram que evitavam utilizar agroquímicos devido aos problemas que podem causar ao solo e água, bem como a sua saúde. Além disso, falaram que recebiam orientações de técnicos que atuam na assistência rural para utilizar práticas agroecológicas nas suas produções agrícolas, em especial, os agricultores ligados a agricultura familiar que utiliza como marketing e estratégia de negócio na comercialização de seus produtos no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Além disso, a agricultura familiar tem maneiras e práticas com finalidades mais sustentáveis (SOUSA; DE MELO; DE SOUSA, 2017).

Quanto às atividades antrópicas que podem provocar degradação ambiental nas comunidades rurais, os entrevistados das comunidades de Pombal-PB afirmaram que não realizavam a prática de queimada 61,0% em suas propriedades, enquanto 39,0% dos habitantes relataram que utilizavam a queimada para limpar o terreno e preparar a terra para fazer suas plantações. Quanto aos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que a maioria 75,0% informou que não praticavam queimadas em suas propriedades, enquanto 25,0% declararam que faziam queimadas em suas parcelas de terra.

Com relação ao desmatamento, constatou-se que a maioria dos entrevistados 68,0% das comunidades de Pombal-PB, disseram que realizavam desmatamento nas propriedades para formação de pasto de modo a atender a demanda da atividade agropecuária ou para cultivar alguma cultura agrícola, enquanto 32,0% disseram que não faziam. Já nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se que a maioria dos entrevistados 75,0% falaram que não faziam desmatamento em seus lotes ou parcelas de terra, em contrapartida, 25,0% relataram que realizavam.

No decorrer das visitas de campo, constatou-se em locais específicos a ocorrência pontual de desmatamento ou queimada, bem como solo exposto em decorrência da retirada da vegetação para atividade agropecuária, em especial, em algumas comunidades situadas no município de Pombal-PB, por exemplo, área com foco de queimada e desmatamento próximo do Assentamento Margarida Maria Alves (Figura 70).

Figura 70 – Atividades antrópicas que podem causar degradação ambiental



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

De acordo com Tavares (2018), atividades antrópicas como desmatamento e a queimada são empregadas como técnicas rudimentares pelos agricultores para remoção da floresta e a limpeza do terreno com o uso do fogo para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Logo, essas atividades foram bastante influenciadas pelo sistema de desenvolvimento econômico implementado desde período de colonização, de modo que afetam na sustentabilidade dos recursos naturais do bioma Caatinga.

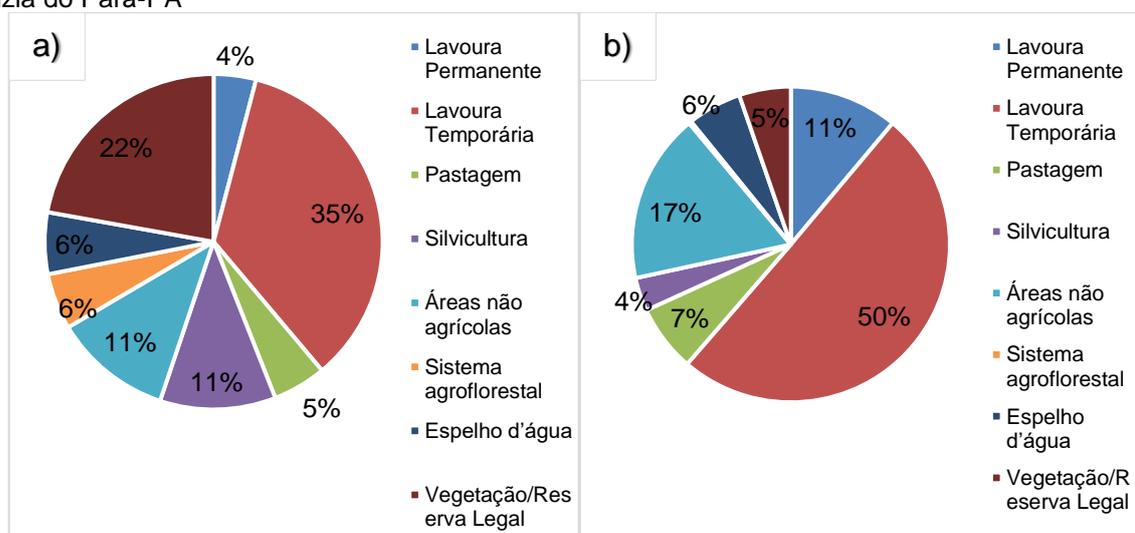
Crispim *et al.* (2018) ressaltam que atividades como o desmatamento e a queimada associado às particularidades climatológicas da região do Semiárido nordestino deixam o ambiente mais desequilibrado ecologicamente, com implicações negativas também aos recursos naturais e à sobrevivência da população local. Assim, a criação de novas alternativas de desenvolvimento deve estar estruturada e baseada na gestão ambiental e desenvolvimento sustentável associado a projetos sociais que proporcionem melhores condições de vida e bem-estar da população.

Com relação à erosão do solo, a maioria 59,0% dos entrevistados das comunidades investigadas de Pombal-PB, disse que não existia processos erosivos nos solos de suas propriedades, enquanto 41,0% relataram que em suas propriedades existiam solos com problemas de erosão. Enquanto a maioria dos comunitários 97,0% estudados em Santa Luzia do Pará-PA disseram que em suas terras não existiam impactos ocasionado pela erosão do solo, e apenas 3,0% revelaram que se defrontavam com problemas de erosão em seus lotes de terras.

Os moradores que se defrontam com problemas de erosão em suas propriedades, devem realizar suas atividades agrícolas seguidas de práticas de manejo e conservação do solo e da água, a fim de amenizar possíveis impactos ambientais como, a erosão do solo provocado pelo runoff, que pode acarretar a perda da camada fértil do solo e nutrientes, bem como ocasionar implicações no meio físico, biótico e socioeconômico. Outro problema comum, é o deslocamento de sedimentos para os mananciais, que resulta na deterioração da qualidade das águas e aumentando o acúmulo de sedimentos nos rios e reservatórios, conseqüentemente reduz a oferta de água em locais que se defronta com problema de escassez.

No que tange à subcomponente “manejo e conservação do solo”, observou-se que a principal atividade de uso e ocupação do solo é a lavoura temporária, sendo um percentual de (35,0%) para comunidades rurais de Pombal-PB (Figura 71a) e (50,0%) para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA (Figura 71b).

Figura 71 – Atividades de uso e ocupação do solo nas comunidades rurais: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os comunitários foram questionados se realizavam o sistema de plantio direto, em que a maioria da população entrevistada 86,0% nas comunidades rurais de Pombal-PB disse que não faziam essa prática, enquanto 14,0% informaram que realizavam. Por outro lado, observou-se que a maioria dos habitantes entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, falou que não realizavam o sistema de plantio direto 62,0%, enquanto 38,0% disseram que faziam essa prática agrícola.

Quanto à prática de rotação de culturas, verificou-se que 74,0% dos entrevistados de Santa Luzia do Pará-PA afirmaram que eram realizadas, e somente 26,0% disseram que não adotavam essa prática agroecológica. Porém, nas comunidades de Pombal-PB, o percentual dos entrevistados que não realizavam a rotação de culturas foi 52,0%, enquanto 48,0% disseram que usavam essa prática vegetativa.

Valente, De Oliveira e Vieira (2017), alcançaram resultados similares aos obtidos nas comunidades de Pombal-PB, posto que somente 31% da população estudada utilizava a consorciação de culturas, e 69% não adotava essa prática em suas lavouras. Outro estudo que apresentou resultados próximos aos alcançados nas comunidades de Pombal-PB foi obtido por Sousa, De Melo e De Sousa (2017), nos quais observaram que nenhum dos agricultores entrevistados utilizavam a prática rotação de cultura em seus plantios.

Com relação ao indicador “pousio da terra”, 74,0% dos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA faziam uso dessa prática conservacionista, e apenas 26,0% disseram que não faziam. Já os entrevistados das comunidades de Pombal-PB, somente 31,0% informaram que realizavam o pousio da terra em suas propriedades para evitar o desgaste do solo, enquanto 69,0% disseram que não utilizavam essa técnica agrícola. No estudo feito por De Medeiros *et al.* (2015), em assentamentos criados pelo programa de reforma agrária do INCRA no sertão paraibano, constataram que a prática de pousio foi registrada em seis assentamentos localizados no médio Piranhas.

Quanto à forma de preparo do solo nas propriedades agrícolas, constatou-se pelas informações dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, o predomínio da utilização de máquinas e equipamentos para aração e gradagem do solo, posto que 57,0% informaram que faziam o uso, enquanto 43,0% disseram que não utilizavam. Dos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, 59,0% expressaram que não utilizavam máquinas e equipamentos para o preparo do solo, e 41,0% disseram que realizavam essa prática.

Destaca-se que no decorrer dos anos o solo sofre alterações em sua estrutura física em razão do manejo da agricultura com deslocamento ou movimento intenso de máquinas e implementos agrícolas, bem como pelo pisoteio animal, o que ocasiona modificações consideráveis na resistência do solo à penetração das raízes, por causa

do aumento da densidade e à redução da porosidade do solo (CAVALIERI *et al.*, 2009), que implica em possíveis problemas na produção agrícola.

Quanto o conhecimento da população sobre questões ambientais, observou-se que cerca de 51,0% dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, disseram que acompanhavam e eram informados por meio da televisão, rádio, internet, escola ou na própria associação rural de problemas ambientais que afetam o bem-estar e qualidade de vida da população, em contrapartida, 49,0% dos entrevistados informaram que não tem interesse pelo assunto ou desconhecem. Enquanto nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, o percentual de entrevistados que afirmaram que tinham conhecimento de problemas ambientais foram cerca de 62,0%. Por outro lado, 38,0% relataram que desconheciam ou não acompanhavam informações sobre problemas ambientais local, regional ou nacional.

Em geral, os entrevistados narraram que os principais problemas que escutavam ou observavam em suas localidades que estavam ligados aos resíduos sólidos, esgoto ao ar livre, às queimadas e ao desmatamento. Além disso, os resultados alcançados mostram serem favoráveis, visto que demonstram certa familiaridade por parte dos entrevistados quanto aos problemas ambientais, o que pode facilitar na implementação de alguma ação de educação ambiental com a finalidade de proporcionar uma mudança de comportamento e desenvolver ações mais sustentáveis direcionadas para a conservação do meio ambiente.

Em relação às questões relacionadas a subcomponente “resíduos sólidos”, observou-se que a maioria 70,0% dos entrevistados das comunidades de Pombal-PB, não realizam a separação do lixo úmido do seco, enquanto 30,0% disseram que faziam a separação. Dos entrevistados das áreas rurais de Santa Luzia do Pará-PA, 51,0% informaram que faziam a separação do lixo e 49,0% disseram que não separavam. Assim, pode-se deduzir que o percentual de moradores que realizava essa ação foi maior nas comunidades de Santa Luzia do Pará-PA.

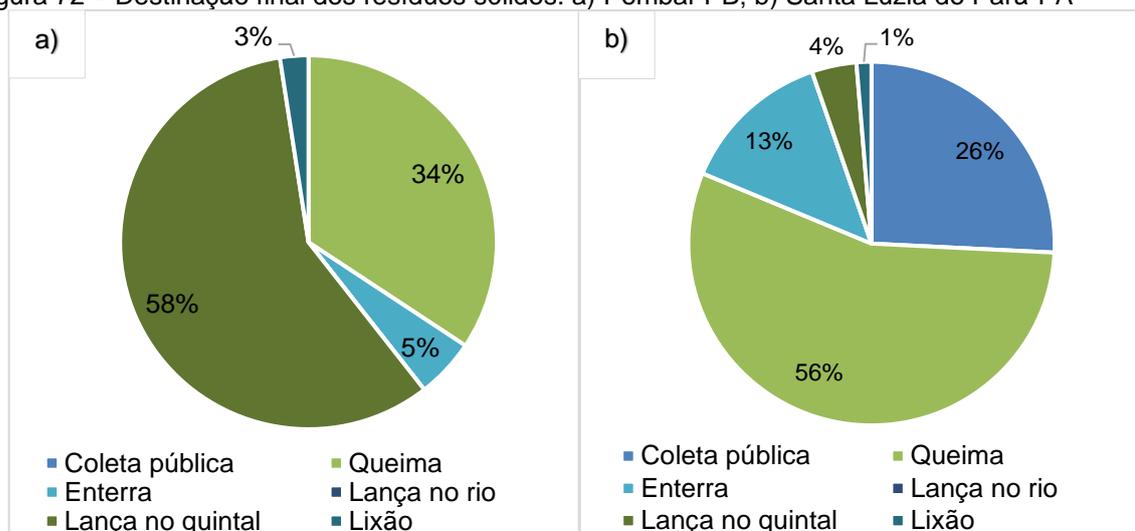
Com relação ao reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados em suas residências, notou-se que 77,0% dos entrevistados de Pombal-PB não faziam o reaproveitamento dos resíduos, enquanto 23,0% disseram que faziam o reaproveitamento. Dos entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, 72,0% não realizavam esse procedimento e somente 28,0% informaram que realizavam o reaproveitamento. Em geral, verificou-se que os resíduos reaproveitados

são os orgânicos, nos quais são destinados para alimentação de animais domésticos, aves e/ou suínos.

Tais resultados são convergentes com os alcançados por Guimarães *et al.* (2009), posto que observaram que os resíduos orgânicos eram usados como adubo para o solo ou alimentação de animais. Outro estudo que mostrou resultados similares aos obtidos nessa pesquisa foi o realizado por Ferreira e Pantaleão (2016), nos quais observaram que os resíduos orgânicos gerados nas residências da população estudada eram usados para alimentação de animais domésticos (gato e cachorro), bem como galinhas e porcos.

Quanto a destinação final dos resíduos sólidos gerados nos domicílios, verificou-se que os entrevistados recorriam as diferentes formas de destinação, sendo que entre a população rural estudada de Pombal-PB, os destinos mais comuns eram o lançamento no quintal 58,0% e a queima 34,0%, conforme apresentado na (Figura 72a). Dentre os entrevistados das comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, destacam-se como principais formas de destinação a queima 56,0% e a coleta pública 26,0% (Figura 72b). Brito *et al.* (2020) concluíram em seu estudo que cerca de 32,0% da população entrevistada não contemplada com o serviço de coleta pública dos resíduos sólidos domiciliares, optavam por fazer a queima ou enterrar para evitar o acúmulo dos resíduos.

Figura 72 – Destinação final dos resíduos sólidos: a) Pombal-PB; b) Santa Luzia do Pará-PA



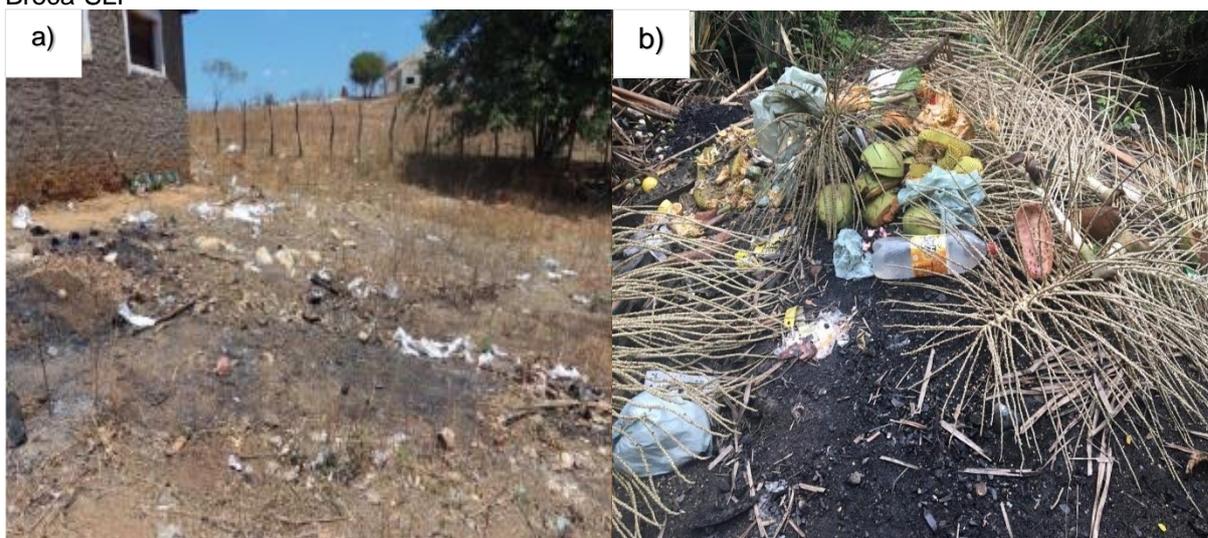
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados aqui obtidos para as comunidades rurais dos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, corroboram com outros estudos realizados

Norte e Nordeste, onde observaram formas similares de destinação final dos resíduos sólidos gerados nos domicílios (DE SOUZA; BATALHA; MARQUES, 2015; FERREIRA; PANTALEÃO, 2016; NEU *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2017).

Neste estudo, constatou-se que os comunitários optavam por lançar os resíduos sólidos gerados no domicílio no quintal das residências ou áreas próximas (Figura 73a), bem como faziam a queima para diminuir o volume dos resíduos (Figura 73b). Todavia, essas ações podem ocasionar vários problemas como à poluição do solo, da água, do ar e visual, como também no caso do lançamento no quintal pode contribuir para proliferação de micro e macro vetores, o que pode causar riscos à saúde da população (CRISPIM, 2015).

Figura 73 – Disposição final dos resíduos sólidos domiciliares nas comunidades: a) São Pedro-PL; b) Broca-SLP



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

De acordo com Silva, Alves e Portilho (2016), a prática de enterrar ou realizar a queima dos resíduos sólidos com a finalidade de eliminar ou diminuir o volume é criticada por vários profissionais das mais distintas áreas do conhecimento, em razão dos seus impactos negativos no meio ambiente. Assim, ao enterrar o resíduo sólido sem nenhuma técnica de seleção, pode resultar na contaminação da água subterrânea ou superficial, bem como do solo, que prejudica a qualidade de recursos essenciais para as atividades agrícolas.

Segundo Rosseto e Sambuichi (2011), a ineficácia no tratamento dos resíduos sólidos gerado em áreas rurais é vista nas formas de destinação final que a população

utiliza, posto que cerca de 70,0% das residências rurais realizam a queima, enterram ou jogam em terrenos baldios, rios, lagos e igarapés. Além disso, ressaltam que na maioria das regiões do país, o serviço de coleta na área rural é insuficiente. Tal afirmação é corroborado com os resultados alcançados nessa pesquisa, visto que apenas 23,0% dos comunitários de Santa Luzia do Pará-PA informaram a existência do serviço de coleta, enquanto nas comunidades de Pombal-PB não foram registradas nenhuma menção sobre esse serviço.

O cenário verificado nas comunidades estudadas, quanto a destinação final dos resíduos sólidos domiciliares na área rural, correlacionado aos seus possíveis impactos ambientais não difere muito ao observado no meio urbano. Assim, torna-se necessário à realização de ações voltadas para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos por partes dos diversos segmentos sociais, visando diminuir essa problemática.

Para Ferreira e Pantaleão (2016) o método adequado para o saneamento em pequenas comunidades rurais deve possuir particularidades como baixo custo, ser simples, ter eficácia técnica, simplicidade operacional e convergência com as peculiaridades do local, de modo a proporcionar segurança e boa qualidade dos serviços, tais ações devem ser analisadas pelas autoridades públicas.

Uma dentre as alternativas que pode ser aplicada para diminuir o volume dos resíduos sólidos domiciliares gerados nas localidades pesquisadas, poderia ser a reciclagem, uma vez que reduziria o desperdício de insumos e energia, diminuindo a quantidade de resíduos lançados em terreno baldio e nos corpos d'água, bem como poderia se tornar uma fonte de renda complementar para alguma comunidade.

No entanto, para as localidades com maior número de habitantes e que demonstra ter melhor capacidade adaptativa e organizacional poderiam buscar parceria com a administração municipal visando a instalação, por exemplo, de pontos de entrega voluntária (PEV) e fazer a coleta pública em comunidades que não tem esse serviço ofertado no mínimo duas vezes a cada mês.

Caso a população local se comporte de forma resistente em participar ou cooperar com a destinação dos resíduos nos PEV, se faz necessário investir em ações de educação ambiental (EA) baseada na rotina dos comunitários, visto que EA é uma importante ferramenta na mudança de comportamento da população, através de ações instrutivas e educacionais, colaborando no desenvolvimento de competências,

habilidades, na percepção social, incentivando a racionalidade e a sustentabilidade com relação à destinação ambientalmente apropriada dos resíduos sólidos.

De acordo com Vaz (2012), todo plano que tem em vista a mitigação de impactos ambientais deve ter como suporte uma ferramenta que possibilite a orientação e a instrução da população no que se refere à formação de concepção crítica desses sujeitos, de forma que esses reconheçam e entendam a relevância de sua contribuição com as ações a serem realizadas e mudem suas atitudes.

Ferreira e Pantaleão (2016) sugerem que uma opção imediata para atenuar os problemas oriundos da disposição inadequados dos resíduos sólidos nas comunidades rurais seria a construção de células sépticas em um lugar isolado, de acesso restrito, com baixa permeabilidade, estabilidade mecânica, com lençol freático fundo e longe de mananciais, levando em conta a pequena produção de resíduos e atentando à proteção da saúde dos moradores e diminuindo os impactos ambientais, tendo em vista as restrições de logística dos municípios em destinar os resíduos de uma forma ambientalmente adequada como, por exemplo, o aterro sanitário.

4.4 Estatística descritiva do ISHR

Com base na aplicação da estatística descritiva no conjunto de dados referentes ao ISHR obtido através da realização de entrevistas em 26 comunidades rurais do município de Pombal-PB e 16 comunidades em Santa Luzia do Pará-PA, foi possível realizar inferências por medidas de tendência central, dispersão e separatrizes. Assim, contata-se na Tabela 36, por meio das medidas de tendência central que a média aritmética dos dados do ISHR para o município de Pombal-PB foi cerca de 5,9, enquanto a mediana também foi de 5,9, que indicou que a distribuição do conjunto de dados pode ser considerada simétrica. Para o tamanho da amostra com grau de confiança de 95,0% e nível de significância α de 0,05.

Quanto aos resultados alcançados para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, percebeu-se que a média aritmética foi de 6,1, enquanto a mediana foi 6,0. Logo, observou-se que a média foi um pouco maior que a mediana, indicando que os dados formam uma distribuição assimétrica negativa. Notou-se também que o ISHR apresentou um valor mínimo de 5,7 e máximo de 6,5, com uma amplitude total de 0,8.

Tabela 36 – Estatística descritiva do ISHR para as comunidades rurais

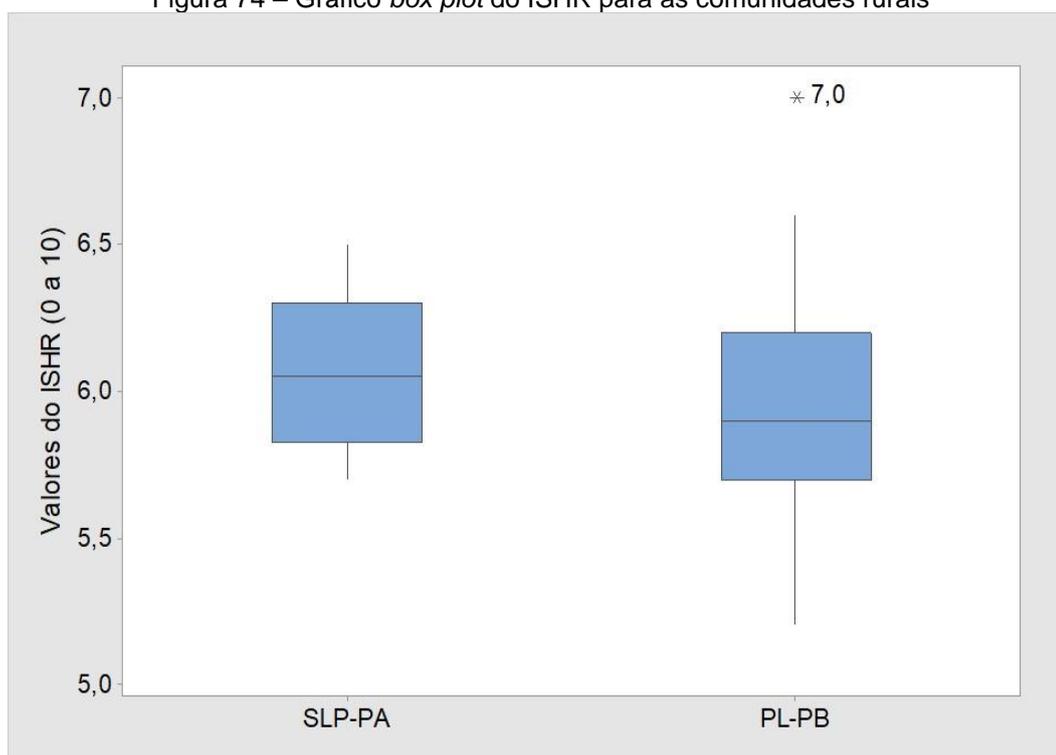
Variáveis Estatísticas	Pombal-PB	Santa Luzia do Pará-PA
	Valores	Valores
Número de observações	26	16
Mínimo	5,2	5,7
Máximo	7,0	6,5
Amplitude Total	1,8	0,8
Mediana	5,9	6,0
Média Aritmética	5,9	6,1
EP Média	0,1	0,1
Q ₁	5,7	5,8
Q ₃	6,2	6,3
Variância	0,2	0,1
Desvio Padrão	0,4	0,3
Coeficiente de Variação	7,0%	4,25%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para verificar a dispersão dos dados foram utilizados alguns critérios estatísticos, a saber, a variância, o desvio padrão (DV) e o coeficiente de variação - CV (%). Ao analisar as informações da Tabela 36, constatou-se para as comunidades rurais de Pombal-PB que a variância foi de 0,2, o DV foi de 0,4, sugerindo que os dados são homogêneos, isto é, há um certo comportamento de similaridade entre as comunidades rurais de Pombal-PB. A inferência quanto a dispersão dos dados é reforçada pelo valor obtido do CV (%) que foi de 7,0%, que indica baixa variabilidade dos resultados em torno da média, conforme classificação sugerida por Silva e Cândido (2016), uma vez que o CV (%) foi inferior a 15%. Ainda no tocante a variabilidade dos dados do ISHR referente as comunidades rurais de Pombal-PB, observou-se que a amplitude total foi de 1,8.

Também observou-se pelas medidas de dispersão dos dados, que os resultados obtidos para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA apresentaram baixa variabilidade dos dados, ou seja, denotaram um baixo afastamento dos valores de cada ISHR das comunidades rurais em relação à média. Assim, nota-se na Tabela 36, que a variância foi de 0,1, o desvio padrão de 0,3 e o (CV) de 4,25%, que demonstra baixa variabilidade, ao mesmo tempo, indicando que os dados são homogêneos, ou seja, com uma certa similaridades entre as comunidades rurais.

Na Figura 74, é ilustrado o gráfico *box plot* relacionado ao conjunto de dados do ISHR para as comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA. No gráfico *box plot* com a descrição dos dados do ISHR relacionado as comunidades rurais pesquisadas de Santa Luzia do Pará-PA mostrou que não existe nenhuma presença de *outliers*, isto é, valores discrepantes do conjunto de dados do ISHR.

Figura 74 – Gráfico *box plot* do ISHR para as comunidades rurais

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

¹⁰ Nota: SLP = Santa Luzia do Pará-PA, PL = Pombal-PB.

Nota-se, de imediato, no gráfico *box plot* para as comunidade de Santa Luzia do Pará-PA, que o primeiro quartil (Q_1) corresponde ao valor 5,8, sendo que 25% dos valores do ISHR são menores que esse coeficiente (Q_1) e 75%, maiores. Já o segundo quartil (Q_2), corresponde a mediana, no qual foi de 6,0, em que 50% dos valores do ISHR são menores que o (Q_2), e outros 50% são maiores. Por fim, constatou-se no terceiro quartil (Q_3), que seu valor correspondente foi de 6,3, sendo que 75% dos valores do ISHR foram menores que esse coeficiente (Q_3). Também, verificou-se que a amplitude interquartil foi de 0,5, mostrando que as dispersões dos dados das comunidades para o ISHR parecem mostrar pouca diferença.

Percebe-se, de imediato, um valor extremo (*outlier*) no conjunto de dados do ISHR para o município de Pombal-PB, sendo esse valor referente ao desempenho obtido pela comunidade rural Várzea Comprida dos Oliveiras, que se diferencia das demais. No *box plot* para o município de Pombal-PB, verificou-se que o valor referente ao primeiro quartil (Q_1) foi 5,7, onde verifica-se, que 25% dos valores do ISHR são inferiores que o resultado obtido neste coeficiente (Q_1) e 75% são superiores.

No tocante ao segundo quartil (Q_2), correspondente ao valor obtido para mediana (5,9), inferiu-se, que 50% dos valores foram menores que esse coeficiente,

e outros 50% maiores, enquanto no terceiro quartil (Q_3), constatou-se que seu valor correspondente foi 6,2, indicando que 75% dos valores do ISHR das comunidades rurais foram inferiores ao alcançado nesse coeficiente (Q_3), em contrapartida, 25% se mostram superiores. Além disso, verificou-se que a amplitude interquartil foi de 0,5, de modo que as dispersões dos dados das comunidades para o ISHR parecem apresentar pouca diferença.

Na Tabela 37 são mostrados os dados relativos à estatística descritiva das componentes do ISHR calculado para as comunidades rurais do município de Pombal-PB fundamentado nas entrevistas realizadas. Assim, notou-se que as medidas de tendência central, média aritmética e mediana, apresentaram o mesmo valor para as componentes, capacidade, recursos hídricos e acesso à água, de modo que a distribuição do conjunto de dados pode ser considerada simétrica.

Tabela 37 – Estatística descritiva das componentes do ISHR para as comunidades rurais de Pombal-PB

Variáveis Estatísticas	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso da água	Acesso à água	Meio Ambiente
Núm. observações	26	26	26	26	26
Mínimo	4,2	5,9	4,3	3,7	3,7
Máximo	7,2	7,7	6,5	8,3	6,4
Amplitude Total	3,0	1,8	2,2	4,6	2,7
Mediana	5,6	6,9	5,2	6,4	5,0
Média Aritmética	5,6	6,9	5,3	6,4	5,1
EP Média	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Q_1	5,3	6,6	4,9	5,6	4,8
Q_3	6,0	7,1	5,5	7,4	5,5
Variância	0,5	0,2	0,3	1,5	0,4
Desvio Padrão	0,7	0,4	0,5	1,2	0,6
Coeficiente de Variação (%)	12,9%	5,9%	10,1%	19,2%	12,0%

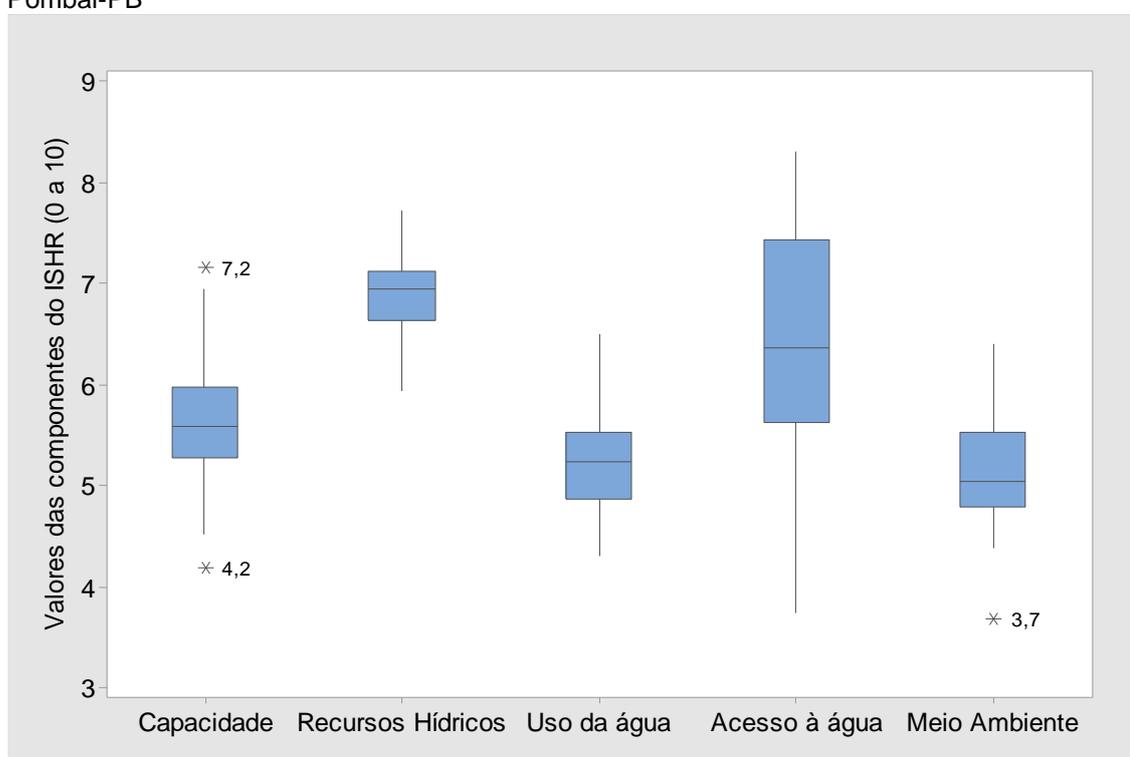
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Também verificou-se por critérios estatísticos a dispersão dos dados, no qual constatou-se que as componentes, capacidade, recursos hídricos, uso da água e meio ambiente, apresentaram baixa variabilidade dos dados, visto que, o CV (%) foi menor que 15%, enquanto a componente, acesso à água, mostrou uma dispersão média dos dados, conforme classificação de Silva e Cândido (2016). Além disso, os parâmetros estatísticos de dispersão como, variância e desvio padrão, indicaram que a componente, recursos hídricos, apresentou a menor variabilidade dos dados, visto que obteve uma variância de 0,2 e DV de 0,4.

O desempenho das comunidades rurais em relação às componentes que integram o ISHR, também foram representadas por um gráfico *box plot* (Figura 75),

no qual possibilitou a visualização dos valores das medianas das componentes, dos primeiro quartil (Q_1) e terceiro quartil (Q_3), limites superior e inferior, bem como identificar de ocorrência *outliers*, ou seja, valores extremos (*outliers*). Conforme observado nos resultados apresentados na Figura 75, constatou-se que os dados apresentaram uma maior discrepância na componente “acesso à água”, visto que sua amplitude interquartil foi maior (1,8) entre as componentes, enquanto a menor amplitude interquartil foi observada para a componente, “recursos hídricos” (0,5).

Figura 75 – Gráfico *box plot* com os valores médios das componentes do ISHR das comunidades rurais de Pombal-PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Assim, a discrepância dos dados na componente acesso à água pode estar ligado ao desempenho distinto das comunidades nas subcomponentes como, abastecimento de água e transporte da água do manancial para residência, visto que, sete (7) comunidades possuíam sistema coletivo de abastecimento de água, o que contribuiu para melhores resultados dos indicadores dessas subcomponentes, enquanto a população das outras 19 comunidades utilizavam soluções de individuais de abastecimento, o que pode implicar em resultados inferiores nas subcomponentes supracitadas.

Percebe-se, de imediato no *box plot*, a presença de valores extremos (*outliers*) nas componentes, capacidade e meio ambiente. Assim, notou-se que para componente capacidade, os dados que se diferenciam drasticamente dos outros foram os obtidos pelas comunidades rurais, Lagoa dos Basílio (4,2) e Várzea Comprida dos Oliveiras (7,2), visto que os habitantes possuíam capacidades distintas em gerenciar a água. Também constatou-se um valor extremo (*outlier*) na componente meio ambiente referente a comunidade de Riacho do Alagadiço (3,7), o que indica uma baixa integridade ambiental quando comparada as demais.

Na Tabela 38, são apresentados os resultados da estatística descritiva obtida pelas componentes do ISHR para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA. Assim, constatou-se que as medidas de tendência central, média aritmética e mediana, obtiveram o mesmo valor para as componentes, capacidade e recursos hídricos, de modo que a distribuição do conjunto de dados para essas componentes pode ser considerada simétrica.

Tabela 38 – Estatística descritiva das componentes do ISHR para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA

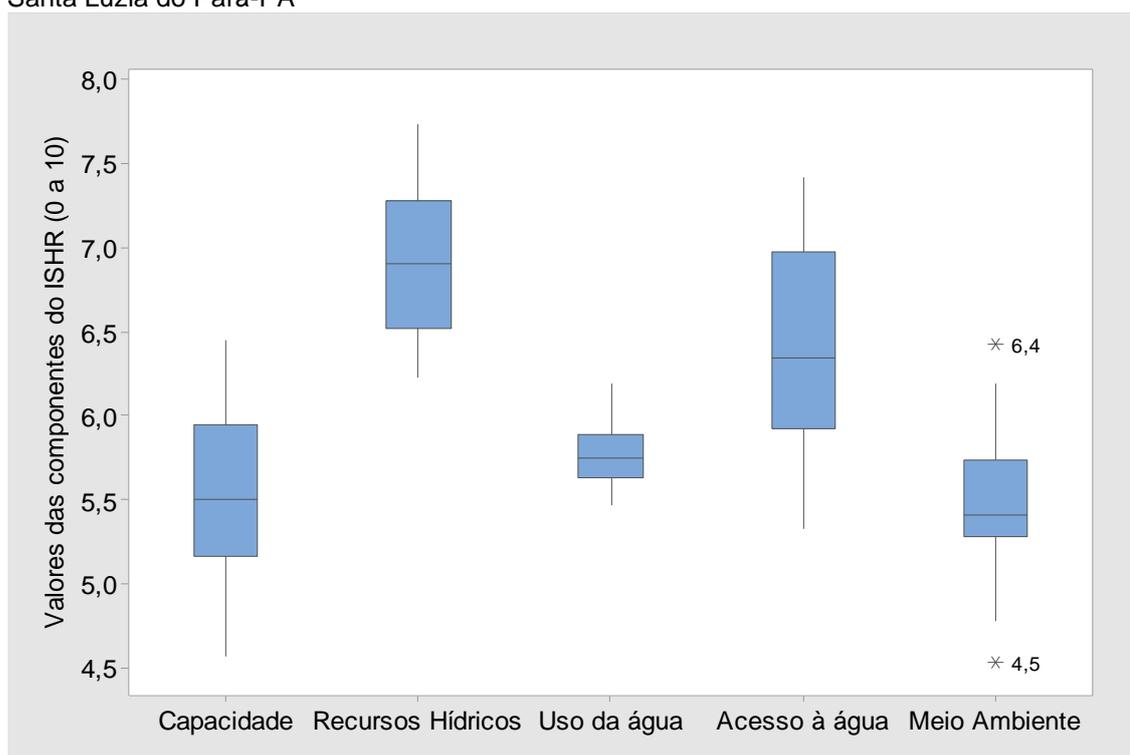
Variáveis Estatísticas	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso da água	Acesso à água	Meio Ambiente
Núm. observações	16	16	16	16	16
Mínimo	4,6	6,2	5,5	5,3	4,5
Máximo	6,5	7,7	6,2	7,4	6,4
Amplitude Total	1,9	1,5	0,7	2,1	1,9
Mediana	5,5	6,9	5,7	6,3	5,4
Média Aritmética	5,5	6,9	5,8	6,5	5,5
EP Média	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1
Q ₁	5,2	6,5	5,6	5,9	5,3
Q ₃	5,9	7,3	5,9	7,0	5,7
Variância	0,3	0,2	0,0	0,4	0,2
Desvio Padrão	0,5	0,5	0,2	0,7	0,5
Coeficiente de Variação (%)	9,9%	6,7%	3,4%	10,2%	8,8%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ao examinar o conjunto de dados por meio das medidas de dispersão, observou-se que os dados apresentaram baixa dispersão, visto que, o coeficiente de variação CV (%) em todas foram inferior a 15,0%, logo os dados são homogêneos. Além disso, os parâmetros estatísticos de dispersão como, variância e desvio padrão, mostraram que a componente, “uso da água”, apresentou menor variabilidade dos dados, com uma variância de 0,0 e desvio padrão de 0,2.

Na Figura 76, é mostrado o gráfico *box plot* que permitiu visualizar a mediana, o primeiro e o terceiro quartis, o menor e maior valores, bem como detectar valores extremos (*outliers*) para o conjunto de dados das componentes do ISHR relacionado as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA. Notou-se que a menor amplitude interquartil foi registrada para a componente uso da água (0,3), em contrapartida a maior amplitude interquartil foi da componente acesso à água, com (1,1). Notou-se também dois valores extremos (*outliers*) na componente meio ambiente, sendo um referente a comunidade Mucurateua com um valor de (4,5) o que indica uma baixa integridade ambiental, em contrapartida, o outro valor extremo é relativo a comunidade Pau D'arco com um valor de (6,4), e mostrou uma melhor integridade ambiental para o conjunto de dados.

Figura 76 – Gráfico *box plot* com os valores médios das componentes do ISHR das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

4.5 Análise de sensibilidade das componentes do ISHR

A análise de sensibilidade foi realizada com a finalidade de melhorar a precisão e a interpretabilidade dos resultados finais do ISHR. Deste modo, para esse procedimento empregou-se a matriz de correlação linear entre as variáveis independentes (componentes), para verificar se existe alguma correlação forte entre

elas e reduzir os riscos de produzir um índice sem sentido, visto que componentes correlacionadas causam contagem dupla e enviesar o resultado.

De acordo com os resultados para as comunidades rurais de Pombal-PB (Tabela 39), observou-se que a componente capacidade, apresentou uma correlação moderada positiva com a componente, acesso à água ($r=0,66$), conforme classificação proposta por Bolonini *et al.* (2020). Também, verificou-se que a componente uso da água demonstrou uma correlação moderada positiva com a componente meio ambiente, visto que obteve um valor de ($r=0,64$). Notou-se também que a componente, recursos hídricos, apresentou correlação fraca positiva com as componentes, uso da água ($r=0,40$) e meio ambiente ($r=0,46$). Por fim, constatou-se pela Tabela 39, que nenhuma das componentes apresentaram correlações muito forte ou forte, indicando ser um bom conjunto de componentes selecionadas para o ISHR, visto que componentes forte ou muito forte positiva pode enviesar os resultados e serem redundantes.

Tabela 39 – Matriz de correlação linear das componentes do ISHR para comunidades rurais de Pombal-PB

Componentes	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso	Acesso	Meio Ambiente
Capacidade	1,0	-0,17	-0,08	0,66	-0,29
Recursos Hídricos	-0,17	1,0	0,40	-0,04	0,46
Uso da água	-0,08	0,40	1,0	-0,10	0,64
Acesso à água	0,66	-0,04	-0,10	1,0	-0,33
Meio Ambiente	-0,29	0,46	0,64	-0,33	1,0

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para constatar qual das componentes apresentou maior correlação com o ISHR, foi utilizado à regressão linear simples com critérios de eficiência, com a finalidade de analisar qual variável explicativa (componentes) do índice teria maior significância na variável dependente (ISHR). Na Tabela 40, são apresentadas as correlações entre as componentes (variáveis independentes) e o ISHR (variável dependente). Assim, constatou-se que as componentes, acesso à água e capacidade, apresentaram resultados importantes com base nos critérios de eficiência, como o coeficiente de correlação linear de Pearson (r), coeficiente de determinação (r^2) e o erro padrão.

Conforme apresentado na Tabela 40, pode-se observar que o ISHR tem uma correlação forte positiva com a componente acesso à água ($r=0,80$), e uma relação

moderada positiva com a componente capacidade ($r=0,67$) que são estatisticamente significativos a um grau de confiança de 95,0%, isso indica que, com o aumento do desempenho dessas componentes, o ISHR também aumenta. Em contrapartida, o ISHR tem uma relação fraca positiva com as componentes, recursos hídricos, uso da água e meio ambiente, visto que alcançaram os valores de ($r=0,34$), ($r=0,40$) e ($r=0,19$), de modo respectivo, que não foram estatisticamente significativos para um grau de confiança de 95,0%.

Tabela 40 – Correlação direta das componentes (variáveis independentes) com o ISHR (variável dependente) por regressão simples para comunidades de Pombal-PB

Componente	Critérios de eficiência		
	r	r ²	Erro padrão
Capacidade	0,67	0,45	0,31
Recursos Hídricos	0,34	0,12	0,40
Uso da água	0,40	0,16	0,39
Acesso à água	0,80	0,64	0,25
Meio Ambiente	0,19	0,04	0,41

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto ao coeficiente de determinação (r^2), deve-se destacar a componente acesso à água, visto que obteve um coeficiente de determinação (r^2) de 64,0% de poder de explicação e predição dentro do intervalo de 95,0% de confiança. Assim, observou-se pela regressão linear simples, que a componente, acesso à água, revelou-se a mais significativa ou importante na variabilidade do ISHR. Enquanto, 36,0% da variação do ISHR pode ser explicado pelas outras componentes que integram o índice ou erro da amostra.

A componente capacidade obteve um coeficiente de determinação (r^2) de 45,0% de poder de explicação do ISHR, enquanto 55,0% da variação do ISHR pode ser explicado por outras componentes diferentes da componente capacidade. Verifica-se, assim, pelo critério coeficiente de determinação (r^2) que a variável independente mais relevante é a componente acesso à água. Pressupõe-se que esse resultado pode estar relacionado ao indicador sistema de abastecimento de água, visto que das 26 comunidades rurais de Pombal-PB, somente 27,0% ($n=7$) são atendidas com esse serviço, enquanto 73,0% ($n=19$) não possuem sistema de abastecimento de água coletivo, causando implicações também na subcomponente transporte da água do manancial para residência.

Quanto ao erro padrão, verificou-se que os menores valores foram obtidos pelas componentes, acesso à água e capacidade, com 0,25 a 0,31, respectivamente,

o que indica maior precisão e confiabilidade. Entretanto, destaca-se que os resultados das componentes para o erro padrão de estimativa indicaram que ocorreu baixa dispersão dos dados e mostraram-se precisos.

Na Tabela 41 são apresentados os resultados da matriz de correlação das componentes do ISHR para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA. Assim, notou-se que as componentes selecionadas não são altamente correlacionadas, isto é, que são um bom conjunto de componentes para a análise multicritério.

Tabela 41 – Matriz de correlação linear das componentes do ISHR para comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA

	Capacidade	Recursos Hídricos	Uso	Acesso	Meio Ambiente
Capacidade	1,0	-0,31	0,25	-0,06	-0,18
Recursos Hídricos	-0,31	1,0	0,23	0,23	0,59
Uso da água	0,25	0,23	1,0	-0,06	0,28
Acesso à água	-0,06	0,23	-0,06	1,0	0,19
Meio Ambiente	-0,18	0,59	0,28	0,19	1,0

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A ausência de correlação muito forte ou forte é desejado entre as componentes, o que mostra que cada indicador está determinando dimensões estatísticas diferentes nos dados (Garriga e Pérez-Foguet 2011). Percebeu-se a existência de uma correlação moderada positiva entre as componentes, recursos hídricos e meio ambiente ($r=0,59$). Além disso, constatou-se que as componentes, capacidade e acesso à água, apresentaram uma correlação ínfima negativa ($r=-0,06$). Da mesma forma que as componentes, uso da água e acesso à água, também tiveram uma correlação ínfima negativa ($r=-0,06$).

A regressão linear simples também foi aplicado para constatar qual componente seria a mais significativa ou relevante na variabilidade do ISHR para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA (Tabela 42). Assim, pode-se constatar que o ISHR apresentou uma correlação moderada positiva com as componentes, recursos hídricos ($r=0,61$), acesso à água ($r=0,71$) e meio ambiente ($r=0,61$), respectivamente, logo são estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95,0%. No entanto, o ISHR teve uma relação positiva fraca com as componentes, capacidade ($r=0,23$) e uso da água ($r=0,39$), isto é, não são estatisticamente significativas para um nível de confiança de 95,0%.

Tabela 42 – Correlação direta das componentes (variáveis independentes) com o ISHR (variável dependente) por regressão simples para comunidades de Santa Luzia do Pará-PA

Componente	Critérios de eficiência		
	r	r ²	Erro padrão
Capacidade	0,23	0,05	0,26
Recursos Hídricos	0,61	0,38	0,21
Uso da água	0,39	0,15	0,25
Acesso à água	0,71	0,50	0,19
Meio Ambiente	0,63	0,39	0,21

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com relação ao coeficiente de determinação (r^2), observou-se que a componente acesso à água obteve o maior valor com (r^2) de 50,0%, com poder de explicação e predição para um intervalo de 95% de confiança. Deste modo, verificou-se pela regressão linear simples, que a componente, acesso à água, demonstrou ser a mais significativa ou importante na variabilidade do ISHR. Por outro lado, 50,0% da variação do ISHR pode ser explicado pelas outras componentes que constituem o índice.

Quanto ao erro padrão, observou-se que os menores valores foram alcançados pelas componentes, acesso à água com 0,19, enquanto as componentes, recursos hídricos e meio ambiente obtiveram um erro de 0,21, respectivamente, o que revela uma precisão e confiabilidade no conjunto de dados. Além disso, os resultados das outras componentes para o erro padrão de estimativa, mostraram que também ocorreu uma baixa dispersão dos dados, ou seja, que são precisos.

4.6 Desempenho das comunidades quanto a sustentabilidade hídrica

Na Tabela 43 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR) nas comunidades rurais dos municípios de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB. Assim, o ISHR foi determinado para (16) comunidades em Santa Luzia do Pará-PA e (26) comunidades no município de Pombal-PB, a partir do cálculo do ISHR médio para cada comunidade rural e o ISHR geral médio para mostrar a situação hídrica no município. Deste modo, os resultados mostraram que a situação da água nas comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB variou em função do ISHR médio.

Com relação ao ISHR geral médio, observou-se que o valor obtido para o município de Santa Luzia do Pará-PA foi de 6,1, o que mostra uma situação hídrica de potencialmente sustentável, enquanto o município de Pombal-PB obteve um valor

de 5,9, o que indica uma situação intermediária. Além disso, verificou-se que o município de Santa Luzia do Pará-PA obteve um desempenho hídrico superior ao constatado por Brito *et al.* (2020) na Ilha de Cotijuba no município de Belém-PA que foi de 5,7, isto é, uma situação regular.

Tabela 43 – Desempenho do índice de sustentabilidade hídrica rural para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA e Pombal-PB

Mun.	Comunidades Rurais	ISHR médio-comunidade	Situação
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	5,7	Intermediário
	Broca	6,0	Intermediário
	Cantã	5,7	Intermediário
	Fuzil	6,1	Potencialmente Sustentável
	KM 18 (Santa Maria)	6,3	Potencialmente Sustentável
	Mucurateua	5,8	Intermediário
	Pau D'arco	6,2	Potencialmente Sustentável
	Piracema	5,8	Intermediário
	Pitoró	6,3	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Jacarequara	6,5	Potencialmente Sustentável
	Quilombola Pimenteira	6,0	Intermediário
	São João do Caeté	5,9	Intermediário
	Tamancuoca	6,0	Intermediário
	Tentugal	6,5	Potencialmente Sustentável
	Vila Caeté	6,1	Potencialmente Sustentável
	Vila Estiva	6,3	Potencialmente Sustentável
	ISHR geral médio	6,1	Potencialmente Sustentável
Pombal - PB	Alagadiço	5,7	Intermediário
	Assent. Jacú	5,7	Intermediário
	Assent. Margarida Maria Alves	6,2	Potencialmente Sustentável
	Assent. Santa Mônica	5,3	Intermediário
	Cachoeira	6,3	Potencialmente Sustentável
	Cajazeiras do Batista	5,7	Intermediário
	Coatiba	6,6	Potencialmente Sustentável
	Estrelo	5,8	Intermediário
	Flores	6,2	Potencialmente Sustentável
	Forquilha Grossa	5,4	Intermediário
	Gado Bravo	5,8	Intermediário
	Jenipapo	6,4	Potencialmente Sustentável
	Juá	5,6	Intermediário
	Lagoa dos Basílio	5,2	Intermediário
	Logradouro	5,9	Intermediário
	Maniçoba	5,9	Intermediário
	Mofumbo	6,1	Potencialmente Sustentável
	Pinhões	5,9	Intermediário
	Riachão de Cima	5,7	Intermediário
	Riacho do Alagadiço	5,7	Intermediário
	São José dos Alves	5,4	Intermediário
	São Pedro	5,9	Intermediário
	Triângulo	5,9	Intermediário
Trincheira	6,1	Potencialmente Sustentável	
Várzea Compridas dos Leite	6,4	Potencialmente Sustentável	
Várzea Comprida dos Oliveiras	7,0	Potencialmente Sustentável	
	ISHR geral médio	5,9	Intermediário

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

¹¹ Nota: Mun. = Município.

Percebeu-se que o valor do ISHR geral médio de 5,9 determinado para o município de Pombal-PB foi superior ao encontrado por Crispim *et al.* (2020), nos quais alcançaram um valor de ISHR médio de 5,6. Também constatou-se que a situação hídrica observada nesta pesquisa, foi melhor que a constatada por Maranhão (2010), que obteve um IPH médio variando entre 2,8 a 3,3, para municípios situados no Sertão de Inhamuns no estado do Ceará, Brasil, em que revelou uma situação de pobreza hídrica.

Observou-se que das (16) comunidades rurais localizadas no município de Santa Luzia do Pará-PA, 50,0% (n=8) obtiveram uma classificação potencialmente sustentável, enquanto 50,0% (n=8) atingiram uma classificação intermediária, com variação do valor do ISHR médio para as comunidades entre 5,7 e 6,5. Assim, pode-se inferir que existem dois cenários distintos entre as comunidades rurais no município citado com relação à sustentabilidade hídrica. Além disso, observou-se que nenhuma das comunidades obteve uma classificação insustentável, potencialmente insustentável ou sustentável.

Com relação às 26 comunidades rurais do município de Pombal-PB, observou-se que a maioria 65,4% (n=17) obtiveram uma classificação intermediária, enquanto 34,6% (n=9) alcançaram uma classificação potencialmente sustentável. Logo, os resultados mostram condições distintas entre as comunidades quanto ao ISHR. Além disso, constatou-se que a comunidade rural com o maior ISHR médio no município foi Várzea Comprida dos Oliveiras com 7,0, enquanto o menor desempenho registrado foi na comunidade Lagoa dos Basílio, com 5,4.

Os resultados do ISHR médio, apresentados na Tabela 43, indicam notadamente como a situação da sustentabilidade da água variou entre as comunidades rurais situadas no Semiárido e na região Amazônica, bem como entre as comunidades rurais dentro de cada município estudado. Assim, essa informação foi corroborada por resultados obtidos em outros estudos (BRITO *et al.*, 2020; CRISPIM *et al.*, 2021; IFABIYI *et al.*, 2020), nos quais observaram que a situação hídrica diferenciava em sua espacialidade de comunidade para comunidade.

No estudo realizado por Ifabiyi *et al.* (2020) em 10 comunidades rurais localizadas no estado de Oyo, na Nigéria, observaram que a comunidade com melhor desempenho alcançou um valor de 7,2, ou seja, um bom acesso à água potável. Deste modo, observou-se que esse resultado foi superior aos obtidos neste estudo. Por outro lado, Ifabiyi *et al.* (2020) constataram também a predominância de comunidades

classificadas com baixa e intermediária situação de acesso à água para consumo humano. Em contrapartida, essa pesquisa alcançou melhor desempenho pelo obtido por Guppy (2014), que observou uma situação acentuada de pobreza hídrica em comunidades rurais situadas no Vietnã, o que retrata uma classificação na faixa ruim do estudo.

A predominância de comunidades rurais com uma classificação intermediária quanto à situação hídrica neste estudo, reproduz resultados similares quando comparado com outras pesquisas que também utilizaram um índice holístico para uma espacialidade de comunidades rurais (GONÇALVES, 2013; GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2010a).

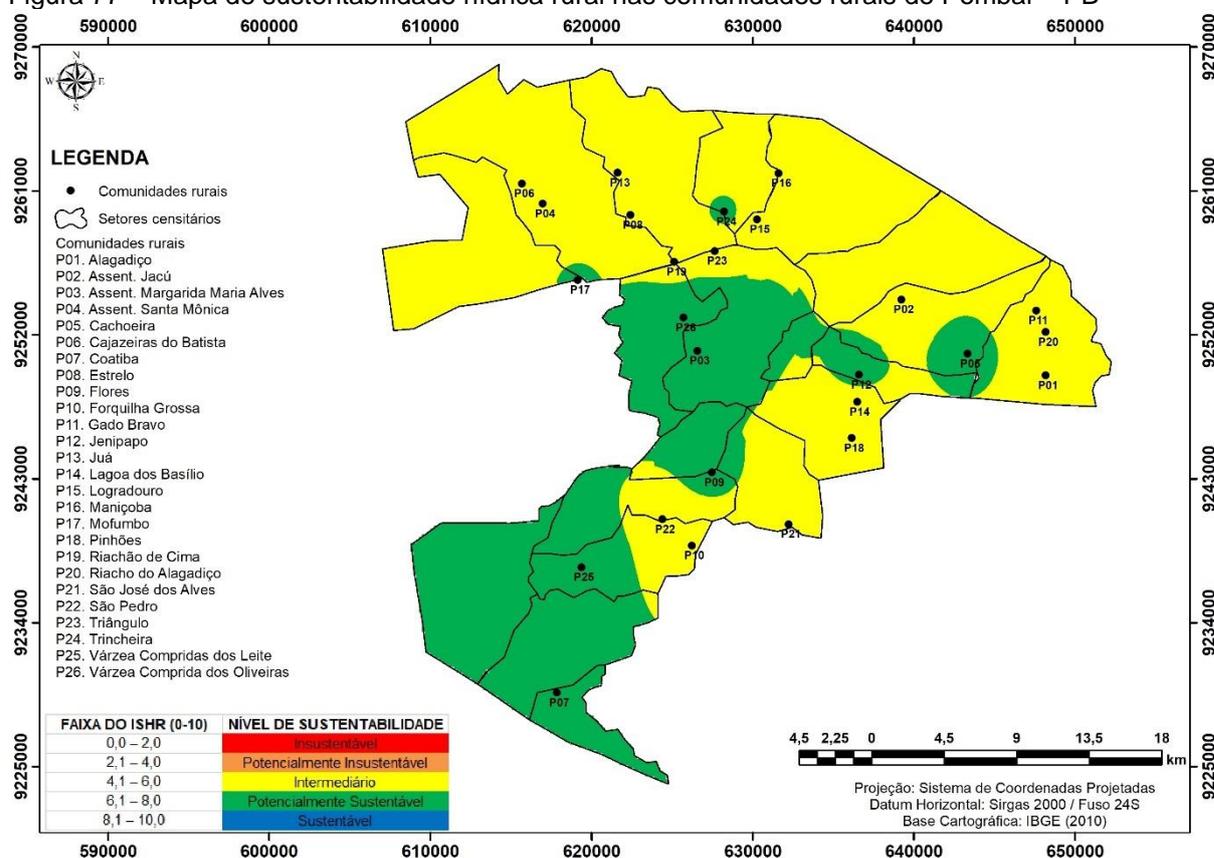
Gonçalves (2013) utilizou em sua pesquisa um índice holístico para analisar a situação hídrica de municípios e comunidades rurais localizadas na bacia hidrográfica do Salgado, situada na região sul do estado do Ceará, no qual constatou um desempenho regular tanto para alguns municípios como comunidades rurais. Além disso, os resultados indicaram que o desempenho regular no índice estavam associado as dimensões como Disponibilidade (D) e Acesso à água (A).

Outro estudo que apresentou resultados similares com essa pesquisa, quanto a classificação regular (intermediária) de algumas comunidades, foi o realizado por Garriga e Pérez-Foguet (2010b), em que empregaram um índice holístico em 10 comunidades situadas no Vale de Tiraque (Departamento de Cochabamba), Bolívia, onde os resultados obtidos indicaram que na área amostral, duas comunidades rurais necessitavam de atenção especial, pois apresentaram valores de 5,28 e 5,68, respectivamente, sendo classificadas em uma faixa regular quanto a situação de pobreza hídrica.

Nesta pesquisa, realizou-se uma integração da análise de decisão multicritério (ADMC) com o sistema de informação geográfica (SIG) para auxiliar os tomadores de decisão na análise das questões relacionadas à situação hídrica nas comunidades rurais, em que foi possível uma visualização simultânea e manipulação de dados das componentes que integram o índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR). Além disso, os mapas gerados apresentaram na escala espacial as situações da sustentabilidade da água de uma forma visualmente clara das comunidades rurais no município, bem como poderá ser um instrumento de apoio aos tomadores de decisão na identificação de áreas que requerem de ações prioritárias baseado na classificação do ISHR.

Observa-se na Figura 77, que as comunidades rurais localizadas nos sentidos, norte (N), noroeste (NO), nordeste (NE) e sudeste (SE) do município de Pombal-PB, apresentaram uma classificação na faixa intermediária. Assim, pressuponha-se que esse desempenho seja devido à baixa capacidade adaptativa e de gerenciar a água. Logo, ao considerar o nível de sustentabilidade como critério para implementar políticas públicas que visam o fornecimento e acesso à água para população estudada, recomenda-se que as comunidades classificadas na faixa intermediária sejam assistidas primeiramente.

Figura 77 – Mapa de sustentabilidade hídrica rural nas comunidades rurais de Pombal – PB



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Salienta-se que, embora exista a necessidade de melhorias em quase todas as comunidades, as classificadas dentro da faixa intermediária ou com desempenhos mais baixo devem receber ordem de prioridade e uma atenção mais urgente por parte do poder público. Entre o conjunto de comunidades rurais estudadas, Lagoa dos Basílio, Assentamento Santa Monica, São José dos Alves e Forquilha Grossa, foram as áreas identificadas como de maior necessidade, baseado nos seus desempenhos do ISHR médio, com 5,2, 5,3, e 5,4, respectivamente.

O mapa mostra um comportamento espacial heterogêneo entre as comunidades rurais do município de Pombal-PB, quanto a situação hídrica. Apesar de algumas comunidades rurais obtiveram uma classificação na faixa potencialmente sustentável, não denota que não precisam de nenhuma ação para melhorar as componentes da sustentabilidade da água. Também observou-se que algumas comunidades próximas aos rios Peixe (P03 e P26) e Piencó (P07 e P09) alcançaram uma classificação na faixa potencialmente sustentável, com desempenho superior às comunidades que ficam mais afastadas dessas fontes superficiais, embora exista comunidade (P10) localizada perto do rio Piencó que obteve uma classificação intermediária. Todavia, poucas comunidades fazem a captação dessas fontes de águas superficiais para o consumo humano.

Para Ifabiyi *et al.* (2020), a questão do acesso à água não está somente ligada às condições físicas, mas também concatenada com a capacidade dos governos locais e comunidades rurais em gerir a água. Assim, comunidades rurais que apresentam melhor capacidade adaptativa possuem maior habilidade em gerenciar a água e amenizar os efeitos da escassez hídrica. Também observou-se que as comunidades rurais do município de Pombal-PB com maior número de famílias, possuem melhor infraestrutura e serviços públicos (Várzea Comprida dos Oliveiras e Coatiba) obtiveram uma pontuação superior quando confrontadas com localidades com menor quantidade de família ou situadas em áreas remotas (Lagoa dos Basílio).

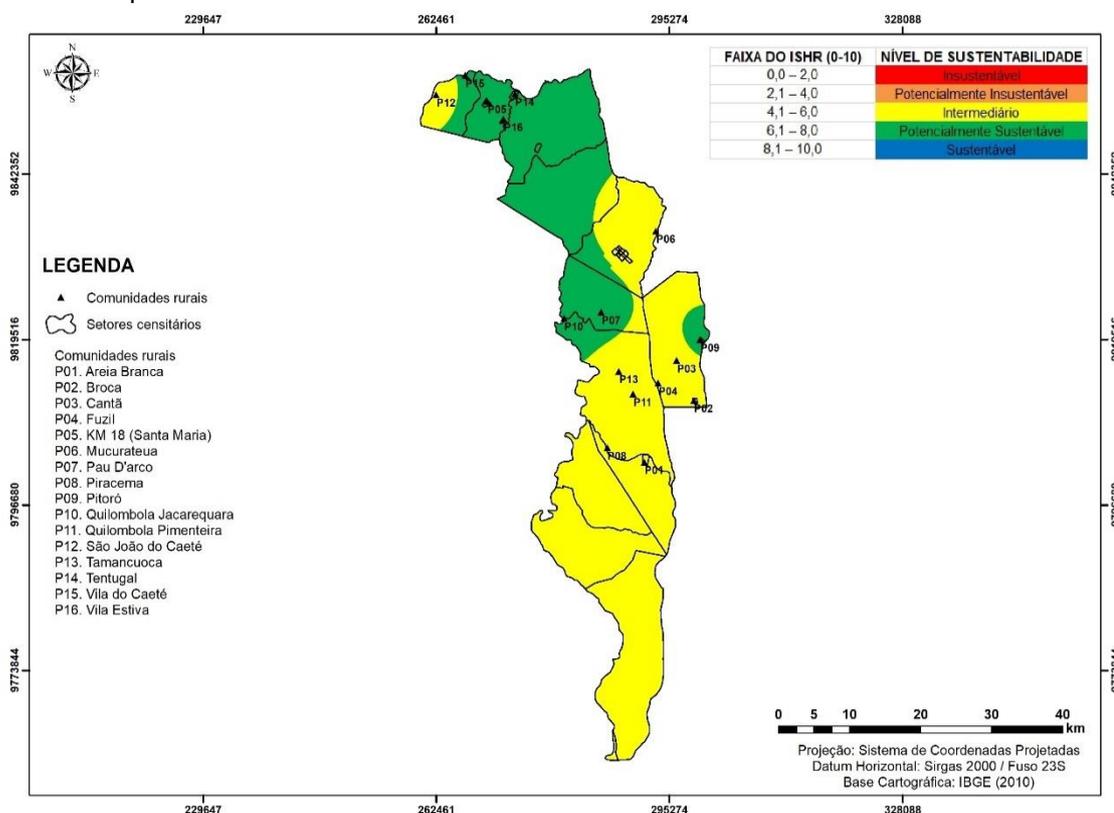
De acordo com Azevêdo *et al.* (2017), as capacidades adaptativas das comunidades rurais situadas no Semiárido do nordeste do Brasil possivelmente estão associadas à recorrência de secas na região. Deste modo, a exposição contínua ao estresse provocado pelo fenômeno climatológico da seca incentiva condutas apropriadas ligadas à sobrevivência, qualidade de vida e bem-estar dos habitantes (SHARMA; SHRESTHA, 2016).

Neste cenário, os habitantes passam a procurar opções de fonte de água baseado em seus usos e disponibilidade como, por exemplo, água de chuva (cisternas para captação e armazenamento de água de chuva e caixas d'água), poços escavados ou tubulares. Como muitas dessas comunidades estão distantes dos rios, a maioria da população depende do uso de cisternas para armazenar águas pluviais ou recorrer as fontes de águas subterrâneas. Mas, também é importante incorporar outras infraestruturas, como pequenas barragens, barragens subterrâneas, barreiros e kits de irrigação.

Embora o governo local venha implementando ações paliativas para garantir o abastecimento de água no período prolongado de seca, como caminhões-pipa, que é uma abordagem de gestão cara (CRISPIM *et al.*, 2021; NOGUEIRA *et al.*, 2020), tal medida não é suficiente para solucionar o problema, visto que as vezes transporta água de uma qualidade sanitária duvidosa ou desconhecida, enquanto as fontes de água subterrâneas apresentam problemas de salinidade, inviabilizando o uso para ingestão humana.

Quanto às comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, verifica-se pela Figura 78, que também ocorreu um comportamento espacial heterogêneo quanto a situação hídrica, onde as comunidades rurais situadas no sentido sul (S) do município obtiveram uma classificação na faixa intermediária, em contrapartida, as localizadas na direção norte (N) alcançaram uma classificação na faixa potencialmente sustentável, exceto a comunidade rural São José do Caeté (P12), que obteve um desempenho intermediário.

Figura 78 – Mapa de sustentabilidade hídrica rural das comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

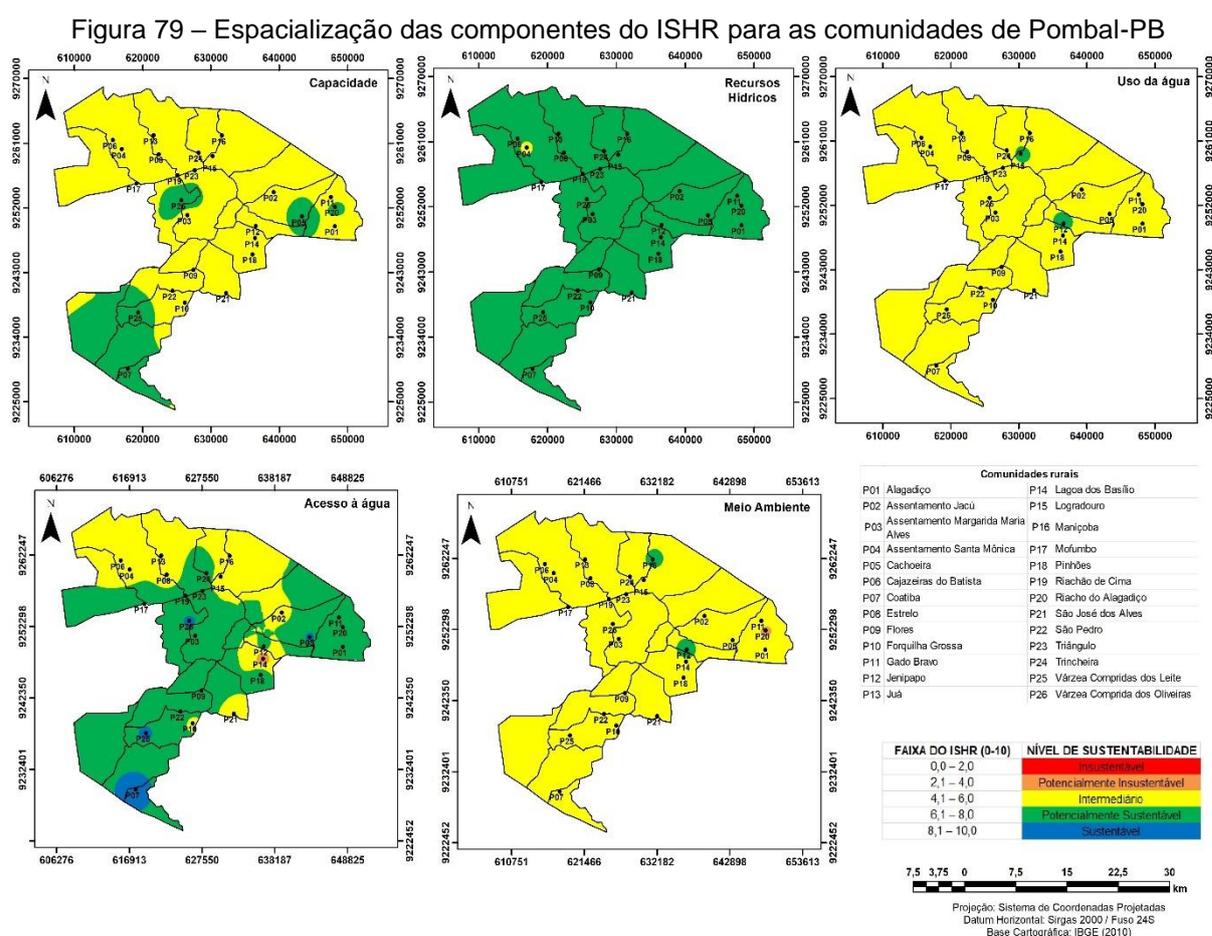
Entre as comunidades com a classificação potencialmente sustentável, estão Fuzil e Tentugal, que contavam com um sistema coletivo de abastecimento de água,

o que facilitava aos moradores ter acesso à água potável. Todavia, a provisão do serviço de abastecimento de água deve ser acompanhando de cobranças de tarifas acessíveis para que não ocorra a exclusão de famílias mais economicamente vulneráveis no acesso ao serviço (IFABIYI *et al.*, 2020). No entanto, deve-se destacar, que as comunidades classificadas na faixa potencialmente sustentável no ISHR não indicam que não precisam realizar nenhuma ação para melhorar os componentes de sustentabilidade da água. Todavia, as classificadas na faixa intermediária devem ter prioridade para intervenção do governo local em iniciativas de programas de gestão da água. Assim, é indispensável fortalecer a capacidade das comunidades de gerenciar os recursos hídricos disponíveis localmente para diminuir as barreiras sociais no uso de água para o consumo humano (PANTHI *et al.*, 2019).

Apesar de várias comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA estarem próximas de fontes de águas superficiais, como os rios Peritoró (P09), Grande (P14 e P16), Guamá (P10) e Caeté (P15), o que pode facilitar o acesso à água, observou-se neste estudo que a população rural tem uma preferência por fontes de águas subterrâneas, em especial, os poços escavados e poços tubulares. Logo, uma possível inferência que pode ser feita pela opção por essa fonte de água consiste na crença que as águas subterrâneas possuem uma qualidade superior às fontes superficiais. Além disso, constatou-se através de relatos da população que os poços escavados é uma solução prática e uma adaptação da população não assistida com sistemas coletivos de abastecimento de água para amenizar a restrição hídrica, sendo de baixo custo e com facilidade de perfuração, podendo ser construído manualmente, sendo bastante comum em quase todas as famílias entrevistadas.

Os resultados do ISHR médio para as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA mostraram um cenário similar ao observado nas comunidades do município de Pombal-PB quanto à sustentabilidade da água, pois as localidades rurais que melhor se adaptaram à restrição hídrica e conseguiram desenvolver capacidades para gerenciar a água reduziram os efeitos ocasionados pela ausência da provisão de água por sistema de abastecimento, contribuindo para uma classificação superior às demais. Estudos anteriores apontaram que ações do Estado por meio de políticas públicas pode amenizar ou reverter o cenário de pobreza hídrica de um determinado local (CRISPIM *et al.*, 2020) e a condição econômica da comunidade interferem no acesso e gestão da água potável (NGARAVA *et al.*, 2019).

O resultado do ISHR médio para cada comunidade rural pode proporcionar um ponto de partida para análise da situação hídrica das comunidades rurais no município. Todavia, deve-se utilizar como forma auxiliar o desempenho de cada componente que integra o ISHR com a finalidade de direcionar a atenção apropriada para as comunidades que necessitam de assistência especial das políticas do setor de água para uma componente específica. Assim, realizou-se uma espacialização dos desempenhos das componentes de cada comunidade rural, com a finalidade de mostrar sua classificação individual de forma simultânea. Logo, constata-se na Figura 79, que a componente acesso à água, apresentou uma maior heterogeneidade entre os desempenhos das comunidades rurais, visto que, as comunidades obtiveram quatro classificações como, potencialmente insustentável, intermediária, potencialmente sustentável e sustentável.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A diferenciação do desempenho das comunidades rurais de Pombal-PB quanto à componente acesso à água pode estar associada às particularidades como

existência ou inexistência de sistema de abastecimento de água nas localidades, bem como a ampliação, consolidação e propagação de tecnologias sociais hídrica para aumentar o acesso à água e o fortalecimento da capacidade de convivência com o Semiárido de cada localidade, considerando suas particularidades locais e a forma que ocorre o acesso a uma determinada fonte de água.

A escassez de água na região semiárida contribuía para a população rural ter que coletar, esperar e transportar a água de fontes distantes de suas residências. Além disso, essa tarefa era responsabilidade das mulheres, em certas ocasiões divididas com as crianças. Porém, com a expansão e a universalização das tecnologias sociais hídricas nas comunidades rurais do Semiárido, vem atenuando o problema da escassez de água, em especial, com políticas sociais com concepções mais abrangedoras e que proporcionam o acesso à água, ação que têm colaborado para diminuir as vulnerabilidades sociais da região (NOGUEIRA *et al.*, 2020).

Quanto à componente capacidade, constatou-se que as comunidades rurais não assistidas com serviços públicos (educação, saúde e saneamento), com infraestrutura limitada ou sem representação política-institucional apresentaram resultados inferiores aos demais. Assim, os resultados desta componente corroboram com os resultados obtidos em outro estudo (CRISPIM *et al.*, 2021), nos quais também observaram essas particularidades.

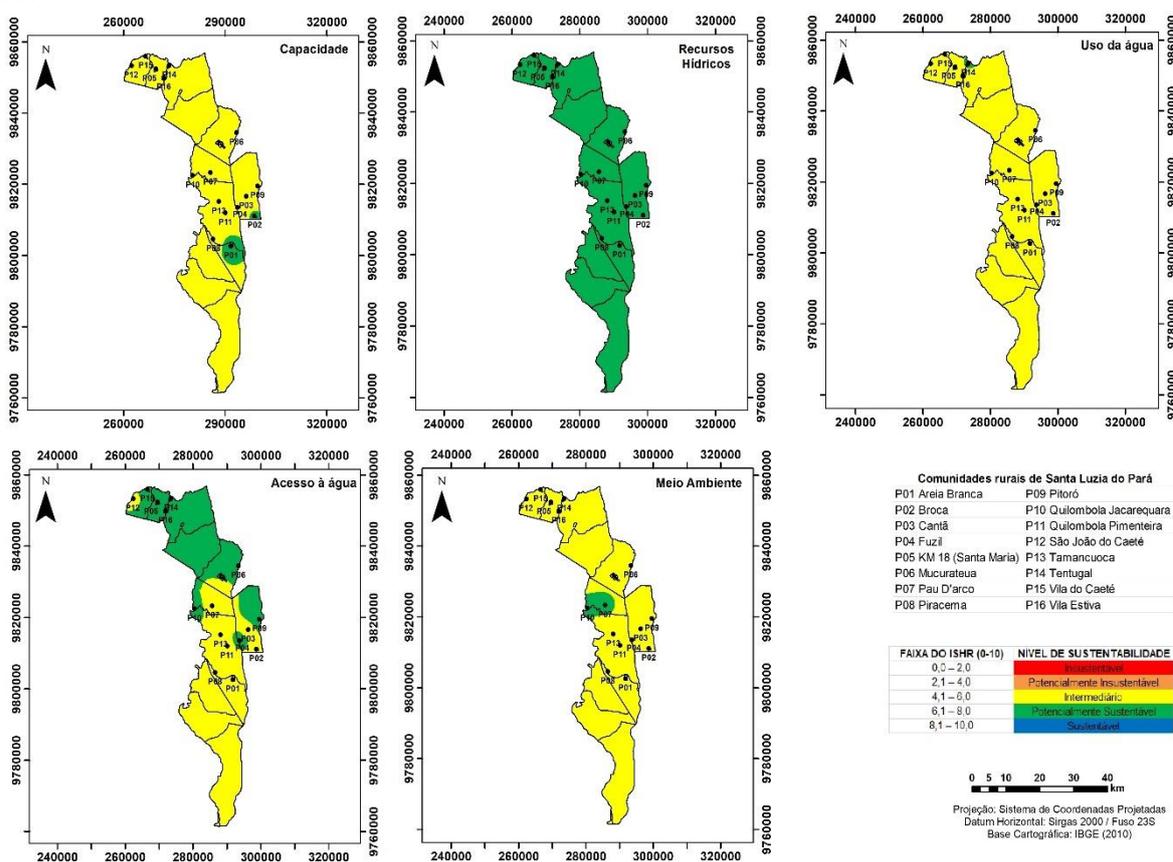
Os resultados apresentados no mapa referente a componente uso da água, mostra que as comunidades rurais quase em sua maioria obtiveram uma classificação na faixa intermediária, exceto as comunidades rurais, Jenipapo (P12) e Logradouro (P15) que alcançaram um desempenho potencialmente sustentável. Assim, os principais problemas concernentes a componente uso da água consistem na dificuldade em fazer usos múltiplos da água como, volume de água limitado para atender as atividades humanas e dessedentação de animal, e indisponibilidade de água para implementar projeto de irrigação. Em vários países em desenvolvimento, as atividades realizadas no campo como a agricultura e a pecuária consistem nas principais fontes de renda e sustento para a população rural (PÉREZ-FOGUET, GARRIGA, 2011).

Na componente uso da água, observou-se também que (42,0%) dos entrevistados disseram que a água disponível satisfazia com limitação ou não satisfazia (1,0%). Logo, existe uma demanda que não é atendida, possivelmente em razão da quantidade de água disponível depender das condições climáticas da região,

o que dificulta a realização de atividades que possam garantir o sustento ou geração de renda, como a produção agrícola por irrigação ou criação de gado. Em vários locais do mundo, a irrigação em pequena escala e a água do gado são elementos-chave estratégicos e de subsistência para população rural (SULLIVAN *et al.*, 2003).

Quanto a espacialização do desempenho das componentes do ISHR, referente as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, observou-se um comportamento heterogêneo das comunidades rurais nas componentes, capacidade, acesso à água e meio ambiente, em contrapartida, nas componentes, recursos hídricos e uso da água, ocorreu a predominância de apenas uma classificação, sendo potencialmente sustentável e intermediário, respectivamente (Figura 80).

Figura 80 – Espacialização das componentes do ISHR para as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Pode-se observar, que as comunidades rurais de Santa Luzia do Pará-PA, em sua maioria 87,5% (n=14) possuem uma capacidade intermediária para gerenciar a água, necessitando que os moradores desenvolvam habilidades para gerenciar a água de maneira mais eficiente. Além disso, carecem de capacidades e estruturas

institucionais apropriadas com o objetivo de realizar políticas governamentais e responder às carências locais de forma construtiva.

Com relação a componente acesso à água, observou-se que as comunidades de Santa Luzia do Pará-PA, apresentaram classificações nas faixas intermediária e potencialmente sustentável. Assim, apesar dos moradores informarem que existe fonte de água disponível no nível familiar próximo do domicílio, permite encanar água até a residência. Logo, a proximidade da fonte e o bombeamento da água evita que os moradores gastem muito tempo percorrendo longas distâncias para coletar e transportar água. Deste modo, quanto mais próximo à fonte de água for do domicílio, mais apropriado pode ser o volume de água para atender a demanda das atividades domésticas (HOWARD *et al.*, 2020). Em contrapartida, também observaram-se famílias nas comunidades que não possuíam renda suficiente para encanar água até residência ou comprar um motobomba, necessitando fazer a coleta e o transporte de água através de carro, moto, animais ou carregando nas mãos, ombros ou cabeça.

Outras questões importantes e que necessitam de atenção na componente acesso à água consistem em problemas que envolvem o destino do efluente sanitário e o tipo de instalação sanitária, visto que certas residências destinam o efluente para fossa negra e/ou rudimentar, bem como possuem instalações sanitárias não limpas. Assim, presume-se que é necessário ações de saneamento básico que atendam às necessidades básicas das famílias, através de instalações sanitárias mínimas, como a construção de banheiros providos de torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário com descarga e fossa séptica para garantir melhores condições de vida e bem-estar da população, evitando a incidência de doenças pela ausência de saneamento básico ou contaminação do lençol freático podendo comprometer o abastecimento e prejudicar aos usuários. Assim, essa situação se agrava quando existe uma contaminação pontual e o poço não for escavado ou lacrado adequadamente (VILLAR, 2016).

Os resultados apresentados referente a componente, recursos hídricos, mostraram uma classificação potencialmente sustentável nas comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, que podem estar associados às opções de fonte hídrica nas comunidades e a análise sensorial da água consumida (considerando às propriedades organolépticas da água como cor, sabor e odor). No entanto, a depender das condições climatológicas de cada região, a disponibilidade de água no período menos chuvoso ou seco pode diminuir, causando implicações a população ao uso e acesso à água.

Quanto a análise sensorial da água, apesar de a população mostrar satisfeita com a água consumida, bem como a maioria faz desinfecção da água e há baixa ocorrência de doenças de veiculação hídrica, essa subcomponente pode ter sua confiabilidade questionável devido à análise empírica feita pela população, embora diversos estudos recorrem essa forma de avaliação (CRISPIM *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2014; DE SOUSA *et al.*, 2016). Além disso, a confiança de que as fontes subterrâneas possuem uma qualidade superior inibe os usuários a realizarem análises físico-química da água ou se limitam a avaliação de coliformes fecais (VILLAR, 2016).

Segundo Rahut *et al.* (2015), as famílias mais pobres podem utilizar água de fontes abertas, que constantemente são contaminadas, deixando-as ainda mais vulneráveis as doenças transmitidas pela água. Além disso, afirmam que famílias nas de maior renda o acesso a fontes de água mais seguras é facilitado quando comparadas com as mais pobres.

É importante pontuar que, apesar das comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA terem apresentado uma classificação na faixa potencialmente sustentável, deve-se considerar a situação da escassez qualitativa e econômica da água. Logo, admite-se a suspeita que ocorra uma escassez qualitativa porque existe uma falta de segurança da qualidade da água das fontes de abastecimento humano, seja superficial ou subterrânea.

Quanto à escassez econômica da água nas comunidades estudadas, estas são resultantes da renda insuficiente dos usuários para instalar uma infraestrutura de um sistema de abastecimento individual ou coletivo para captar, tratar e transportar água até suas residências, embora existam fontes de água disponíveis próximas de sua habitações. Deste modo, diversos outros pesquisadores (BRITO *et al.*, 2020; CRISPIM *et al.*, 2020; IFABIYI *et al.*, 2020) corroboram com a inclusão da escassez qualitativa e econômica como obstáculo para garantir o acesso à água potável em comunidades rurais.

Quanto à componente meio ambiente, observou-se no mapa da Figura 80, que somente as comunidades Pau D'arco (07) e Quilombola Jacarequara (P11) obtiveram uma classificação potencialmente sustentável no município Santa Luzia do Pará-PA, enquanto as demais alcançaram uma classificação intermediária. Logo, pode-se deduzir, que a predominância da classe intermediária seja devido a ocorrência de fatores que podem prejudicar a integridade ambiental associada à água, como o uso

de insumos químicos, forma de manejo e conservação do solo inapropriada ou limitada, falta de conhecimento e desinteresse sobre os problemas ambientais e má gestão dos resíduos sólidos domiciliares (falta de iniciativas de reutilização e destinos ecologicamente inadequados).

Cada desempenho observado nas comunidades rurais com base nos resultados das componentes que integram o ISHR pode nortear as comunidades e as autoridades públicas quanto a ações a serem desenvolvidas nessas localidades, ao considerar a opinião coletiva e analisar a viabilidade de políticas públicas que podem ser implementadas com a finalidade de atender as particularidades de cada lugar, bem como situações em comum das comunidades.

Conforme o desempenho apresentado pelas comunidades rurais estudadas quanto ao ISHR, percebeu-se que essas possivelmente só alcançarão uma melhor performance quanto à sustentabilidade hídrica, como no município de Santa Luzia do Pará-PA, caso ocorram intervenções através de políticas públicas direcionadas as seguintes componentes: capacidade, uso da água, meio ambiente, acesso à água e recursos hídricos. Nas comunidades de Pombal-PB, as ações devem ocorrer prioritariamente nas componentes uso da água, meio ambiente, capacidade, acesso à água e recursos hídricos.

De acordo com Sullivan *et al.* (2006), um dos pontos para melhorar a situação hídrica das comunidades rurais consiste na criação de capacidades para os comunitários gerenciarem a água e se adaptarem às condições naturais dos lugares onde estão inseridos. Além disso, o conhecimento da população quanto a sua realidade local é essencial para reduzir a dificuldade no acesso e uso da água. Para Lerner e Ferreira (2016), a partir do momento em que os habitantes das comunidades rurais conseguem ter integralmente o acesso à água de qualidade, assim como o saneamento básico, os comunitários podem conseguir ter acesso a outras formas de renda, posteriormente, sair da condição de pobreza.

Durante as realizações das entrevistas nas comunidades rurais em Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA, foram consideradas e registradas várias sugestões feitas pelos comunitários, com base em suas experiências quanto ao acesso e uso da água nas comunidades, com a finalidade de melhorar o bem-estar e a qualidade de vida da população (Quadro 18). Assim, foram elaboradas estratégias baseadas nas sugestões dos entrevistados para reduzir os problemas associados a água. Quanto aos tópicos recomendados pela população, considerou-se questões como o investimento em

infraestrutura hídrica, melhorias ou ampliação de outras infraestrutura, qualificação ou treinamento técnico, criação de políticas públicas e subsídio financeiro.

Quadro 18 – Estratégias para diminuir os problemas ligados a questão do acesso e uso da água para consumo humano e produção agrícola na visão dos comunitários

Sugestões	Acesso a serviços básicos de água	Água para agricultura e pecuária	Ambiente e água limpa e saudável
Investimento em infraestrutura hídrica	<p>Rede pública de água;</p> <p>Construção de poços tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes);</p> <p>Ampliação de tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva;</p> <p>Revitalização de poços tubulares, barragens subterrâneas, pequenos açudes e barreiros.</p>	<p>Construção de cisterna de calçadão (52 mil litros) para dessedentação de animais e irrigação;</p> <p>Construção de barragem subterrânea;</p> <p>Construção de tanque de pedra;</p> <p>Construção de pequenos açudes;</p> <p>Desenvolvimento de bombinha artesanal (carneiro hidráulico);</p> <p>Garantir o acesso de máquinas e implementos agrícolas para atender a demanda dos agricultores;</p> <p>Modificar o uso de insumos químicos por alternativas agroecológicas (compostagem, rotação de culturas e defensivos naturais).</p>	<p>Construção de cisternas de placa (16 mil litros) para atender atividades domésticos como, por exemplo, lavar as mãos, cozinhar e beber;</p> <p>Construção de fossas biodigestoras;</p> <p>Construção de jardim filtrante para tratamento de águas cinzas (chuveiro, pia, máquina de lavar roupa, etc.);</p> <p>Instalar clorador modelo Embrapa nos domicílios;</p> <p>Diminuição gradual dos agroquímicos.</p>
Melhorias ou ampliação de outras infraestrutura	<p>Instalação de bombas de água por energia elétrica;</p> <p>Construção de instalação sanitária limpa nos domicílios (torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário, descarga);</p> <p>Construção de pequenas estações de tratamento de esgoto para as comunidades classificadas como vilas.</p>	<p>Sistema de irrigação por gotejamento;</p> <p>Sistemas agroflorestais;</p> <p>Sistema mandalla de produção.</p>	<p>Sistema de irrigação por energia solar (placas fotovoltaicas);</p> <p>Bombeamento de água por energia eólica (cataventos);</p> <p>Recuperar de forma contínua as estradas vicinais para escoamento dos produtos agrícolas e deslocamento da população rural;</p>

Sugestões	Acesso a serviços básicos de água	Água para agricultura e pecuária	Ambiente e água limpa e saudável
			Estabelecer parcerias e convênios com empresas e entidades para dar uma destinação final correta para as embalagens vazias de agrotóxicos;
Qualificação ou treinamento	Cursos de extensão ou curta duração com os comunitários através das associações ou cooperativas rurais com a finalidade de: Melhorar o manejo e conservação da água; Armazenamento e tratamento da água; Implementação de fontes alternativas de água; Coleta e tratamento do esgoto doméstico; Coleta e tratamento dos resíduos sólidos domiciliares.	Cursos de curta duração para implementação de projetos de irrigação por gotejamento e fertirrigação; Cursos de manejo e conservação do solo (práticas edáficas, mecânicas e vegetativas); Sistema de plantio direto na palha.	Cursos de extensões em parceria com instituições de ensino superior público ou órgãos ambientais municipais ou estaduais sobre manejo e conservação de pastos e nascentes; Cursos de manejo florestal e extrativismo vegetal.
Criação de políticas públicas	Fortalecer os programas de transferência de renda (bolsa família) e qualificar os beneficiários do programa citado com cursos técnicos voltados para a demanda de serviços no campo; Aumentar o acesso à educação básica e diminuir problemas concernentes a evasão escolar; Ampliar a cobertura dos serviços básicos de saúde com a construção de unidade básica de saúde e ofertar os serviços de saúde.	Fortalecer e ampliar o número de agricultores a ser inserido no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) com o objetivo de garantir o fornecimento e comercialização de produtos alimentícios destinados à merenda escolar; Aumentar a segurança alimentar dos estudantes (café da manhã e almoço).	Incentivar a criação de banco de sementes e criação de mudas por meio das associações ou cooperativas rurais; Criar parcerias com órgãos do setor agrário e ambiental nas esferas federal, estadual e municipal para fortalecimento de assistência técnica rural; Implementar uma política de recuperação de áreas degradadas nas comunidades rurais; Doação de sementes e mudas; Reativar ou criar associações rurais em todas comunidades rurais;

Sugestões	Acesso a serviços básicos de água	Água para agricultura e pecuária	Ambiente e água limpa e saudável
			<p>Criar uma lei na esfera municipal para garantir a coleta de resíduos sólidos domiciliares nas comunidades rurais, em especial, os resíduos inorgânicos;</p> <p>Realizar campanhas educativas para segregação dos resíduos orgânicos e inorgânicos.</p>
Subsídio financeiro	Garantir tarifas de água compatíveis com a renda mensal dos agricultores familiares e a atividade realizada em sua parcela ou lote de terra.	Aumentar a cobertura do PRONAF (crédito rural) para beneficiar um maior número de agricultores ligados a agricultura familiar.	<p>Subsídios para construção de fossa-filtro-sumidouro nos domicílios;</p> <p>Financiamento de sistemas de irrigação para produção agrícola;</p> <p>Criação de pagamentos por serviços ambientais, por exemplo, programa de proteção de nascentes.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

4.7 Aplicação de análise de agrupamento para classificar as comunidades rurais

Por fim, uma análise análoga pode ser efetuada através de um método de agrupamento, em que foi aplicado para definir agrupamentos de observações similares (GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2013) ou comunidades (GARRIGA; PÉREZ-FOGUET, 2010b). Assim, nesse estudo foi realizada uma análise de agrupamento para classificar todas as comunidades rurais em grupos gerenciáveis, a partir da observação de suas similaridades em diferentes componentes.

A base de dados utilizados na análise de agrupamento foi composto por 42 observações (comunidades rurais) e pelas 5 componentes (capacidade, recursos hídricos, uso da água, acesso à água e meio ambiente) que integram o ISHR. Assim, os dados de entrada para o cálculo deste procedimento foram os valores obtidos pelas componentes para cada comunidade rural. Posteriormente, esses dados foram

estruturados em uma planilha do Excel, sendo salvo no formato CSV para realizar sua leitura no programa R versão 3.6.1.

A comparação entre as comunidades rurais situadas no Semiárido nordestino e na região Amazônica foi baseado nos seus desempenhos nas componentes do ISHR, todavia necessitou da escolha de uma medida matemática que viabilizasse a determinação das distâncias entre vetores, por conseguinte, agrupar as comunidades que apresentasse maior similaridade. Assim, a distância euclidiana (medida de dissimilaridade) foi usada para medir as diferenças entre as amostras (por exemplo, comunidades rurais).

O método de agrupamento hierárquico a ser utilizado para formação dos grupos foi determinado por meio do coeficiente aglomerativo (CA), sendo selecionado o método com maior valor do (CA). Logo, constatou-se na Tabela 44, que o método hierárquico aglomerativo com maior valor foi a ligação de Ward (0,89), seguido da ligação completa (0,85), depois a ligação média (0,72), e o menor desempenho para a ligação mínima (0,63).

Tabela 44 – Determinação do método de agrupamento hierárquico aglomerativo

Métodos de agrupamentos hierárquicos	Coefficiente Aglomerativo (CA)
Ligação mínima ou única	0,63
Ligação média	0,72
Ligação máxima ou completa	0,85
Variação mínima de Ward	0,89

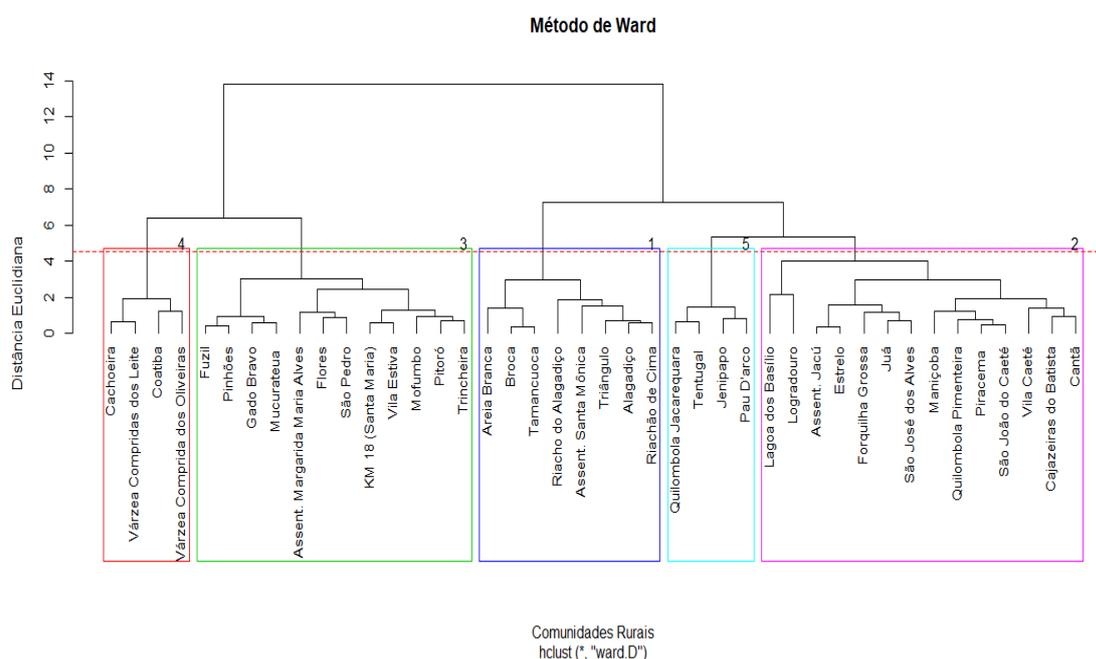
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Baseado no valor do (CA) foi selecionado o método de Ward, visto que obteve maior desempenho, indicando uma estrutura de agrupamento forte e uma boa qualidade no conjunto de dados. Ademais, é um método bastante empregado e por fornecer o agrupamento mais consistente e informativo (ABSON *et al.*, 2014; DINIZ *et al.*, 2012). Os resultados aqui obtido pelo método de Ward são muito similares e convergem com os alcançados por Bertussi (2008) e Singh (2008), nos quais alcançaram valores para o (CA) de 0,82 e 0,75, respectivamente. Além disso, observou-se no estudo de Singh (2008) que o método aglomerativo com maior valor do (CA) foi a ligação de Ward.

O método hierárquico de Ward foi usado para realizar uma análise análoga. A Figura 81 mostra o dendrograma resultante da aplicação desse método. A distância euclidiana (medida de dissimilaridade) foi utilizada para medir as diferenças entre as

comunidades rurais. O corte realizado no eixo do dendrograma foi na altura 4,5, demonstrando a composição de 5 prováveis grupos, conforme observado na Figura 81. Destaca-se, que essa decisão é subjetiva, ficando a critério do pesquisador a melhor distância (CRISPIM *et al.*, 2021; BRITO *et al.*, 2020). Assim, o objetivo é fornecer uma classificação dos grupos gerenciáveis de comunidades rurais para o planejamento hídrico local (CRISPIM *et al.*, 2021).

Figura 81 – Dendrograma com as comunidades rurais formado pelo método de agrupamento hierárquico de Ward para K = 5



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Entender as particularidades desses cinco (5) grupos possibilita que os planejadores de políticas públicas para o setor hídrico verifiquem grupos-alvo e comunidades rurais que carecem de maior urgência para implementação de estratégias, uma vez que pode ser mais apropriado e econômico do que promover um programa equitativo de abrangência universal com vistas o acesso e uso da água para consumo humano.

Os resultados alcançados pela aplicação do método de Ward, mostraram que comunidades rurais situadas no Semiárido nordestino e na região Amazônica, ficaram integradas em um mesmo grupo, conforme observado na Figura 81. Assim, constata-se que dos cinco (5) grupos, quatro (4) foram constituídos por comunidades rurais dos municípios citados como os grupos (1, 2, 3 e 5), exceto o grupo (4) que foi composto apenas por comunidades rurais do município de Pombal-PB. Pode-se depreender que

as comunidades que integraram o mesmo grupo apresentaram comportamentos similares e se diferem das demais localidades que formam os outros grupos.

O Grupo 1 é constituído por comunidades rurais que apresentaram uma situação regular quanto ao uso da água, indicando que carecem melhorar a disponibilidade de água para satisfazer a população com um volume suficiente para atender suas demandas do cotidiano e garantir os usos múltiplos da água (consumo humano, dessedentação de animais e agricultura), com a finalidade de melhorar a qualidade de vida e bem-estar da população. Além disso, as comunidades deste grupo demonstraram uma situação regular na componente meio ambiente, exceto a comunidade Riacho do Alagadiço que indicou uma necessidade de atenção mais urgente quanto a integridade ambiental associada a água, em razão de possíveis situações que possam causar degradação ambiental.

As comunidades que integraram o grupo 2 demonstraram que necessitam de atenção política urgente, posto que as famílias domiciliadas nessas localidades não possuíam capacidade para gerenciar a água e apresentaram baixo acesso à água, de modo a prejudicar a garantia do fornecimento de água, qualidade de vida e bem-estar dos comunitários, ao mesmo tempo, causando implicações na unidade familiar, incluindo o consumo doméstico de água, dessedentação de animais e produção agrícola, dificultando a realização de atividade que possa gerar renda e garantir o homem no campo. Logo, as soluções (ver quadro 18) a serem realizadas para as comunidades do grupo 2, devem ser no sentido de promover a capacidade dos comunitários em gerenciar a água, garantir o acesso e melhorar a cobertura na provisão de água.

Ainda que as comunidades rurais estudadas estejam situadas em regiões distintas do país, observou-se que apresentaram certa similaridade e ficaram ligadas em um mesmo ramo como, por exemplo, no grupo 2, as comunidades rurais Cajazeiras do Batista (PL) e Cantã (SLP) que obtiveram o mesmo valor para componente capacidade (4,6), enquanto no grupo 3 foram as comunidades do Fuzil (SLP) e Pinhões (PL), que obtiveram valores próximos nas componentes, capacidade e recursos hídricos, bem como Gado Bravo (PL) e Mucurateua (SLP) que atingiram pontuação similar na componente capacidade (5,0), Pitoró (SLP) e Trincheira (PL) alcançaram pontuação semelhante na componente acesso à água (7,4).

Quanto ao Grupo 3 foi composto por comunidades rurais que demonstraram uma situação potencialmente sustentável nas componentes, recursos hídricos e acesso à água, mas, todas as comunidades desse grupo apresentaram uma situação regular nas componentes, capacidade, uso da água e meio ambiente, o que indica uma prioridade média nas estratégias para melhorar a sustentabilidade da água. Assim, as ações devem ser realizadas com a finalidade de melhorar a capacidade dos habitantes em gerenciar a água, garantir os usos múltiplos da água na unidade familiar e na parcela de terra e assegurar a integridade ambiental.

O grupo 4 foi composto somente por comunidades rurais situadas no Sertão nordestino, sendo que as comunidades que o integraram foram Cachoeira, Coatiba, Várzea Comprida dos Leites e Várzea Comprida dos Oliveiras. Logo, percebeu-se que essas comunidades apresentaram particularidades em comum, como cobertura de serviços públicos como energia elétrica, educação (escola em funcionamento), saúde (posto de saúde e programa saúde da família) e sistema coletivo de abastecimento de água, colaborando positivamente nos indicadores ligados as componentes, capacidade e acesso à água. Ademais, possuem representação política por meio de suas associações rurais que representa uma condição positiva para o desenvolvimento social e econômico dos comunitários, mas, distinguindo das outras comunidades que não possuem a cobertura dos serviços supracitados. Além disso, essas comunidades obtiveram os melhores desempenhos para componentes capacidade e acesso à água.

Com relação ao grupo 5, é possível constatar que as comunidades Jenipapo (PL) e Pau D'arco (SLP) se destacaram das demais em relação à componente meio ambiente, visto que, alcançaram os melhores desempenhos com o valor de (6,4), bem como a comunidade Quilombola Jacarequara (SLP) que obteve um valor de (6,2), indicando uma situação melhor quanto a integridade ambiental ligada a água. Além disso, Jenipapo (PL) e Pau D'arco (SLP) tiveram um desempenho similar na componente capacidade (5,1), situação que as fez ficarem entre os menores desempenhos. Assim, pode-se depreender, que os resultados obtidos pelo método de agrupamento evidencia uma concordância com a hipótese dessa pesquisa, pois comunidades localizadas em regiões diferentes apresentaram situações similares nas componentes do ISHR.

5 CONCLUSÃO

O tema e o problema central da pesquisa é de vital importância para a gestão sustentável dos recursos hídricos, com maior ênfase para territórios habitados por comunidades vulneráveis com profundas necessidades sociais, econômicas e de participação. Outra colaboração significativa do estudo foi a geração de um índice que permite tomar decisões, de forma participativa, sobre ações para conservar a água e garantir a qualidade e o abastecimento.

O estudo desenvolveu e testou um novo índice de sustentabilidade para o abastecimento de água rural, por meio de uma abordagem participativa e multicritério (método Delphi), no qual mostrou ser uma ferramenta útil em comunidades rurais como no Semiárido e Amazônia do Brasil, sendo fácil de operar e pode ser utilizado para auxiliar os tomadores de decisão a obter dados detalhados sobre os fatores que contribuem para a escassez e pobreza de água. Assim, o ISHR pode ser usado para planejar políticas e alocar recursos para melhorar a gestão dos recursos hídricos em uma escala local.

A utilização integrada da análise multicritério de decisão (AMDC) e o sistema de informação geográfica (SIG) permitiu a visualização e manipulação simultânea dos dados das componentes e do índice de sustentabilidade hídrica rural (ISHR), mostrando ser uma forma prática de apresentar os resultados e ajudar os tomadores de decisão no direcionamento de ações prioritárias através da identificação espacial da situação de cada comunidade. Assim, a espacialização dos resultados pela integração da AMDC e o SIG, mostrou que as comunidades rurais localizadas nos municípios de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA apresentaram desempenhos similares e distintos no município.

Pode-se concluir, com base nos resultados, que apesar de certas comunidades fazerem parte de um mesmo município, estes obtiveram desempenhos diferentes no ISHR, talvez por causa de suas capacidades adaptativas quanto ao acesso e uso da água, pela forma de organização e representação política, ou ainda pela existência ou não de cobertura de serviços públicos como, por exemplo, abastecimento de água para consumo humano, assistência médica e serviços de educação.

Os componentes do ISHR também podem ser analisados de forma individual, como componentes temáticas, ao invés de compostas. Ao ilustrar os valores das cinco componentes, há uma compreensão facilitada da real situação em relação à

sustentabilidade hídrica. Assim, é possível direcionar a atenção para as urgências de cada componente, que requer a realização de políticas públicas e a identificação de locais prioritários baseados em seus desempenhos no índice. Logo, constatou-se que as comunidades apresentaram um melhor desempenho na componente, recursos hídricos, posto que nenhuma obtiveram classificações na faixa insustentável ou potencialmente insustentável, em contrapartida, nas componentes, capacidade, uso da água e meio ambiente, a classificação na faixa intermediária foi recorrente nas comunidades rurais de Pombal-PB e Santa Luzia do Pará-PA.

Percebeu-se que o método Delphi foi válido para mensurar os pesos das componentes e subcomponentes, bem como as notas das variáveis. Também foi possível observar que a subjetividade na determinação dos pesos foi reduzida com a participação e divisão de responsabilidades dos *experts* de diferentes áreas do conhecimento. Embora durante a operacionalização do método, a quantidade de *experts* tenha diminuído entre as duas rodadas de consultas, o grupo final de *experts* permaneceu heterogêneo em termos de formação acadêmica, espacialidade geográfica e experiência profissional, colaborando para obtenção de respostas de maior qualidade e alcançando resultados mais robustos sobre o tema pesquisado.

Também foi possível identificar que uma das grandes dificuldades para aplicação do método Delphi consiste na longa duração do processo, posto que pode levar vários meses para os *experts* retornarem com os questionários respondidos. Além disso, outro problema observado foi a desistência de participantes no decorrer das etapas. Ademais, observou-se que o nível de concordância definido no início da pesquisa e a estabilidade das respostas dos *experts* foi alcançada na segunda etapa do processo. Todavia, essas duas etapas foram realizadas em 319 dias. Logo, dependendo da urgência do pesquisador, seria necessário recorrer a outros métodos para mensuração dos pesos e notas da matriz de indicadores.

A análise de sensibilidade mostrou que nenhuma das componentes do ISHR apresentaram redundância, ou seja, representam a mesma coisa. Além disso, percebeu-se através da matriz de correlações que algumas componentes obtiveram uma correlação considerada moderada, embora não tivessem sido observadas correlações fortes positivas ou muito fortes positivas.

Quanto à aplicação da análise de agrupamento para analisar se as comunidades rurais das distintas regiões apresentavam homogeneidade ou heterogeneidade, observou-se nas composições com cinco grupos que certas

comunidades do Semiárido e da Amazônia ficaram dentro de um mesmo grupo, constituindo grupos similares quanto às componentes do ISHR. Assim, esses resultados confirmam o pressuposto abordado neste estudo, revelando que famílias que moram em comunidades rurais em áreas diferentes quanto à abundância ou escassez de água podem apresentar dificuldades semelhantes quanto à sustentabilidade da água, em especial, ao acesso e ao uso da água para suas atividades.

As similaridades entre as comunidades destas distintas regiões podem estar ligadas a problemas como baixa capacidade adaptativa de gerenciar água, falta de organização institucional, condições socioeconômicas, escassez qualitativa da água, falta de recurso financeiro para construir ou organizar uma estrutura hídrica para garantir o acesso à água de forma individual ou coletivo (escassez econômica), carência de serviços públicos de saneamento em áreas rurais, ocasionando limitações para os comunitários alcançar melhor desempenho no ISHR e modificar a situação que se encontram.

O ISHR apresentou uma dificuldade que consiste na inexistência de banco de informações disponíveis em plataformas de entidades ou órgãos governamentais e não governamentais para analisar a situação hídrica das comunidades rurais de maneira anual ou sazonal. Essa situação tornou necessária a realização de um censo nas comunidades rurais para organização de um banco de dados. Porém, a carência de dados para uma espacialidade de comunidades rurais evidencia que a população rural, por vezes, é excluída na condução e estruturação de políticas públicas.

Baseado na pesquisa desenvolvida e nos resultados alcançados, recomenda-se aos estudos futuros a abertura da estrutura do índice para participação de atores sociais locais, para analisar e auxiliar na ponderação e validação das componentes, subcomponentes, indicadores e variáveis que integram o ISHR. Assim como incluir a participação de *experts* da área de ciências humanas e econômicas no método participativo, com a finalidade de fortalecer e deixar o índice mais robusto. Também realizar um levantamento periódico dos dados dos indicadores na escala anual para observar e monitorar o desenvolvimento das comunidades rurais, visto que, alguns indicadores são sensíveis às mudanças no decorrer do tempo, o que pode influenciar na representação do desempenho do ISHR. Por fim, aplicar a metodologia do ISHR em outras comunidades rurais do país com comportamento semelhante com a finalidade de realizar estudos comparativos para essa espacialidade.

REFERÊNCIAS

ABSON, D. J. et al. Ecosystem services as a boundary object for sustainability. **Ecological Economics**, v. 103, p. 29-37, 2014.

AIRES, R. D. K. D.; MACIEL, D. O.; DA SILVA, L. C.; DA FONSECA, L. C. M. M.; SANTOS, C. C. G.; LIMA, A. C. G.; CASTRO, R. G. Captação da água da chuva através de cisternas para uso doméstico pela população ribeirinha e os impactos para a qualidade de vida local: resultados preliminares. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 25196-25201, 2019.

ALCAMO, J.; DÖLL, P.; HENRICHS, T.; KASPAR, F.; LEHNER, B.; RÖSCH, T.; SIEBERT, S. Global estimates of water withdrawals and availability under current and future 'business-as-usual' conditions. **Hydrological Sciences Journal**, v. 48, n. 3, p. 339-348, 2003.

ALEIXO, B.; REZENDE, S.; PENA, J.L.; ZAPATA, G.; HELLER, L. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do nordeste brasileiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 63-82, 2016.

ALKIRE, S.; SANTOS, M. E. Measuring Acute Poverty in the Developing World: Robustness and Scope of the Multidimensional Poverty Index. **World Development**, v. 59, p. 251-274, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X14000278>. Acesso em: 08 maio 2017.

ALMEIDA, C.L.; FALCÃO SOBRINHO, J. Convivência com o semiárido através do uso de cisternas de placas. **AMBIENTE & EDUCAÇÃO**, v. 21, n. 2, p. 8-26, 2016.

ALMEIDA, F. C. M.; NOGUEIRA, C. G. M.; GOMES, N. S. F. Evitando a poluição do rio Piancó em Pombal-PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal-PB, v.10, n.1, p. 38-49, 2016.

ALMEIDA, J. de S.; MELO, W. F.; ANDRADE, A. B. A.; SALDANHA, H. G. A. C.; RODRIGUES, L. M. S. Modelagem da dinâmica de uso e ocupação da terra no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 276-282, 2015.

ALMEIDA, J.; RAPOSO, A.; MOREIRA, P.; ANDRADE, I.; PAULINO, K.; LIMA, F. Influência Da Sociedade Urbana na Identidade Cultural e Socioeconômica de Moradores da Comunidade de Cachoeirinha, Ilha De Santana, Santana, Amapá, Amazônia, Brasil. **Investigação Qualitativa em Ciências Sociais**, v. 3, p. 397-406, 2016.

ALMEIDA, L. da S.; GUIMARÃES, E. C. Geoestatística e análise fatorial exploratória para representação espacial de atributos químicos do solo, na cafeicultura. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 195-203, 2016.

ALMEIDA, P. G.; REINALDO, L. R. L. R.; ALVES, L. de S.; SOUSA, J. da S.; MARACAJÁ, P. B.; WANDERLEY, J. A. C.; SANTOS, D. P. Impactos ambientais

causados pela agricultura e a pecuária nas propriedades São João e Areia Branca, Pombal-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 34-63, 2010.

ALTIERI, M. A.; KOOHAFKAN, P. **Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities**. Penang, Malaysia: Third World Network, 2008.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ÁLVAREZ, B. L.; LEAL, J. A. R.; SANTACRUZ, G.; MORÁN RAMÍREZ, J.; LOZADA, S. E. C.; MEDRANO, M. C. N.; MARTÍNEZ, L. F. P. Cálculo del índice de pobreza del agua en zonas semiáridas: caso Valle de San Luis Potosí, México. **Revista internacional de contaminación ambiental**, v. 29, n. 4, p. 249-260, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n4/v29n4a3.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

ALVES, F. G. C.; ARAÚJO, F. T. de V. Sistemas de abastecimento em comunidades rurais do Semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE. **Rev. Tecnol.**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 78-86, 2016.

ALVES, L.I.F.; DA SILVA, M.M.P.; VASCONCELOS, K.J.C. Visão de comunidades rurais em Juazeirinho/PB referente à extinção da biodiversidade da Caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 180-186, 2009.

ALVES, M. de F. A.; ALVES, L. R. A.; SARMENTO, E. B.; LIMA, G. A.; CRISPIM, D. L. Análise da precipitação pluvial de Pombal-PB relacionada com sistemas atmosféricos atuantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 169-175, 2015.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

AMORIM, M. M.; TOMAZI, L.; DA SILVA, R. A. A.; DE SOUZA GESTINARI, R.; FIGUEIREDO, T. B. Avaliação das condições habitacionais e de saúde da comunidade Quilombola Boqueirão, Bahia, Brasil. **Bioscience journal**, v. 29, n. 4, p. 1049-1057, 2013.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília: Engecorps; Cobrape, 2010. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/AtlasBrasilAbastecimentoUrbanodeAguaPanoramaNacionalv1.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017** : relatório pleno / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017. 169 p.

- ANDRADE, E. M. DE; ARAÚJO, L. DE F. P.; ROSA, M. DE F.; DISNEY, W. ALVES, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v. 27, p. 683-690, 2007.
- ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista espinhaço**, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014.
- ANDRADE, S. O.; FRANCELINO, A. V. M.; CRISPIM, D. L.; SOUSA, E. P.; LIMA, A. G. Percepção ambiental do corpo docente e discente da modalidade EJA de uma escola estadual no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 01-09, 2016.
- ANDRADE, S. O.; CRISPIM, D. L.; SOUSA, M. A.; CHAVES, A. D. C. G.; MARACAJÁ, P. B. Análise espacial da qualidade microbiológica das águas do rio Piancó no trecho Coremas-Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 157-161, 2015.
- ANJU, A.M.; VICKY, S.E.; SAJIL KUMAR, P.J. Water poverty Analysis using Water Poverty Index (WPI) - A critical Review. **International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources**, v.1, n. 4, p.1-3, 2017.
- ARAGÓN, L. E. The question of water in the Amazon. In: ARAGÓN, L. E.; CLÜSENER-GODT, M. (Eds.) **Ussues of local and global use of water from the Amazon**. Montevideo: UNESCO, 2004. 237 p.
- ARAÚJO, A. DOS S.; DA SILVA, R.; DOS SANTOS, M. A. S.; MARTINS, C. M.; ALMEIDA, R. H. C. Análise socioeconômica de agricultores da comunidade quilombola do Abacatal, Ananindeua, estado do Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 1, p. 30-37, 2017.
- ARAÚJO, F. T. V.; NUNES, A. B. A.; SOUZA FILHO, F. A. Desertificação e pobreza: existe um equilíbrio de baixo nível? **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 106-119, 2014.
- ARAÚJO, M. L. M. N. de; REINALDO, L. R. L. R.; SOUSA, J. da S.; ALMEIDA, P. G. de; ALVES, L. de S.; WANDERLEY, J. A. C. Impactos Ambientais nas Margens do rio Piancó Causados pela Agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 4, n. 1, p. 13-33, 2010.
- ARAÚJO, R. O.; CÂNDIDO, G, A. Sistema de Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Tecnologias sociais: Proposição de uma metodologia. **Revista Espacios**, v. 38, n. 02, p. 1-18, 2017.
- ARAÚJO, V.M.; RIBEIRO, E.M.R.; REIS, R.P. Águas no rural do semiárido mineiro: uma análise das iniciativas para regularizar o abastecimento em Januária. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2010.
- ARNOLD, M.; VANDERSLICE, J.A.; TAYLOR, B.; BENSON, S.; ALLEN, S.; JOHNSON, M.; KIEFER, J.; BOAKYE, I.; ARHINN, B.; CROOKSTON, B.T.; ANSONG,

D. Drinking water quality and source reliability in rural Ashanti region, Ghana. **Journal of Water and Health**, v. 11, n. 1, p. 161-171, 2013.

AUGUSTO, L. G. da S.; GOMES, I. D. G.; CÂMARA NETO, I. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1511-1522, 2012.

AYRES, M. **Elementos de Bioestatística: a seiva do açazeiro**. 2. ed. Belém-PA, 2012.

AZEVEDO, E. de L.; ALVES, R.R.N.; DIAS, T.L.P.; MOLOZZI, J. How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change? **Environ. Monit. Assess.**, v. 189, n. 8, p. 375, 2017.

AZEVEDO, E. de L.; MEDEIROS, C. R.; GOMES, W. I. A.; AZEVEDO, D. J. da S.; ALVES, R. R. N.; DIAS, T. L. P.; MOLOZZI, J. The use of Risk Incidence and Diversity Indices to evaluate water quality of semi-arid reservoirs. **Ecological Indicators**, v. 90, p. 90-100, 2018.

BAGDANAVIČIŪTĖ, I.; KELPŠAITĖ, L.; SOOMERE, T. Multi-criteria evaluation approach to coastal vulnerability index development in micro-tidal low-lying areas. **Ocean & Coastal Management**, v. 104, p. 124-135, 2015.

BAGUMA, D.; LOISKANDL, W.; JUNG, H. Water management, Rainwater harvesting and predictive variables in rural households. **Water Resources Management**, v. 24, p. 3333-3348, 2010.

BAIARDI, A.; MENDES, J. Agricultura familiar no Semiárido: fatalidade de exclusão ou recurso para o desenvolvimento sustentável. **Revista Bahia Agrícola**, v. 8, n. 1, p. 28-41, nov. 2007. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/4_socioeconomia01v8n1.pdf. Acesso em: 27 dez. 2017.

BANDEIRA, L. R. G. S.; SILVA, M. D. S.; BRITO, R. C. T. Uso de plantas medicinais cultivadas na comunidade Lagoa do Porão, Jatobá do Piauí. **Revista Interdisciplinar (Online)**, v. 8, n. 1, p. 55-61, 2015.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 1-11, 2008.

BARRETO, M.M.; MORAES, L.R.S. Definição de indicadores de sustentabilidade ambiental aplicados a rios urbanos com o uso do método Delphi. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 67-78, 2018.

BARROS, A. M.; PAIVA, L. F.; CISNEIROS, S. J. Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **Bahia Análise & Dados**, v. 27, n. 1, p. 258-278, 2018.

BAUER, M. W.; GASKELL, G.; ALLUM, N. C. Qualidade, quantidade e interesses do conhecimento: Evitando confusões. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (ed.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. 6. ed. (Português). Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

BAUMAN, Z. **Comunidade: a busca por segurança no mundo atual**. Tradução Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2003. 141 p.

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BERNARDES, R. S.; BERNARDES, C. Dívida sanitária e falta de acesso aos direitos humanos: acompanhamento da transformação social em comunidade ribeirinha na Amazônia brasileira após intervenções em saneamento básico. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v.1, n.1, p. 045-056, 2013.

BERTUSSI, G. L. **Análise do processo de convergência de renda na América Latina e no leste Asiático**. 2008. 90 f. Dissertação (Mestrado do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

BEZERRA, F. N.; BEZERRA, M. N.; ABREU, M. K. FREITAS. de; SILVA, A. M. M. Atores locais na formação sócio-histórica de comunidades rurais: um caso de gestão social em busca do desenvolvimento territorial e identitário. **Revista NAU Social**, v. 5, n. 8, p. 29-37, 2014.

BISWAS, A. K. Integrated water resources management: a reassessment. **Water International**, v. 29, p. 248-256, 2004.

BOGARDI, J.J.; DUDGEON, D.; LAWFORD, R.; FLINKERBUSCH, E.; MEYN, A.; PAHL-WOSTL, C.; VIELHAUER, K.; VÖRÖSMARTY, C. Water security for a planet under pressure: interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. **Curr Opin Environ Sustain**, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2011.

BOLONINI, T. M.; GODOY, A. M.; FIGUEIREDO, C. A. M.; MAURÍCIO, A.; PEREIRA, M. F. Utilização da progressão aritmética do coeficiente de correlação de Pearson para previsão da descaracterização superficial de rochas ornamentais. **Geociências (São Paulo)**, v. 38, n. 3, p. 751-763, 2020.

BONIFÁCIO, S.N. **A percepção dos beneficiários quanto às técnicas de operação e manutenção utilizadas nas cisternas de água de chuva do P1MC no Semiárido Mineiro**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2011.

BOOYSEN, F. An overview and evaluation of composite indices of development. **Soc. Indic. Res.**, v. 59, p. 115-151, 2002.

BORDALO, C. A. L. La paradoja del agua en la Amazonia brasileña. El pueblo sin agua em la región de las aguas. **América Latina Hoy**, v. 74, p. 81-95, 2016.

BOUGUETTAYA, A.; YU, Q.; LIU, X.; ZHOU, X.; SONG, A. Efficient agglomerative hierarchical clustering. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 5, p. 2785–2797, 2015.

BOUSQUAT, A.; GIOVANELLA, L.; FAUSTO, M. C. R.; FUSARO, E.R; DE MENDONCA, M.H.M.; GAGNO, J.; VIANA, A. L. D. Tipologia das Unidades Básicas de Saúde Brasileiras: os 5R. **Cad. Saúde Pública**, v. 33, n. 8, p. e00037316, 2017.

BRAGA, L.M.M.; FERRÃO, A.M.A. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor & Engenho**, Campinas, v. 9, n. 4, p. 19-33, 2015.

BRAGA, O. R. Educação e convivência com o semiárido: introdução aos fundamentos do trabalho político educativo no semiárido brasileiro. In: KÜSTER, Ângela; MATTOS, Beatriz Helena Oliveira de Mello. **Educação no contexto do Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004, p. 25-44.

BRAITHWAITE, J.; HIBBERT, P.; BLAKELY, B.; PLUM, J.; HANNAFORD, N.; LONG, J. C.; MARKS, D. Health system frameworks and performance indicators in eight countries: A comparative international analysis. **Journal List SAGE Open Med**, v. 5, PMC5308535, 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico**. Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania. Brasília: SNSA, 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/21862/sustentar_publicacao/915644d2-fb28-409c-a7ca-c3c ff0e59e98. Acesso em: 23 jan. 2021.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. **Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017**. 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida-o-n--5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 03 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Indicadores de programas: Guia Metodológico / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - Brasília: MP, 2010. 128p.**

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). **Acesso à água na zona rural: o desafio da gestão**. 2012. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2012/acesso-a-agua-na-zona-rural-o-desafio-da-gestao>. Acesso em: 27 mar. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Gasto Público em Saneamento Básico – 2014**. Brasília, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015**. Brasília: SNS/MDR, 2017. 212 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.

BRITO, F. S. L. ; PESSOA, F. C. L.; CRISPIM, D. L.; ROSARIO, K. K. L. Uso de indicador hídrico na ilha de Cotijuba, município de Belém-PA. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, e11, 2020.

BRITO, M. E. B.; DE ARAÚJO FILHO, G. D.; WANDERLEY, J. A. C.; DE MELO, A. S.; DA COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p.1244-1254, 2013.

BRUNDTLAND, G.H.; KHALID, M.; AGNELLI, S.; AL-ATHEL, S.; CHIDZERO, B.J.N.Y. **Our common future**. New York, v. 8, 1987.

CABRAL, L. do N.; ARAÚJO, S. M. S. de. Qualidade da água em áreas rurais: análise bacteriológica e físico-química das águas dos tanques de pedra das comunidades KM 21 (Campina Grande) e Pedra Redonda (Pocinhos). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 06, p.1737-1753, 2016.

CAMPOS, M. C. C. C.; SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 102-109, 2012.

CAPP, N.; AYACH, L. R.; SANTOS, T. M. B. dos; GUIMARÃES, S. T. de L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 77-91, 2012.

CARMELLO, N. et al. Indicadores de insustentabilidade hídrica na Amazônia: mobilização de todos os setores para implantação da gestão das águas no estado de Rondônia – Brasil. **Revista Científica MONFRAGÜE DESARROLLO RESILIENTE**, v. 4, n. 2, p. 66-86, 2015.

CARDOSO; A. S.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G. Barômetro da sustentabilidade aplicado ao município de Moju, estado do Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 234-263, 2016.

CARDOSO, F. D. P.; ALMEIDA, M. C.; DE OLIVEIRA RIBEIRO, R.; VIANA, S. F. R.; MARQUES, E. E.; BARBOSA, L. Expansão recente da fronteira agrícola e o consumo de produtos agroquímicos: indicadores e possíveis impactos na saúde do trabalhador do campo em Porto Nacional-Tocantins. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 9, n. 3, p. 37-59, 2017.

CARDOSO, L. S. de M.; QUEIROZ, A. C. L.; PENA, J. L.; COELHO, G. L. L. M.; HELLER, L. Aranãs do médio Jequitinhonha: aspectos socioeconômicos, demográficos e sanitários de uma população indígena desaldeada. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 12, p. 3859-3870, 2016.

CARMO, A. M.; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R.; LOPES, P. S.; SABADIA, J. A. B. Avaliação de suscetibilidade à movimentos de massa, utilizando as variáveis morfométricas, para as serras da porção sul do maciço central do Ceará. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 68/9, p. 1787-1804, 2016.

CARVALHO, A. C.; VIEGAS, S. F. S. S.; CARVALHO, D. F. Diagnóstico da Estrutura de Cluster da Indústria de Móveis de Madeira do Estado do Pará. *In: Colóquio Organizações, Desenvolvimento & Sustentabilidade? Inovações em Debate? 5.*, 2014, Belém. **Anais [...]**. Belém: UNAMA, v. 01, p. 01-19, 2014.

CARVALHO, A. de P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; CAVALCANTI E SILVA, D. G. K. Estudo da degradação ambiental do açude de Bodocongó em Campina Grande – PB. **Revista de Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 2, p. 293-305, 2009.

CARVALHO, J. I. F.; SANTOS, F. K. S. dos; CANÊJO, V. P.; SOUSA, L. de A. A cartografia social como possibilidade para o ensino de geografia: a pesquisa colaborativa em ação. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 2, p. 251-260, 2016.

CARVALHO, J. L. A. S. **Análise da sustentabilidade da atividade bovina leiteira no município de Pombal-Paraíba**. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

CARVALHO, J. R. M.; CÂNDIDO, G. A.; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. DE. A. Análise da sustentabilidade hidroambiental de municípios da região da sub-bacia do Alto Piranhas, PB. **Revista HOLOS**, v. 6, n.31, p. 13-31, 2015.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F. Construção de um índice de sustentabilidade hidroambiental através da análise multicritério: estudo em municípios paraibanos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n.1, p. 91-106, 2013.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F. Sistema de indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, SP, v. 12, n. 2, p. 374-398, 2016.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. DE. A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do rio Paraíba, PB. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 295-310, 2011.

CARVALHO, L. T. da S.; DE SOUZA, A.; FARIAS, F. do C.; MELO JÚNIOR, L. C. M.; DA SILVA FILHO, A. V. A. O Uso Agrícola da Terra na Comunidade do Broca, Município de Santa Luzia do Pará, Nordeste Paraense, Amazônia Oriental. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-6, 2018.

CASTRO, J. E.; HELLER, L.; MORAIS, M. da P. **O direito à água como política pública na América Latina** : uma exploração teórica e empírica. Brasília : Ipea, 2015. 322 p.

CASTRO, L. M. A. de; BAPTISTA, M. B.; BARRAUD, S. Sistemática de Validação de Indicadores para a Avaliação dos Efeitos da Urbanização nos Corpos de Água por meio de Análise Crítica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 4, p. 103-112, 2009.

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P.; ARVIDSSON, J.; TORMENA, C. A. Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um cambissoloháplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2009.

CAZELLA, A; BONNAL, P.; MALUF, R. Olhares Disciplinares sobre Território e Desenvolvimento Territorial. In: CAZELLA, A. BONNAL, P; MALUF, R. **Agricultura familiar: multifuncionalidade e desenvolvimento territorial no Brasil**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2009. P. 25-45.

CECI, F.; ALVAREZ, G. M; GONÇALVES, A. L. Análise de Sentimento e Mineração de Opinião: uma revisão bibliométrica da literatura. **Revista Espacios**, v. 38, n. 14, p.12, 2017.

CHAVES, A.D.C.G.; DE ALMEIDA, R.R.P.; CRISPIM, D.L.; FÉLIX, A.C.T.; MARACAJÁ, P.B. Análises dos principais sais presentes nas águas de poços tubulares em duas comunidades rurais do município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01-07, 2015.

CHEMIN, B. F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos**: planejamento, elaboração e apresentação. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015. E-book. Disponível em: <http://www.univates.br/biblioteca>. Acesso em: 04 jan. 2018.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 45-58, 2015.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. **A questão da água no semiárido brasileiro**. In: BICUDO, C. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Orgs.). *Águas do Brasil análises estratégicas*. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

CLAVAL, P. **Geografia cultural**. Tradução de L. F. Pimenta; M. C. A. Pimenta. Florianópolis: UFSC, 1999.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. 6. ed. Brasil: Vozes, 2006. 144 p.

COELHO, A. S.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G.; CANTO, O. D.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; NARVAES, I. S. Impactos das mudanças de uso da terra nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste do estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 13, p. 107-120, 2018.

COELHO, C. A. S.; CAVALCANTI, I. A.; COSTA, S. M.; FREITAS, S. R.; ITO, E. R.; LUZ, G.; PEZZA, A. B. Climate diagnostics of three major drought events in the Amazon and illustrations of their seasonal precipitation predictions. **Meteorological Applications**, v. 19, p. 237-255, 2012.

COELHO, O. F.; LUDEWIGS, T. O Céu de Pípiripau: da tragédia dos comuns à sustentabilidade hídrica. **Rede de Estudos Ambientais de Países de Língua Portuguesa**, n. 13, p. 1-6, 2015.

COHEN, A.; SULLIVAN, C. A. Water and poverty in rural China: developing an instrument to assess the multiple dimensions of water and poverty. **Ecological Economics**, v. 69, n. 5, p. 999-1009, 2010.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 1, p. 94-102, 2012.

CORTÉS, A. E.; OYARZÚN, R.; KRETSCHMER, N.; CHAVES, H.; SOTO, G.; SOTO, M.; AMÉZAGA, J.; OYARZÚN, J.; RÖTTING, T.; SEÑORET, M.; MATURANA, H. Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui river basin, North-Central Chile. **Obras y Proyectos**, v. 12, p. 57-69, 2012.

COSTA, F. E. V. **Gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Caeté / Pará – Brasil**. 2017. 313 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2017.

COSTA, F. S. da; RAVENA, N. Práticas Agroecológicas em Assentamentos Rurais no Sul do Amazonas: uma abordagem institucional. **Novos Cadernos NAEA**, v. 17, n. 1, p. 99-124, jun. 2014.

COUTO, E. P.; SILVA, F. O. DESENVOLVIMENTO “(IN) SUSTENTÁVEL”. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 18, p. 41-54, 2014.

CRISPIM, A. B.; SOUZA, M. J. N. de; QUEIROZ, P. H. B. de; SILVA, E. V. de. A questão da seca no Semiárido nordestino e a visão reducionista do estado: a necessidade da desnaturalização dos problemas socioambientais. **Ambiente & Educação**, v. 21, n. 2, p. 39-59, 2016.

CRISPIM, D. L. **Estudo da situação hídrica da população rural do município de Pombal-PB**. Pombal. 2015. 103 f. (Dissertação de Mestrado Profissional), Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande – Pombal – Paraíba – Brasil, 2015.

CRISPIM, D. L.; BEZERRA, P. E. S.; RODRIGUES, R. S. S.; VIEIRA, A. S. DE A.; DE SOUSA PEREIRA, F. V.; FERNANDES, L. L. Uso e ocupação do solo e sua associação com a temperatura da superfície terrestre no município de Baixo - CE. **Revista Geonorte**, v. 9, p. 126-140, 2018.

CRISPIM, D. L.; ISMAEL, L. L.; DE SOUSA, T. M. I.; GARRIDO, J. W. A.; QUEIROZ, M. M. F. Transporte e caracterização de sedimentos de fundo no rio Piranhas em uma seção de controle próximo à sede do município de Pombal-PB. **Revista Holos**, v. 3, n. 31, p. 93-101, 2015.

CRISPIM, D. L.; MACHADO, É. C. M.; FERNANDES, L. L.; DE ARAÚJO, L. M.; PROGÊNIO, M. F. Análise da sustentabilidade hídrica de comunidades rurais do município de Pombal–PB. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 24, p. 24, 2020.

CRISPIM, D. L.; PIMENTEL DA SILVA, G. D.; FERNANDES, L. L. Rural water sustainability index (RWSI): an innovative multicriteria and participative approach for rural communities. **Impact Assessment and Project Appraisal**, p. 1-15, 2021.

CULLIS, J.; O REGAN, D. Targeting the water-poor through water poverty mapping. **Water Policy**, v. 6, n. 5, p. 397-411, 2004.

CUNHA, H.F.A.; LIMA, D.C.I.; BRITO, P.N.F.; CUNHA A.C.; SILVEIRA JUNIOR, A.M.; BRITO, D.C. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p.155-165, 2012.

DA NOBREGA, M. J. L.; COSTA, C. C.; DA SILVA BARBOSA, J. W.; REIS, C. Q.; DOS SANTOS, M. D. P. N. Perfil socioeconômico e ações dos agricultores familiares da comunidade rural de flores em Pombal, PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 44-56, 2014.

DA SILVA, F. M.; DE ANDRADE SOBRINHO, L. G.; COELHO, D. C.; FERREIRA, P. M. DE L.; DE AZEVEDO, P. B. Percepção de risco no uso de agrotóxicos em cinco comunidades rurais no município de Pombal – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 01-09, 2014.

DA SILVA, N. R.; ALBUQUERQUE, T. de N. Enquadramento de corpos de água: um instrumento da política nacional de recursos hídricos. **Geoambiente On-line**, v. 32, p. 174-186, 2018.

DANTAS NETO, S.A.; SILVA, F. O. E. D.; SOUZA FILHO, F. A. Condicionantes para universalização e sustentabilidade do abastecimento d'água para pequenas comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Bento Gonçalves: ABRH, 2013. p. 1-8.

DE ANDRADE, V. M. S.; CORDEIRO, I.M.C.C.C.; SCHWARTZ, G.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; OLIVEIRA, F. A. Considerações sobre clima e aspectos edafoclimáticos da mesorregião Nordeste Paraense. *In*: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. A. (Org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017, p. 76 - 77.

DE CARVALHO, S. C. P.; CARDEN, K. J.; ARMITAGE, N. P. Application of a sustainability index for integrated urban water management in Southern African cities: Case study comparison—Maputo and Hermanus. **Water SA**, v. 35, n. 2, p. 144-151, 2009.

DE MEDEIROS, A. B. et al. Práticas agrícolas nos assentamentos beneficiados pela reforma agrária no alto sertão paraibano. **Revista Técnica em Sistemas Agroindustriais**, v. 01, n. 01, p. 1-13, 2015.

DE MELO, M. DO S.O.; OLIVEIRA, M.S. DA S. **Estudo socioambiental da comunidade Quilombola da Pimenteira, município de Santa Luzia do Pará, Nordeste Paraense, Amazônia Oriental**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

DE SOUZA, R.R.; BATALHA, C.C.G.; MARQUES, R.O. Os resíduos sólidos em áreas rurais da Amazônia: um estudo socioambiental da comunidade de Nossa Senhora do Rosário em Parintins-AM. **Educação Ambiental em Ação**, n. 50, 2015.

DE SOUSA, R. S. **Captação, tratamento e usos da água em comunidades rurais do município de Igarapé-Açu/Pa**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Belém, 2016.

DE SOUSA, R. S.; MENEZES, L. G. C. DE; FEIZZOLA, J. F.; FIGUEIREDO, R. de O.; SÁ, T. D. de A.; GUERRA, G. A. D. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1095-1107, 2016.

DE VARGAS, T.; GOMES, M. G.; BELLADONA, R.; ADAMI, M. V. D. Aplicação do interpolador IDW para elaboração de mapas hidrogeológicos paramétricos na região da Serra Gaúcha. **Scientia cum industria**, v. 6, n. 3, p. 38-43, 2019.

DESLANDES, S.; MENDES, C. H. F.; LIMA, J. D. S.; CAMPOS, D. D. S. Indicadores das ações municipais para a notificação e o registro de casos de violência intrafamiliar e exploração sexual de crianças e adolescentes. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, p. 1633-1645, 2011.

DIAS, F. G.; CIRILO, B. B. Diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia do rio Caeté/PA como subsídio ao planejamento ambiental. **Geoambiente On-Line**, n. 32, p. 74-95, 2018.

DIAS, A. **Seleção multivariada e identidade de modelos não lineares para o crescimento e acúmulo de nutrientes em frutos de mangueira**. 2014. 138 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Programa de Pós-Graduação de Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras, 2014.

DIAZ, H.; HURLBERT, M. **Making Science Count: Climate Change and the Science/Practice Interface**. In: Leal Filho W.; Alves F.; Caeiro S.; Azeiteiro U. (eds). *International Perspectives on Climate Change, Climate Change Management*, New York: Springer, 2014. p. 203-215.

DICKSON, S. E.; SCHUSTER-WALLACE, C. J.; NEWTON, J. J. Water security assessment indicators: the rural context. **Water Resources Management**, v. 30, n. 5, p.1567-1604, 2016.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DIETRICH, A. M.; PHETXUMPHOU, K.; GALLAGHER, D.L. Systematic tracking, visualizing, and interpreting of consumer feedback for drinking water quality. **Water Research**, v. 66, n. 1, p. 63 –74, 2014.

DINIZ, R.B.N.; SOARES, V.G.; ANJOS, L.F.C. Uso de técnicas de mineração de dados na identificação de áreas hidrologicamente homogêneas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 1, p. 65-75, 2012.

DOLEA, C.; STORMONT, L., BRAICHET, J.M. Evaluated strategies to increase attraction and retention of health workers in remote and rural areas. **Bull World Health Organ**, v. 88, n. 5, p. 379-385, 2010.

DÖLL, P. Impact of climate change and variability on irrigation requirements: a global perspective. **Climatic Change**, v. 54, n. 3, p. 269–293, 2002.

DOS SANTOS, M. C.; BRITO, W. B. M.; DOS SANTOS, L. A. C.; FRANCISCON, U.; DA SILVA, D. A. P.; DE PAULA NETO, P. Caracterização e classificação de terras mulatas na região de Apuí-Amazonas. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 286-299, 2019.

DURHAM, E. R. Comunidade. In: Omar Ribeiro Thomaz. **A dinâmica da cultura: ensaios de antropologia**. São Paulo: Cosac Naify, 2004. p. 221-225.

ECHEVERRI, R. Emergência e Evolução do Programa de Desenvolvimento Sustentável dos Territórios Rurais e nos Territórios da cidadania. In: FAVARETO, A. **Políticas de Desenvolvimento Territorial no Brasil: Avanços e Desafios**. IICA, Brasília, v.12, p. 81-103, 2010.

EL-GAFY, I. K. El-Din. The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n. 2, p. 173-186, 2018.

EMATER. EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Escritório local de Santa Luzia do Pará: PROATER municipal 2017**. Santa Luzia do Pará, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA SOLOS. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p.

EMENIKE, C.P.; TENEBE, I.T.; OMOLE, D.O.; NGENE, B.U.; ONIEMAYIN, B.I.; MAXWELL, O.; ONOKA, B.I. Accessing safe drinking water in sub-Saharan Africa: Issues and challenges in South-West Nigeria. **Sustainable Cities and Society**, v. 30, p. 263-272, 2017.

ESTY, D. C.; LEVY, M.; SREBOTNJAK, T.; DE SHERBININ, A. Environmental sustainability index: Benchmarking national environmental stewardship. **New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy**, p. 47-60, 2005.

EVERITT, B. S.; DUNN, G. **Applied Multivariate Analysis**. 2. ed. London: Wiley, 2011, 342 p.

FALKENMARK, M. Growing water scarcity in agriculture: future challenge to global water security. **Phil. Trans. R. Soc. A**, v. 371, n. 2002, p. 20120410, 2013.

FALKENMARK, M.; BERNTSELL, A.; LUNDQVIST, J.; MATZ, M.; TROPP, H. **On the Verge of a New Water Scarcity: A Call for Good Governance and Human Ingenuity (Stockholm: SIWI) (SIWI Policy Brief)**. 2007.

FALKENMARK, M. The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed?. **Ambio**, p. 112-118, 1989.

FARIAS NETO, J. T. DE; MOURA, E. F.; RESENDE, M. D. DE.; CELESTINO FILHO, P.; AUGUSTO, S. G. Genetic parameters and simultaneous selection for root yield, adaptability and stability of cassava genotypes. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 48, n. 12, p. 1562-1568, dez. 2013.

FAUSTINO, M.; AMADOR, F. O conceito de “sustentabilidade”: migração e mudanças de significados no âmbito educativo. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 2021-2033, 2016.

FÁVERO, L. P. L.; BELFIORE, P. P.; CHAN, B. L.; SILVA, F. L. **Análise de Dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 646 p.

FECHINE, R.; MORAES, L.R.S. Matriz de indicadores de sustentabilidade de coleta seletiva com utilização do método Delphi. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil – REEC**, v. 10, n. 1, p. 22-35, 2015.

FEITELSON, E.; CHENOWETH, J. Water poverty: towards a meaningful indicator. **Water Policy**, v. 4, n. 3, p. 263-281, 2002.

FENZL, N.; MENDES, R. L. R; FERNANDES, L. L. **A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo de água em Belém**. Belém: NUMA/UFPA, 2010. 140 p.

FENZL, N.; MACHADO, J.A.C. **A Sustentabilidade de Sistemas Complexos**. 1. ed. Belém: NUMA/UFPA, 2009. 285 p .

FERREIRA, D. C.; LUZ, S. L. B.; BUSS, D. F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 767-776, 2016.

FERREIRA, E. P.; PANTALEÃO, F. de S. Saneamento básico em comunidades quilombolas no estado de Alagoas. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v. 6, n. 2, p. 71-82, 2016.

FERREIRA, E. P; FERREIRA, J. T. P.; PANTALÃO, F. F.; FERREIRA, Y. P.; ALBUQUERQUE, K. N.; FERREIRA, T. C. Abastecimento de água para consumo humano em comunidades quilombolas no município de Santana Do Mundaú – AL. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 06, p. 1119-1125, 2014.

FERREIRA, F. N.; RIBEIRO, H. M. C.; BELTRÃO, N. E. S.; MERLIN, L. V. D. C. T. Instrumentos econômicos e a exploração dos recursos hídricos paraenses: taxa, compensação e cobrança pelo uso. **Interfaces Científicas-Humanas e Sociais**, v. 8, n. 3, p. 333-350, 2020.

FERREIRA, R. T. F. V. **Sustentabilidade agropecuária no assentamento Jacú - Pombal - PB: aspectos sociais, econômicos e ambientais**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; PARANHOS, R.; ROCHA, E. C. da; SILVA JR, J. A. da; MAIA, R. G. Análise de componentes principais para construção de indicadores sociais. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 61-78, 2013.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. et al. Análise fatorial garantida ou o seu dinheiro de volta: uma introdução à redução de dados. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, v. 5, n. 2, p. 185-211, 2014.

FILARD, M. F.; SOUZA, M. C. F. Crise hídrica no século XXI: legislação e políticas públicas para um novo modelo de gestão sustentável. **Ponto de Vista Jurídico**, v. 6, n. 1, p. 08-20, 2017.

FLORES, R. A.; MENDES, R. L. R.; OLIVEIRA, D. R. de C.; COSTA, T. C. D. da; VELOSO, N. da S. L. Potencial de captação de água de chuva para abastecimento: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, v. 8, n. 2, p. 69-80, 2012.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora da Unicamp. 2001. 222 p.

FRAINER, D. M.; SOUZA, C. C.; REIS NETO, J. F.; CASTELÃO, R. A. Uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável aos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, MS, v. 18, n. 2, p. 145-156, 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 2, p. 233-2249, 2012.

FREITAS, V. P.; ORTIGARA, R. J. O pagamento por serviços ambientais e a preservação e gestão de recursos hídricos no estado do Paraná. **Revista Argumentum – RA**, Marília/SP, v. 18, n. 3, p. 645-663, 2017.

FUMIYA, M.H.; SANTOS, L.J.C.; MANGUEIRA, C.G.; DO COUTO, E.V. Emprego do índice de concentração da rugosidade na identificação de feições morfológicas associada a materiais ferruginosos no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 3, p. 465-480, 2016.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde**. Brasília : Funasa, 2014. 36 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013. 150 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **O desafio de universalizar o Saneamento Rural**. Boletim Informativo, n. 10, p. 1-12, 2011.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento Rural**. Brasília, 2015. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/site/programa-de-aceleracao-do-crescimento-pac/saneamento-rural>. Acesso em: 26 mar. 2018.

GALIZONI, F.M.; RIBEIRO, E.M.; LIMA, V.M.P.; SANTOS, I.F.; CHIODI, R.E.; LIMA, A.L.R.; AYRES, E.C.B. Hierarquias de uso de águas nas estratégias de convívio com o Semiárido em comunidades rurais do Alto Jequitinhonha. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 39, n. 1, p.133-152, 2008.

GAMA, A. S. M.; FERNANDES, T. G.; PARENTE, R. C. P.; SECOLI, S. R. Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 34, n. 2, p. 1-16, 2018.

GAO, T.; NIELSEN, A. B.; HEDBLUM, M. Reviewing the strength of evidence of biodiversity indicators for forest ecosystems in Europe. **Ecological Indicators**, v. 57, p. 420-434, 2015.

GARNELO, L.; LIMA, J. G.; ROCHA, E. S. C.; HERKRATH, F. J. Acesso e cobertura da Atenção Primária à Saúde para populações rurais e urbanas na região norte do Brasil. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 81-99, 2018.

GARRIGA, R. G.; PÉREZ-FOGUET, A. Improved method to calculate a Water Poverty Index at local scale. **Journal of Environmental Engineering**, v. 136, n. 11, p. 1287-1298, 2010a.

GARRIGA, R. G.; PÉREZ-FOGUET, A. The enhanced Water Poverty Index: targeting the water poor at different scales. A: WISA Biennial Conference. **WISA 2010 Biennial Conference**. Durban: 2010b.

GARRIGA, R. G.; PÉREZ-FOGUET, A. Application of a revised Water Poverty Index to target the water poor. **Water Sci. Technol.**, v. 63, n. 6, p. 1099-1110, 2011.

GARRIGA, R. G.; PÉREZ-FOGUET, A. Unravelling the linkages between water, sanitation, hygiene and rural poverty: the wash poverty index. **Water resources management**, v. 27, n. 5, p. 1501-1515, 2013.

GEERE, J.L.; MOKOENA, M.M.; JAGALS, P.; POLÔNIA, F.; HARTLEY, S. Domestic water carrying and its implications for health: a review and mixed methods pilot study in Limpopo Province, South Africa. **Environ Health**, v. 36, n. 6, p. 818-826, 2010.

GEO BRASIL. **Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília : MMA; ANA, 2007. 60 p.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, 2012.

GIATTI, L. L.; NEVES, N. L. da; SARAIVA, G. N. de M.; TOLEDO, R. F. de. Exposição à água contaminada: percepções e práticas em um bairro de Manaus, Brasil. **Rev. Panam. Salud Publica**, v. 28, n. 5, p. 337-343, 2010.

GIACOMIN, G.S.; OHNUMA JR, A. A. A pegada hídrica como subsídio a ações de educação ambiental. **Revista de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 17, n. 1, p. 125-139, 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIUPPONI, M. B. O.; PAZ, M. C. The Implementation of the Human Right to Water in Argentina and Colombia. **Anuario Mexicano de Derecho Internacional**, v. 15, n. 1, p. 323-352, 2015.

GIUPPONI, C.; JAKEMAN, A.J.; KARRSSENBERG, D.; HARE, M.P. **Sustainable Management of Water Resources**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing Limited, 2006.

GLEICK, P.H.; CAIN, N.L. **The world's water 2004-2005: the biennial report on freshwater resources**. Island Press, 2004.

GOMES, J de L.; BARBIERI, J. C. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 2, n. 3, p. 1-21, 2004.

GOMES, M. A.; RAMOS, E. V. da S.; SANTOS, L. C.; BITU, S. G.; GADELHA, A. J. F. Avaliação Hidroquímica e de Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade das Águas Subterrâneas da Zona Urbana do Município de Sousa-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, p. 162-172, 2018.

GOMES, U. A. F.; HELLER, L. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade? **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 623-633, 2016.

GONÇALVES, J. Y. de B. **O índice de pobreza hídrica (IPH) na bacia do Salgado e o caso das comunidades rurais difusas do município de Aurora, Ceará**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2013.

GONÇALVES, M. F.; BLANCO, C. J. C.; SANTOS, V. C. dos; PESSOA, F. C. L. Identification of Rainfall Homogenous Regions taking into account El Niño and La Niña and Rainfall Decrease in the state of Pará, Brazilian Amazon. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 209-216, 2016.

GOODLAND, R.; DALY, H. Environmental sustainability: Universal and non-negotiable. **Ecol. Appl.**, v. 6, n. 4, p. 1002-1017, 1996.

GORAYEB, A.; PEREIRA, L. C. C. Análise integrada das paisagens de Bacias Hidrográficas na Amazônia Oriental. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 108 p.

GORIJIAN, S.; GHOBADIAN, B. Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 48, p. 571-584, 2015.

GRAHAM, J.P.; HIRAI, M.; KIM, S. S. An Analysis of Water Collection Labor among Women and Children in 24 Sub-Saharan African Countries. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. e0155981, 2016.

GREY, D.; GARRICK, D.; BLACKMORE, D.; KELMAN, J.; MULLER, M.; SADOFF, C. Water security in one blue planet: twenty-first century policy challenges for science. **Phil. Trans. R. Soc. A**, v. 371, n. 2002, p. 20120406, 2013.

GREY, D.; SADOFF, C. W. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, v. 9, p. 545-571, 2007.

GU, S.; HU, Y. Water security: connotations, issues and strategies. **China Water Resour**, v. 10, p. 1-3, 2014.

GUIMARÃES, D. de O. **Condições sócio-ambientais da bacia hidrográfica do rio Caeté (Pará, Brasil)**. 2011. 97 f. Tese (Doutorado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Bragança, 2011.

GUIMARÃES, D. de O.; PEREIRA, L. C.; COSTA, R. M. da. Aspectos Sócioeconômicos e Ambientais das Comunidades Rurais da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté (Pará-Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 71-84, 2009.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XII, n. 2, p. 307-323, 2009.

GUPPY, L. The Water Poverty Index in rural Cambodia and Viet Nam: A holistic snapshot to improve water management planning. **Natural Resources Forum**, v. 38, p. 203–219, 2014.

GUSBERTI, T. D. H.; DORNELES, C.; DEWES, M. de F.; CUNHA, L. S. Monitoramento da multidisciplinaridade no processo de transferência de tecnologia em uma universidade: proposta de análise de cluster. **Revista de Administração e Inovação (RAI)**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 309-322, jul./set. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?view=noticia&id=3&idnoticia=1766&busca=&t=censo-2010-populacao-brasil-de-190-732-694-pessoas>. Acesso em: 09 fev. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pombal/panorama>. Acesso em: 09 fev. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010c. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=_ES&codmun=150655&search=para%25257Csanta-luzia-do-para. Acesso em: 09 fev. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2012**. Diretoria de Geociências (Estudos e Pesquisas). Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IFABIYI, P. I.; OLADELE, B.; SALAU, W. Avaliação da pobreza da água na área do governo local de Olorunsogo, estado de Oyo, Nigéria. **Geosfera Indonésia**, v. 5, n. 1, p. 92-105, 2020. Disponível em: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/GEOSI/article/view/13438>. Acesso em: 23 jan. 2021.

IKECHUKWU, M. N.; EBINNE, E.; IDORENYIN, U.; RAPHAEL, N. I. Accuracy assessment and comparative analysis of IDW, spline and kriging in spatial interpolation of landform (Topography): An experimental study. **Journal of Geographic Information System**, v. 9, n. 03, p. 354, 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas**. 2018. 187 p. Disponível em: http://tratabrasil.org.br/images/estudos/acesso-agua/tratabrasil_relatorio_v3_A.pdf. Acesso em: 12 jul. 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Situação do Saneamento no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em: 02 jun. 2017.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge University Press, New York, 2001.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Primeiras análises – O setor rural**. Comunicados do IPEA, 2010.

ISMAEL, D.A.M.; MORAES, C.E.P.; TEIXEIRA, L.D.S.L.; ISMAEL, F.C.M. Panorama do abastecimento de água na Paraíba: breve análise contextual. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 98-102, 2014.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data mining: concepts and techniques**. 3. ed. Morgan Kaufmann Publishers, 2011. 703 p.

HARDING, S. **Terra-Viva: ciência, intuição e evolução da gaia**. São Paulo: Cultrix, 2008.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BADIM, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HANSEN, S.; BHATIA, R. Water and poverty in a macro-economic context. **Norwegian Ministry of the Environment**, 2004.

HELLEGERS, P.; IMMERZEEL, W.; DROOGERS, P. Economic concepts to address future water supply–demand imbalances in Iran, Morocco and Saudi Arabia. **Journal of Hydrology**, v. 502, p. 62-67, 2013.

HENAO, R.; SARACHE, W.; GÓMEZ, I. Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. **Journal of cleaner production**, v. 208, p. 99-116, 2019.

HOWARD, G.; BARTRAM, J.; WILLIAMS, A.; OVERBO, A.; FUENTE, D.; GEERE, J. **Domestic water quantity, service and Health**. Genebra: WHO, 2020. 39 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338044/9789240015241-eng.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

HSUEH, S. L. Assessing the Effectiveness of Community-Promoted Environmental Protection Policy by Using a Delphi-fuzzy Method: A case study on solar power and plain afforestation in Taiwan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. p. 1286-1295, 2015.

HU, X.J.; XIONG, Y.C.; LI, Y.J.; WANG, J. X.; LI, F.M.; WANG, H. Y.; LI, L.L. Integrated water resources management and water users' associations in the arid region of northwest China: A case study of farmers' perceptions. **Journal of Environmental Management**, v. 145, p. 162-169, 2014.

JACUBAVICIUS, C. **Análise de cluster no segmento de transportes rodoviários da região de Guarulhos-SP**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2012.

JANSKY, L.; NAKAYAMA, M.; PACHOVA, N. I. **International Water Security: Domestic Threats and Opportunities**. 1. ed. Tokyo; New York: United Nations University Press, 2008. 313 p.

JARAVANI, F. G.; MASSEY, P. D.; JUDD, J.; TAYLOR, K.; ALLAN, J. Working With an Aboriginal Community to Understand Drinking Water Perceptions and Acceptance in Rural New South Wales. **The International Indigenous Policy Journal**, v. 8, n. 3, p. 1-33, 2017.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2007.

JONES, L.; BOYD, E. Explorando barreiras sociais à adaptação: idéias do Nepal ocidental. **Mudança Ambiental Global**, v. 21, n. 4, p. 1262-1274, 2011.

JOVENTINO, E. S.; SILVA, S. F. D.; ROGERIO, R. F.; FREITAS, G. L. D.; XIMENES, L. B.; MOURA, E. R. F. Comportamento da diarreia infantil antes e após consumo de água pluvial em município do semi-árido brasileiro. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 19, n. 4, p. 691-699, 2010.

JUWANA, I.; MUTIL, N.; PERERA, B. Indicator-based water sustainability assessment a review. **Science of the total environment**, v. 438, p. 357-371, 2012.

JUWANA, I.; MUTIL, N.; PERERA, B. J. C. Application of west java water sustainability index to three water catchments in west java, Indonesia. **Ecological indicators**, v. 70, p. 401-408, 2016.

JUWANA, I.; PERERA, B.; MUTIL, N. A water sustainability index for West Java-Part 2: refining the conceptual framework using Delphi technique. **Water Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1641-1652, 2010.

KAYSER, G.L.; AMJAD, U.; DALCANALE, F.; BARTRAM, J.; BENTLEY, M.E. Drinking water quality governance: A comparative case study of Brazil, Ecuador, and Malawi. **Environmental Science and Policy**, v. 48, p. 186-195, 2015.

KHATTAB, T. H.; WAHID, N. A. Penang user's perception of domestic water quality, health risk concern and willingness to pay: a pilot study. **Jurnal Teknologi**, v. 74, n. 11, p. 93-107, 2015.

KITCHIN, R.; LAURIAULT, T. P.; McARDLE, G. Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. **Journal Regional Studies, Regional Science**, v. 2, n. 1, p. 6-28, 2015.

KOPP, M. M.; DE SOUZA, V. Q.; COIMBRA, J. L. M.; DA LUZ, V. K.; MARINI, N.; OLIVEIRA, A. C. Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de Dendograma. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 46-53, 2007.

KÖPPEN, W. das. **Das geographische system der klimat.** Handbuch der klimatologie, Berlin, 1936. p. 46.

KUMAR, V.; CHHABRA, J. K.; KUMAR, D. Performance Evaluation of Distance Metrics in the Clustering Algorithms. **INFOCOMP**, v. 13, n. 1, p. 38-51, 2014.

KUMMU, M.; GUILLAUME, J. H. A.; DE MOEL, H.; EISNER, S.; FLÖRKE, M.; PORKKA, M.; WARD, P. J. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. **Scientific reports**, v. 6, p. 38495, 2016.

KURIAN, M. The water-energy-food nexus Trade-offs, thresholds and transdisciplinary approaches to sustainable development. **Environmental Science & Policy**, v. 68, p. 97-106, 2017.

LA MORA-OROZCO, D.; FLORES-LOPEZ, H.; RUBIO-ARIAS, H.; CHAVEZ-DURAN, A.; OCHOA-RIVERO, J. Developing a Water Quality Index (WQI) for an Irrigation Dam. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 14, n. 5, p. 439, 2017.

LARCEDA, C. de S.; CÂNDIDO, G. A. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Orgs.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa.** Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 13-30.

LACERDA, W. D. A. **Aplicação da ferramenta de gestão 5S em uma agroindústria produtora de suínos na zona rural de Pombal–PB.** 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 656 p.

LAVOR, A. A. A.; SILVA, A. C. A.; RIBEIRO, M. E. O.; TURATTI, L. Gestão do Armazenamento e Disponibilidade de Água: Um comparativo entre a região Centro Sul Cearense e a Nordeste Gaúcha. **Id on Line Multidisciplinary and Psychology Journal**, v. 11, n. 37, p. 271-283, 2017.

LAWRENCE, P.; MEIGH, J.; SULLIVAN, C. The Water Poverty Index: an International Comparison. **Keele Economics Research Papers**, Staffordshire, v. 19, p. 17, 2002. Disponível em: http://www.colsan.edu.mx/investigacion/PAYS/archivo/The_water_poverty_index.pdf. Acesso em: 20 jun 2017.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LEITE, P. I. S. T. da S. **Modelo para avaliação da qualidade de conteúdos de sítios Web de Unidades de Saúde**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências da Informação) - Universidade Fernando Pessoa, 2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 218 p.

LERNER, F.; FERREIRA, M. I. P. Avaliação de escassez hídrica em comunidades rurais no entorno de unidades de conservação de proteção integral: índice de pobreza hídrica no assentamento João Batista Soares, Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 10, n. 2, p.103-118, 2016.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2016. 640 p.

LIMA, D.; POZZOBON J. Amazônia socioambiental. Sustentabilidade ecológica e diversidade social. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 45-76, 2005.

LINDOSO, D. P.; ROCHA, J. D.; DEBORTOLI, N.; PARENTE, I. I.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic change**, v. 127, n. 1, p. 93-105, 2014.

LINHOSS, A.; JEFF BALLWEBER, J. D. Incorporating uncertainty and decision analysis into a water-sustainability index. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 141, n. 12, p. A4015007, 2015.

LIU, D.; LIU, W. T.; FU, Q.; ZHANG, Y. J.; LI, T. X.; IMRAN, K. M.; ABRAR, F. M. Two-Stage Multi-Water Sources Allocation Model in Regional Water Resources Management under Uncertainty. **Water Resources Management**, p. 1–19, 2017.

LIU, J.; LIU, Q.; YANG, H. Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 434-441, 2016.

LOBO, M.A.A.; LIMA, D.M.B.; SOUZA, C.M.N.; NASCIMENTO, W.A.; ARAÚJO, L.C.C.; SANTOS, N.B. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção da saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 7, p. 2119-2126, 2013.

LOPES, M. M.; NEVES, F. F. A gestão de recursos hídricos no Brasil: um panorama geral dos estados. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 20, n. 3, p. 237-250, 2017.

LOUZADA, V. M.; RIBEIRO, C. B. D. M. Impacts of land-use change on southeast Amazonia basin streamflow. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 2, e2303, 2019.

MACHADO, A. V. M.; SANTOS, J. D.; NOGUEIRA, L. T.; NOGUEIRA, M. T.; OLIVEIRA, P. D. Acesso ao abastecimento de água em comunidades rurais: o desafio de garantir os direitos humanos à água. *In*: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 12., Inovação & Responsabilidade Social, 3., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CNEG; INOVARSE, 2016. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_203.pdf. Acesso em: 08 out. 2019.

MACHADO, L. A. Classificação climática para minas gerais por meio do método de agrupamento não hierárquico de k-means. **Cadernos do Leste**, Belo Horizonte, v. 14, n. 14, p. 45-63, 2014.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MAHAMA, A.M.; ANAMAN, K.A.; OSEI-AKOTO, I. Factors influencing householders' access to improved water in low-income urban areas of Accra, Ghana. **J. Water Health**, v. 12, n. 2, p. 318-331, 2014.

MAIA, D.; FERNANDES, L. L.; TEIXEIRA, L. G. Diagnóstico do abastecimento e consumo de água segundo a percepção do usuário em duas áreas residenciais no estado do Pará. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 105-115, out. 2015/mar. 2016.

MAIA, I.L.B. O acesso à água potável como direito humano fundamental no direito brasileiro. **Revista do CEPEJ**, Salvador, v. 20, p. 301-338, 2017.

MANANDHAR, S.; PANDEY, V. P.; KAZAMA, F. Application of water poverty index (WPI) in Nepalese context: a case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB). **Water Resources Management**, v. 26, n. 1, p. 89-107, 2012.

MANCAL, A.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S.; MAYORGA, M. I de O. À espera da seca que vem: capacidade adaptativa em comunidades rurais do semiárido. **R. bras. Est. Pop.**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 257-281, 2016.

MANESCHY, M.C.; MAIA, M.L.S.; DA CONCEIÇÃO, M. de F. C. Associações rurais e associativismo no nordeste amazônico: uma relação nem sempre correspondida. **Novos Cadernos NAEA**, v. 11, n. 1, p. 85-108, 2009.

MANLY, B. J. F. **Métodos Estatísticos Multivariados**: uma Introdução. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MARANHÃO, R. M. R.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Aplicação do índice de pobreza hídrica (IPH) para semiárido Cearense, nordeste do Brasil. *In*: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 7., Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2., 2010, Coimbra. **Anais** [...]. Disponível em:<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/rosa>. Acesso em: 23 jan. 2021.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; ROCHA, R.; LABORBE, R. Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. **Relatório**, v. 5, p. 495-516, 2007.

MARINHO, L. de S.; SANTOS, C. A. G. Diagnóstico do Setor de Abastecimento de Água em Áreas Rurais no Estado da Paraíba. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 04, p. 861-871, 2011.

MARMO, C. R.; DA SILVA, W. T. L. Fossa séptica biodigestora: experiência de transferência de tecnologia na amazônia legal. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos, SP. **Anais** [...]. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 727-730.

MARQUES, J. B. V.; DE FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro-Posições**, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.

MARQUES, M. I. M. Lugar do modo de vida tradicional na modernidade. *In*: OLIVEIRA, A. U.; MARQUES, M. I. M. (Orgs.). **O campo no século XXI**: território de vida luta e de construção da justiça social. São Paulo: Casa Amarela; Paz e Terra, 2004. p. 145-157.

MARTÍNEZ, M. M. Os paradoxos do desenvolvimento amazônico e as alterações hidroambientais. **Revista eletrônica do curso de direito da UFSM**, v. 8, p. 493-508, 2013.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensuração, Análise e Monitoramento. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 138-154, 2015.

MASSAROLI, A.; MARTINI, J. G.; LINO, M. M.; SPENASSATO, D.; MASSAROLI, R. Método Delphi como referencial metodológico para a pesquisa em enfermagem. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 26, n. 4, p. e1110017, 2018.

MATA, C. R. DA; RIBEIRO, J. C. J. Indicadores ambientais para assentamentos humanos. **CONSTRUINDO**, v. 08, n. 01, p. 01-07, 2016.

MEDEIROS, B. B. **O rio e a cidade: Proposta de Requalificação do Cais de Rondonópolis**. 2017. 147 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

MEDEIROS, J. A. Organização comunitária e a segurança hídrica no núcleo de desertificação do Seridó: um estudo da comunidade rural São Paulo, São José do Seridó/RN. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, v. 4, n. 2, p. 3-15, 2014.

MEHTA, L.; ALLOUCHE, J.; NICOL, A.; WALNYCKI, A. Global environmental justice and the right to water: the case of peri-urban Cochabamba and Delhi, **Geoforum**, v. 54, p. 158-166, 2014.

MEIJERING, J. V.; TOBI, H.; BRINK, A. V. D.; MORRIS, F.; BRUNS, D. Exploring research priorities in landscape architecture: An international Delphi study. **Landscape and Urban Planning**, p. 85-94, 2015.

MELLO, S. S. As funções ambientais e as funções de urbanidade em margens de cursos d'água. **Oculum Ensaio Revista de Arquitetura e Urbanismo**, Campinas, v. 4, p. 4961, 2005. Disponível em: <http://periodicos.puccampinas.edu.br/ser/index.php/oculum/article/view/785/765>. Acesso em: 01 ago. 2018.

MELO, J. A. T.; MARQUES, G. de O. P. O direito à água e sua violação pelas políticas públicas de desenvolvimento no Ceará: escassez e injustiça hídrica. Os casos da mina de urânio de Itataia e das indústrias sedentas do Pecém. **Revista Eletrônica do PRODEMA-REDE**, Fortaleza, v. 8, n. 2, p. 64-76, 2014.

MENDES, R. L. R.; FENZL, N.; COSTA, F. R. DA; COSTA, T. C. D. DA. Desenvolvimento de indicadores para o sistema de abastecimento público de água de Belém-PA. **Papers DO NAEA (UFPA)**, v.1, p. 301-21, 2012.

MENDONÇA, F. de A.; LEITÃO, S. A. M. Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. **GeoTextos**, v. 4, n. 1 e 2, p. 145-163, 2008.

MENDONÇA, Z. C. L.; CANDEIAS, A. L. B.; SELVA, V. F.; SILVA, M. M.; RODRIGUES, G. G.; SANTOS, S. M. Aspectos sanitários e de uso da água em pequenas comunidades rurais do Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 5, p. 1191-1202, 2012.

MENEZES, F.P.; FERNANDES, L.L.; ROCHA, E.J.P. O Uso da Estatística para Regionalização da Precipitação no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 64-71, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabcli>

ma/article/view/40023. Acesso em: 15 maio 2020.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2013. 297 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. **Produto Interno Bruto per capita - 2010 a 2013, referência 2010 – PARÁ**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/pibmunbpa.def>. Acesso em: 09 maio 2018.

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 269-279, 2004.

MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C.; CORNACCHIONE JUNIOR, E. B. Dimensões da qualificação docente em contabilidade: um estudo por meio da técnica Delphi. *In*: Incentivando a conversão dos trabalhos em publicações definitivas, 2012, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: EAC/FEA/USP, 2012. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos122012/120.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MIRANDA, J.F.; FIGUEIREDO, J.R.; CURI, A.; HERNANDEZ, P.A. A gestão participativa dos recursos hídricos no setor mineral Brasileiro. **Revista de medio ambiente minero y minería**, n. 3, p. 16-23, 2017.

MIRANDA, R. R.; SILVA, M. A. P. Das agroestratégias aos eixos territoriais do agronegócio no estado do Pará. **Boletim DATALUTA**, n. 99, p. 1-29, 2016. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/nera/artigodomes/3artigodomes_2016.pdf. Acesso em: 21 abr. 2018.

MLOTE, S. D. M.; SULLIVAN, C.; MEIGH, J. Water Poverty Index: a Tool for Integrated Water Management. *In*: Symposium 'Water Demand Management for Sustainable Development', 3, 2002, Dar es Salaam. **Anais** [...]. Dares Salaam, 82 Tanzania Commission for Science and Technology, 2002. p. 1 – 20. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.133.7505&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MOLLE, F.; MOLLINGA, P. Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues. **Water Policy**, v. 5, p. 529-544, 2003.

MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G.; VAN LIEW, M. W.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D.; VEITH, T. L. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulation. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 50, n. 3, p. 885-900, 2007.

MOURA, T. de O.; OLIVEIRA, I. B. de; YVONEIDE, D. P. M.; CAMPOS, V. P. Analyze the quality of rain water stored in tanks made of polyethylene of rural communities belonging to the municipality of São Domingos (located in the Semiárida da Bahia). **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 3, n. 10, p. 99-103, 2017.

MOURÃO, P. R. Contributo para o estudo económico dos indicadores regionais. **Estudos Regionais**, n. 12, p. 77-92, 2006. Disponível em: http://www.apdr.pt/SiteRPER/numeros/RPER12/art04_rper12.pdf. Acesso em: 16 ago. 2017.

NAHAS, M.I.P.; DE MOURA, A.S.A.; DE CARVALHO, R.C.; HELLER, L. Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 4, p. e00100818, 2019.

NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A.; TARANTOLA, T.; HOFFMAN, A.; GIOVANNINI, E. **Handbook on Constructing Composite Indicators** - Methodology and User Guide. Paris, France: OECD Publications, 2008, 162 p.

NASCIMENTO, G. A., DAVID, M. F. Produção em Massa. **Encontro de Iniciação Científica (ETIC)**, v. 7, n. 7, 2011.

NATHENS, A. B. Management of the injured patient: identification of research topics for systematic review using the Delphi technique. **The Journal of Trauma**, Baltimore, v. 54, n. 3, p. 595-601, 2003.

NEU, V.; SANTOS, M. A. S. dos; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

NEUPANE, M.; BHATTA, M. R.; SHRESTHA, R.; THAKUR, J. K.; RAJBHANDARI, R. M.; THARU, B. R. GIS Supported Water Use Master Plan: A Planning Tool for Integrated Water Resources Management in Nepal Mahesh. In: SRIVASTAVA, P. K.; PANDEY, P. C.; KUMAR, P.; RAGHUBANSHI, A. S.; HAN, D. (Eds). **Geospatial Technology for Water Resource Applications**. Boca Raton : Taylor & Francis, 2017. p. 11-34.

NEVES, J. A. **Um índice de susceptibilidade ao Fenômeno da Seca para o Semiárido Nordestino**. 2010. 399 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

NGARAVA, S.; ZHOU, L.; MONDE, N. Gendered water insecurity: A structural equation approach for female headed households in south africa. **Water**, v. 11, n. 12, p. 2491, 2019.

NOBRE, G. F. **Os impactos ambientais no rio Piancó, no perímetro urbano, da cidade de Pombal/PB**: um estudo de caso. 2014. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Geografia) - Unidade Acadêmica de Ciências Sociais, Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

NOGUEIRA, D.; MILHORANCE, C.; MENDES, P. Do Programa Um Milhão de Cisternas ao Água para Todos: divergências políticas e bricolagem institucional na promoção do acesso à água no Semiárido brasileiro. **IdeAs. Idées d'Amériques**, n. 15, 2020.

NOIVA, K.; FERNÁNDEZ, J. E.; WESCOAT JR, J. L. Cluster analysis of urban water supply and demand: Toward large-scale comparative sustainability planning. **Sustainable Cities and Society**, v. 27, p. 484-496, 2016.

NORMAN, E. S.; DUNN, G.; BAKKER, K.; ALLEN, D.; DE ALBUQUERQUE, R. Water security assessment: integrating governance and freshwater indicators. **Water Resources Management**, v. 27, n. 2, p. 535-551, 2013.

NOSCHANG, P. G.; SCHELEDER, A. F. P. A (in) sustentabilidade hídrica global e o direito humano à água. **Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 39, n. 79, p. 119-138, 2018.

OGATA, I. S. **Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do rio Paraíba**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

OGATA, I.S.; SANTOS, D.L.; MENESES, I.A.; OLIVEIRA, R.; RODRIGUES, A.C.L. Aplicação do Índice de Pobreza Hídrica na região hidrográfica do alto curso do rio Paraíba, estado da Paraíba, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 7., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: ConGea, 2016.

OKI, T.; KANAE, S. Global hydrological cycles and world water resources. **Science**, v. 313, p. 1068-1072, 2006.

OLIVEIRA, C.M. de. Acesso sustentável à água potável: direito humano fundamental no cenário internacional e nacional. **Rev. Ambient. Água [online]**, v. 12, n. 6, p. 985-1000, 2017.

OLIVEIRA, D. P. de A. **A dinâmica territorial do abastecimento de alimentos em Santa Luzia do Pará-PA e as redes de produção agroextrativistas no nordeste paraense**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2016.

OLIVEIRA, F. F. D.; SOUSA, G. M.; S, V. S.; FIGUEIREDO, C. F. V.; ARAÚJO, B. J. B. L. Avaliação socioeconômica dos impactos da seca 2012-2016 no perímetro irrigado de São Gonçalo – PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 168-173, 2017.

OLIVEIRA, J. P.; TRICÁRIO, L. T.; VARELLA, B. G.; VELASQUEZ, G. G. Arquitectura hotelera bajo la sostenibilidad y de la hospitalidad del espacio: un estudio respecto a la aplicación de los conceptos de sostenibilidad y hospitalidad del espacio en proyectos de hoteles. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 10, n. 1, p. 189-209, 2016.

OLIVEIRA, R. B. **Avaliação das condições de saneamento rural e dos respectivos impactos ambientais no município de Pombal – PB**. 2014. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, S. C. de F. Nível de conscientização ambiental de alunos e professores de uma escola pública do município de Patos – PB. **Revista Brasileira de Educação e Saúde (REBES)**, Pombal-PB, v. 1, n. 1, p. 10-18, 2011.

OMOLE, D.O.; NDAMBUKI, J.M. Sustainable living in Africa: Case of water, sanitation, air pollution and energy. **Sustainability**, v.6 , n. 8, p. 5187-5202, 2014.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Progresso da água potável e no saneamento - Atualização de 2010**, Genebra, 2010.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Sustainable Development Goal Synthesis Report on Water and Sanitation**. Nova York. 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly**. Nova York. 2015.

OPAS. Organización Panamericana de la Salud. **Agua y saneamiento: em La búsqueda de nuevos paradigmas para las Américas**. Washington. D.C.: OPAS, 2012. 284 p. Disponível em: http://www.paho.org/blogs/paltex/?attachment_id=179. Acesso em: 12 set. 2019.

ORTEGA, D. J. P.; CARVALHO, S. L. de. Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas nos recursos hídricos na sub-bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 97-108, 2013.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R; DUSCHL, R. What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of research in science teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PACHECO, P.; BENATTI, J. H. Tenure security and land appropriation under changing environmental governance in lowland Bolívia and Pará. **Forests**, v. 6, n. 2, p. 464-491, 2015.

PADILHA, L. L. **Fundamentos de Estatística e Epidemiologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Copyright SESES, 2019.

PADMAJA, S.; FATIMA, S. S. Opinion Mining and Sentiment Analysis – An Assessment of Peoples’ Belief: A Survey. **International Journal of Ad hoc, Sensor & Ubiquitous Computing (IJASUC)**, v. 4, n. 1, p. 21-33, 2013.

PAKHIRA, M.K.; BANDYOPADHYAY, S.; MAULIK, U. Validity index for crisp and fuzzy clusters. **Pattern recognition**, v. 37, n. 3, p. 487-501, 2004.

PANTHI, J.; KHATIWADA, K. R.; SHRESTHA, M. L.; DAHAL, P. Water poverty in the context of climate change: A case study from karnali river basin in nepal himalaya. **International Journal of River Basin Management**, v. 17, n. 2, p. 243-250, 2019.

PASSOS, A. G.; MACIEL, M. A. C.; DORIA, M. R.; OLIVEIRA, R. B.; RUSSO, S. L. Análise estatística da evolução do produto interno bruto da indústria da construção civil brasileira utilizando regressão linear simples. **Revista GEINTEC**, v. 2, n. 5, p. 505-514, 2012.

PASTERNAK, S. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 51-66, 2016.

PEREIRA, D. R. de M.; PINTO, M. de R. A importância do entendimento dos indicadores na tomada de decisão de gestores públicos. **Revista do Serviço Público Brasília**, v. 63, n. 3, p. 363-380, 2012.

PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 115-137, 2015.

PEREIRA, J. A.; DA COSTA, N. S.; DE JESUS, J. F. V.; DE MEDEIROS, M. B. O uso de agrotóxicos nas comunidades rurais de habitação dos educandos da EEEFMI Padre Manoel Otaviano, Ibiara-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 01-06, 2019.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

PEREIRA, L.L.; PACHECO, L. O desafio do Programa Mais Médicos para o provimento e a garantia da atenção integral à saúde em áreas rurais na região amazônica, Brasil. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, p. 1181-1192, 2017.

PEREIRA, L. M.; VIEIRA, C. S.; TOSO, B. R. G. de O.; CARVALHO, A. R. da S.; BUGS, B. M. Validação da escala Índice de Estresse Parental para o português do Brasil. **Acta Paul Enferm.**, v. 29, n. 6, p. 671-677, 2016.

PEREIRA, L. S.; CORDEY, I.; IACOVIDES, I. **Coping with Water Scarcity. Addressing the Challenges**. Springer: Dordrecht, 2009. 382 p.

PEREIRA, R. M. P. G.; CÂNDIDO, G. A. Análise da sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos: um estudo exploratório na região da bacia do alto curso do rio Paraíba (PB). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 13-24, 2012.

PEREIRA, S. de F. P.; COSTA, A. de C.; CARDOSO, E. do S. C.; CÔRREA, M. do S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. de. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**, v. 12, n. 1, p. 50-62, 2010.

PÉREZ-FOGUET, A.; GARRIGA, R. G. Analyzing Water Poverty in Basins. **Water Resources Management**, v. 25, n. 14, p. 3595-3612, 2011.

PERUZZO, C. M. K. Conceitos de comunidade, local e região: inter-relações e diferença. **Líbero**, São Paulo, v. 12, n. 24, p. 139-152, 2009.

PESSOA, F.C.L. **Desenvolvimento de metodologia para regionalização de curvas de permanência de vazões na Amazônia Legal**. 2015. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

PESSOA, V.M.; ALMEIDA, M.M.; CARNEIRO, F.F. Como garantir o direito à saúde para as populações do campo, da floresta e das águas no Brasil? **Saúde debate**, v. 42, n. 1, p. 302-314, 2018.

PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.; FERNANDES, V.; ALBERTO, C. Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e Ciências Ambientais. **Revista Brasileira de Pós-graduação (RBPG)**, Brasília, v. 10, n. 21, p. 509-533, 2013.

PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F.; AGUIAR, A. O. Indicadores de desenvolvimento sustentável. In: PHILLIPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. Cap. 22, p. 761-808.

PIAO, S.; CIAIS, P.; HUANG, Y.; SHEN, Z.; PENG, S.; LI, J.; ZHOU, L.; LIU, H.; MA, Y.; DING, Y.; FRIEDLINGSTEIN, P.; LIU, C.; TAN, K.; YU, Y.; ZHANG, T.; FANG, J. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. **Nature**, v. 467, p. 43–51, 2010.

PICKERING, A.J.; DAVIS, J.; WALTERS, S.P.; HORAK, H.M.; KEYMER, D.P.; MUSHI, D.; ROGERS, K. Hands, Water, and Health: Fecal Contamination in Tanzanian Communities with Improved, Non-Networked Water Supplies. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 9, p. 3267-3272, 2010.

PINHEIRO, M. I. T.; CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. de C. Conflitos por águas e alocação negociada: o caso do vale dos Carás no Ceará. **Revista de Administração Pública – RAP**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 6, p.1655-1672, 2011.

PINHEIRO, A. I.; MILHOME, M. A. L.; FERREIRA, F. E. F. R.; DA COSTA, R. S.; DOS SANTOS, J. L. G.; DE OLIVEIRA, L. K. B.; AMORIM, A. V. Potencial de contaminação em águas superficiais pelo uso de agrotóxicos em Iguatu, Ceará. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2017.

PITERMAN, A.; GRECO, R.M. A água, seus caminhos e descaminhos entre os povos. **Revista APS**, v. 8, n. 2, p. 151-164, 2005.

PITILIN, E.B.; LENTSCCK, M.H. Atenção Primária à Saúde na percepção de mulheres residentes na zona rural. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 49, n. 5, p. 726-732, 2015.

PLUMMER, R.; DE LOË, R.; ARMITAGE, D. A systematic review of water vulnerability assessment tools. **Water Resour. Manage.**, v. 26, n. 15, p. 4327-4346, 2012.

POLICARPO, M. A.; SANTOS, C. R. dos. Proposta metodológica de uma gestão integrada e participativa dos recursos naturais de uso comum: a contribuição da análise trade-off. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 71-87, 2008.

PONTES, E. T. M. A Estreita Relação entre Mulher e Água no Semiárido: o Caso do Programa um Milhão de Cisternas Rurais. **Revista Latino-americana de Geografia e Gênero**, v. 4, p. 14-21, 2013.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos avançados**, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017.

POWELL, C. The Delphi technique: myths and realities. **Journal of Advanced Nursing**, v. 41, n. 4, p. 376-382, 2003.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRÜSS-USTIN, A.; BOS, R.; GORA, F.; BARTRAM, J. **Safer water, better health. Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health**. WHO, GENEVA, 2008. 53 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43840/?sequence=1>. Acesso em: 15 jan. 2018.

PUGA, B. P.; GARCIA, J. R.; MAIA, A. G. Governança dos recursos hídricos na bacia do rio Jundiá (São Paulo). **Revibec: revista iberoamericana de economia ecológica**, v. 32, p. 93-101, 2020.

QUADROS, J. R. de; COUTINHO, H. R. M. DIREITO DE ÁGUAS NA AMAZÔNIA E AS FUTURAS GERAÇÕES. **Revista da Academia Brasileira de Direito Constitucional**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 362-390, 2014.

QUEIROZ, J. T. M.; HELLER, L.; ZHOURI, A. L. M. Apropriação das águas no circuito das águas minerais do Sul de Minas Gerais, Brasil: mercantilização e mobilização social. In: **O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica**. Brasília. Ipea. 2015.

QUIRING, S. M. Developing objective operational definitions for monitoring drought. **J. Am. Meteorol. Soc.**, v. 48, p. 1217-1229, 2009.

RAHUT, D. B.; BEHERA, B.; ALI, A. Household access to water and choice of treatment methods: Empirical evidence from Bhutan. **Water Resources and Rural Development**. v. 5, p. 1-16, 2015.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde Soc**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.

REBOUÇAS, A. da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

REGO, A. da G. **Avaliação da sustentabilidade do uso da água na bacia hidrográfica do rio Ararandeuá: estudo de caso de Rondon do Pará**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2009.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa, 1997.

REJDA, G. E. **Social insurance and economic security**. 7. ed. New York: Taylor & Francis, 2012. 432 p.

REYMÃO, A. E. N.; SABER, B. A.. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: duas dimensões do problema da pobreza no nordeste brasileiro sob a ótica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, v. 1, p. 10-17, 2009.

RIBEIRO, C. R.; PIZZO, H. da S. Avaliação da sustentabilidade hídrica de Juiz de Fora/MG. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 10, n. 21, p. 171-188, 2011.

RIBEIRO, D. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

RIBEIRO, É. R. F.; BORDALO, C. A. L.; VALE, J. R. B.; ROJAS, J. P. H.. O paradoxo da água na Amazônia brasileira: uma análise sobre a problemática de abastecimento de água no bairro do Algodão em Abaetetuba/PA. **Boletim Amazônico de Geografia**, Belém, v. 02, n. 04, p. 10-21, 2015.

RIBEIRO, L. C. de S.; NAHAS, M. M. P. L. P.; AMARAL, P. V.; SIMÕES, R. F. A indústria do lazer no Brasil e sua relação com o desenvolvimento municipal. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 08, n. 1, p. 77-91, 2014.

ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 176-187, 2016.

ROCHA, C. M. B. M. D.; RODRIGUES, L. D. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R. D.; SILVA, I. J. D.; JESUS, É. F. M. D.; ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 1967-1978, 2006.

ROCHA, N. C. V., DE LIMA, A. M. M. A sustentabilidade hídrica na bacia do rio Guamá, Amazônia Oriental/Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 141-160, 2020.

ROCKSTRÖM, J.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; HOFF, H.; ROST, S.; GERTEN, D. Future water availability for global food production: the potential of green water for increasing resilience to global change. **Water Resources Research**, v. 45, n. 7, p. 1-16, 2009.

RODRIGUES, A.; FACHEL, J. M. G.; PASSUELLO, A. C. Estatística espacial e análise de cluster em dados de desastres naturais: mapeamento das inundações no Rio Grande do Sul entre 2003 e 2009. **Revista Iniciação Científica**, Criciúma, v. 10, n. 1, p. 48-67, 2012.

RODRIGUES, D. M.; GOMES, E. S.; PAIVA, T. C.; MELO JUNIOR, L. C. M.; SOUSA, A. S. Importância dos Quintais Agroflorestais na Comunidade do Broca, Município de Santa Luzia do Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

RODRIGUES, M.; RABÊLO, F. H. S.; CASTRO, H. A.; ROBOREDO, D.; CARVALHO, M. A. C.; ROQUE, C. G. Changes in chemical properties by use and management of an Oxisol in the Amazon biome. **Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 278-286, 2017.

RODRIGUES, M.; RABÊLO, F. H. S.; CASTRO, H. A.; ROBOREDO, D.; DE CARVALHO, M. A. C.; ROQUE, C. G. Cultivo mínimo é o sistema recomendado para introdução da *Brachiaria brizantha* em Latossolo na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian**, v. 61, p. 1-7, 2018.

ROSSETO, R.; SAMBUICHI, R. H. R. **Resíduos Agrosilvopastoris II: resíduos inorgânicos e resíduos domésticos da área rural**. Caderno de Diagnóstico. 2011.

ROTH, K. L.; CASAS, A.; HUESCA, M.; USTIN, S. L.; ALSINA, M. M.; MATHEWS, S. A.; WHITING, M. L. Leaf spectral clusters as potential optical leaf functional types within California ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, v. 184, p. 229-246, 2016.

ROZADOS, H.B.F. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 64-86, 2015.

RUA, M. G. **Desmistificando o problema: uma rápida introdução ao estudo dos indicadores**. Mimeo, Brasília: Escola Nacional de Administração Pública, 2004.

SALES, L. G. de L.; CÂNDIDO, G. A. Análise da Sustentabilidade Hidroambiental dos municípios pertencentes à sub-bacia do Rio do Peixe-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v. 8, n. 5, p. 22-40, 2013.

SANTAGADA, S. Indicadores Sociais: uma primeira abordagem social e histórica. **Pensamento Plural**, Pelotas, n. 01, p. 113-142, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/pensamentoplural/article/view/3764/305> 1. Acesso em: 07 ago. 2017.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 17, n. 2, p. 03-212, 2012.

SANTOS, A. A.; SANTOS, E. M.; SANTOS, C. A. B. Crenças e percepções sobre *Philodryas olferssi* (lichtenstein, 1823), em Ribeira do Amparo, sertão da Bahia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 3, p. 16-26, 2016.

SANTOS, A. M. A. dos; TEJADA, C. A. O.; EWERLING, F. Os determinantes socioeconômicos do estado de saúde das crianças do Brasil rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 3, p. 473-492, 2012.

SANTOS, C. A. C. Recent changes in temperature and precipitation extremes in an ecological reserve in Federal District, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, p. 13-20, 2014.

SANTOS, C. A. C.; SATYAMUITY, P.; SANTOS, E.M. Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus-AM. **Acta Amazonica**, v. 42, p. 329-336, 2012.

SANTOS, A.C. O uso do método Delphi na criação de um modelo de competências. **Revista de Administração**, v. 36, n. 2, p. 25-32, 2001.

SANTOS, J.G.; CÂNDIDO, G.A. Sustentabilidade e agricultura familiar: um estudo de caso em uma associação de agricultores rurais. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 70-86, 2013.

SANTOS, J.L.G.; DE ANDRADE, A.B.A.; MARACAJÁ, P.B. Comportamento sustentável dos produtores rurais no cariri e no sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional (G&DR)**, v. 14, n. 5, p. 62-73, 2018.

SANTOS, M. A. da S.; GUIMARÃES, S. E.; SANTOS, C. A. P. Análise socioambiental e microbiológica da água em trechos da microbacia do Rio de Janeiro, Barreiras, Bahia. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 12-22, 2017.

SANTOS, R. M. de S.; SANTOS, J. O.; COSTA, L. M.; MEDEIROS; A. C.; COELHO, D. C.; MARACAJÁ, P. B. A gestão ambiental dos recursos hídricos. **Informativo Técnico do Semiárido - (INTESA)**, Pombal-PB, v. 9, n. 2, p. 51-56, 2015.

SARMENTO, E. B.; MOURA, E. F.; ALVES, M. F. A.; ALVES, L. R. A.; LIMA, G. A.; SILVA, M. M. M.; LUCENA, J. S. Manejo sustentável de recursos naturais: estudo de caso no município de São Bentinho-PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 8, p. 57-60, 2014.

SCARPARO, A.F; LAUS, A.M; AZEVEDO, A.L.C.S; FREITAS, M.R.I; GABRIEL, C.S; CHAVES, L.D.P. Reflexões sobre o uso da técnica Delphi em pesquisas na enfermagem. **Revista Rene**, v. 13, n. 1, p. 242-251. 2012.

SCHEWE, J.; HEINKE, J.; GERTEN, D.; HADDELAND, I.; ARNELL, N. W.; CLARK, D. B.; KABAT, P. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 9, p. 3245-3250, 2014.

SCHLOSSER, C. A.; STRZEPEK, K.; GAO, X.; FANT, C.; BLANC, E.; PALTSEV, S.; JACOBY, H.; REILLY, J.; GUENEAU, A. O futuro do estresse hídrico global: uma avaliação integrada. **Earth's Future**, v. 2, n. 8, p. 341-361, 2014.

SCHMITZ, H.; DA MOTA, D. M.; SOUSA, G. M. Reciprocidade e ação coletiva entre agricultores familiares no Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 12, n. 1, p. 201-220, 2017.

SCHWENCK, T. do C.; MARQUES, R. A. R. A proteção jurídica da água doce no Brasil: buscando uma gestão sustentável. **Revista Eletrônica de Ciências Jurídicas**, v. 1, n. 1, p. 1-46, 2012.

SECKLER, D.; AMARASINGHE, U.; MOLDEN, D.; SILVA, R.; BARKER, E. R. **Demanda e oferta mundial de água, de 1990 a 2025: cenários e questões**. Instituto Internacional de Gestão da Água (IWMI), 1999.

SEIDEL, E. J.; MOREIRA JÚNIOR, F. de J.; ANSUJ, A. P.; NOA, M. R. C.; Comparação entre o método Ward e o método K-médias no agrupamento de produtores de leite. **Ciência e Natura**, UFSM, v. 30, n. 1, p. 7-15, 2008.

SENA, A.; FREITAS, C. M.; BARCELLOS, C.; RAMALHO, W.; CORVALAN, C. Medindo o invisível: análise dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em populações expostas à seca. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 671-683, 2016.

SHABBIR, R.; AHMAD, S. S. Water resource vulnerability assessment in Rawalpindi and Islamabad, Pakistan using Analytic Hierarchy Process (AHP). **Journal of King Saud University – Science**, v. 28, n. 4, p. 293-299, 2016.

SHAH, T.; VAN KOPPEN, B. Is India Ripe for Integrated Water Resources management? Fitting Water Policy to National Development Context. **Economic and Political Weekly**, v. 41, n. 31, p. 3413-3421, 2006.

SHAHEED, A.; ORGILL, J.; RANATA, C.; MONTGOMERY, M. A.; JEULAND, M. A.; BROWN, J. Water quality risks of 'improved' water sources: evidence from Cambodia. **Trop Med Int Health**, v. 19, n. 2, p.186-194, 2014.

SHARMA, R. K.; SHRESTHA, D. G. Climate perceptions of local communities validated through scientific signals in Sikkim Himalaya, India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, n. 10, p. 1-11, 2016.

SHARMA, M.; KUMARI, P.; RIZVI, M. A. An Analysis to Find the Efficient Clustering Algorithm for Identification of User Access Pattern. *In*: International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 8., 2018, India. **Anais [...]**. India: IEEE, 2018. p. 72-77.

SHIKLOMANOV, I.A.; SHIKLOMANOV, A.I.; LAMMERS, R.B.; PETERSON, B.J.; VÖRÖSMARTY, C.J. **The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean The Freshwater Budget of the Arctic Ocean**. ed E L Lewis et al. (Dordrecht: Kluwer Academic) p. 281-296, 2000.

SHIMIZU, H. E.; TRINDADE, J. de S.; MESQUITA, M. S. de; RAMOS, M. C. Avaliação do Índice de Responsividade da Estratégia Saúde da Família da zona rural. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 52, p. 1-7, 2018.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SILVA, A. de S.; SILVA, A. L. da; SILVA, C. M. M. de S.; BRITO, L. T. de L. Avaliação de acesso, uso e manejo de água para consumo humano no Semiárido brasileiro. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades**. João Pessoa: UFPB, 2013. v. 3, p. 810-821. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/952852>. Acesso em: 19 set. 2019.

SILVA, C. H. R. T. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Boletim do Legislativo**, n. 23, p. 1-9, 2012.

SILVA, E. B. da; ALVES, C. S.; PORTILHO, J. C. dos S. Diagnóstico participativo de saneamento básico na comunidade rural do Baixo Rio Araguari, município de Ferreira Gomes-Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 17-23, 2016.

SILVA, E. K. P. D.; MEDEIROS, D. S. D.; MARTINS, P. C.; SOUSA, L. D. A.; LIMA, G. P.; RÊGO, M. A. S.; SILVA, F. M. Insegurança alimentar em comunidades rurais no Nordeste brasileiro: faz diferença ser quilombola?. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, p. e00005716, 2017.

SILVA, É. L. DA; SILVA, K. A. DA; SOUSA, F.R.L. DE; TAVARES, F.B.R. A escassez hídrica na zona rural: o consumo de água sob a perspectiva dos agricultores de um assentamento no município de Pombal-PB. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. e36861038, 2019.

SILVA, É. L. da; SILVA, M. do R. C.; CANDIDO, L. L. T.; VIEIRA, A. S. Análise do consumo hídrico nos assentamentos rurais de Jacú, Santa Mônica e Paisandú no semiárido paraibano. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 13., 2016, Sergipe. **Anais [...]**. Aracajú: ABRH, 2016.

SILVA, F. O. E. da; HEIKKILA, T.; DE SOUZA FILHO, F. D. A.; COSTA DA SILVA, D. Developing sustainable and replicable water supply systems in rural communities in Brazil. **International Journal of Water Resources Development**, v. 29, n. 4, p. 622-635, 2013.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional**. 2. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1997.

SILVA, J. M.; HESPANHOL, R. A. de M. Discussão sobre comunidade e características das comunidades rurais no município de Catalão (GO). **Sociedade & Natureza**, v. 28, n. 03, p. 361-374, 2016.

SILVA, M. M. A. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores educacionais e de renda e sua relação com pobreza e indigência no semiárido brasileiro. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 117-132, 2015.

SILVA, N. C.; CÂNDIDO, G. A. Sistema de indicadores de sustentabilidade do desenvolvimento do turismo: um estudo de caso do município de Areia – PB. **Revista Brasileira de Pesquisa e Turismo**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 475-496, 2016.

SILVA, R. M.; AZAMBUJA, A. M. V.; TAPIA, R. J.; VIEIRA, G. B. B.; SENNA, L. A. S. Utilização da análise de agrupamentos (*cluster analysis*) nos serviços portuários: um estudo dos serviços de praticagem no Brasil e nos Estados Unidos. **INOVAE**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 45-56, 2016.

SILVA, S. R.; HELLER, L.; VALADARES, J. de C.; CAIRNCROSS, S. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 14, n. 4, p. 521-532, 2009.

SINGH, W. Robustness of three hierarchical agglomerative clustering techniques for ecological data. 2008. Thesis (Master of Science in Environment and Natural Resources) - Faculty of Natural Sciences, Department of Mathematics, University of Iceland, 2008.

SIVIERO, A. et al. Cultivo de espécies alimentares em quintais urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 594-556, 2011.

SIWAR, C.; AHMED, F. Concepts, dimensions and elements of water security. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 13, n. 5, p. 281-286, 2014.

SLOTTJE, D. J. Measuring the quality of life in countries. **The Review of Economics and Statistics**, p. 684-693, 1991.

SOARES, D.N. **Gênero e Água – Desenhos do Norte, Alternativas do Sul: Análise da Experiência do Semi-Árido Brasileiro na Construção do Desenvolvimento Democrático**. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SOARES JUNIOR, D.A.; LEITÃO, M. do R. de F. A. Desenvolvimento local: o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) em Tupanatinga, PE. **Interações (Campo Grande)**, v. 18, n. 1, p. 75-87, 2017.

SOBRAL, A.; DE FREITAS, C.M.; DE MORAES, M.; GURGEL, P. H. Definições básicas: dado, indicador e índice. *In*: Brasil. **Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.– Brasília : Ministério da Saúde, 2011. cap. 1, p. 25 – 52.

SOLIGO, V. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Est. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 12-25, 2012.

SOUSA, J. A.; SOUSA, R. F.; LIMA, R. R. ; SOUSA, J. F. A.; ARAUJO, T. S.; SOUSA, E. P.; LIMA, J. P. R. Levantamento pluviométrico da região geoadministrativa de Pombal. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 11, n. 01, p.126-129, 2017.

SOUSA, R. B.; MACEDO, C. O. Comunidades camponesas no Nordeste paraense: o caso de São Judas e Cravo. **Revista Geografia (Londrina)**, v. 20, n. 2, p.115-128, 2011.

SOUSA, W. D.; DE MELO, F.K.E.; DE SOUSA, E.P. Sustentabilidade da agricultura familiar no município de Barro – CE. **Revista Gestão Sustentável & Ambiente**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 302-327, 2017.

SOUZA, C. M. N. Gestão da água e saneamento básico: reflexões sobre a participação social. **Saude soc.**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 1058-1070, 2017.

SOUZA, P. C. de; HESPANHOL, A. N. Bairros rurais e resistência: a formação das comunidades rurais no oeste paulista. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 5, n. 10, p. 168-193, 2010.

SULLIVAN, C. Calculating a water poverty index. **World development**, v. 30, n. 7, p. 1195-1210, 2002.

SULLIVAN, C. A.; MEIGH, J. R.; GIACOMELLO, A. M. The water poverty index: development and application at the community scale. **Natural resources forum**, v. 27, n. 3, p. 189-199, 2003.

SULLIVAN, C.; MEIGH, J.; LAWRENCE, P. Application of the water poverty index at different scales: a cautionary tale. **Water International**, v. 31, n. 3, p. 412-426, 2006.

SULLIVAN, C. A.; MEIGH, J. **Using the water poverty index to monitor progress in the water sector**. Centre for Ecology & Hydrology Wallingford, Oxfordshire, UK, 2010. 4 p.

SUN, C.; WU, Y.; ZOU, W.; ZHAO, L.; LIU, W. A Rural Water Poverty Analysis in China Using the DPSIR-PLS Model. **Water Resources Management**, v. 32, n. 6, p. 1933-1951, 2018.

TARLOCK, A. D.; WOUTERS, P. Reframing the Water Security Dialogue. **Journal of Water Law**, v. 20, n. 2/3, p. 53-60, 2010.

TAVARES, V. C. A Percepção Ambiental dos Agricultores Rurais do Município de Queimadas/Pb Sobre a degradação do Bioma Caatinga. **Acta Geográfica**, v. 12, n. 28, p. 74-89, 2018.

TEIXEIRA, F. R. F.; NASCIMENTO, M.; NASCIMENTO, A. C. C.; PAIXÃO, D. M.; AZEVEDO, C. F.; SILVA, F. F.; CRUZ, C. D.; LOPES, P. S.; GUIMARÃES, S. E. F. Determinação de fatores em características de suínos. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 130-138, 2015.

THAKUR, J. K.; NEUPANE, M.; MOHANAN, A. A. Water poverty in upper Bagmati River Basin in Nepal. **Water Science**, 2017. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111049291630090X>. Acesso em: 15 maio 2017.

TOMASONI, M. A. Contribuição ao estudo de indicadores ambientais. **GEONORDESTE**, Ano XV, n. 2, p. 90-118, 2006.

TOMAZ, F. S. C.; MATOS, K.; SOUZA, E. Perfil dos clientes de uma empresa prestadora de serviços de telefonia celular: Aplicação do método de agrupamento de Ward. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 7, p. 92-95, 2017.

TOURE, N. M.; KANE, A.; NOEL, J. F.; TURMINE, V.; NEDEFF, V.; LAZAR, G. Water-poverty relationships in the coastal town of Mbour (Senegal): Relevance of GIS for decision support. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 14, n. 1, p. 33-39, 2012.

TOWNSEND, P. **What is Poverty? An historical perspective**. UNDP: International Poverty Centre, Poverty in Focus, December 2006.

TRIGO, C.; SPOKAS, K.A.; COX, L.; KOSKINEN, W.C. Influence of soil biochar aging on sorption of the herbicides MCPA, nicosulfuron, terbuthylazine, indaziflam, and fluoroethyldiaminotriazine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 45, p. 10855-10860, 2014.

TRINDADE JUNIOR, S. C. C. da; ROSÁRIO, B. A. do; COSTA, G. K. G. da; LIMA, M. M. de. Espacialidades e temporalidades urbanas na Amazônia ribeirinha: mudanças e permanências a jusante do rio Tocantins. **ACTA Geográfica**, Ed. Esp. Cidades na Amazônia Brasileira, p.117-133, 2011.

TRINDADE, L. de L.; SCHEIBE, L. F. Gestão das águas: limitações e contribuições na atuação dos comitês de bacias hidrográficas brasileiros. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. e02672, 2019.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2013.

TUCCI, C. E.C. **Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Brasil**. Global Water Partnership. 2004. 28 p. Disponível em: <http://www.cepal.org/drni/proyectos/samta/c/inbr00404.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

TUNDISI, J. G. Governança da água. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 222-235, 2013.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

UN WATER. **Water Security & the Global Water Agenda**. Hamilton: UNU-INWEH, 2013. 38 p.

UNEP. United Nations Environment Programme / GRID-Arendal. **Vital Water Graphics: An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters**, 2nd ed.; UNEP: Nairobi, Kenya, 2008. Disponível em: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article48.html>. Acesso em: 25 jan. 2018.

UNESCO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre**

Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um mundo Sustentável, 2015. Disponível em: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf. Acesso em: 13 abr. 2018.

UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies**. New York: NU, 2001.

UNITED NATIONS. **SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation**. In SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation. 2018.

VAN BELLEN, Hans Michel. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 253 p.

VAN TY, T.; SUNADA, K.; ICHIKAWA, Y.; OISHI, S. Evaluation of the state of water resources using Modified Water Poverty Index: a case study in the Srepok River basin, Vietnam – Cambodia. **International Journal of River Basin Management**, v. 8, n. 3-4, p. 305-317, 2010.

VAN VLIET, M. T. H.; FLÖRKE, M.; WADA, Y. Quality matters for water scarcity. **NATURE GEOSCIENCE**, v. 10, p. 800-802, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/ngeo/journal/v10/n11/full/ngeo3047.html>. Acesso em: 01 nov. 2017.

VALENTE, A. S. O.; OLIVEIRA, E. C. P. de; VIEIRA, T. A. Práticas agroecológicas em sistemas de uso da terra em uma comunidade rural na Amazônia Oriental, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 22, p. 1-10, 2017.

VALENTIN, A.; SPANGENBERG, J. A guide to community sustainability indicators. *Environ. Impact Assess. Rev.*, v. 20, p. 381-392, 2000.

VASCONCELOS, A. C. F. et al. Análise da Sustentabilidade entre Municípios do Brejo Paraibano : uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal – IDSM. 2010. In: CANDIDO, G.A. **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade**: formas de aplicação em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande – PB: Ed. UFCG, 2010. Cap. 7.

VASCONCELOS, M. C.; VIEIRA, T. A.; CORRÊA, K. da C. Qualidade de vida de moradores de uma comunidade rural de várzea em Santarém, Pará. **Interfaces - Revista de Extensão da UFMG**, v. 5, n. 1, p.148-156, 2017.

VÁSQUEZ, W.F. An empirical analysis of household choices among water storage devices. **Water Resources and Rural Development**, v. 8, p. 12-24, 2016.

VAZ, L. Educação ambiental e logística reversa. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3., 2012, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: ConGea, 2012.

VELOSO, N. da S. L.; GONÇALVES, C. da C.; MENDES, R. L. R.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M.; COSTA, T. C. D. da; OLIVEIRA, D. R. de C. A pós-graduação e a sustentabilidade do abastecimento de comunidades ribeirinhas na Amazônia por meio

de água de chuva: da concepção à ação. **Revista Brasileira de Pós-graduação (RBPG)**, Brasília, v. 10, n. 21, p. 761-791, 2013.

VELOSO, N. da S. L.; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, v. 19, n. 1, p. 229-242, 2014.

VENÂNCIO, M.; PESSÔA, V. L. S. AS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES RURAIS NO BRASIL: a (re)organização do território rural no município de Catalão (GO). **Espaço em Revista**, v. 10, n. 01, p. 150-171, 2008.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro-Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - (RBRH)**, v. 14, n. 4, p. 125-136, 2009.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Semiárido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - (RBRH)**, v. 8, n. 2, p. 7-17, 2003.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. dos S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M. dos; MODESTO, R. da S. Adoção de sistemas agroflorestais na agricultura familiar, em Igarapé-Açu, Pará, Brasil. **Rev. ciênc. agrár.**, Belém, n. 47, p. 9-22, 2007.

VILLAR, P. C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 83-100, 2016.

VIOLA, M. R.; DE MELLO, C. R.; GIONGO, M.; BESKOW, S., DOS SANTOS, A. F. Hydrological modeling in a watershed of the Lower Araguaia River Basin, TO. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 38-47, 2012.

VIZEU, F.; MENEGHETTI, F. K.; SEIFERT, R. E. Por uma crítica ao conceito de Desenvolvimento Sustentável. **Cadernos EBAPE.BR FGV**, v. 10, n. 3, p. 569-583, 2012.

VÖRÖSMARTY, C.J.; MCINTYRE, P.; GESSENER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSERVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S.E.; SULLIVAN, C.A.; LIERMANN, C.R. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, p. 555-561, 2010.

WAGENER, T.; SIVAPALAN, M.; TROCH, P.A.; MCGLYNN, B.L.; HARMAN, C.J.; GUPTA, H.V.; KUMAR, P.; RAO, P.S.C.; BASU, N.B.; WILSON, J.S. The future of hydrology: an evolving science for a changing world. **Water Resour. Res.**, v. 46, n. 5, p. W05301, 2010.

WANG, J.; XU, Z.; HUANG, J. Incentives in water management reform: assessing the effect on water use, production, and poverty in the Yellow River Basin. **Environment and Development Economics**, v. 10, p. 769-799, 2005.

WANG, X.; LIU, C.; ZHANG, Y. Water quantity/quality combined evaluation method for rivers' water requirements of the instream environmental flow in dualistic water cycle: a case study of Liaohe river basin. **Acta Geogr. Sin.**, v. 61, p.1132-1140, 2006.

WANG, Z.; SONG, H.; WATKINS, D. W.; ONG, K. G.; XUE, P.; YANG, Q.; SHI, X. Cyber-physical systems for water sustainability: challenges and opportunities. **IEEE Communications Magazine**, v. 53, n. 5, p. 216-222, 2015.

WATERAID. **Water Security Framework**. Water Aid: Londres, 2012.

WENG, S. Q.; HUANG, G. H.; LI, Y. P. An integrated scenario-based multi-criteria decision support system for water resources management and planning – A case study in the Haihe River Basin. **Expert Systems with Applications**, v. 37, p. 8242-8254, 2010.

WEST, A.O.; NOLAN, J.M.; SCOTT, J.T. Optical water quality and human perceptions: a synthesis. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 3, n. 2, p. 167-180, 2016.

WHO. World Health Organization; UNICEF. The United Nations Children's Fund. Progress on Sanitation and Drinking-Water: 2014 Update: Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. **World Health Organisation & UNICEF, Geneva, Switzerland**, 2010.

WHO. World Health Organization; UNICEF. The United Nations Children's Fund. **Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment**. World Health Organisation & UNICEF, Geneva, Switzerland, 2015. Disponível em: https://www.unicef.org/publications/index_82419.html#. Acesso em: 02 ago. 2018.

WHO. World Health Organization; UNICEF. The United Nations Children's Fund (Ed.). **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines**. Switzerland: JMP, 2017. 110 p. Anna Grojec. Disponível em: https://www.unicef.org/publications/index_96611.html . Acesso em: 20 fev. 2019.

WILK, J.; JONSSON, A. C. From water poverty to water prosperity - a more participatory approach to studying local water resources management. **Water Resources Management**, v. 27, n. 3, p. 695-713, 2013.

WIRTH, L. Delineamento e problemas de comunidade. In: FERNANDES, F. (Org.). **Comunidade e sociedade: leituras sobre problemas conceituais, metodológicos e de aplicação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1973. p. 83-95.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 12, p. 1-12, 2000.

XAVIER, R. P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

YADAV, S.S.; LAL, R. Vulnerability of women to climate change in arid and semi-arid regions: The case of India and South Asia. **Journal of Arid Environments**, p. 1-14, 2017.

YOON, J.H.; ZENG, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, v. 34, p. 249-264, 2010.

YOSHINAGA, A.C.M.; PEREIRA, B.O.; DE OLIVEIRA, W.A.; GONÇALVES, I.P.; HAYASHIDA, M.; SILVA, M. A. I. Intervenção antibullying proposta por enfermeiros: elaboração e validação pelo método Delphi. **Aletheia**, v. 51, n. 1/2, p. 8-20, 2018.

YOUSUF, M.I. Using experts' opinions through Delphi technique. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, v. 12, n. 4, p. 1-9, 2007.

ZENG, Z.; LIU, J.; SAVENIJE, H. H. G. A simple approach to assess water scarcity integrating water quantity and quality. **Ecological Indicators**, v. 34, p. 441-449, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS

Data da Entrevista: __/__/____
Entrevistador:
Comunidade Rural:
Nome do Entrevistado (a):
1. CAPACIDADE
1.01. Sexo: Masculino (<input type="checkbox"/>); Feminino (<input type="checkbox"/>).
1.02. Faixa Etária: (<input type="checkbox"/>) Até 19 anos; (<input type="checkbox"/>) 20 a 29 anos; (<input type="checkbox"/>) 30 a 59 anos; (<input type="checkbox"/>) 60 a 79 anos; (<input type="checkbox"/>) 80 anos acima.
1.03. Marque a alternativa abaixo que identifica sua cor: (<input type="checkbox"/>) Branca; (<input type="checkbox"/>) Preta; (<input type="checkbox"/>) Parda; (<input type="checkbox"/>) Amarela; (<input type="checkbox"/>) Indígena; (<input type="checkbox"/>) Outro.
1.04. Estado Civil: (<input type="checkbox"/>) Solteiro; (<input type="checkbox"/>) Casado / União estável; (<input type="checkbox"/>) Viúvo; (<input type="checkbox"/>) Divorciado.
1.05. Grau de escolaridade: (<input type="checkbox"/>) Não Alfabetizado; (<input type="checkbox"/>) Ensino Fundamental Incompleto; (<input type="checkbox"/>) Ensino Fundamental Completo; (<input type="checkbox"/>) Ensino Médio Incompleto; (<input type="checkbox"/>) Ensino Médio Completo; (<input type="checkbox"/>) Ensino Superior Incompleto; (<input type="checkbox"/>) Ensino Superior Completo; (<input type="checkbox"/>) NS/NR
1.06. Crianças em idade escolar: (<input type="checkbox"/>) Todas estudando; (<input type="checkbox"/>) Não tem crianças; (<input type="checkbox"/>) Algumas estudando; (<input type="checkbox"/>) Nenhuma estudando.
1.07. Quantas pessoas moram na residência: (<input type="checkbox"/>) 1 pessoa; (<input type="checkbox"/>) 2 pessoas; (<input type="checkbox"/>) 3 pessoas; (<input type="checkbox"/>) 4 pessoas; (<input type="checkbox"/>) 5 pessoas; (<input type="checkbox"/>) acima de 5 pessoas.
1.08. Situação fundiária / Condição da moradia: (<input type="checkbox"/>) Proprietário; (<input type="checkbox"/>) Morador; (<input type="checkbox"/>) Meeiro; (<input type="checkbox"/>) Arrendatário; (<input type="checkbox"/>) Posseiro; (<input type="checkbox"/>) Parceiro; (<input type="checkbox"/>) Assentado pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA); (<input type="checkbox"/>) Comodatário; (<input type="checkbox"/>) Uso coletivo; (<input type="checkbox"/>) NS/NR; (<input type="checkbox"/>) Outro.
1.09. Há quanto tempo vive no local? (<input type="checkbox"/>) Menos de 5 anos; (<input type="checkbox"/>) Entre 5 a 10 anos; (<input type="checkbox"/>) Entre 10 a 20 anos; (<input type="checkbox"/>) Entre 20 e 30 anos; (<input type="checkbox"/>) Mais de 30 anos
1.10. Tipo de construção da residência: (<input type="checkbox"/>) Alvenaria; (<input type="checkbox"/>) Madeira; (<input type="checkbox"/>) Mista (Alvenaria/Madeira); (<input type="checkbox"/>) Lona Plástica; (<input type="checkbox"/>) Pau a pique.
1.11. Renda Mensal: (<input type="checkbox"/>) Sem renda; (<input type="checkbox"/>) 1/2 de um salário mínimo; (<input type="checkbox"/>) Até um salário mínimo; (<input type="checkbox"/>) De 1 a 2 salários mínimos; (<input type="checkbox"/>) De 2 a 3 salários mínimos; (<input type="checkbox"/>) Mais de 3 salários mínimos.
1.12. A renda da família provém de: (<input type="checkbox"/>) Atividade desenvolvida na propriedade; (<input type="checkbox"/>) Familiares que trabalham fora da propriedade; (<input type="checkbox"/>) *Programa de assistência social governamental; (<input type="checkbox"/>) Aposentadoria de membro da família / Pensão; (<input type="checkbox"/>) Funcionário público; (<input type="checkbox"/>) Artesanato; (<input type="checkbox"/>) Outros.
1.13. A família é assistida com algum programa governamental (<input type="checkbox"/>) Sim; (<input type="checkbox"/>) Não. Se SIM, qual programa? (<input type="checkbox"/>) Bolsa família; (<input type="checkbox"/>) Garantia safra; (<input type="checkbox"/>) Bolsa estiagem; (<input type="checkbox"/>) Aposentadoria rural; (<input type="checkbox"/>) Seguro defeso ou bolsa pesca; (<input type="checkbox"/>) Programa de Inclusão de Portadores de Necessidades Especiais (PNE); (<input type="checkbox"/>) Bolsa verde; (<input type="checkbox"/>) Outros:
1.14. Desenvolve alguma atividade econômica na propriedade? (<input type="checkbox"/>) Sim; (<input type="checkbox"/>) Não.
1.15. Qual (ais) atividade (s) econômica (s) é (são) desenvolvida na propriedade? (<input type="checkbox"/>) Criação de animais; (<input type="checkbox"/>) Cultivos de subsistência; (<input type="checkbox"/>) Cultivos

comerciais; () Extrativismo; () Artesanato; () Pesca; () Apicultura; () Outros.
1.16. Tem alguma criação de animal? () Sim; () Não. Se SIM, qual (ais) animal (ais)? () Bovino; () Equino; () Asinino; () Ovino; Caprino (); Suíno (); Aves (); Outros:
1.17. Existe posto de saúde na comunidade? () Sim; () Não.
1.18. Qual a frequência do atendimento médico na comunidade: () Diariamente; () Semanalmente; () Quinzenalmente; () Mensalmente; () Não há.
1.19. Existem articulações feitas na comunidade com algum órgão ou entidade? () Sim; () Não; () NS/NR. Se SIM, através de qual? () INCRA; () EMATER; () FUNAI; () FUNASA; () ITERPA; () Sindicato dos Trabalhadores Rurais; () Associação comunitária rural; () Prefeitura Municipal; () Outros.
1.20. Existe associação ou cooperativa na comunidade? () Sim; () Não.
1.21. Participa das atividades da associação ou cooperativa? () Sim; () Não.
2. RECURSOS HÍDRICOS
2.01. Qual o sabor da água consumida na sua residência? () Doce; () Salina; () Salobra; () Amargo (com ferro); () NS/NR
2.02. Qual a cor da água utilizada? () Clara; () Esverdeada; () Turva; () Espumosa; () Lamacenta; () Amarelada; () Outros.
2.03. Na água utilizada para o consumo humano é realizado análise físico-química e bacteriológica? () Sim; () Às vezes; () Não.
2.04. Em sua opinião, como é a qualidade da água consumida em sua comunidade? () Excelente; () Boa; () Regular; () Ruim; () Péssima.
2.05. Faz a desinfecção da água para o consumo humano? () Sim; () Não. Se SIM, Qual a forma de desinfecção da água? () Fervura; () Filtração; () Hipoclorito de sódio; () Radiação solar-SODIS; () Outros.
2.06. Ocorrência de doenças de veiculação hídrica? () Sim; () Não.
2.07. Quais as fontes existentes para captação de água na comunidade? () Rios perenes; () Rios intermitentes; () Poço tubular (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes); () Poço tubular (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes); () Poço escavado (cacimba, cacimbão e amazonas); () Cisterna de placa (água de chuva); () Barragem / represa de água; () Açude (pequeno e/ou médio); () Igarapé; () Barragem subterrânea; () Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra)
2.08. A fonte hídrica utilizada no abastecimento tem disponibilidade de água no período menos chuvoso ou seco? () Sim; () Não.
2.09. Qual a fonte hídrica utilizada para o abastecimento de sua residência? () Rios perenes; () Rios intermitentes; () Poços escavados (cacimba, cacimbão e amazonas); () Poços tubulares (freáticos, artesianos jorrantes e não

jorrante; () Cisterna de placa (água de chuva); () Igarapé; () Barragem subterrânea; () Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra).
2.10. Qual a forma de armazenamento de água na residência? () Caixa d'água; () Cisterna; () Tanque; () Tambor; () balde; () Pote; () Outros:
2.11. Já participou de alguma capacitação (palestra, seminário, curso de curta duração, mesa-redonda, etc.) a respeito do gerenciamento de recursos hídricos na comunidade? () Sim; () Não.
2.12. Quem é o responsável pelo gerenciamento da água na residência? () Criança; () Jovem; () Adulto; () Idoso; Essa pessoa é: () Homem; () Mulher.
3. USO DA ÁGUA
3.01. Qual o consumo médio diário de água (por economia)? () Até 100 l/hab. x dia; () 100 à 150 l/hab. x dia ; () 150 à 200 l/hab. x dia; () 200 à 250 l/hab. x dia ; () Acima de 250 l/hab. x dia; () NSR/NR
3.02. Qual a atividade doméstica de maior consumo de água na residência? () Água de beber; () Preparo de alimentos; () Higienização corporal e bucal; () Lavagem de roupa; () Limpeza de casa e utensílios de cozinha; () Outros
3.03. Faz usos múltiplos da água? () Sim; () Não
3.04. Se SIM, quais? () Abastecimento Humano; () Dessedentação de Animais; () Irrigação; () Pesca e Aquicultura; () Recreação e Turismo; () Agroindústria; () Outros.
3.05. Já aconteceu algum conflito pelo uso da água? () Sim; () Não Se SIM, como?
3.06. A quantidade de água na propriedade ou comunidade satisfaz às suas necessidades? () Excede às necessidades; () Satisfaz plenamente; () Satisfaz com limitações; () Não satisfaz
3.07. Tem disponibilidade de água para irrigar culturas agrícolas ou para uso não agrícola? () Sim; () Não.
3.08. Faz racionamento de água? () Sim; () Não
3.09. Faz reuso de água? () Sim; () Não
4. ACESSO À ÁGUA
4.01. A comunidade tem acesso a um sistema de abastecimento de água? () Sim; () Não.
4.02. Qual o período de recebimento da água? () Diário; () Semanal ; () Quinzenal; () Mensalmente; () Outros
4.03. Conhece o destino do esgoto sanitário da residência? () Sim; () Não.
4.04. Se a resposta for SIM, qual o destino do esgoto sanitário da residência? () Coleta pública; () Fossa séptica e/ou fossa séptica biodigestora; () Fossa negra e/ou rudimentar; () Vala a céu aberto; () Lançado em um manancial próximo () Outros
4.05. Qual a localização e o tipo de instalação sanitária utilizada na residência? () Interno e instalação limpa (torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário, descarga); () Externo e instalação não limpa (campo aberto, balde, sem torneira, pia, chuveiro e vaso sanitário)
4.06. Qual a distância média da fonte hídrica à sua residência?

() Várias torneiras instaladas no domicílio; () Até 100 m; () < 1 km; () > 1 km
4.07. Qual o tempo gasto na coleta de água, bem como, incluindo a espera e o transporte da água até a residência? () Água encanada na residência; () Até 5 min.; () < 30 min; () > 30 min.
4.08. Quantas vezes por dia as pessoas da comunidade buscam água? () Água bombeada; () 1 vez; () 2 vezes; () 3 vezes; () > 3 vezes;
4.09. Como é realizado o transporte da água da fonte até a propriedade? () Bomba de água motobomba; () Carro próprio ou pipa; () Como moto; () Por animais; () Com bicicletas; () Com mané-magro; () Carregando nas mãos, ombros ou cabeça.
4.10. Condição de acesso à comunidade: () Excelente; () Bom; () Regular; () Ruim; () Péssimo.
5. MEIO AMBIENTE
5.01. Utiliza defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças nas lavouras? () Sim; () Não.
5.02. Utiliza fertilizantes químicos nas lavouras? () Sim; () Não.
5.03. Realiza queimada na propriedade? () Sim; () Não.
5.04. Faz desmatamento na propriedade? () Sim; () Não.
5.05. No solo da propriedade existe processo de erosão? () Sim; () Não.
5.06. Qual (ais) o(s) uso(s) e a(s) ocupação (ões) do solo em sua propriedade? () Lavoura Permanente; () Lavoura Temporária; () Pastagem; () Silvicultura; () Áreas não agrícolas; () Sistema agroflorestal; () Espelho d'água; () Vegetação nativa.
5.07. Utiliza práticas conservacionistas do solo? () Sim; () Não.
5.08. Faz rotação ou consorciação de cultivos? () Sim; () Não.
5.09. Faz plantio direto? () Sim; () Não.
5.10. Realiza pousio na terra? () Sim; () Não.
5.11. Prepara o solo com grades e discos? () Sim; () Não.
5.12. Tem conhecimento sobre questões ambientais? () Sim; () Não.
5.13. Faz a separação do lixo seco e do lixo úmido? () Sim; () Não.
5.14. Faz o reaproveitamento dos resíduos sólidos? () Sim; () Não.
5.15. Qual a destinação dos resíduos sólidos gerados na residência? () Coleta pública; () Queima; () Enterra; () Lança no rio; () Lança no quintal; () Lixão.

APÊNDICE B - DEFINIÇÃO DOS PESOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR - 1ª RODADA DELPHI

EXPERTS	Subcomponentes do ISHR																				
	Capacidade					Recursos Hídricos			Uso da água				Acesso à água				Meio Ambiente				
	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	SUB1	SUB2	SUB3	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5
	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
E1	30	15	10	30	15	40	40	20	10	10	30	50	35	35	15	15	30	30	15	10	15
E2	30	15	30	15	10	40	30	30	20	20	30	30	30	30	20	20	30	15	15	20	20
E3	20	20	20	20	20	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20
E4	20	40	20	10	10	40	30	30	20	20	30	30	40	20	20	20	50	10	10	10	20
E5	25	16	20	24	15	35	33	32	29	20	28	23	29	30	26	15	12	13	27	25	23
E6	30	15	15	20	20	40	40	20	25	25	25	25	30	30	25	15	25	25	20	15	15
E7	30	20	30	15	5	40	40	20	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20
E8	30	30	20	10	10	25	40	35	40	20	25	15	30	30	10	30	10	35	15	20	20
E9	15	20	40	10	15	25	50	25	10	35	45	10	35	10	35	20	50	10	10	10	20
E10	40	15	15	15	15	20	30	50	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20
E11	50	10	10	20	10	30	40	30	40	30	20	10	10	10	40	40	5	10	10	10	65
E12	30	17	11	25	17	25	45	30	20	10	60	10	10	60	20	10	15	15	20	10	40
E13	25	10	15	25	25	40	25	35	20	25	25	30	30	30	20	20	30	20	20	15	15
E14	30	20	10	10	30	50	40	10	40	25	25	10	40	20	20	20	30	10	30	20	10
E15	15	15	31	31	8	40	40	20	25	25	25	25	25	25	25	25	34	16,5	16,5	16,5	16,5
E16	20	20	20	20	20	30	40	30	20	30	30	20	20	20	30	30	20	20	20	20	20
E17	10	15	20	30	25	40	30	30	20	30	30	20	30	30	20	20	20	20	20	20	20
E18	25	25	25	15	10	30	40	30	20	30	30	20	30	30	20	20	15	15	30	20	20
E19	30	10	20	20	20	30	40	30	20	20	40	20	25	25	25	25	20	20	20	20	20
E20	20	20	20	20	20	40	40	20	25	25	25	25	30	20	30	20	25	20	20	10	25
E21	25	25	15	25	10	30	35	35	25	20	30	25	25	35	20	20	30	15	25	20	10
E22	30	20	15	20	15	30	40	30	20	30	25	25	30	30	20	20	20	20	20	20	20
E23	20	20	20	25	15	40	40	20	15	25	35	25	35	25	20	20	10	30	20	20	20
E24	30	15	25	20	10	20	50	30	20	35	25	20	30	30	25	15	20	20	25	10	25

¹² Nota: SUB – Subcomponentes.

APÊNDICE C - SUGESTÕES E ALTERAÇÕES DE SUBCOMPONENTES, INDICADORES E VARIÁVEIS NA 1ª RODADA DELPHI

Componente	Subcomponente	Indicadores	Variáveis (antes)	Variáveis (depois)
Capacidade (C ₁)	Educação	Crianças em idade escolar	Todas estudando / Não tem crianças	Todas estudando Não tem crianças
			Algumas estudando	Algumas estudando
			Nenhuma estudando	Nenhuma estudando
			Habitação e propriedade	Tipo de construção da residência
	Madeira	Madeira		
	Mista (Alvenaria/Madeira)	Mista (Alvenaria/Madeira)		
	Lona plástica	Lona plástica		
	Aspectos socioeconômico	Renda mensal	Pau a pique	Pau a pique
			Até um salário mínimo	Sem renda
				1/2 de um salário mínimo
				Até um salário mínimo
			Mais de 1 salário mínimo	De 1 a 2 salários mínimos
	De 2 a 3 salários mínimos	De 2 a 3 salários mínimos		
Mais de 3 salários mínimos	Acima de 3 salários mínimos			
Outros	Outros			
Recursos Hídricos (C ₂)	Fonte hídrica	Fontes existentes para captação de água na comunidade	Rios	Rios perenes Rios intermitentes
			Poço tubular	Poço tubular (freáticos, artesianos jorrantes e não jorrantes)
			Poço amazonas	Poço escavado (cacimba, cacimbão e amazonas)
			Cisterna de placa	Cisterna de placa (água de chuva)
			Igarapé	Igarapé
			Açude	Açude (pequeno e/ou médio)
			Lago	Barragem / represa de água
			Água da chuva	Barragem subterrânea
			Outros	Outros (barreiro, lagoa, tanque de pedra)

Componente	Subcomponente	Indicadores	Variáveis (antes)	Variáveis (depois)
Acesso à água (C ₄)	A terminologia atribuída a subcomponente “Saneamento Básico” foi alterada por “Esgoto”	Destino do efluente sanitário	Coleta pública	Coleta pública
			Fossa séptica	Fossa séptica e/ou fossa séptica biodigestor
			Fossa negra	Fossa negra e/ou rudimentar
			Vala a céu aberto	Vala a céu aberto
			Próximo a manancial	Lançado em um manancial próximo
			Outros	Outros
		O termo do indicador “Tipo de instalação sanitária” foi modificado para “Localização e tipo de instalação sanitária”	Instalação limpa (descarga, fossa, WC)	Interno e instalação limpa (torneira, pia, chuveiro, vaso sanitário, descarga)
	Instalação não limpa (campo aberto, balde)	Externo e instalação não limpa (campo aberto, balde, sem torneira, pia, chuveiro e vaso sanitário)		
Transporte da água do manancial para a residência		A terminologia atribuída ao indicador “Distância média da fonte hídrica até a residência” foi alterada por “Distância média do domicílio até a fonte hídrica”	Até 500m	> 1 km
			500m à 1000m	< 1 km
			1001m a 1500m	Até 100 m
			1501m à 2000m	Múltiplas torneiras instaladas no domicílio
			Acima de 2000m	
		Tempo gasto na coleta, espera e transporte da água	De 0 à 15 min.	> 30 min.
			De 16 à 30 min.	< 30 min.
			De 31 à 45 min.	Até 5 min.
			De 46 à 60 min.	Água encanada
			Acima de 60 min.	
		Quantidade de vezes durante o dia para buscar água	De 1 à 2 vezes	Água bombeada
			De 2 à 3 vezes	1 vez
			De 3 à 4 vezes	2 vezes
De 4 à 5 vezes	3 vezes			

Componente	Subcomponente	Indicadores	Variáveis (antes)	Variáveis (depois)
			Acima de 5 vezes	> 3 vezes
		Meio de transporte utilizado para levar a água da fonte até o domicílio	Carro	Bomba de água
			Moto	Carro próprio ou pipa
			Por animais	Moto
			Com bicicletas	Por animais
			Com mané-magro	Com bicicletas
			Carregando nas mãos, ombros ou cabeça	Com mané-magro
			Outros	Carregando nas mãos, ombros ou cabeça

APÊNDICE D - DEFINIÇÃO DOS PESOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR - 2ª RODADA DELPHI

EXPERTS	Subcomponentes do ISHR																				
	Capacidade					Recursos Hídricos			Uso da água				Acesso à água				Meio Ambiente				
	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	SUB1	SUB2	SUB3	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5
	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
E1	30	20	10	30	10	40	40	20	20	25	30	25	30	30	20	20	20	30	20	10	20
E2	30	15	30	15	10	40	30	30	20	30	25	25	30	30	20	20	30	15	15	20	20
E3	20	20	20	20	20	40	30	30	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20
E4	25	30	20	15	10	40	30	30	20	20	30	30	30	30	20	30	15	15	20	20	20
E5	30	20	20	20	10	40	30	30	20	25	30	25	30	30	25	15	12	20	20	25	23
E6	30	15	15	20	20	40	40	20	25	25	25	25	30	30	25	15	20	25	20	15	20
E7	30	20	20	20	10	40	40	20	25	25	25	25	25	30	20	25	20	20	20	20	20
E8	30	20	20	20	10	25	40	35	30	20	25	25	30	30	10	30	10	35	15	20	20
E9	25	20	30	15	10	30	40	30	20	30	40	10	30	15	35	20	35	15	15	15	20
E10	30	15	20	20	15	20	30	50	25	25	25	25	25	30	25	20	20	20	20	20	20
E11	30	20	20	20	10	30	40	30	40	30	20	10	10	10	40	40	20	15	15	15	35
E12	30	20	10	25	15	30	40	30	20	10	60	10	20	35	20	25	20	10	20	10	40
E13	30	10	15	25	20	35	30	35	20	25	25	30	30	30	20	20	30	20	20	15	15
E14	30	20	15	15	20	40	40	20	40	25	25	10	30	30	20	20	30	20	20	20	10
E15	15	15	30	30	10	40	40	20	25	25	25	25	25	30	20	25	34	20	15	15	16
E16	20	20	20	20	20	30	40	30	20	30	25	25	20	20	30	30	20	20	20	20	20
E17	20	15	20	30	15	40	30	30	20	30	30	20	30	30	20	20	20	20	20	20	20
E18	25	20	25	20	10	30	40	30	20	30	25	25	30	30	20	20	20	15	25	20	20
E19	30	10	20	20	20	30	40	30	20	25	30	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20
E20	20	20	20	20	20	40	40	20	25	25	25	25	30	20	30	20	25	20	20	10	25
E21	30	20	20	20	10	30	40	30	25	25	25	25	30	30	20	20	20	15	25	20	20
E22	30	20	15	20	15	30	40	30	20	30	25	25	30	30	20	20	20	20	20	20	20

¹³ Nota: SUB – Subcomponentes.

**APÊNDICE E - QUANTIDADE DE ENTREVISTAS REALIZADAS POR
COMUNIDADE RURAL**

Município	Comunidades Rurais	Quantidade de entrevista
Santa Luzia do Pará-PA	Areia Branca	23
	Broca	36
	Cantã	18
	Fuzil	26
	KM 18 (Santa Maria)	32
	Mucurateua	10
	Pau D'arco	10
	Piracema	22
	Pitoró	26
	Quilombola Jacarequara	25
	Quilombola Pimenteira	18
	São João do Caeté	22
	Tamancuoca	20
	Tentugal	20
	Vila Caeté	36
	Vila Estiva	36
	Total	380
Pombal-PB	Alagadiço	18
	Assent. Jacú	21
	Assent. Margarida Maria Alves	19
	Assent. Santa Mônica	16
	Cachoeira	33
	Cajazeiras do Batista	5
	Coatiba	36
	Estrelo	15
	Flores	20
	Forquilha Grossa	7
	Gado Bravo	10
	Jenipapo	3
	Juá	8
	Lagoa dos Basílio	2
	Logradouro	2
	Maniçoba	7
	Mofumbo	7
	Pinhões	8
	Riachão de Cima	10
	Riacho do Alagadiço	5
	São José dos Alves	8
	São Pedro	24
Triângulo	12	
Trincheira	15	
Várzea Compridas dos Leite	29	
Várzea Comprida dos Oliveiras	30	
	Total	370

APÊNDICE F - VALORES MÉDIOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR PARA AS COMUNIDADES RURAIS DE POMBAL-PB

N.	CAPACIDADE					RH			USO				ACESSO				MA				
	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5
1	4,0	8,8	6,7	3,5	6,8	7,2	5,9	6,1	5,5	6,2	3,8	4,2	4,3	7,8	7,9	5,9	7,1	5,6	4,2	3,8	3,1
2	4,2	8,0	6,4	2,4	7,5	8,1	6,7	6,2	5,7	5,9	3,2	4,6	2,4	7,8	6,9	6,2	6,6	4,2	4,1	6,2	4,6
3	3,8	8,5	6,5	3,0	7,8	6,5	7,7	6,3	5,4	6,8	5,4	4,5	8,6	7,1	9,6	6,6	4,4	5,7	4,0	4,9	4,0
4	6,2	8,2	6,0	2,9	6,8	6,2	5,5	6,2	5,3	5,8	2,8	3,4	2,7	7,7	6,7	5,8	7,3	4,7	4,0	3,0	2,9
5	4,3	9,5	6,3	8,1	7,7	7,5	6,0	6,2	5,0	5,6	3,6	4,0	8,9	7,6	9,5	6,7	6,1	4,4	4,3	4,9	4,0
6	3,4	8,3	5,7	2,2	4,1	7,4	8,0	6,2	6,4	7,3	4,2	2,7	2,5	7,1	7,0	6,4	7,9	5,4	3,4	7,7	4,6
7	4,5	9,1	6,8	7,9	7,6	7,1	6,3	6,5	5,7	6,8	5,0	5,5	8,6	7,7	9,3	7,6	6,7	5,7	4,5	4,1	4,3
8	4,4	9,2	5,9	2,9	6,1	7,8	7,4	6,1	5,6	5,8	4,1	4,6	3,3	7,3	6,6	5,2	6,0	5,6	4,0	6,3	5,1
9	3,8	9,1	5,5	3,1	6,6	7,7	7,6	6,5	5,6	6,0	4,4	3,5	7,6	7,6	9,3	5,9	6,1	5,6	3,9	5,3	4,2
10	2,4	8,5	5,9	2,4	4,6	7,7	7,5	6,1	5,9	6,8	5,0	2,7	3,9	6,8	7,1	4,9	5,0	4,4	4,0	6,2	3,1
11	3,4	9,0	6,3	2,5	4,9	7,4	6,8	6,1	6,1	7,0	4,2	4,5	5,6	7,1	7,9	4,8	7,0	4,8	4,0	5,0	4,1
12	4,5	8,7	6,0	2,0	5,1	7,8	8,5	5,9	7,2	7,0	4,8	7,4	4,2	8,0	5,9	7,3	6,0	5,6	4,7	7,7	8,0
13	4,0	9,2	5,8	3,0	7,0	7,4	6,3	6,2	6,1	6,1	4,8	4,8	3,0	5,3	5,7	6,8	6,4	4,4	4,3	5,0	4,3
14	1,5	9,3	5,6	2,0	3,8	7,8	7,4	5,6	6,5	5,5	4,4	5,9	1,9	3,7	5,6	4,0	5,0	5,6	3,6	7,7	8,0
15	4,0	10,0	6,6	3,0	7,9	7,8	6,3	7,3	8,0	6,6	4,8	6,6	2,9	3,7	5,4	6,0	5,0	5,6	4,1	7,7	6,9
16	3,6	8,7	5,8	3,2	7,7	7,7	5,8	7,8	6,6	7,1	4,6	3,6	2,5	5,0	5,6	8,6	5,4	5,6	4,8	7,7	7,7
17	3,8	7,6	7,0	4,3	4,4	6,7	5,8	6,2	6,6	7,4	4,8	4,9	6,0	5,9	8,1	8,3	7,0	6,4	4,6	6,2	3,8
18	3,3	8,8	6,9	3,0	6,3	7,7	6,4	7,0	5,5	6,4	4,8	5,0	4,8	6,4	8,3	7,8	6,1	3,7	5,1	4,3	4,7
19	4,4	9,4	6,8	2,1	7,2	7,9	5,2	7,1	6,0	5,7	3,8	3,8	2,7	7,6	7,3	6,8	7,3	4,0	4,2	5,5	4,1
20	7,6	8,1	6,8	2,0	7,9	6,8	6,1	6,2	5,0	6,8	2,3	5,5	2,9	8,0	8,4	8,0	3,3	3,6	5,1	3,4	3,1
21	3,0	7,6	6,5	3,0	6,3	7,6	6,9	6,2	6,0	6,6	4,7	2,7	2,2	6,5	7,0	5,3	5,7	4,3	3,9	5,7	4,4
22	4,2	9,4	6,2	3,0	7,1	7,7	6,8	6,3	5,5	6,0	4,2	3,2	6,2	8,0	9,6	5,5	4,9	3,9	4,3	4,8	4,0
23	4,8	8,8	6,8	4,0	6,8	7,3	6,5	6,4	5,8	6,8	3,8	5,0	4,1	7,5	6,6	6,5	6,2	4,5	4,7	4,6	4,0
24	4,0	8,9	6,9	3,4	6,1	7,2	5,7	6,1	5,4	6,5	4,6	4,6	6,9	7,1	8,7	6,8	7,3	6,2	4,1	4,5	3,7
25	3,6	9,2	6,4	7,9	7,0	7,9	6,6	6,4	5,5	6,1	4,4	3,5	8,9	7,2	9,4	6,8	7,1	6,0	4,0	3,8	3,3

26 5,3 9,4 7,0 7,6 7,4 8,0 8,2 6,8 5,3 5,9 6,5 5,7 8,9 6,9 9,7 7,9 6,0 4,5 5,3 7,0 4,7

¹⁴ Nota: N. – Número, SUB – Subcomponentes, RH – Recursos Hídricos, MA – Meio Ambiente.

APÊNDICE G - VALORES MÉDIOS DAS SUBCOMPONENTES DO ISHR PARA AS COMUNIDADES RURAIS DE SANTA LUZIA DO PARÁ-PA

N.	CAPACIDADE					RH			USO				ACESSO				MA				
	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5
1	5,4	8,4	6,0	6,6	6,2	6,2	6,5	5,8	6,9	6,0	5,0	4,9	5,6	4,8	7,6	3,4	3,2	6,8	5,3	3,9	4,8
2	3,9	9,5	5,9	6,7	6,0	6,0	6,6	6,7	6,8	6,0	5,0	6,0	5,7	5,7	8,9	3,9	5,4	6,6	5,1	4,9	4,9
3	4,0	9,1	5,0	2,0	2,7	6,3	7,0	6,6	6,3	5,9	5,1	5,3	5,5	5,9	8,2	4,2	5,8	6,3	4,4	4,7	5,4
4	4,0	9,3	5,6	2,0	7,4	6,3	8,5	6,4	6,6	5,6	4,8	5,6	9,1	5,3	9,7	3,7	3,7	6,6	5,1	4,6	4,7
5	4,2	9,0	4,9	8,1	3,6	6,4	7,6	6,7	6,9	6,0	4,8	4,4	5,7	5,7	8,9	10,0	3,9	6,3	5,2	5,8	5,8
6	3,0	7,4	6,7	2,0	7,6	7,8	5,7	6,9	6,6	7,3	3,7	5,2	5,9	5,4	10,0	5,0	4,0	6,6	5,8	2,3	3,9
7	6,1	8,5	5,3	2,1	3,1	7,8	9,1	5,9	6,0	6,8	5,3	4,9	5,2	4,6	8,0	6,4	5,5	6,1	6,0	7,2	7,4
8	5,1	8,8	6,1	2,9	3,5	6,5	7,3	6,3	6,1	5,9	5,0	4,9	5,6	5,1	8,2	4,7	6,6	6,8	4,3	4,6	5,5
9	5,1	8,8	4,6	8,1	2,3	6,1	6,4	6,5	7,1	5,8	4,7	5,5	5,7	5,8	8,8	9,9	5,0	6,8	5,8	6,2	5,1
10	5,2	9,3	4,9	2,0	7,2	7,7	8,5	6,6	5,6	7,5	5,2	5,6	5,9	7,1	8,5	5,6	5,2	6,4	6,0	7,5	6,1
11	5,1	9,1	5,8	2,0	7,6	6,3	8,7	6,7	6,4	6,4	5,5	5,0	5,3	5,7	8,3	3,7	4,1	6,6	6,2	5,0	5,4
12	5,0	8,3	6,0	2,3	5,0	6,8	7,8	6,1	6,6	7,2	5,1	4,5	5,4	4,7	7,7	6,4	3,8	5,5	6,0	5,7	6,3
13	5,7	9,4	6,4	2,0	7,8	6,5	6,6	6,4	7,0	6,6	6,6	3,5	5,8	5,3	9,1	4,6	4,4	6,8	5,0	5,3	4,9
14	5,2	8,8	4,7	6,9	3,1	7,4	8,5	6,2	6,6	7,2	6,1	4,8	7,8	5,9	8,6	5,2	4,7	5,4	5,7	6,9	6,0
15	4,0	9,1	4,4	2,8	2,8	6,3	7,7	6,5	6,8	6,7	5,0	4,8	5,4	5,9	8,5	8,3	5,0	6,5	5,3	6,7	5,9
16	4,1	8,8	4,7	7,0	2,4	7,2	7,7	6,8	6,3	6,3	4,7	5,0	5,8	5,7	9,3	8,9	3,5	6,2	6,0	7,0	6,0

¹⁵ Nota: N. – Número, SUB – Subcomponentes, RH – Recursos Hídricos, MA – Meio Ambiente.