

UFPA

PPGEC

**Universidade Federal
do Pará**



Geovanna Carolina Santos dos Santos

**AVALIAÇÃO DAS OUTORGAS DE
LANÇAMENTO PARA DILUIÇÃO DE
EFLUENTES EM BACIAS DA AV.
AUGUSTO MONTENEGRO NO
MUNICÍPIO DE BELÉM-PA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Professor Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa

Belém – Pará – Brasil

2025

GEOVANNA CAROLINA SANTOS DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO PARA DILUIÇÃO DE
EFLUENTES EM BACIAS DA AV. AUGUSTO MONTENEGRO NO MUNICÍPIO DE
BELÉM-PA**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará como requisito à defesa de Dissertação de Mestrado.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa

BELÉM
2025

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)

S237a Santos, Geovanna Carolina Santos dos.
AVALIAÇÃO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO PARA
DILUIÇÃO DE EFLUENTES EM BACIAS DA AV. AUGUSTO
MONTENEGRO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA / Geovanna
Carolina Santos dos Santos. — 2025.
75 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Belém, 2025.

1. Outorga de lançamento. 2. Saneamento. 3. Recursos
Hídricos. I. Título.

CDD 333.91



AVALIAÇÃO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO PARA DILUIÇÃO DE EFLUENTES EM BACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE BELÉM - PA

AUTORA:

GEOVANNA CAROLINA SANTOS DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO 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 MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADO EM: 23 / 06 / 2025.

BANCA EXAMINADORA:



Documento assinado digitalmente

FRANCISCO CARLOS LIRA PESSOA

Data: 11/08/2025 15:00:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa
Orientador



Documento assinado digitalmente

BRUNO DE OLIVEIRA FREITAS

Data: 08/08/2025 10:15:06-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Freitas
Membro Externo (UTFPR)



Documento assinado digitalmente

LINDEMBERG LIMA FERNANDES

Data: 08/08/2025 01:47:56-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Membro Interno (UFPA)



Documento assinado digitalmente

MARIANE FURTADO GONÇALVES

Data: 08/08/2025 20:31:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Mariane Furtado Gonçalves
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classes de enquadramento, usos e qualidade da água.

Figura 2: Regiões Hidrográficas do Brasil

Figura 3. Regiões Hidrográficas (RH) do Estado do Pará

Figura 4. Distritos do Município de Belém.

Figura 5. Bacias hidrográficas do Município de Belém

Figura 6. Delimitação da Área de Estudo

Figura 7. Esquema das etapas metodológicas

Figura 8. Cenários propostos – Estudo carga orgânica

Figura 9. Mudança temporal na Av. Augusto Montenegro

Figura 10. Condomínios na Av. Augusto Montenegro.

Figura 11. Outorgas de diluição de efluentes vigentes nas bacias urbanas cortadas pela Av. Augusto Montenegro.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas

Tabela 2. Tipos de empreendimentos às margens da Av. Augusto Montenegro.

Tabela 3. Empreendimentos localizados na AV. Augusto Montenegro

Tabela 4. Consumo per capita de água doméstica.

Tabela 5. Consumo doméstico de água em prédios.

Tabela 6. Características químicas relacionadas a MO nos esgotos domésticos brutos.

Tabela 7. Percentual de Uso e Ocupação da Terra por Classes

Tabela 8: Porte dos empreendimentos com outorga de diluição de efluentes vigentes no Município de

Tabela 9: Estimativa de Carga Orgânica (kg/dia) para empreendimentos residenciais

Tabela 10: Carga orgânica com efluente com tratamento mínimo que garanta um lançamento de DBO = 120mg/L

Tabela 11: População Censo Demográfico IBGE (2000, 2010) e projetada (2020, 2030) por distrito.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Condições gerais para atos de outorgas ANA

Quadro 2. Condições de deferimento de outorga e obrigações dos outorgados

Quadro 3. Análise de disponibilidade hídrica a partir de critérios da vazão de referência

Quadro 4. Usos insignificantes– Dispensa de outorga

Quadro 5. Padrões de lançamento de efluentes

Quadro 6. Porte do empreendimento e potencial degradador/Poluidor

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CBHRM	Comitê de Bacias Hidrográficas Rio Marapanim
CF	Constituição Federal
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DDO	Declaração de Dispensa de Outorga
DRDH	Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FBDS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MRHs	Macrorregiões Hidrográficas
OD	Outorga de Direito
OP	Outorga Prévia
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
REGLA	Sistema Federal de Regulação de Usos
RH	Recursos Hídricos
RH	Região Hidrográfica
RI	Região de Integração
SEIRH	Sistema Estadual Informações sobre Recursos Hídricos
SEMAS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UPLANs	Unidades Hidrográficas de Planejamento

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Geral	11
Avaliar o cenário atual das outorgas de lançamento para diluição de efluentes nas bacias urbanas cortadas pela Av. Augusto Montenegro em Belém-PA	11
1.1.2 Específicos	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 LEGISLAÇÃO E RESOLUÇÕES PERTINENTES A RECURSOS HÍDRICOS	12
2.1.1 Lei Federal nº 9.433/1997 – Lei das Águas.....	12
2.1.2 Lei Estadual nº 6.381/2001 – Política Estadual de Recursos Hídricos	15
2.1.3 Dominialidade das Águas.....	16
2.2 PROCEDIMENTOS LEGAIS DE SOLICITAÇÃO DE OUTORGA.....	17
2.2.1 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA.....	17
2.2.2 Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS	19
2.2.3 Resoluções CONAMA	25
2.3 IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES	26
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA	28
2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS	30
2.5.1 Regiões Hidrográficas Brasileiras	31
2.5.2 Regiões Hidrográficas do Estado do Pará	34
3. ÁREA DE ESTUDO	36
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
4. METODOLOGIA.....	40
4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	40
4.1.1 Uso da Terra nas bacias urbanas da Av. Augusto Montenegro.....	40
4.1.2 Identificação das outorgas de lançamentos vigentes	42
4.1.3 Cenário das cargas de lançamento de esgoto nas bacias.....	44
4.1.4 Avaliação da contribuição de carga orgânica estimada da população residente por distrito segundo Censo Demográfico IBGE 2010;	47
4.1.5 Avaliação da outorga lançamento para corroborar com ODS 6 – Universalização do Saneamento Básico 2030	48
5. RESULTADOS	50
5.1 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO TRECHO DA AV. AUGUSTO MONTENEGRO	50

5.2 EMPREENDIMENTOS LOCALIZADOS ÀS MARGENS DA AV. AUGUSTO MONTENEGRO	52
5.3 OUTORGAS DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES EMITIDAS 2007-2023	54
5.4 ESTIMATIVA DA CARGA ORGÂNICA.....	56
5.4.1 Cenário 01: Empreendimentos não outorgados, lançando esgoto bruto no corpo hídrico.....	56
5.4.2 Cenário 02: Empreendimentos do cenário 01 lançando 120 mg/L no corpo hídrico	59
5.4.3 Avaliação da contribuição de carga orgânica estimada da população residente por distrito segundo Censo Demográfico IBGE 2010	61
5.4.4 Universalização do Saneamento Básico – Meta progressiva Poder Público para 2030	64
6. CONCLUSÃO.....	66
7. REFERENCIAS	67
8. APÊNDICE	71

RESUMO

A crescente urbanização da cidade de Belém, especialmente ao longo da Avenida Augusto Montenegro, promove transformações significativas nas bacias hidrográficas locais, as quais acarretam em impactos diretos sobre a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos. Nesse contexto, a presente dissertação analisa o cenário atual das outorgas de lançamento para diluição de efluentes em bacias urbanas da região, buscando compreender como o ordenamento desse instrumento de gestão influencia na preservação e uso sustentável das águas.

Adota-se uma metodologia qualitativa e quantitativa, estruturada em quatro etapas: (i) análise temporal do uso e ocupação do solo; (ii) levantamento dos empreendimentos implantados ao longo da via; (iii) identificação das outorgas vigentes emitidas pela SEMAS/PA; e (iv) estimativa das cargas orgânicas lançadas nos corpos hídricos sob diferentes cenários, utilizando como parâmetro a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Foi considerado cenários que variam desde o lançamento de esgoto bruto sem tratamento até a projeção da universalização do saneamento básico conforme metas do ODS até 2030.

Os resultados revelam um descompasso entre o crescimento urbano acelerado e o planejamento ambiental, evidenciado pela baixa emissão de outorgas frente ao volume de empreendimentos existentes. A carga orgânica estimada indica um significativo comprometimento dos corpos hídricos locais, sobretudo nos distritos de Bengui e Icoaraci. Ademais, observou-se que a maioria dos empreendimentos residenciais não possui outorga de diluição, o que acentua os riscos à qualidade da água e saúde pública,

Este estudo reforça a relevância da outorga como ferramenta estratégica na governança hídrica, capaz de promover maior controle e segurança jurídica no uso dos recursos, além de contribuir com as metas de sustentabilidade ambiental. Sua aplicação efetiva se mostra fundamental para o fortalecimento da gestão integrada e a proteção das bacias hidrográficas urbanas, sendo especialmente relevante para cidades amazônicas com desafios similares. Ao revelar lacunas e potenciais de aprimoramento na política de outorga no Pará, o trabalho oferece subsídios valiosos para o planejamento urbano e ambiental mais responsável e sustentável.

Palavras chaves: Outorga de lançamento. Saneamento. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Rapid urbanization in Belém, particularly along Avenida Augusto Montenegro, has driven profound changes in local watersheds, with direct implications for water quality and availability. This study analyzes the current framework for discharge permits regulating effluent dilution in urban basins, assessing how this instrument shapes water preservation and sustainable use.

A mixed-methods approach was applied in four steps: (i) temporal analysis of land use; (ii) survey of developments along the avenue; (iii) identification of active permits issued by SEMAS/PA; and (iv) estimation of organic loads under different scenarios, using Biochemical Oxygen Demand (BOD) as the key parameter. Scenarios ranged from untreated sewage discharge to universal sanitation coverage projected under the 2030 Sustainable Development Goals (SDGs).

Findings reveal a disconnect between rapid urban growth and environmental planning, marked by a low number of permits relative to existing developments. Estimated organic loads suggest substantial degradation of local water bodies, especially in Bengui and Icoaraci districts, with most residential projects operating without permits—heightening risks to water quality and public health.

The research reinforces discharge permits as a strategic governance tool, essential for legal certainty, resource control, and advancing environmental sustainability targets. Strengthening their application is crucial for integrated watershed management in Amazonian cities facing comparable challenges. The study identifies key policy gaps and improvement opportunities, offering actionable insights for more sustainable urban and environmental planning.

Keywords: Discharge permit; Sanitation; Water resources.

1. INTRODUÇÃO

A gestão e gerenciamento adequado de recursos hídricos torna-se cada vez mais necessária à medida que as pressões sobre as bacias hidrográficas urbanas aumentam, sobretudo devido ao crescimento populacional e suas respectivas construções (CRUZ, 2018; LATUF *et al.*, 2019).

Recursos Hídricos (RH) podem ser definidos como todas as formas de apresentação de água que estejam disponíveis ou potencialmente disponíveis para uso, assim como seus processos relacionados a gestão, utilização, conservação e controle (CIRILO; ALMEIDA, 2022). Dentre seus usos tem-se o lançamento de efluentes, os quais, pela Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), está sujeita a outorga pelo Poder Público (BRASIL, 1997).

A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Assim, entende-se por outorga a autorização de uso de recurso hídrico concedida pela entidade política que detém o seu domínio, a partir de condições preestabelecidas, nos casos em que a atividade possa provocar alterações nas condições naturais desse recurso (ANA, 2014).

O estado do Pará, como um dos integrantes principais da região amazônica, possui grandes riquezas hídricas com funcionalidade locais diversas, por isso é necessário um planejamento eficaz dos usos preponderantes para viabilizar recursos hídricos em quantidade e qualidade adequadas às gerações atuais e futuras (COUCEIRO; HAMADA, 2011). A importância da outorga encontra-se no conhecimento do perfil de uso da água na bacia hidrográfica – unidade de gestão – e acompanhamento da sua evolução, assim como para garantir ao usuário de água a locação do recurso a ele e não a terceiro, conferindo segurança jurídica aos investimentos necessários aos empreendimentos que utilizam o RH (ANA, 2019).

A temática de outorga de lançamento foi tema de estudo entre diversos autores como Mello (2006), Lisboa *et al.* (2019), Pinheiro *et al.* (2013), Stinghen e Mannich (2019), os quais propuseram uma avaliação crítica à metodologia aplicada a concessão de outorgas de direito para diluição de efluentes no Brasil e também sua importância para o impacto aos corpos hídricos. No estado do Pará autores como Martins *et al.* (2021), Rodrigues (2017), são referências para região nessa temática, enquanto Couceiro e Hamada (2011), Costa *et al.* (2020), Cirilo e Almeida (2022), abordam a questão da gestão do RH no estado.

O crescimento da região metropolitana de Belém/PA resultou na expansão populacional ao longo da Avenida Augusto Montenegro, eixo viário de ligação entre o núcleo central da

cidade e o Distrito de Icoaraci; nota-se na via um aumento significativo de empreendimento comerciais, educacionais, saúde, lazer e, sobretudo, condomínios residenciais fechados. Para Dias *et al.* (2014), as construções de condomínios luxuosos na avenida na década de 1990 foram contraditórias a estimulação do Plano Diretor de Belém quanto ao preenchimento dos vazios urbanos primordialmente direcionados à população de baixa renda.

Esse “boom” condominial no entorno da avenida não ocorreu de modo ordenado com o planejamento urbano sendo possível notar deficiências nos serviços de saneamento aos moradores antigos dessa (DIAS, 2014). Para Santos (2017) o aumento da densidade urbana provocou a deterioração sobre os recursos hídricos e aspectos naturais da região, além de impermeabilização do solo o que vem impactando as bacias hidrográficas locais.

Apesar da expansão nas últimas décadas, sobretudo de condomínios, poucas foram as outorgas de lançamento para diluição de efluentes emitidas pelo órgão emissor e fiscalizador do Estado para esse tipo de empreendimento na região mencionada. Sendo a carga orgânica a principal variável a estimar a quantidade de matéria orgânica que os esgotos lançam no meio relacionada com a Demanda Bioquímica (DBO), na área de estudo constata-se expansão urbana desordenada e elevada contribuição dessa variável a qual tem tendência a progressão ao longo dos anos.

Nesse contexto, considerando a necessidade de monitoramento dos cursos d’água para garantia de qualidade e quantidade para seus usos preponderantes, a pressão ambiental ocasionada pela expansão dos empreendimentos localizados nas bacias hidrográficas cortadas pela Avenida Augusto Montenegro e a necessidade de outorga de direito do uso para melhor gestão de RH, o estudo tem como perspectiva avaliar o cenário atual das outorgas de lançamento para diluição de efluentes emitidas para empreendimentos localizados nas bacias urbanas ao longo da Avenida Augusto Montenegro.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar o cenário atual das outorgas de lançamento para diluição de efluentes nas bacias urbanas cortadas pela Av. Augusto Montenegro em Belém-PA

1.1.2 Específicos

- Diagnosticar Uso da Terra nas bacias urbanas da Av. Augusto Montenegro
- Diagnosticar empreendimentos que possuem outorgas de diluição de efluentes vigentes;
- Avaliar o cenário das cargas de lançamento de esgoto nas bacias urbanas ao longo da Av. Augusto Montenegro.
- Avaliar como a outorga de direito de uso para lançamento de efluentes corrobora para o alcance das metas de ODS 6.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta as legislações e resoluções acerca dos Recursos Hídricos, assim como conceitos e considerações de sua gestão e gerenciamento como base teórica para subsidiar esse estudo.

2.1 LEGISLAÇÃO E RESOLUÇÕES PERTINENTES A RECURSOS HÍDRICOS

O Decreto nº 24.643/1934 denominado de Código de Águas foi instituído com o objetivo de controlar e incentivar o uso das águas no setor industrial e de energia hidráulica prioritariamente. Estabeleceu que as águas públicas podem ser de uso comum – corrente não navegáveis ou não fluviáveis; ou dominicais – correntes, canais, lagoa e lagoas navegáveis ou fluviáveis. Todavia, à medida em que questões de escassez de águas surgiram, houve uma mudança na visão de uso da água inclusive pelos governantes (COUCEIRO; HAMADA, 2011).

A preocupação com o meio ambiente é pontuada nas legislações brasileiras na Lei 6.938 de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a qual foi uma das pioneiras em estabelecer a necessidade do desenvolvimento socioeconômico sustentado no princípio de racionalização do uso do solo, água e ar de modo a preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental (BRASIL, 1981). Posteriormente, na constituição de 1988 em seu Art. 225 é reforçada a ideia do direito de se ter o ambiente ecologicamente equilibrado, sendo esse um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, devendo o Poder Público e a coletividade defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A questão de preservação legal de águas no Brasil era tratada pelas legislações de 1981/88 da mesma forma que aos demais recursos ambientais, de modo que as normas fossem primordialmente de caráter econômico, sanitário e/ou relacionado ao direito de propriedades, não abrangendo as especificidades dos recursos hídricos e seus possíveis prejuízos em caso de má gestão. Dessa forma, uma lei que ampliasse a discussão e proteção acerca dos recursos hídricos era necessária para complementar o já existente Código de Águas.

2.1.1 Lei Federal nº 9.433/1997 – Lei das Águas

A lei das águas apresenta-se como um marco para a regulação dos usos de água por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGRH, objetivando assegurar em qualidade e quantidade adequada a disponibilidade de água à atual e futuras gerações, implementar a

utilização racional e integrada dos recursos hídricos de maneira sustentável, assim como prever e defender contra eventos hidrológicos naturais ou antropológicos decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Os fundamentos da PNRH baseiam-se na ideia de que a água é um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico, em que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o abastecimento humano e a dessedentação de animais. Além disso, a gestão dos recursos deve sempre proporcionar os usos múltiplos das águas, considerar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento da política e atuação, por fim, deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A PNRH tornou-se um indispensável instrumento de planejamento socioambiental e econômico por buscar compatibilizar as demandas hídricas e disponibilidade, assim como a preservação do recurso natural, por isso é crescente a necessidade de ações políticas que viabilizem o maior alinhamento entre expansão territorial e sua consequente utilização de recursos hídricos. Para o planejamento e gerenciamento adequado desse recurso é fundamental o conhecimento do comportamento hidrológico de bacias hidrográficas e seus regimes de variação de vazões e, principalmente, suas relações com os agentes econômicos e socioambientais presentes ao longo de toda a área de contribuição (LATUF *et al.*, 2019).

Para que se alcance os objetivos da PNRH, a Lei nº 9.433/1997 no seu Art. 5º estabelece os seguintes instrumentos:

a) Planos de Recursos Hídricos (PRH)

São planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento de RH, possuem horizonte de planejamento compatíveis com o período de implantação de seus programas e projetos, além disso devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

b) Enquadramento dos corpos de águas em classes segundo os usos preponderantes

Visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, assim como diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

c) Outorga de direitos de uso de recursos hídricos

Objetiva assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os seguintes usos:

I - Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Ressalta-se sobre a outorga de direito que os usos considerados insignificantes independem de outorga e que todos os usos de recursos hídricos devem estar condicionados às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos respeitando a classe em que o corpo de água estiver enquadrado. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes, esta efetivar-se-á por ato de autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, sempre respeitando a dominialidade do corpo hídrico.

Pode ocorrer a suspensão parcial ou total da outorga de direito de uso, em definitivo ou por prazo indeterminado em situações de não cumprimento dos termos de outorga, ausência de uso por três anos consecutivos, necessidades relacionadas a emergências ambientais e manutenção de características de navegabilidade do corpo de água. A outorga concedida tem período máximo de vigência de até 35 anos, sendo renovável; a outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito do seu uso.

d) Cobrança pelo uso de recursos hídricos

Objetiva reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação do seu real valor, assim como incentivar a racionalização do uso da água e, também, obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Todos os usos sujeitos a outorga de direito serão cobrados, essa cobrança deve considerar as captações, volumes retirados e o regime de variação do corpo hídrico; para

lançamento de efluentes adiciona-se a necessidade de analisar as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Quanto a aplicação dos valores arrecados, esses devem ser direcionados prioritariamente à bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados para financiamento de pesquisas, projetos e obras incluídos nos PRH, no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos integrantes do SNGRH.

e) Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

É um sistema de coleta, tratamento armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão, sistema esse que deve ser alimentado com informações fornecida pelos órgãos integrantes do SNGRH. Objetiva reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos no Brasil, atualizar permanentemente tais informações e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

2.1.2 Lei Estadual nº 6.381/2001 – Política Estadual de Recursos Hídricos

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e se fundamenta na Constituição Estadual e na Lei Federal nº 9.433/1997. São poucas as diferenças entre a PNRH e a PERH, visto que a última se inspirou nas diretrizes nacionais, ainda assim, pontua-se a ausência de objetivos como o incentivo e a promoção da captação, preservação e o aproveitamento de água pluviais na Política Estadual, por exemplo.

Em contrapartida, a PERH adicionou em seus objetivos a proteção das bacias hidrográficas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro, e o controle do uso dos recursos hídricos. Os aspectos econômicos, sociais e ambientais do Estado são pontuados na constituição acerca do planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como diretrizes para o desenvolvimento do transporte aquaviário e seu aproveitamento econômico, e também, ações de educação ambiental que visem à conscientização da sociedade quanto ao uso de RH.

Quanto aos instrumentos destaca-se a implementação da capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental na legislação estadual que visa criar condições de conhecimento técnico e científico sobre a gestão de recursos hídricos, por meio da implementação de programas elaborados para o estado, considerando as regiões e bacias

hidrográficas. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Pará, a maior dificuldade para uma boa gestão de corpos de água e do meio ambiente no estado é a implementação efetiva das diretrizes e dos instrumentos (PARÁ, 2021b).

Dentre as dificuldades encontradas, cita-se a criação dos comitês de bacia hidrográficas que, conforme o Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos do Pará (2022), existe no estado apenas um Comitê de Bacias Hidrográficas que é a do Rio Marapanim – CBHRM que abrange 12 municípios da Microrregião do Salgado. Quanto ao enquadramento dos corpos de águas superficiais no estado, o documento pontua que, enquanto não existir a elaboração de tal enquadramento, considera-se a classificação da Resolução CONAMA 357/2005 adotando rios classe 02, para o enquadramento das águas subterrâneas as classes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 396/2008, e , por fim, a Resolução CONAMA nº 430/2011 para despejo de efluentes (PARÁ, 2022)

Destaca-se que esses dois instrumentos da PERH-PA – Comitê de bacias hidrográficas e enquadramento dos corpos de água – necessitam de avanços significativos no estado, considerando sua dimensão territorial que reflete no uso da água e solo.

2.1.3 Dominialidade das Águas

Os recursos hídricos, como elementos do meio ambiente, são abrangidos pelo Art.225 da Constituição Federal de 1988 (CF) como “bem de uso comum do povo”, por esse motivo pertence a uma coletividade indeterminada. Ainda pela CF:

Artigo 20 – São bens da União Federal:

Inciso III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, assim como os terrenos marginais e as praias fluviais;

Artigo 26 - Incluem-se entre os bens dos Estados:

Inciso I: - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, as decorrentes de obras da União.

Para Alves Junior (2020), há uma clara distinção de diplomas legislativos para águas superficiais e subterrâneas, os quais tendem a ser unificados com o conceito de bacia hidrográfica. Nota-se que de forma geral é estabelecido em constituição que os rios transfronteiriços e os interestaduais são de domínio da União Federal, assim essa detém a

responsabilidade pela gestão e gerenciamento dos RH; enquanto que os rios inseridos dentro dos limites do estado são de domínio estadual, sendo esse responsável pelos aspectos administrativos do mesmo, exceto em casos de obras decorrentes de interesse federal.

A outorga, como instrumento da PNRH, está intimamente relacionada com a dominialidade das águas, visto que tem por objeto o bem de uso comum do povo, sendo o instrumento pelo qual o poder público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de uso sustentável do recurso (LIMA *et al.*, 2009). Dessa forma, o usuário deve atentar-se a dominialidade do RH ao realizar a solicitação de outorga para o órgão gestor, sendo esse a ANA em nível federal e as secretarias de meio ambiente para nível estadual.

2.2 PROCEDIMENTOS LEGAIS DE SOLICITAÇÃO DE OUTORGA

A emissão da outorga não se limita ao ato da autoridade competente de emitir um documento que permita que o requerente faça uso legal dos recursos hídricos, mas também responsabilizar o poder público em assegurar o uso racional e eficiente das águas para os diversos usos a que se destinam, compatibilizando as demandas às disponibilidades hídricas das respectivas bacias hidrográficas (ANA, 2014). A vista disso, os procedimentos legais de solicitações de outorga de direito de uso serão apresentados no âmbito nacional e conforme as diretrizes da Secretaria Estadual do Pará, em que os mesmos auxiliam requerente e regulamentador na gestão e gerenciamento de recursos hídricos.

2.2.1 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA

No âmbito nacional a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, é responsável por emitir outorgas de direito de uso para corpos hídricos sob o domínio da União, ou seja, aqueles que passam por mais de um estado brasileiro e/ou território estrangeiro.

Além de ter como referência a PNRH para definições de outorga, a ANA possui a Resolução nº 833/2011 que estabelece as condições gerais para os atos de outorga preventiva e de direito de uso de domínio da União; e a Resolução nº 1175/2013 que dispõe sobre os critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga, definidos como usos insignificantes. As condições gerais para atos de outorgas podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1. Condições gerais para atos de outorgas ANA

Usos sujeitos a outorga	Usos não sujeitos a outorga
Captações e derivações para consumo final, insumo de processo produtivo, transporte de minérios	Derivações, captações, lançamentos de efluentes em corpos d'água que se enquadrem nos limites da Res. ANA nº 1175/2013
Lançamentos de efluentes com fins de sua diluição, transporte ou disposição final, referentes a parâmetros de qualidade outorgáveis	As captações iguais ou inferiores a 86,4 m³/dia; os lançamentos de efluentes com carga máxima de DBO5,20 igual ou inferior a 1,0 kg/dia e lançamento máximo de efluente com temperatura superior à do corpo hídrico igual a 216 m³/dia (para lançamento de efluentes com temperatura superior à do corpo hídrico e inferior a 40°C)
Acumulações de volume de água que alterem o regime de vazões	Usos de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União destinados ao atendimento emergencial de atividade de interesse público
Aproveitamentos de potenciais hidrelétricos	Serviços que não alterem o regime de vazão dos corpos hídricos
Atividades de aquicultura em tanque-rede	Interferência - obras de travessia de corpos d'água, tais como pontes, passagens molhadas e dutos, além de interferências hidráulicas, como diques e soleiras de nível

Fonte: Res. ANA nº 833/2011 e Res. ANA nº 1175/2013.

O requerimento de outorga se constitui na solicitação para a obtenção de outorga preventiva, outorga de direito de uso ou DRDH, o qual deve ser encaminhado com os demais formulários assinados pelo interessado e encaminhado à ANA pelos correios (ANA, 2014). Atualmente, a agência elaborou uma nova ferramenta de solicitação de outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União, o Sistema Federal de Regulação de Usos – REGLA, o qual colabora para maior agilidade no processo de solicitação e análise de pedidos de outorga na ANA, sendo que esses são realizados online.

Para obtenção da outorga do uso de RH de domínio estadual nos Estados do Pará (PA), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Norte (RN) e Tocantins (TO) é necessário cadastrar o uso no Sistema REGLA, e posteriormente, dirigir-se ao respectivo órgão gestor no estado. Isso ocorre, pois, essas unidades da Federação adotam o cadastramento no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) entre seus procedimentos de solicitação de outorga.

2.2.2 Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS

2.2.2.1 Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 03/2008

Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências, resolve promover o uso racional de recursos hídricos relacionando as bases fundamentais do desenvolvimento sustentável; assegurar em todo o território do estado do Pará que a água seja controlada e utilizada por meio de padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e futuros, e gerenciada, respeitando os limites do ciclo hidrológico, o caráter multifinalitário e a diversidade de usuários.

A área de drenagem de um curso d'água ou lago, bacia hidrográfica, pela resolução, será empregada como unidade de gerenciamento, utilizando o critério de divisão do estado em regiões hidrográficas. As mesmas tem o uso de seus recursos hídricos regulamentado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/PA, por meio de um sistema de outorga de direitos de uso.

Em seu Art. 7º estabelece que os objetivos do regime de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos são assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos de água e o efetivo exercício do direito de acesso à água, dentro de cada região hidrográfica. Já no Art. 11º consta as considerações para deferimento do pedido de outorga em função do nível de disponibilidade hídrica da bacia/ região hidrográfica, enquanto que seu Art. 23º estabelece as obrigações dos outorgados (Quadro 2).

Quadro 2. Condições de deferimento de outorga e obrigações dos outorgados

Condições de deferimento de outorga a partir de disponibilidade hídrica da bacia	Obrigações dos outorgados
O volume outorgável: máximo volume que pode ser outorgado em um corpo hídrico, sendo composto pela soma do volume já outorgado com o volume ainda disponível para outorga	Cumprir as exigências formuladas pelo CERH - PA
A quantidade mínima de água: para prevenção da degradação ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos;	Atender à fiscalização, permitindo o livre acesso aos planos, projetos, contratos, relatórios, registros e quaisquer documentos referentes à concessão ou à autorização
A quantidade mínima de água: para manutenção das características de navegabilidade do corpo de água;	Construir e manter, quando e onde determinado pela autoridade outorgante, as instalações necessárias às

	observações hidrométricas das águas extraídas e lançadas
O balanço hídrico na área afetada: em seus aspectos quantitativos e qualitativos, e suas variações ao longo do tempo	Manter em perfeito estado de conservação e funcionamento os bens e as instalações vinculadas ao bem outorgado
O aumento de disponibilidade hídrica: gerada na(s) bacia(s) hidrográfica(s), quando couber, pela regulação, por exemplo, pelas barragens.	Não ceder a água captada a terceiros, com ou sem ônus, sem a prévia anuência da autoridade outorgante
-	Permitir a realização de testes e análises do interesse hidrogeológico, por técnicos credenciados pelo CERH - PA

Fonte: Resolução CERH 003/2008, Art.º 11 e Art.º 23

Ressalta-se no parágrafo único que serão consideradas as informações hidrológicas fornecidas pelo usuário, na ausência de dados oficiais dos órgãos gestores nacionais e estaduais, e sujeitas a comprovação pelo Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos. O art. 17º explica que a outorga não implica na alienação parcial das águas, mas no simples direito de uso, e o art. 20º determina os casos em que não serão emitidas outorgas:

- I - Lançamento de resíduos sólidos, radiativos, metais pesados e outros resíduos tóxicos perigosos e outros poluentes; e
- II - Lançamento de poluentes nas águas subterrâneas.

Quanto aos prazos de outorga serão respeitados até dois anos, para início da implantação do empreendimento objeto de outorga; até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado; e até trinta e cinco anos, para vigência da outorga de direitos de uso, que passam a valer a partir da data de publicação dos respectivos atos administrativos de autorização.

O art. 10º informa quais usos independem de outorga, sendo eles em caso de satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural; derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; e acumulações de volumes de água consideradas insignificantes. No art. 13º da PERH é pontuada a necessidade de tais considerações de insignificância serem validadas por decisão dos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas ou órgão gestor dos recursos hídricos, no caso de inexistência de Comitês.

2.2.2.2 Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 10/2010

Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos e dá outras providências. Em seu art. 2º estabelece como objetivo que toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo d'água estiver enquadrado, quando for o caso, respeitará também a manutenção de condições adequadas ao transporte hidroviário, sendo observadas também, as regras estabelecidas nos Marcos Regulatórios e os limites definidos nas Alocações Negociadas de Água.

Na §2º do art. 2º é pontuado que as outorgas de diluição de efluentes asseguram a disponibilidade hídrica necessária à diluição dos parâmetros de qualidades outorgáveis, ficando a cargo do licenciamento ambiental a autorização para o lançamento do efluente pretendido.

Quanto aos procedimentos de análise de demanda e disponibilidade hídrica, para esgotamentos sanitários a avaliação deverá considerar os processos de tratamentos de esgotos empregados, a eficiência no abatimento da carga orgânica, a população atendida, as parcelas referentes aos setores comercial e industrial e os horizontes de projeto; já para efluentes industriais acrescenta-se a análise dos processos industriais e a temperatura dos efluentes na análise, ressalta-se que a tipologia e porte do empreendimento devem sempre ser verificados.

Os parâmetros de qualidade de água outorgáveis para fins de diluição de efluentes são: Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20}, Coliformes Termotolerantes e, em locais sujeitos à eutrofização, o Fósforo ou o Nitrogênio. Sobre a vazão de referência para análise de disponibilidade hídrica superficial dos pedidos de outorga, o padrão adotado no estado segue os critérios da §3º do Art. 14º da presente resolução (Quadro 3).

Quadro 3. Análise de disponibilidade hídrica a partir de critérios da vazão de referência

I	O padrão de vazão de referência para análise de disponibilidade hídrica superficial dos pedidos de outorga é a vazão com 95% de permanência
II	O somatório das vazões de captação, outorgadas e independentes de outorga devidamente cadastradas, ficará limitado a 70% da vazão de referência e será aplicado em corpos hídricos perenes e perenizados e a reservatórios implantados em corpos hídricos perenes e intermitentes
III	O somatório das vazões indisponíveis, outorgadas e independentes de outorga devidamente cadastradas, ficará limitado a 30% da vazão de referência e será aplicado em corpos hídricos perenes e perenizados
IV	O limite máximo individual padrão de captação a ser outorgado é de até 20% da vazão de referência

V	O limite máximo individual padrão de captação a ser outorgado em reservatórios com regularização de vazão é de até 100% da vazão regularizada com noventa e cinco de garantia (Qreg95), desde que 70% da Q95 sejam garantidos no leito do rio a jusante do barramento, como descarga de fundo ou qualquer outro dispositivo.
VI	O limite máximo individual padrão de vazão indisponível é de 10% (dez por cento) da vazão de referência, calculado para cada parâmetro de qualidade outorgável

Fonte: Resolução CERH nº10/2010

No art. 14º §7º são documentadas as observações que devem ser realizadas para pedidos de outorga de efluentes e consistem em:

I - A critério do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, poderá ser exigido estudo hidrológico para analisar a capacidade de autodepuração do corpo hídrico receptor.

II - Os parâmetros de qualidade outorgáveis devem estar dentro dos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

III - O oxigênio dissolvido do corpo hídrico receptor deve estar dentro dos limites da respectiva classe de enquadramento, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

IV - A critério do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, poderá ser solicitado plano de monitoramento do corpo hídrico, respectiva metodologia de coleta e análise, de caracterização dos pontos de monitoramento e de periodicidade das análises.

V - As amostras de efluente devem ser coletadas sem mistura com água de melhor qualidade, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

Acerca da renovação de outorga de direito de uso deverá apresentar requerimento junto ao Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, com antecedência mínima de 6 (seis) meses do término de validade da outorga, para ter possibilidade de continuar exercendo a sua prioridade no uso dos recursos hídricos outorgado. A outorga preventiva de uso de recursos hídricos não é passível de renovação e sua alteração pode ocorrer a pedido do requerente ou por interesse público a qualquer momento dentro do período de vigência da outorga.

A dispensa de outorga e a declaração de Dispensa são regulamentadas, respectivamente, pela Resolução 009/2010 e Resolução 008/2008 do CERH em que a última estabelece que os responsáveis pelos empreendimentos considerados dispensados de outorga deverão solicitar ao órgão gestor dos recursos hídricos a Declaração de Dispensa de Outorga em formulário próprio disponibilizado pelo órgão. Além disso, ressalta no Art.2º que tal declaração não isenta o

usuário do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos, regulamentado pela Resolução do CERH nº. 006, de 03 de setembro de 2008.

No quadro 4 encontra-se as atividades consideradas de uso insignificantes, de acordo com a Res. CERH 009/2010:

Quadro 4. Usos insignificantes– Dispensa de outorga

Captção superficial que não exceda a vazão máxima de 86 m³/dia, com a vazão instantânea máxima de 1L/s, para qualquer uso, sendo que há ressalvas para locais em situação de escassez hídrica
Extração subterrânea para abastecimento residencial unifamiliar; até o máximo de 40m³/dia para uso residencial; até o máximo de 5 m³/dia para os demais usos
Lançamentos estão sujeitos análise específica por parte do órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos para identificar as relações entre demanda e disponibilidade hídrica do corpo hídrico que sofrerá intervenção, considerando para todos os casos a natureza e o cálculo da carga poluidora.
Casos de obras emergenciais de infraestrutura pública, com prazo de execução estabelecido na emissão da Declaração de Dispensa de Outorga.

Fonte: Resolução CERH 009/2010.

2.2.2.3 Resolução Conselho Nacional Recursos Hídricos nº 140/2012

A SEMAS/PA possui como diretriz para a análise de outorga de diluição de efluentes a Resolução Federal Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 140/2012, a qual estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de águas superficiais. Ainda pela resolução, considera-se vazão de diluição a vazão do corpo de água necessária para diluição da carga de determinado parâmetro adotado contido no efluente, de modo que o corpo de água, após a mistura com o efluente, atenda ao enquadramento estabelecido ou à meta intermediária.

A técnica do balanço de massa elaborada por Antonie Lavoisier (1789) é uma ferramenta essencial para compreensão de sistemas ambientais, permite uma avaliação quantitativa do fluxo de matéria e energia para o interior ou exterior desses sistemas. Sua aplicação é diversificada e foi adequada à formulação da vazão de diluição e se encontra no anexo da Resolução CNRH nº 140/2012 (Equação 1).

$$Q_{dil} = Q_{ef} * \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})} \quad (Eq.1)$$

Em que:

Q_{dil} = vazão de diluição para determinado parâmetro adotado de qualidade no ponto de lançamento (m^3/h);

Q_{ef} = vazão do efluente que contém o parâmetro adotado de qualidade analisado (m^3/h);

C_{ef} = concentração do parâmetro adotado de qualidade no efluente (mg/L);

C_{perm} = concentração permitida para o parâmetro adotado de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento (mg/L);

C_{nat} = concentração natural do parâmetro adotado de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento (mg/L).

Rodrigues (2017) pontua que não há uma unificação nos critérios de avaliação das outorgas de lançamento de efluentes, cada estado utiliza um método para determinação da vazão de diluição necessária para o deferimento dos processos de outorga de lançamento.

Lisboa *et al.* (2019) ao desenvolver um sistema para análise de outorgas de captação de águas de água e diluição de efluentes aplicado à bacia hidrográfica do rio Piracicaba (MG), através da tecnologia open source, concluiu que o sistema determina de forma consistente a disponibilidade hídrica outorgável ao longo da hidrografia e as vazões de diluição indisponível pelos lançamentos, além de identificar trechos dos cursos d'água com disponibilidade hídrica crítica, fornecendo subsídios para análises das outorgas quali-quantitativas dos recursos hídricos na bacia.

Stinghen e Mannich (2019) desenvolveram um diagnóstico de outorgas de captação e lançamento de efluentes no Paraná e impactos dos usos insignificantes, o qual demonstrou ser um bom indicador econômico, caracterizando os diferentes usos da água em cada região paranaense, além disso, concluiu que a gestão de recursos hídricos no Paraná está adequada em relação ao tratamento dos usos insignificantes, não representando uma ameaça à disponibilidade dos recursos hídricos do estado.

Martins *et al.* (2021) realizou uma avaliação da gestão dos recursos hídricos do Estado do Pará com uma proposta metodológica à outorga de diluição de lançamento de efluentes, utilizando a bacia hidrográfica do rio Paracuri em Belém do Pará como estudo de caso. Dentre as conclusões de tal estudo destaca-se a inviabilidade da implementação dos instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos devido à falta de recursos financeiros e humanos encontrada no CERH; além disso a proposta metodológica para aperfeiçoamento das análises de outorga para diluição de lançamentos de efluentes, somadas a atual metodologia, apresenta um importante passo para melhoria da qualidade dos recursos hídricos da bacia do Paracuri e do Estado em geral.

Rodrigues (2017) analisou o cenário de outorgas de lançamento concedidas no município de Belém pela SEMAS, no período de 2013 a 2016 e constatou que existem 24 outorgas vigentes no município de Belém, o corpo hídrico com maior quantidade de pontos de lançamento foi o Igarapé/Canal de Val-de-Cans, a bacia urbana com maior vazão indisponível é a Bacia do Una. A autora ressalta que o estudo trata apenas dos dados oficiais da SEMAS, o que não evidencia as reais condições dos corpos hídricos, visto que existem muitos lançamentos que não estão regularizados.

2.2.3 Resoluções CONAMA

A resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Considera, entre outros aspectos, que a saúde, o bem estar humano e o equilíbrio aquático não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas, além disso, pontua que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida.

Em seu Art. 2º é abordada algumas definições importantes que norteiam a temática de efluentes, tais como carga poluidora que é a quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor; assim como condições de lançamento, que são condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamento de efluentes no corpo receptor. A compreensão de tais conceitos são essenciais as concessões de outorga de diluição, como também o entendimento de padrões de qualidade de água e seus enquadramentos.

Em complemento a resolução nº 357/2005 e alterando-a, parcialmente, a resolução 430/2011 dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão de lançamentos de efluentes em corpos de água receptores. Em seu art. 3º determina que efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e obedecendo às condições dispostas na resolução e em outras normas aplicáveis.

Dentre os conceitos abordados no Capítulo I da resolução CONAMA 430/2011, destaca-se a capacidade de suporte do corpo receptor que é valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento; e efluente sendo o termo utilizado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos.

Das condições e padrões de lançamento de efluentes o Art. 16 estabelece os padrões de lançamento de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5. Padrões de lançamento de efluentes

pH entre 5 a 9
Temperatura inferior a 40°C, com variação que não exceda 3°C na zona de mistura
Materiais sedimentáveis: até 1 ml/L em teste de 1 hora em cone Imhoff
Qmáx. de lançamento de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária poluidor
Controle de óleo e graxas: minerais (até 20mg/L) e vegetais/gorduras animais (até 50mg/L)
Ausência de materiais flutuantes
DBO(5,20°C) com remoção mín. de 60%, podendo o limite ser reduzido em caso de estudo de autodepuração do corpo receptor que comprove atendimento de enquadramento

Fonte: Res. CONAMA 430/2011

O Art. 21 complementa que para efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários a DBO (5 dias a 20°C) deve ter o máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

2.3 IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES

O Estatuto das Cidades, pela Lei 10.257/2011, estabelece que o gerenciamento das cidades deve considerar os interesses da população e poder público de modo a garantir o bem estar coletivo e ambiental (BRASIL, 1988). Em seu trabalho sobre planejamento urbano e ambiental focado na área de saneamento Chagas & Pasqualetto (2024) citam que o planejamento urbano das cidades tem reflexo na saúde da população, visto que a inadequada utilização do solo e seus recursos resulta em riscos ambientais.

Para Pastre *et al.* (2023) a ausência de sistemas de esgotamento sanitário e de tratamento adequado dos efluentes gera situações em que esses correm a céu aberto e, por vezes, são conduzidos para galerias de águas pluviais, contaminam os córregos, rios e mananciais, afetando as condições de saúde e qualidade de vida da população. No município de Foz Iguaçu

-PR, Alparone (2023) identificou que regiões com grandes implantações de empreendimentos possuem tendência a expansão urbana, o que pode ocasionar pressões exacerbadas nas estruturas de saneamento.

Doenças de Veiculação Hídrica (DVH) cuja transmissão é fecal-oral, como a gastroenterite, hepatite infecciosa, amebíase, e também as causadas por verminoses e protozoários estão propensas a ocorrência em áreas de saneamento precário cuja potabilidade de água é inadequada. Aparecida *et al.* (2022) comenta que a deficiência no saneamento favorece o risco de DVH, em que a transmissão por protozoários é favorecida por chuvas intensas, inundações e fossas sépticas transbordando.

Os ecossistemas aquáticos são desequilibrados conjuntamente pelo despejo inapropriado de efluentes, dado que tais substâncias são ricas em matéria orgânica podendo provocar excesso de nutriente e encaminhar a um estado de eutrofização. A Bacia Hidrográfica do rio Bacanga (BHRB) localizada no Maranhão apresentou condição de eutrofização, níveis de surfactantes altos e índice da qualidade da água para proteção da vida aquática consideradas péssimas, de acordo com pesquisa realizada por Duarte Dos Santos *et al.* (2017), em que tais fatores foram associados ao processo de urbanização e lançamentos de esgoto in natura que comprometem a qualidade desse ecossistema.

A Lei nº 14.026/2020 introduz o Novo Marco do Saneamento Básico que, entre outras inovações, pretende viabilizar a universalização dos serviços básicos de saneamento assegurando o atendimento a 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até o ano de 2033 (BRASIL, 2020). A referida lei dialoga com um dos Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU até 2030, mais precisamente a ODS 6 com a meta 6.2 e 6.3, em que a primeira visa alcançar o acesso de todos ao saneamento e à higiene, e a última visa melhorar a qualidade da água através da redução de poluição e redução de despejos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas (UN WATER, 2021).

Entende-se que a garantia de saneamento básico proporciona qualidade de vida nos aspectos socioeconômicos e ambientais, todavia, atualmente, as populações marginalizadas e em situação de vulnerabilidade estão mais suscetíveis a impactos ambientais negativos, visto que as metas estabelecidas pela ONU (2015) e Lei nº 14.026 (2020) tem retrocedido. Dados do GTSC A2030 (2023) indicam que apenas 55,8% da população tem acesso à rede pública de esgotamento sanitário no Brasil, em que o índice de tratamento de esgoto é de 51,2%, ademais,

a quantidade de efluente lançado na natureza sem tratamento aumentou de 4.84 milhões m³ (2020) para 4.86 milhões m³ (2021).

Pelos trabalhos de Fracalanza et al. (2023) e Da Silva Costa *et al.*, (2022) conclui-se que o Estado é responsável pela prestação de serviços básico de saneamento que forneça uma boa gestão que atenda as demandas sociais, com apoio da iniciativa privada quando necessário, em que essa governança discipline o uso da água entre usuários. Reforçar a articulação de políticas de saneamento com as de recursos hídricos é um caminho para fomentar o alcance das metas mencionadas (GTSC A2030, 2023), dessa forma a outorga de direito de uso, como instrumento da PNRH, apresenta-se como auxiliadora ao planejamento urbano e ambiental, assim como à garantia da qualidade de água para seus múltiplos usos.

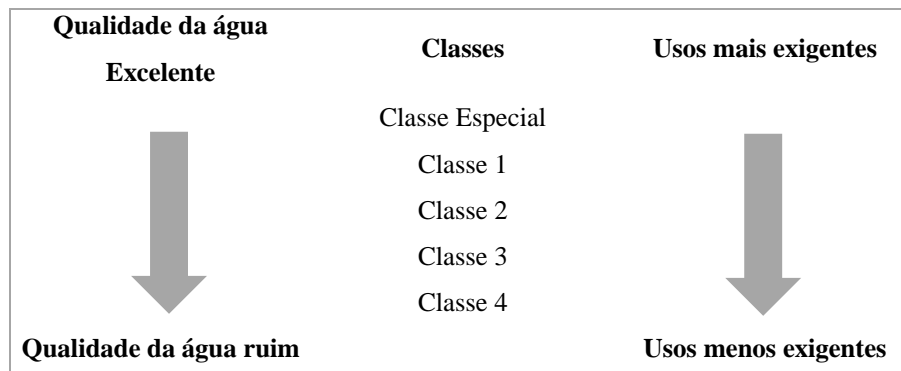
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA

O fornecimento adequado de água, em termos de quantidade e qualidade, é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico com reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população, uma vez que se encontra envolvido com o controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos e aumento da expectativa de vida e produtividade econômica (ARAUJO *et al.*, 2022).

A diretriz de qualidade da água tem sido tema de estudos relevantes acerca da manutenção desse recurso para seus usos preponderantes em bacias hidrográficas urbanas, de modo a garantir uma gestão sustentável para os diversos usuários. Para Isabelle *et al.* (2011) a grande motivação para a implantação de um sistema de gestão da qualidade da água é exatamente a possibilidade da opção por formas de convivência harmônica entre a ocupação da bacia hidrográfica e os usos da água, com uma expectativa socialmente aceitável do risco de degradação.

De acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005 as classes de qualidade para água doces, salobras e salinas são divididas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4, em que a classe especial deve manter suas características naturais preservadas, não sendo permitidas o lançamento de efluentes mesmo que tratados. As demais classes são admitidas níveis crescentes de poluição, conforme aumenta o nível de classe menos restritivo fica seu uso, dessa forma percebe-se uma diminuição na qualidade da água (Figura 1).

Figura 1. Classes de enquadramento, usos e qualidade da água.



Fonte: Brasil (2005).

Os parâmetros químicos, físicos e biológicos para análise de água variam de acordo com as particularidades de cada finalidade de uso, dentre as principais caracterizações tem-se para: águas para abastecimento, águas residuárias e corpos d'água receptores. Para águas residuárias brutas são analisadas a temperatura, pH, alcalinidade, nitrogênio; enquanto que para águas residuárias tratadas tem-se a análise do nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, organismos indicadores, algas e bactérias em decomposição, se necessário, conforme uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, adiciona-se o parâmetro de micropol. orgânico e inorgânico para ambas (VON SPERLING, 1996).

As residências no geral geram efluentes domésticos, que são os resíduos líquidos provenientes de diversos usos de banheiros, cozinha e lavanderia, os quais, apesar de não terem o mesmo perfil poluidor de efluentes industriais, ainda podem causar danos ao meio ambiente. As indústrias, por outro lado, geram resíduos líquidos ou gasosos decorrentes de seus processos de fabricação, dependendo do ramo de atuação, esse efluente pode conter substâncias tóxicas ou de difícil degradação que necessitem de um grau de tratamento maior que o usual, a fim de garantir o adequado lançamento e diminuição do impacto ambiental, sobretudo, aos recursos hídricos.

Dentre as soluções de tratamento de efluente para residências as mais usuais continuam sendo a fossa séptica, sobretudo, para locais sem a presença de redes coletoras de esgotos; já para outros tipos de empreendimento como indústrias, hospitais, estabelecimentos comerciais e até mesmo grandes condomínios residenciais, devido a evolução de legislações e suas exigências, soluções tecnológicas ganham destaque com alternativas a partir de tratamentos biológicos e/ou físico-químico, por meio de Estações de Tratamento de Esgotos – ETE's.

Os esgotos de uma cidade possuem diferentes vazões de contribuição oriundas de esgotos domésticos, águas de infiltração e despejos industriais. Para a vazão de esgoto doméstico tem-se o consumo médio per capita de água de um indivíduo (QPC - Quota Per Capita) como referência para vazão média de esgotos. A produção de esgotos corresponde aproximadamente ao consumo de água, sendo adotado usualmente um valor de 80% ($R = 0,8$) de coeficiente de retorno (VON SPERLING, 1996).

A quantidade de esgoto é somada também à vazão de infiltração e vazão industrial, em que a primeira ocorre por meio de tubos, conexões e/ou paredes de poços de visita das redes esgotamento, já a segunda depende do tipo e porte da indústria.

A Norma Técnica da CPRH n° 2001, que dispõe sobre controle de carga orgânica em efluentes líquidos industriais, conceitua carga orgânica como a quantidade de matéria orgânica expressa em massa por unidade de tempo (kg.DBO/dia ou kg.DQO/dia), transportada ou lançada num corpo receptor, ou sistema de tratamento de águas residuárias, calculadas através da vazão média diária efluente (PERNAMBUCO, 2003).

Enquanto que a carga per capita representa a contribuição de cada indivíduo (expressa em termos de massa do poluente) por unidade de tempo, a qual mais usual é a de g/hab.dia. Von Sperling (1996) estabelece as seguintes relações entre carga e concentração:

$$carga = concentração \times vazão \quad (Eq.2)$$

$$carga = população \times carga \text{ per capita} \quad (Eq.3)$$

A DBO retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria carbonácea, sendo essa utilizada como principal parâmetro legislativo acerca dos limites para lançamento, logo, a concentração de um despejo pode ser obtida através do rearranjo das mesmas relações dimensionais.

O lançamento de efluentes pode ocasionar grande decréscimo de oxigênio dissolvido, a depender da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do corpo hídrico receptor.

2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas ou bacias de drenagem, como citado anteriormente, são as unidades territoriais de planejamento e gerenciamento das águas segundo a PNRH, logo, conhecer suas características torna-se imprescindível para melhor gestão e gerenciamento de

recursos hídricos. Dessa forma, tem-se bacia hidrográfica como uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água tal que toda vazão afluente seja descarregada através de um único ponto de saída denominado de exultório.

Para Tucci (2004), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exultório.

A bacia hidrográfica tem seu comportamento hidrológico influenciado por fatores climáticos – precipitação, transpiração e evaporação; e fisiográficos - geologia e topografia da superfície de infiltração, tipo e uso do solo e características físicas da bacia (HARTWIG, 2012). O interflúvio ou divisores de águas são as linhas de separação que dividem as precipitações que caem em bacias vizinhas, une os pontos de máxima cota entre bacias, fazendo assim a sua delimitação.

2.5.1 Regiões Hidrográficas Brasileiras

O Brasil é composto por 12 regiões hidrográficas instituídas pela Resolução nº32 do CNRH de 15 de outubro de 2003, que conceitua regiões hidrográficas como bacias, grupos de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares.

Tal critério de divisão regional visa orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos em todo país, respeitando, também, alguns limites geopolíticos. As regiões hidrográficas brasileiras são: Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Tocantins-Araguaia, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná e Uruguai (Figura 2).

Figura 2: Regiões Hidrográficas do Brasil



Fonte: Adaptado SNIRH (2021).

A RH Amazônica está inserida na Bacia Amazônica, possui uma área de aproximadamente 3.870 mil km², correspondendo a aproximadamente 45% do território brasileiro, contam cerca de 9.694.728 hab. (IBGE, 2010), o que equivale a apenas 5,1% da população nacional. Abrange os Estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará e Mato Grosso, contém uma alta disponibilidade hídrica devido a sua extensa rede hidrográfica, em que se destacam os rios: Purus, Juruá, Xingu, Solimões, Madeira, Negro e Guaporé (ANA, 2015).

A rica vegetação e índices pluviométricos médios anuais elevados contribuem, também, para que a RH Amazônica apresente uma disponibilidade hídrica avantajada quando comparada com outras regiões. A precipitação média anual na RH Amazônica é de 2.205 mm, cerca de 25% a mais do que a média nacional (1.761 mm). A disponibilidade hídrica superficial é de

73.748 m³/s, o que corresponde a 81% da disponibilidade superficial do país (91.071 m³/s). A vazão média é de 132.145 m³/s, correspondendo a 74% da vazão média nacional (179.516 m³/s), e a vazão de retirada (demanda total) é 78,8 m³/s (3% da nacional) (ANA, 2015).

A disparidade entre contingente populacional, demanda e oferta de reservas hídricas podem ser melhor observadas na tabela a seguir (Tabela 1), em que são pontuadas as disponibilidades hídricas superficiais e população das regiões hidrográficas.

Tabela 1. Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas

Regiões Hidrográficas	Disponibilidade Hídrica (m³/s) *	População (hab.)
Amazônica	73.748	9.694.728
Atlântico Leste	305	15.066.543
Atlântico Nordeste Ocidental	320,4	6.244.419
Atlântico Nordeste Oriental	91,5	24.077.328
Atlântico Sudeste	1.145	28.236.436
Atlântico Sul	647,4	12.976.554
Paraguai	782	2.165.938
Paraná	5.956	61.290.272
Parnaíba	379	4.152.865
São Francisco	1.886	14.289.953
Tocantins-Araguaia	5.447	8.572.716
Uruguai	565	3.922.873

*A disponibilidade hídrica equivale à vazão com permanência de 95% e, no caso de presença de reservatórios, à vazão regularizada acrescida do incremental de Q95. Fonte: (ANA, 2015).

Após a RH Amazônica, a RH Paraná destaca-se com a segunda maior disponibilidade hídrica nacional e a maior parcela populacional do território, seguida da RH Tocantins-Araguaia que é a terceira em disponibilidade hídrica, entretanto, possui uma população menor que a da RH Amazônica. Já a RH Atlântico Nordeste Oriental possui a terceira maior população, mas em contrapartida a menor disponibilidade hídrica das regiões.

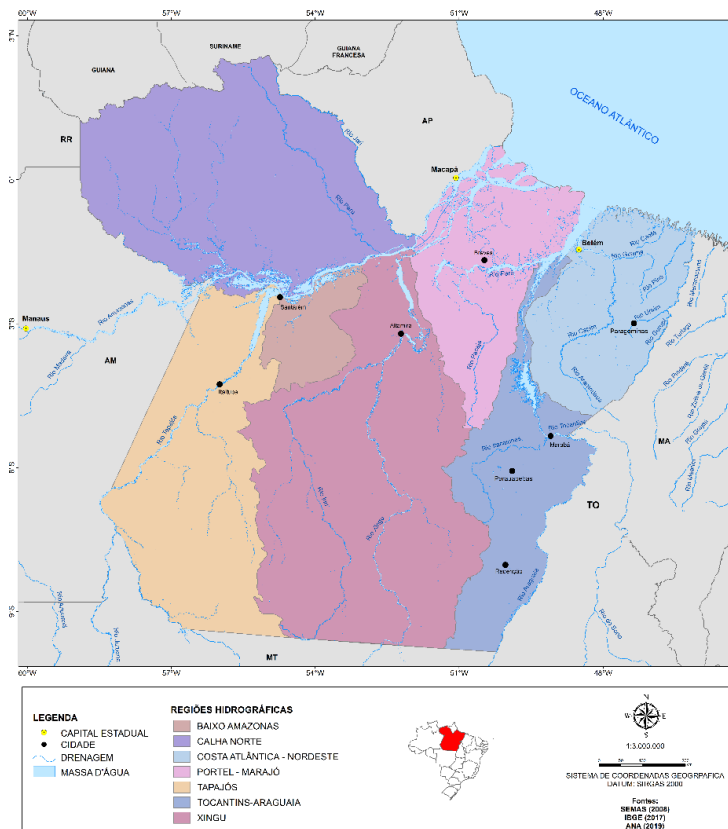
Em seu estudo sobre balanço patrimonial dos RH em relação as regiões hidrográficas do Brasil, Pereira (2019) pontua que o país possui reserva de água bastante satisfatória, porém

a proporcionalidade dessas é demasiadamente heterogênea. Ressalta a necessidade de mudanças, visto que todas as regiões analisadas estão acima do consumo sustentável 40,15 m³ de água per capita anual, e em sua projeção de consumo de água para o ano 2050, algumas regiões apresentaram déficit hídrico como a RH Tocantins-Araguaia.

2.5.2 Regiões Hidrográficas do Estado do Pará

O Estado do Pará está inserido em três das RHs brasileiras sendo elas: Amazônica (73%), Tocantins-Araguaia (23%) e Atlântica Nordeste Ocidental (4%), podendo-se afirmar que essa unidade da federação é privilegiada quanto a disponibilidade hídrica (PARÁ, 2021a). A Resolução CERH n° 04 de 03 de setembro de 2008 dividiu o Pará em sete regiões hidrográficas, as quais são as principais unidades de análises dos recursos hídricos, denominadas Macrorregiões Hidrográficas (MRHs): Região da Calha Norte, Região do Tapajós, Região do Xingu, Região do Tocantins-Araguaia, Região de Portel Marajó e Região da Costa Atlântica-Nordeste (Figura 3).

Figura 3. Regiões Hidrográficas (RH) do Estado do Pará.



Fonte: SEMAS (2021).

As MRHs foram subdivididas em 26 Unidades Hidrográficas de Planejamento (UPLANs), além disso, para auxiliar a representação de informações do estado, o Art. 01º do Decreto 1.066 de 2008 estabelece a segregação em Regiões de Integração (RI), que auxilia o planejamento territorial, socioeconômico, político e cultural, agrupando as regiões que tenham tais características semelhantes e que possam se integrar de forma a serem partícipes do processo de diminuição das desigualdades regionais.

Assim, o Pará foi dividido em 12 RI correspondendo a: Araguaia, Baixo Amazonas, Carajás, Guajará, Guamá, Lago do Tucuruí, Marajó, Rio Caeté, Rio Capim, Tapajós, Tocantins, Xingu. A região de integração Guajará é formada pelo município de Belém, Ananindeua, Benevides, Marituba e Santa Barbara, os quais, juntos, correspondem a 25% da população do estado com cerca de 2.269.233 habitantes. Tal região possui um índice de 63,86% da população com atendimento de abastecimento de água, 21,48 % de atendimento de esgotamento sanitário, ambos acima do índice estadual para esses serviços, 44,25% e 7,98%, respectivamente.

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Pará – PERH/PA, as regiões metropolitanas e áreas de atividades agropecuárias merecem atenção no planejamento já que possuem uma demanda hídrica alta e crescente no estado (PARÁ, 2021a). A população no estado corresponde a 8.777.124 habitantes (IBGE, 2021), a qual demanda serviços estruturais de saneamento relevantes, causando preocupações ambientais, como por exemplo, quanto ao tratamento de águas residuárias gerados e os locais onde os mesmos são dispostos, visto que a disposição inadequada de efluentes pode ocasionar problemas de teor socioeconômicos e saúde pública.

O município de Belém, apesar de apresentar maiores índices de saneamento e habitação quando comparado aos demais componentes da RI Guajará, ainda está muito longe dos valores nacionais. O Brasil apresenta 82,96% de população com acesso a abastecimento de água, quanto Belém conta com 76,84%; já para acesso a esgotamento sanitário o Brasil tem 54,99% contra apenas 20,17% do município paraense em questão (FAPESPA, 2023).

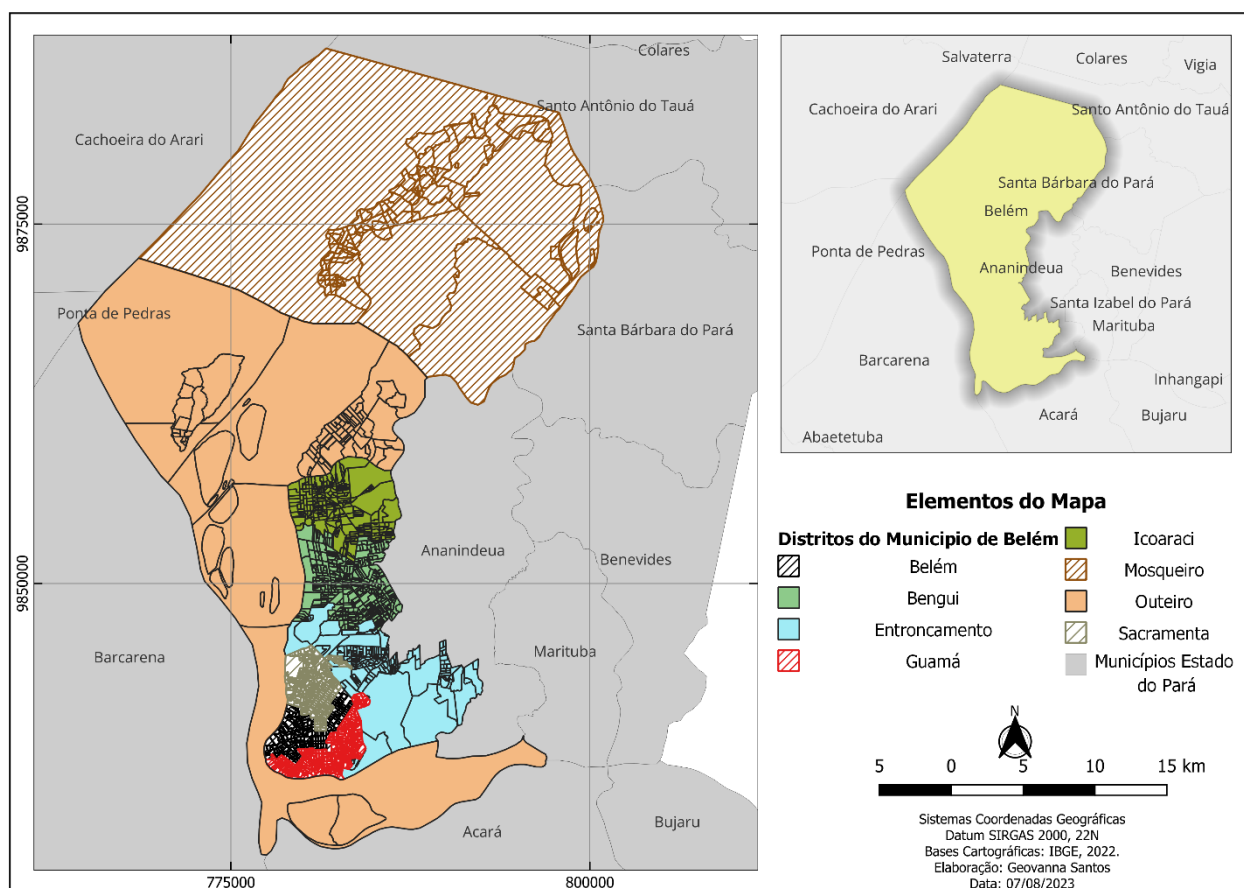
As bacias hidrográficas de Belém são formadas por lagos, rios e igarapés que entrecortam os ambientes urbano e rural, esses cursos d'água por vezes são utilizados como locais de despejo de efluentes. O plano diretor de Belém indica que as bacias hidrográficas dos municípios devem ser adotadas como Unidades de Planejamento da Política Municipal de Belém e, afim de garantir a eficiência dos serviços de abastecimento de água, o município deve divulgar e difundir políticas de conservação e uso da água nas bacias hidrográficas (BELÉM, 2008).

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se no município de Belém, capital do estado do Pará, a qual atualmente, pela estimativa do IBGE (2022), contém cerca de 1.303.389 habitantes residentes e possui área territorial de 1.059,548 km² (Figura 4).

Figura 4. Distritos do Município de Belém.



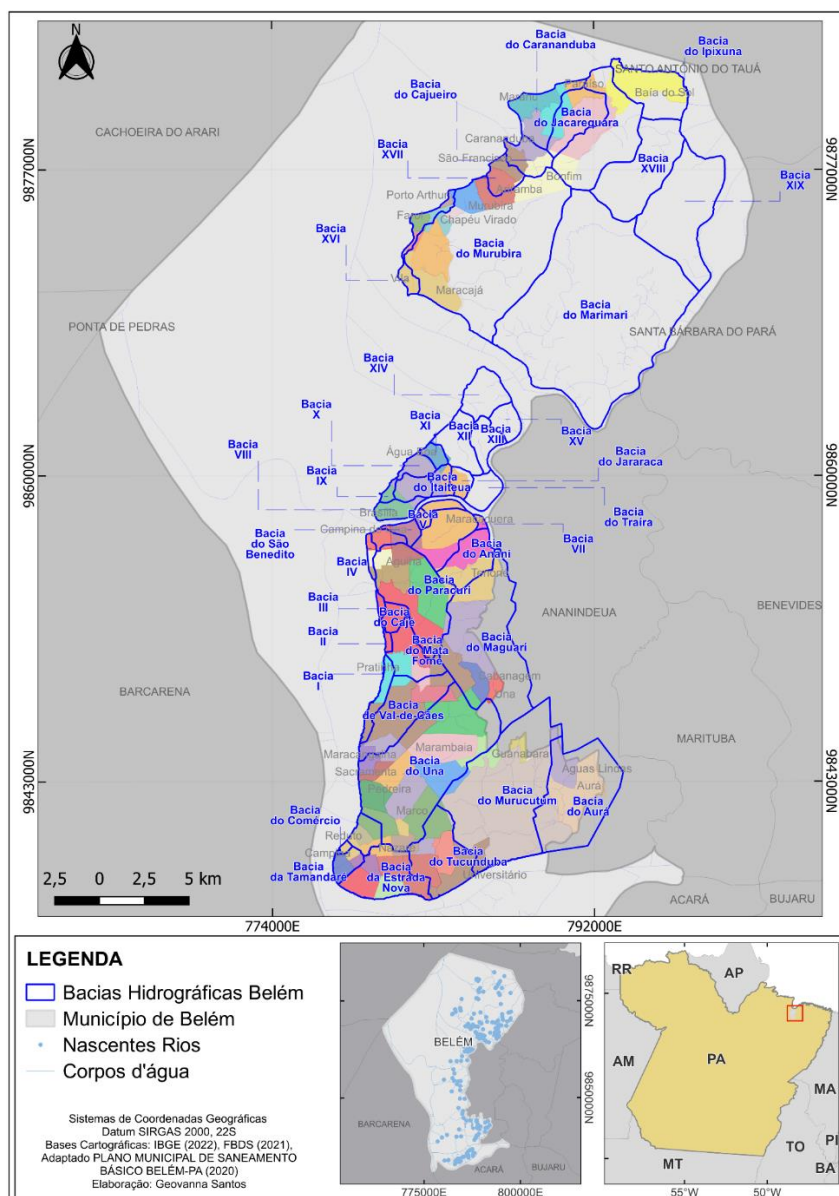
Fonte: Autora, 2023.

De acordo o Instituto Trata Brasil (2023) o município de Belém ocupa a 96^o posição no Ranking do Saneamento para Indicadores de Atendimento Total de Esgoto, estando entre os 10 piores municípios a oferecer esse serviço, na 98^o posição está o município de Ananindeua que no ano anterior era o pior do ranking para esse serviço. O estudo é baseado nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2021), o qual indica que o menor percentual de população atendida com serviço de coleta de esgoto foi no município de Macapá, também localizado na região norte.

O município de Belém possui a parte continental prioritariamente em cotas inferiores a 4 metros, o que favorece a existência de terrenos alagados ou sujeitos a inundações, de forma intermitente ou permanente, além disso, é possível identificar corpos hídricos cortando o município formando os canais principais os quais desaguam nas porções da baía do Guajará.

A avenida Augusto Montenegro atravessa algumas das principais bacias hidrográficas do município e contém a presença de muitas residências e empreendimento ao redor da via, assim, à medida que as ocupações vão expandindo no eixo Entroncamento-Icoaraci as pressões ambientais aumentam. Na figura 5 é possível visualizar as 47 bacias hidrográficas do município, bem como os bairros que se encontram sobre elas (Prefeitura Municipal de Belém, 2020).

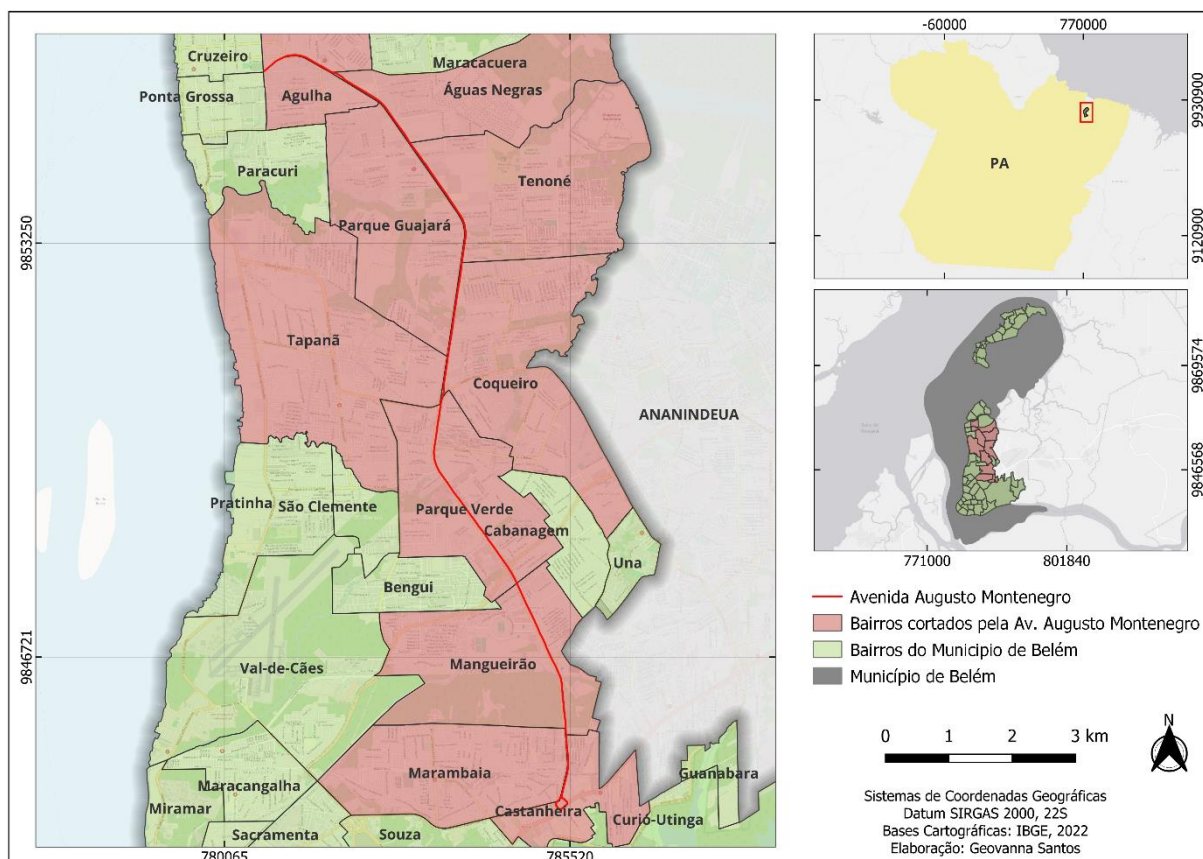
Figura 5. Bacias hidrográficas do Município de Belém



Fonte: Autora, 2024.

A área de estudo foi delimitada entre o Complexo Viário do Entroncamento, de coordenadas geográficas $1^{\circ}24'22.78''\text{S}$ e $48^{\circ}26'7.78''\text{O}$, e o cruzamento da Av. Augusto Montenegro com a Rua Dois de dezembro no distrito de Icoaraci, de coordenadas geográficas $1^{\circ}18'6.92''\text{S}$ e $48^{\circ}28'39.67''\text{O}$ (Figura 6).

Figura 6. Delimitação da Área de Estudo



Fonte: Autora, 2023.

A Avenida Augusto Montenegro atravessa cerca de 14 bairros de Belém e possui 15 km de extensão, fazendo parte dos distritos Bengui, Entroncamento e Icoaraci com população residente de 577.105 habitantes segundo o IBGE (2010).

Mendes (2018), após pesquisas com alguns órgãos municipais, afirma que a Augusto Montenegro é uma Avenida, conforme a Lei Municipal nº 6.387 de 13/06/1967, a qual foi criada na década de 70 para homenagear um importante político do Pará, Sr. Augusto Montenegro, a Avenida tomou lugar do Ramal ferroviário do Pinheiro que proporcionou grande importância à produção espacial e um maior fluxo de pessoas e mercadorias de Belém à Icoaraci.

Ainda, segundo o autor, esse processo inicial de ocupação ficou a cargo da prefeitura e deveria ser acompanhado de alocação de serviços como iluminação pública, sistema de esgoto,

abastecimento de água, implantação de praças, transporte coletivo, comércios, postos de saúde, etc. Essa implantação foi demorada, como na maioria dos outros 28 conjuntos habitacionais ali implantados, fato que motivou muitas famílias a deixarem o conjunto, porém é impossível negar a importância dessa construção para a ocupação da área periférica da cidade.

Dias (2014), por outro lado acredita que a instalação de novos empreendimentos na região traz uma nova configuração espacial para a área, já que onde se encontrava um local de expansão preponderantemente espontânea, com uma população elevada, mas um baixo poder de renda, passa-se a ter espaços com empreendimentos privativos ancorados em uma rede crescente de serviços, fluxo de mercadorias e pessoas, estimuladas pela expansão propiciada pela ação de grandes construtoras e imobiliárias.

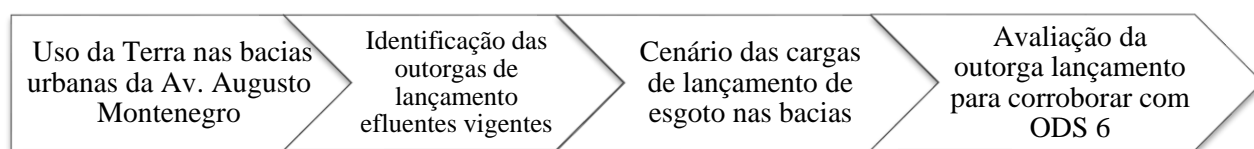
4. METODOLOGIA

O estudo apresenta uma metodologia mista de natureza qualitativa e quantitativa que de acordo com Giddens (2012), tem como principal objetivo uma compreensão e explicação mais ampla do tema abordado.

4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

O estudo foi executado em 4 etapas principais:

Figura 7. Esquema das etapas metodológicas



Fonte: Autora, 2023.

4.1.1 Uso da Terra nas bacias urbanas da Av. Augusto Montenegro

Após delimitar a área de estudo tendo como referência a Avenida Augusto Montenegro coletou-se os dados de Uso e Ocupação da Terra da plataforma MapBiomas que é uma rede colaborativa que produz mapeamento anual da cobertura e uso da terra e monitoramento da superfície de água e cicatrizes de fogo mensalmente com dados a partir de 1985, tais mapas possuem resolução espacial de 30 metros (MapBiomas, 2024).

O processamento dos dados é distribuído e automatizado, assim, esses foram acessados utilizando a plataforma de SIG Google Earth Engine (GEE) que é uma plataforma de análise geoespacial baseada na nuvem, que permite aos usuários visualizar e analisar imagens de satélite do nosso planeta (Google Earth, 2024).

Utilizando o GEE foi possível fazer o upload do shape das Bacias hidrográficas do município de Belém e escolher essa delimitação ao acessar os dados de Uso e Ocupação da Terra da coleção 8.0 do MapBiomas na plataforma, assim, escolheu-se os anos de 1990-2000-2010-2020-2022 para realizar a análise temporal. Posteriormente, realizou-se o download dos arquivos em formato GeoTiff para leitura em programa SIG e manuseio desses dados de acordo com os direcionamentos de análise mais relevante ao estudo.

Para isso foi necessário realizar inicialmente a reprojeção da camada para dados de coordenadas geográficas SIRGAS 2000 na zona UTM - Universal Transversa de Mercator na zone 22S correspondendo a Belém/PA. É disponibilizado no site do MapBiomias as referências aos códigos das classes de cobertura e uso da terra da legenda que aparecem nos mapas, totalizando 6 classes principais e 33 subclasses, entretanto, visando a otimização da análise das classes para a área de estudo, elaborou-se a reclassificação das classes resultando em 9 classes para a região.

A reclassificação das classes originais foi realizada com base na ferramenta “Reclassify by table” da extensão SAGA no Qgis. As categorias foram reorganizadas segundo os objetivos do estudo, agrupando classes similares em categorias analíticas como: Ocupação urbana, Vegetação, Uso Agropecuário, Recursos Hídricos e Outros. Essa reclassificação permitiu uma melhor interpretação das transformações do território e sua relação com a pressão sobre os recursos hídricos locais.

Visto que o município de Belém é rodeado pela baía do Guajará tendo sua porção terrestre composta também por rios, lagos, terrenos alagados e canais, optou-se por detalhar esse tipo de solo na observação no estudo, além das áreas urbanas, agropecuária, formação natural não florestal, floresta e outras lavouras temporárias. Santos, J. A. *et al.*, (2025) em seu estudo sobre a sociedade urbana e rios na Microbacia Hidrográfica do Mata Fome destaca a escolha de área de planície aluvial (várzea) para análise da condição do meio interacional entre cursos fluviais e zona terrestre, visto que o cenário ilustra tantos os efeitos quantos as causas benéficos e/ou maléficos das ocupações urbanas sobre os componentes da unidade hidrológica.

Para quantificar as áreas correspondentes às classes de uso e ocupação da terra em Belém/PA utilizou-se a ferramenta “Zonal Histogram” na ferramenta SIG a fim de obter a frequência de cada classe dentro da área de estudo. Em seguida, por meio da calculadora de campo, os valores foram convertidos em quilômetros quadrados considerando a resolução de 30 metros do raster. Assim, foi possível estimar e comparar as áreas ocupadas por cada classe nos diferentes períodos analisados, permitindo observar a evolução do uso do solo na região.

O Software Qgis foi o principal recurso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado para elaboração de todos os mapas nesta pesquisa, esse é um Software profissional GIS Livre e de Código Aberto, é gratuito e multiplataforma SIG, que provê visualização, edição e análise de dados georreferenciados (FRANÇA, 2022).

4.1.2 Identificação das outorgas de lançamentos vigentes

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos científicos, dissertações e plataformas eletrônicas em que a temática principal tratava sobre recursos hídricos, modalidades de outorgas, com ênfase em outorga de direito para diluição de efluentes, assim como citações acerca dos prejuízos ambientais às bacias hidrográficas ocasionados pela má disposição de efluentes nos grandes centros urbanos.

Consultou-se as principais legislações e resoluções nacionais e estaduais relacionadas a gestão e gerenciamento de recursos hídricos, sendo evidenciado as principais diferenças em termos administrativos e paramentais, além de conceituar os principais termos da temática em análise. Por fim, através de trabalhos de teor geográficos, históricos e econômicos, foi possível descrever o histórico de expansão territorial ao longo da Av. Augusto Montenegro, assim como características econômicas e socioambientais, perpassando nos distritos do Entroncamento, Bengui e Icoaraci.

O Software Google Earth Pro auxiliou na visualização remota e sinalização dos empreendimentos localizados no entorno da Av. Augusto Montenegro, os quais foram obtidos a partir das coordenadas da ferramenta para obter maior precisão às etapas de elaboração dos mapas de localização. Foram computados 196 empreendimentos aos arredores da Av. Augusto Montenegro, via de referência desse estudo, em que os mesmos foram classificados como comercial, educacional, entretenimento, habitacional, industrial, saúde e outros (Tabela 2).

Tabela 2. Tipos de empreendimentos às margens da Av. Augusto Montenegro.

Tipo	Quantidade
Comércio	67
Educação	28
Entretenimento	4
Habitação	57
Industrial	2
Saúde	22
Outros	16

Fonte: Autora, 2023.

Para RIBAS (2007) tal Software permite a geração de produtos cartográficos na escala de 1:25000 e maior, sendo assim uma ferramenta eficaz como base de apoio para planejamento e tomadas de decisões. Por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi possível coletar dados referente aos setores censitários e estimar a população dos distritos componentes da área de estudo, assim como, obter dados sobre disposição de efluentes e tratamento, de acordo com o Censo realizado no ano de 2010.

Os dados relacionados aos empreendimentos que tiveram outorgas para diluição de efluentes emitidas entre os anos de 2007-2023 no município de Belém foram obtidos no site da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAs) por meio do Portal Sistema Estadual Informações sobre Recursos Hídricos – SEIRH. O arquivo contém informações importantes para as outorgas de direito emitidas no Estado do Pará, em Shapefiles e Excel, sendo possível filtrar informações como tipo de finalidade, município, identificação das coordenadas do ponto de interferência, vazão total outorgada e também DBO (mg/L) despejada, em alguns casos, assim foram aplicados os filtros para as variáveis mais relevantes à pesquisa, com ênfase na área de estudo.

Para elaboração dos mapas foram utilizados os Shapefiles obtidos no site da SEMAs, complementado com os dados de corpos hídricos da base de dados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), ANA e IBGE. Além disso, a partir do quadro sobre as outorgas emitidas (SEMAs), foi possível identificar o porte do empreendimento e seu potencial poluidor/degradador de acordo com a Resolução COEMA nº 117 de 25 de novembro de 2014 (Quadro 6).

Quadro 6. Porte do empreendimento e potencial degradador/Poluidor

Porte do Empreendimento	Potencial Degradador/Poluidor
A – MICRO	
B – PEQUENO	
C – MÉDIO	I - PEQUENO
D – GRANDE	II - MÉDIO
E – EXCEPCIONAL	III - GRANDE
F – MACRO	

Fonte: Resolução COEMA nº 117/2014

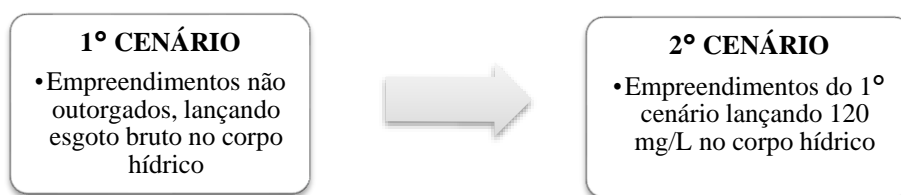
A elaboração do mapa de empreendimento foi efetuada primeiramente por intermédio da exportação das coordenadas dos pontos do Software Google Earth Pro em formato “.kml”

para o Programa Qgis, em que foi realizada a espacialização dos pontos utilizando Datum SIRGAS 2000 com projeção UTM - 22S para a área de estudo.

4.1.3 Cenário das cargas de lançamento de esgoto nas bacias

Na etapa 4 serão criados 2 cenários visando estimar a carga orgânica lançada no corpo d'água, os quais segundo SEMAS-PA são considerados classe 02 (Figura 8).

Figura 8. Cenários propostos – Estudo carga orgânica



Fonte: Autora, 2023.

Cenário 01: 100% dos empreendimentos não outorgados, lançando esgoto bruto no corpo hídrico;

Estimou-se a carga orgânica de 6 empreendimentos levantados na Av. Augusto Montenegro (Tabela 3), os quais possuem classificação em habitação e encontram-se próximos a nascentes das bacias hidrográficas.

Tabela 3. Empreendimentos localizados na AV. Augusto Montenegro

LOCAL	POPULAÇÃO (hab.)
Condomínio A	336
Condomínio B	432
Condomínio C	672
Condomínio D	480
Condomínio E	480
Condomínio F	2688

Fonte: Autora, 2025

Para a estimativa populacional foram contabilizados os apartamentos por andar, blocos e estimou-se o número de habitantes em cada unidade resultando na fórmula a seguir:

$$Habitantes = Apartamentos \text{ por pav} * pavimentos * blocos * 4hab \quad (Eq.4)$$

Dados do IBGE (2023) indicam que, enquanto a média nacional é de 2,9 pessoas por domicílio, regiões metropolitanas do Norte, como Belém, apresentam padrões distintos. Estudos de Ribeiro e Lago (2020) e IPEA (2021) demonstram que domicílios em áreas urbanas de menor renda frequentemente registram médias de 4 a 5 moradores, devido a fatores como arranjos multigeracionais e condições socioeconômicas específicas. Camarano (2018) reforça essa tendência, destacando a prevalência de famílias ampliadas em contextos urbanos nortistas. Assim, adota-se 4 pessoas por domicílio como referência para Belém, alinhando-se às evidências regionais.

A classificação habitação relaciona-se a literatura de Von Sperling (1996) e Tsutiya (2006) os quais estabelecem faixas de consumo de água per capita doméstica (Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 4. Consumo per capita de água doméstica.

Porte da comunidade	Faixa da População (hab.)	Consumo per capita (QPC) (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90-140
Vila	5.000-10.000	100-160
Pequena localidade	10.000-50.000	110-180
Cidade média	50.000-250.000	120-220
Cidade grande	> 250.000	150-300

Fonte: Von Sperling, 1996.

Tabela 5. Consumo doméstico de água em prédios.

Prédio	Unidade	Consumo (L/dia)
Apartamento	Pessoa	200
Residência	Pessoa	150
Escola – internato	Pessoa	150
Escola - externato	Pessoa	50
Casa popular	Pessoa	120
Alojamento provisório	Pessoa	80

Fonte: Tsutiya, 2006.

Visto que os empreendimentos escolhidos são residenciais do tipo apartamento adotou-se os dados da Tabela 4 (200L/dia). Após verificar qual a faixa adequada para a estimativa de vazão de águas dos estabelecimentos levantados, adotar-se-á o coeficiente de retorno de esgoto ($R=0,8$), encontrando as vazões média de esgoto para cada habitação de acordo com Von Sperling (1996) (Equação 5).

$$Q_{dmédia} = \frac{Pop * QPC * R}{1000} \quad (m^3/d) \quad \text{ou} \quad Q_{dmédia} = \frac{Pop * QPC * R}{86400} \quad (L/s) \quad (Eq.5)$$

Em que:

$Q_{dméd}$ – vazão doméstica de esgotos;

QPC – quota per capita de água;

R – Coeficiente de retorno esgoto/água.

Assim, foi determinada a vazão total afluyente para cada residencial, sendo possível estimar a carga orgânica desses. Como referência de matéria orgânica (MO) em esgotos brutos foi utilizado como parâmetro a Tabela 6 para concentração de DBO (5,20) usual para a tipologia em análise.

Tabela 6. Características químicas relacionadas a MO nos esgotos domésticos brutos.

Parâmetro	Contribuição per capita (g/hab.dia)		Concentração		
	Faixa	Típico	Unidade	Faixa	Típico
Matéria Orgânica					
Determinação indireta					
- DBO5	40-60	50	mg/L	200-500	350
- DQO	80-130	100	mg/L	400-800	700
- DBO última	60-90	75	mg/L	350-600	500
Determinação direta					
- COT	30-60	45	mg/L	170-350	250

Fonte: Adaptado Von Sperling, 1996

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 17076/2024, a contribuição de esgotos domésticos in natura para ocupações de alto padrão apresenta valores típicos de 160L/hab. dia, parâmetro essencial para dimensionamento de sistemas de tratamento. Silva e Costa (2021) em estudo realizado na Região Metropolitana de Belém/PA identificaram uma DBO média de 350 mg/L em esgotos não tratados de comunidades urbanas corroborando com valor típico

encontrado também por Von Sperling (1996), por isso tal valor será aplicada na estimativa de carga orgânica aos 6 empreendimentos analisados.

Por meio da Equação 6 encontrou-se a carga orgânica:

$$Carga\ Orgânica\ \left(\frac{kg}{dia}\right) = [DBO] \left(\frac{kg}{m^3}\right) * vazão\ \left(\frac{m^3}{dia}\right) \quad (Eq. 6)$$

Cenário 02: Empreendimentos do Cenário 01 lançando a concentração de DBO proposta na Res. CONAMA 430

Mantendo a vazão de esgoto bruto estipulada no cenário 01 e simulando um tratamento que forneça como resultado a concentração de DBO_{5,20} igual a 120mg/L, que é um dos valores de referência legislativos, obteve-se a carga orgânica despejada nos corpos hídricos da região. Para fins de cálculo utilizou-se a equação 6 com a concentração proposta.

4.1.4 Avaliação da contribuição de carga orgânica estimada da população residente por distrito segundo Censo Demográfico IBGE 2010;

A partir dos dados de base de informações do Censo Demográfico de 2010, acerca dos resultados do Universo por setor censitário do Pará, filtrou-se os dados populacionais dos distritos de estudo: Entroncamento, Bengui e Icoaraci para estimar o cálculo de carga orgânica que os domicílios dessas regiões podem direcionar aos corpos hídricos, sobretudo considerando os casos de utilização de fossa séptica, fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar para destinação de esgoto.

Utilizando as referências da Tabela 6, trabalhou-se com o valor de contribuição doméstica típica per capita de DBO_{5,20}, a qual se multiplicará com a população dos distritos, conforme equação 5, para encontrar a vazão de contribuição afim de estimar a carga orgânica que esses domicílios despejam nos corpos hídricos das bacias urbanas onde estão localizados.

Por meio da estimativa populacional utilizando a projeção de método matemático geométrico (Equação 7), encontrou-se a população para os anos de 2020, 2030, empregando os dados de censos anteriores, e inferir as cargas orgânicas despejadas nesses anos.

$$P = P_2 * \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{(t-t_2)}{(t_2-t_1)}} \quad (Eq. 7)$$

Em que:

P – População estimada;

t – Ano da projeção;

P1 – População do penúltimo censo;

t1 – ano do penúltimo censo;

P2 – População do último censo;

t2 - ano do último censo.

4.1.5 Avaliação da outorga lançamento para corroborar com ODS 6 – Universalização do Saneamento Básico 2030

Segundo o IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019) e considerando a ODS 6 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável relacionado a água potável e Saneamento, que visa garantir a disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos, foram listadas as seis metas que o Brasil deve atingir:

- 1) Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos;
- 2) Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
- 3) Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente;
- 4) Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez.
- 5) Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça;
- 6) Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana.

Para esse estudo evidenciou-se as três primeiras metas progressivas brasileiras e analisar-se-á de que forma o instrumento da PNRH ‘outorga de direito para diluição de efluentes’ pode auxiliar a alcançar as mesmas.

5. RESULTADOS

5.1 ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO TRECHO DA AV. AUGUSTO MONTENEGRO

Por meio dos dados fornecidos na plataforma MapBiomias e ajustes de regionalização para área de estudo obteve-se as imagens da evolução do uso e ocupação da terra nos arredores da Avenida Augusto Montenegro, em que se evidencia na região a presença de corpos hídricos, florestas e campos alagáveis, onde a ocupação urbana expandiu-se em direção a esses.

Ao analisar o percentual de mudança de uso e ocupação da terra na janela temporal de 1990 a 2020 nota-se que a classe que mais teve decréscimo foi a ‘Formação Natural não florestal’ (-80,40%), seguido de ‘Campo alagável- área pantanosa’ (-36,48%) e ‘Corpos d’água’ (-20,23%). Já a classe que teve o maior crescimento percentual foi ‘Área urbanizada’ com 77,12% correspondendo a um aumento de área de 66.784.530,00 km², conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Percentual de Uso e Ocupação da Terra por Classes

CLASSES	ÁREA (km ²)					Mudança (km ²)	Mudança %
	1990	2000	2010	2020	Média		
<i>Floresta</i>	151329490,00	140009655,00	129169278,00	125289948,00	136449592,75	-26039542,00	-17,21
<i>Mangue</i>	6674086,00	6770334,00	6330980,00	6784593,00	6639998,25	110507,00	1,66
<i>Floresta alagável</i>	125246280,00	112304489,00	110392896,00	109108698,00	114263090,75	-16137582,00	-12,88
<i>Campo alagável- área pantanosa</i>	15985189,00	15462064,00	13792874,00	10153273,00	13848350,00	-5831916,00	-36,48
<i>Formação natural não florestal</i>	10443800,00	3303624,00	2150430,00	2047052,00	4486226,50	-8396748,00	-80,40
<i>Agropecuária</i>	50618430,00	44977227,00	44197440,00	41874120,00	45416804,25	-8744310,00	-17,27
<i>Área urbanizada</i>	86600924,00	124759693,00	141951547,00	153385454,00	126674404,50	66784530,00	77,12
<i>Corpos d'água</i>	12501546,00	11786816,00	11083671,00	9972363,00	11336099,00	-2529183,00	-20,23
<i>Outras lavouras temporárias</i>	0,00	0,03	0,33	0,78	0,38	0,76	2934,53

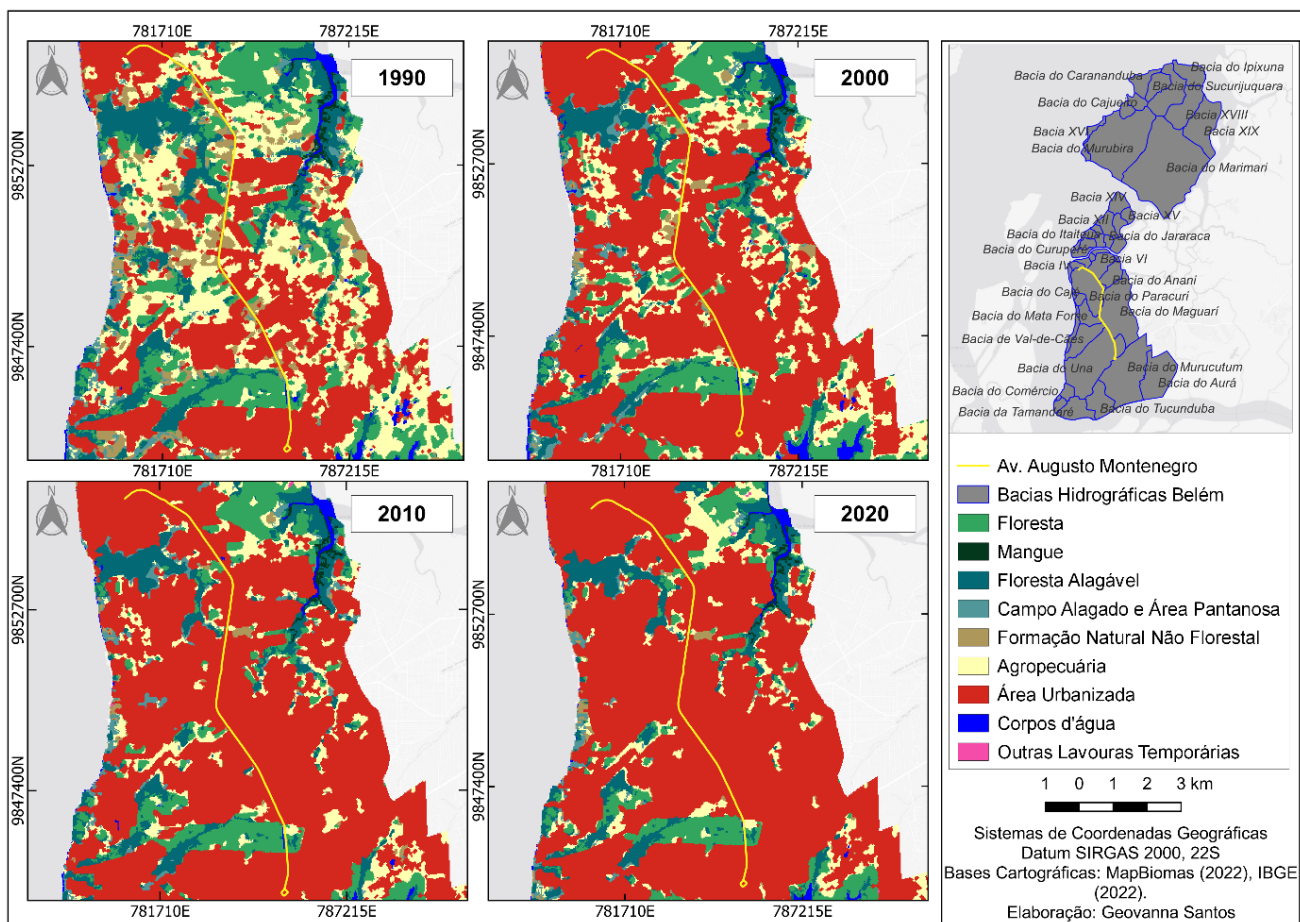
Fonte: Autora, 2025.

Nas quatro décadas apuradas a classe 'Área Urbanizada' apresentou uma ocupação média de 126.674.404,50 km², em que teve seu maior salto dos anos 1990 a 2000 (44,06%), enquanto que nesse mesmo período áreas de supressões vegetais representadas pela classe 'Agropecuária' tiveram a maior queda percentual no valor de -11,14% podendo ser associadas

ao aparecimento de novas construções urbanas. Nota-se que nas bacias do Paracuri, Maguari, Anani e Cajé a vegetação diminuiu abrindo espaço para vegetação rasteira para novas construções sobretudo, no distrito de Icoaraci a Bengui.

Ao somar as classes relacionadas a recursos hídricos – Floresta alagável, Campo alagável e Corpos d’água – no mesmo intervalo de maior crescimento da expansão urbana (1990-2000) constata-se um decréscimo de -19,32% das referidas classes. Entre 2010-2020 uma perda de -37,58% é contabilizada nas três classes hídricas mencionadas corroborando com as imagens de supressão hídrica em sucessivos períodos, especialmente no quadrante oeste da área de estudo, o qual corresponde aos bairros da Pratinha, Tapanã e Paracuri (Figura 9). Tais bairros possuem históricas ocupações a margens de rios, com construções irregulares e precários serviços de saneamento básico em alguns pontos, assim como a presença de indústrias e portos entre a Baía do Guajará e Avenida Arthur Bernardes.

Figura 9. Mudança temporal na Av. Augusto Montenegro



Fonte: Autora, 2024.

Uso semelhante apresenta-se nos bairros da Maracacuera, Tenoné e Águas Negras, porção nordeste da área de estudo, nos quais tem-se portos, instalações de grandes empresas e marinas que possuem localização estratégica às margens do Furo Maguari, corpo hídrico importante de divisa com o município de Ananindeua.

A supressão de corpos hídricos e áreas alagáveis na Amazônia, intensificada pelo crescimento populacional desordenado e a falta de planejamento urbano, representa uma grave crise socioambiental e intensifica ainda mais a necessidade de aplicações de zoneamento urbano com ferramentas de manejo adequado de recursos hídricos. Dentre os problemas decorrentes da crescente ocupação do solo cita-se o aumento da carga orgânica lançada nos corpos receptores, para Sousa-Felix, R.C.; *et al.* (2025) a alta concentração populacional transformou os igarapés do rio Tucunduba em canais de escoamento de efluentes domésticos, devido à pressão antrópica que alterou seu leito por meio do aumento da densidade de construções urbanas, da redução da cobertura vegetal, da impermeabilização do solo e da facilitação do descarte de lixo e esgoto.

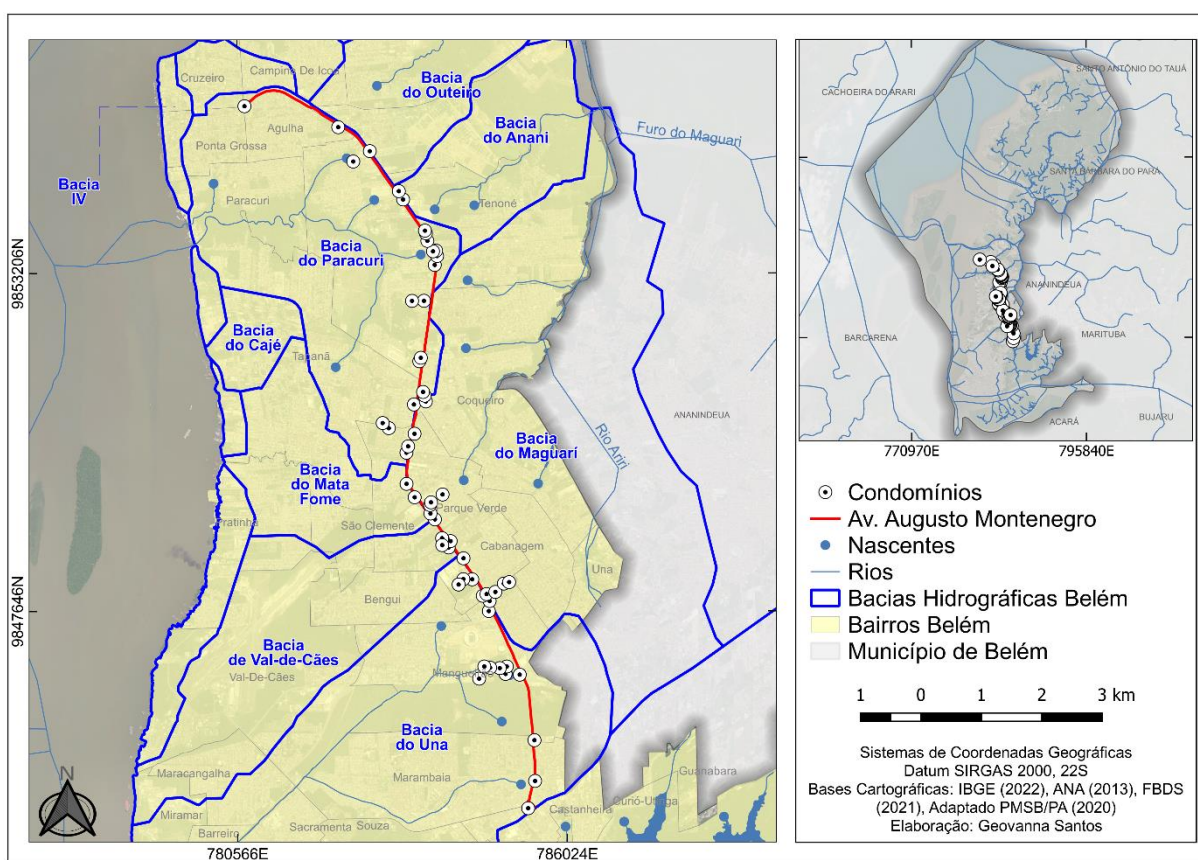
Silva et al., 2021 reflete que a expansão urbana acelerada em cidades como Manaus e Belém tem promovido a drenagem e aterramento de igarapés e várzeas para ocupação habitacional irregular, fragmentando ecossistemas aquáticos e ampliando riscos de inundações. Essa dinâmica, associada à ausência de políticas de ordenamento territorial, reduz a capacidade de regulação hidrológica, agrava a perda de biodiversidade e compromete dinâmicas ambientais essenciais, como abastecimento de água e controle de enchentes (OLIVEIRA; COSTA, 2022). na Conforme alertam Pereira et al. (2023), a degradação de áreas úmidas amazônicas – onde 40% das zonas urbanas invadem regiões alagáveis – expõe populações vulneráveis a problemas de saúde pública e conflitos fundiários, exigindo urgente integração entre gestão hídrica e planejamento urbano sustentável para mitigar impactos cumulativos.

5.2 EMPREENDIMENTOS LOCALIZADOS ÀS MARGENS DA AV. AUGUSTO MONTENEGRO

Nota-se que a tipologia predominante na Avenida Montenegro é a de comércio seguida de habitações e educacional, na Figura 10 é possível perceber que o município de Belém é cortado por diversos rios e quando se aumenta o recorte para os distritos de estudo, percebe-se a presença de empreendimentos próximo a nascentes desses, sobretudo os do tipo residencial.

A instalação de condomínios verticais em áreas próximas a nascentes, rios e igarapés em Belém/PA enfrenta rigorosos requisitos legais, porém sofre com deficiências crônicas de fiscalização tanto para os empreendimentos já existentes quanto aos em construção. No distrito de Icoaraci destaca-se a maior concentração de corpos de água superficiais incluindo o Furo do Maguari, o qual é braço de água importante de rios urbanos como o Rio Ariri (leste) e o Rio Paracuri (oeste).

Figura 10. Condomínios na Av. Augusto Montenegro.



Fonte: Autora, 2023.

A legislação paraense, especialmente a Lei Estadual nº 8.096/2018 (Código Ambiental do Pará) e a Resolução SEMAS-Belém 07/2020, exige que as faixas de APP sejam de 50 metros para igarapés urbanos, somado a obrigatoriedade do EIA/RIMA e a compensação ambiental em dobro por supressão vegetal (Art. 17 da Lei 8.096/2018).

Contudo, estudos recentes evidenciam que a fragilidade institucional da SEMAS-PA e a desarticulação intersetorial comprometem a efetividade dessas normas (NASCIMENTO, 2022). Conforme Cardoso et al. (2023), 68% dos empreendimentos licenciados entre 2020-

2023 em zonas de igarapés belenenses não cumpriram metas de recuperação de APP, agravando assoreamento e inundações. Essas falhas refletem a inadequação de recursos técnicos para monitoramento hidrológico e a pressão de grupos imobiliários, resultando em conflitos como o recente caso da obra de macrodrenagem, urbanização e paisagismo do Igarapé São Joaquim na bacia do Una, o qual foi embargado por desacordo com as regras de licenciamento ambiental prévio (Agência Belém, 2024).

5.3 OUTORGAS DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES EMITIDAS 2007-2023

Levantou-se, a partir da tabela de relatório de outorgas emitidas no estado no período de 2007 a 2023 com última atualização em julho/2023, que foram emitidas 23.194 tipologias de outorgas no estado nesse período, sendo que dentre elas estão vigentes apenas: Autorização para perfuração de poço (769), Declaração de dispensa de outorga (7.034), Outorga de direito (5.405) e Outorga preventiva (46).

Quando se observa a outorga de direito para tipo de interferência diluição de efluentes no estado, as outorgas vigentes são de 202 títulos emitidos, ao filtrar para o município de Belém esses números caem para 44 outorgas de lançamento para diluição de efluentes emitidas e vigentes (Tabela 8).

Tabela 8. Porte dos empreendimentos com outorga de diluição de efluentes vigentes no Município de Belém.

Porte do empreendimento	Quantidade
A-III	27
B-III	10
C-III	1
D-III	1
E-III	2
F-III	3

Fonte: Autora, 2023.

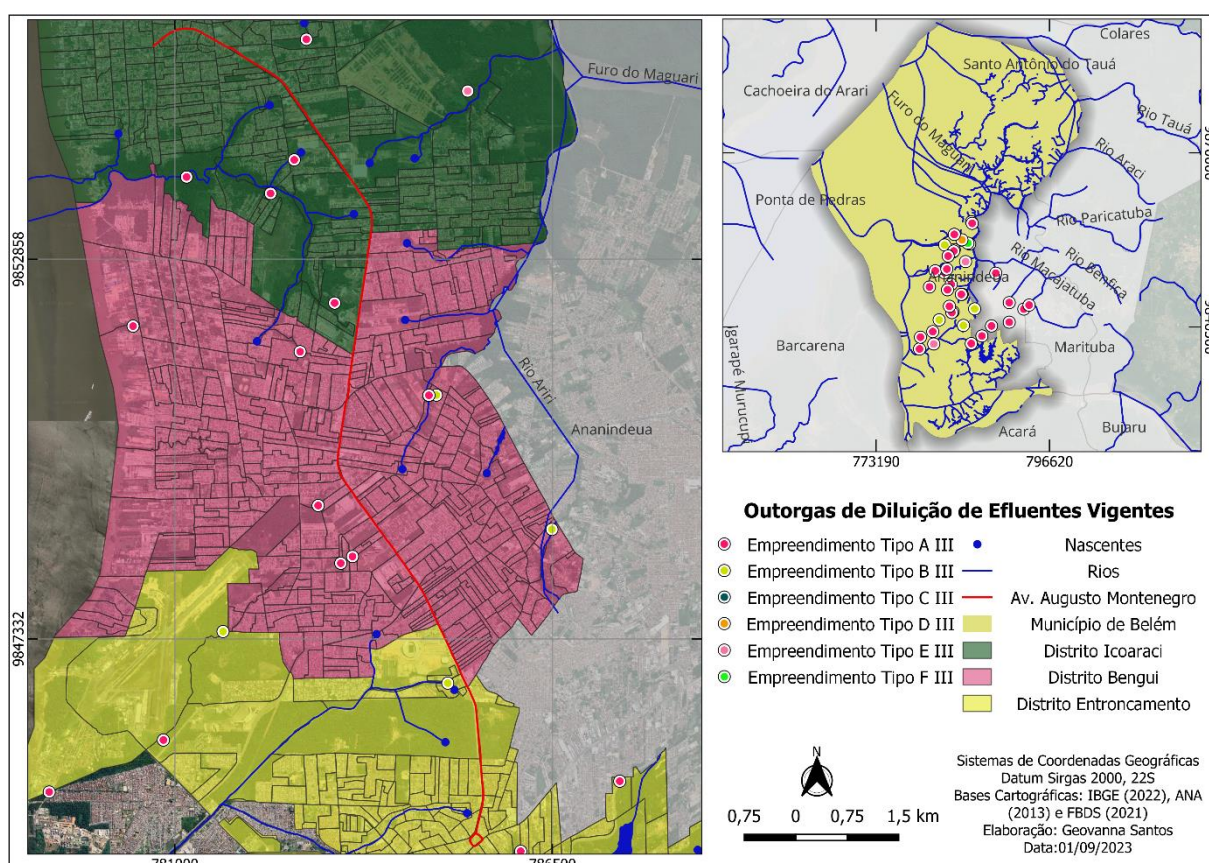
Segundo a Resolução COEMA n° 117 de 25 de novembro de 2014 predomina no município de Belém empresas com outorga de diluição de efluentes vigentes que são caracterizadas como porte micro e potencial poluidor grande, seguida de empresas de pequeno porte com o potencial poluidor também grande.

A integração da outorga com o licenciamento ambiental é indispensável, especialmente em áreas urbanas sensíveis como os terrenos alagáveis presentes em regiões amazônicas, para

assegurar a proteção dos recursos hídricos e reduzir os impactos das ocupações irregulares. Estudos reforçam que a aplicação rigorosa da outorga pode ser decisiva na recuperação de corpos hídricos urbanos degradados, contribuindo para a gestão integrada dos resíduos líquidos e para a proteção do meio ambiente (SILVA et al., 2023).

A Figura 11 demonstra a espacialização das outorgas de lançamento para diluição de efluentes vigentes no município de Belém e evidencia o eixo Entroncamento-Icoaraci que possui cerca de 20 outorgas vigentes nessa modalidade, dentre elas o empreendimento tipo A - III (15 outorgas) se destaca na região.

Figura 11. Outorgas de lançamento para diluição de efluentes vigentes nas bacias urbanas cortadas pela Av. Augusto Montenegro.



Fonte: Autora, 2023.

Ao comparar a quantidade de estabelecimentos da Tabela 06 e a espacialização de residenciais da Figura 10 com a Figura 11 é possível identificar uma disparidade entre a quantidade de estabelecimentos identificados na avenida e o número de outorgas de lançamento para diluição de efluentes vigentes nas bacias urbanas na mesma localidade.

Analisando os 57 empreendimentos residenciais identificados apenas 5 possuem outorgas de lançamento para diluição de efluentes vigentes, segundo dados da SEMAS (2025), sendo 3 condomínios classificados pelo potencial degradador como A-III e 2 classificados como B-II.

5.4 ESTIMATIVA DA CARGA ORGÂNICA

5.4.1 Cenário 01: Empreendimentos não outorgados, lançando esgoto bruto no corpo hídrico

Para estimativa de carga orgânica considerou-se 06 empreendimentos residenciais que se localizam próximos às nascentes, tal ênfase é motivada devido ao crescimento urbano desordenado, especialmente em áreas próximas a corpos hídricos na área de estudo, o que tem levado à descarga de efluentes domésticos sem tratamento adequado. Dessa forma, a estimativa da carga orgânica gerada nos residenciais na região é crucial para avaliar os impactos ambientais e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, corroborando também aos órgãos fiscalizadores para tomada de decisão quanto ao planejamento urbano. A Tabela 9 apresenta as demandas de água, bem como a estimativa de carga orgânica para os 6 empreendimentos analisados.

Tabela 9: Estimativa de Carga Orgânica (kg/dia) para empreendimentos residenciais

PONTO	POPULAÇÃO (hab.)	QPC (L/hab.dia)	Q esgoto (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
A	336	67200	53,76	18,82
B	432	86400	69,12	24,19
C	672	134400	107,52	37,63
D	480	96000	76,8	26,88
E	480	96000	76,8	26,88
F	2688	537600	430,08	150,53

Fonte: Autora, 2025.

O empreendimento F apresenta contribuição de carga na faixa de 150,33 kg/dia, sendo proporcional a maior vazão média registrada, em seguida tem-se o empreendimento C com uma contribuição de 37,63 kg/dia de carga e vazão de esgoto de 107,52 m³/dia.

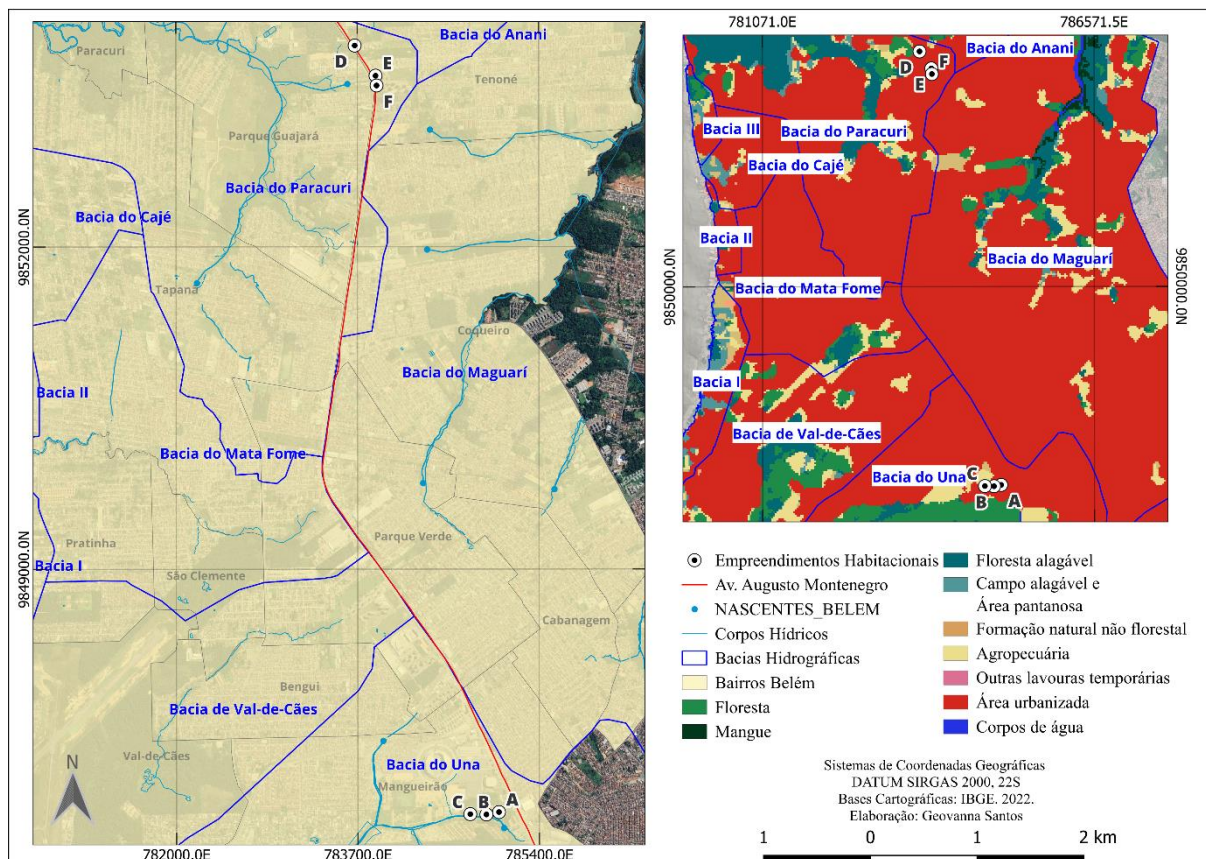
O valor médio das contribuições de carga orgânica dos empreendimentos analisados encontra-se na faixa de 47,49 kg/dia, com uma média de vazão de esgoto de 135,68 m³/dia. Tais métricas reforçam a necessidade de que haja no mínimo tratamento preliminar desses estabelecimentos visto a alta contribuição diária que eles podem alcançar.

Pesquisas recentes indicam que os condomínios residenciais são responsáveis por 35% do esgoto não tratado lançado em corpos hídricos urbanos, agravando crises de abastecimento e eutrofização (Aegea Saneamento, 2023). Tal realidade é particularmente crítica em regiões metropolitanas, como no caso do município de Belém, onde o crescimento acelerado de empreendimentos verticais sobrecarrega sistemas de tratamento, levando ao descumprimento frequente dos limites de volume outorgável estabelecidos pelos órgãos regulamentadores.

Na figura 12 é possível verificar que o condomínio F está localizado na bacia hidrográfica do Paracuri, próximos de cursos d'água como afluentes do rio Maguari e também afluentes da bacia de Guajará do lado leste. Ao observar a perspectiva de uso e ocupação da terra (2020), nota-se que os empreendimentos F, D e E localizam-se em área próximos de terrenos alagáveis e vegetações, mas que já apresentam elevadas ocupações urbanas.

Os condomínios A, B e C, localizados na bacia do UNA no distrito do Entroncamento no bairro Mangueirão lançam seus efluentes em braços dos corpos hídricos da região, a qual apresenta vegetação rasteira e também florestal. Ademais, a vegetação rasteira nesse ponto pode indicar inícios de avanços construtivos e os surgimentos de novas áreas urbanizadas no trecho da Bacia do Una.

Figura 12: Localização dos empreendimentos A-F e Uso e ocupação do solo (2020)



Fonte: Autora, 2025.

Conforme demonstrado por Lima et al. (2021), condomínios que excedem a vazão outorgada alteram o regime hidrológico de microbacias, reduzindo o oxigênio dissolvido (OD) para menos de 2 mg/L e inviabilizando a vida aquática. O monitoramento contínuo não apenas evita sanções legais, mas previne danos cumulativos que, segundo Ribeiro e Almeida (2022), demandam décadas para reversão, dessa forma, acompanhar sistematicamente o volume e a carga orgânica lançada é essencial para mitigar riscos de contaminação e conflitos pelo uso da água.

Em seu estudo sobre a degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos Machado Garcia *et al.* (2018) conclui que os impactos mais significativos são decorrentes da aproximação das intervenções antrópicas nas nascente e ausência de mata ciliar, acarretando em alterações nos parâmetros do Índice de Qualidade de Água. Além disso, a baixa vazão de água das nascentes é um ponto de atenção ao lançamento de efluentes que pode dificultar a diluição do limite de 120mg/L de DBO estabelecido, dessa forma, o planejamento

urbano deve considerar um conjunto de aspectos socioambientais ao permitir o lançamento de efluentes.

5.4.2 Cenário 02: Empreendimentos do cenário 01 lançando 120 mg/L no corpo hídrico

Visto que ainda não há enquadramento de corpos hídricos no estado a SEMAS/PA adota a classe 02 para os corpos d'água, segundo a CONAMA 357/2005, em que o padrão de água estabelecido deve seguir $DBO \leq 5 \text{ mg/L}$, $OD \geq 5 \text{ mg/L}$. Pela Res. CONAMA 430/2011 o limite estabelecido é $DBO \leq 120 \text{ mg/L}$, tal valor de lançamento precisa ser complementando com o estudo de capacidade de autodepuração do corpo hídrico.

Ao adotar $DBO_{5,20}$ máxima no valor de 120mg/L para os 6 empreendimentos observados na Tabela 9 obtém-se uma redução de 65,7% em todos os pontos analisados, como observa-se na tabela 10.

Tabela 10: Carga orgânica com efluente com tratamento mínimo que garanta um lançamento de $DBO = 120\text{mg/L}$

Ponto	Carga sem tratamento (kg/dia)	Carga com tratamento (kg/dia)	Redução absoluta (kg/dia)
A	18,82	6,45	12,36
B	24,19	8,29	15,90
C	37,63	12,90	24,73
D	26,88	9,22	17,66
E	26,88	9,22	17,664
F	150,53	51,61	98,92

Fonte: Autora, 2025.

A redução observada é significativa visto que corresponde a um tratamento viável e acessível, que assegura a manutenção de concentrações de oxigênio dissolvido compatíveis com autodepuração natural em consonância com a legislação diretriz. Dentre as tecnologias possíveis, cita-se o Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente (FAFA) em que

Oliveira et al. (2022) alcançou resultados DBO na faixa de 60-90 mg/L; Wetlands Construídos de Fluxo Vertical (VFCW) com Plantas Amazônicas com resultados de DBO final 30-50 mg/L (RIBEIRO et al., 2023) e também sistema Simplificado de Lodos Ativados com Aeração Estendida com valores finais de $DBO \leq 40$ mg/L após 24h de retenção (COSTA; NASCIMENTO, 2022).

Apesar de novas tecnologias para tratamento de esgoto, no contexto urbano ainda prevalece a utilização de fossas sépticas como principal solução devido a inexistência ou atraso na expansão das redes de esgoto (Brasil, 2023; VITERI *et al.*, 2023). Embora adequadas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico é necessário que a construção e manutenção de fossas sépticas assegurem o adequado funcionamento e cumprimento de diretrizes ambientais. Portanto, o fortalecimento de políticas públicas voltadas à universalização do esgotamento sanitário deve considerar tanto tecnologias centralizadas quanto alternativas descentralizadas adaptadas ao território.

Conforme Costa *et al.* (2022), em seu estudo sobre o lançamento de efluentes em bacias do urbanas de Belém/PA, como Una e Mata Fome, 62% dos igarapés de Belém já operam além da capacidade de assimilação de carga orgânica, exigindo revisão periódica das outorgas. Por isso, a aplicação de tecnologias de monitoramento e estratégias de tratamento que permitam um lançamento máximo de 120mg/L de efluentes condominiais auxiliam não apenas com a obrigação legal, mas também como ação estratégica para sustentabilidade hídrica urbana, somado a economia com investimentos futuros de recuperação de corpos d'água.

5.4.3 Avaliação da contribuição de carga orgânica estimada da população residente por distrito segundo Censo Demográfico IBGE 2010

A Tabela 11 sintetiza os totais populacionais observados em 2000 e 2010 e as projeções para 2020 e 2030 nos três distritos estudados: Entroncamento, Bengui e Icoaraci.

Tabela 11: População Censo Demográfico IBGE (2000, 2010) e projetada (2020, 2030) por distrito.

DISTRITO	ANO - POPULAÇÃO			
	2000	2010	2020	2030
ENTROCAMENTO	116561	125400	134909	145139
BENGUI	237303	284670	341491	409655
ICOARACI	133150	167035	209543	262869

Fonte: Autora, 2025.

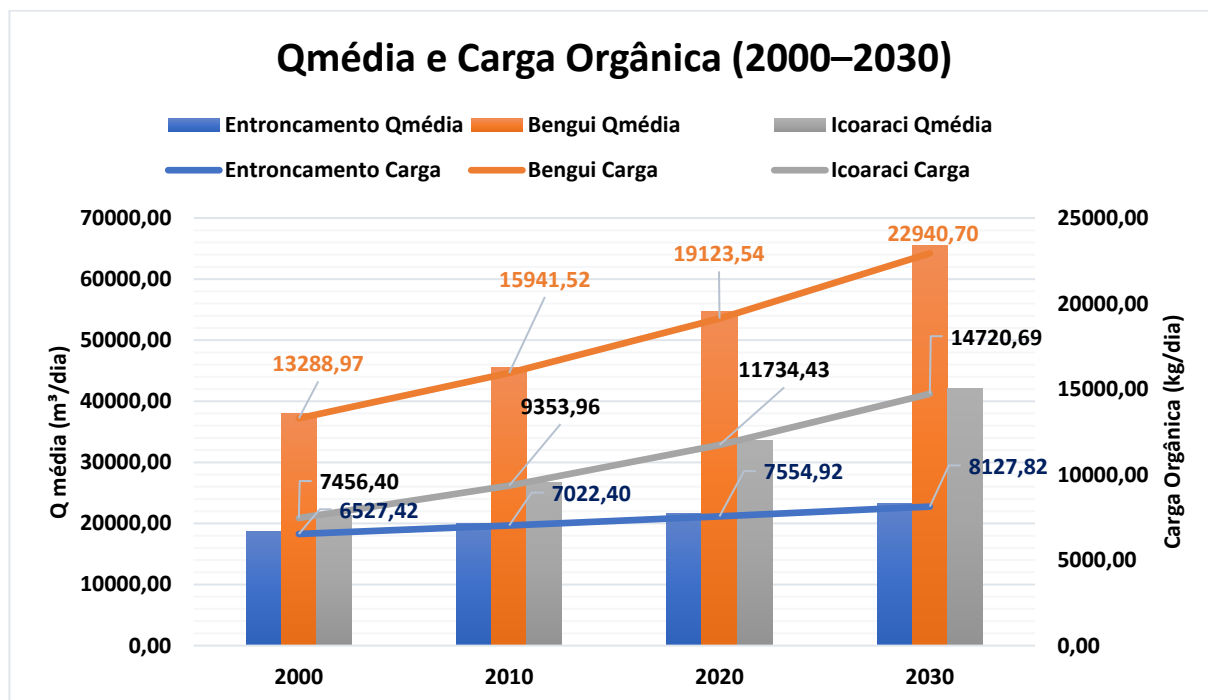
Nota-se que o distrito Entroncamento apresentou crescimento de 24,52 % entre 2000 a 2030, o que corresponde a acréscimos médios de aproximadamente 9.526 habitantes por década. Já Bengui cresceu de forma mais intensa com cerca de 72,63%, correspondendo a um avanço de em média 57.450 habitantes por décadas, sendo a maior média de crescimento entre os distritos. O maior ritmo de expansão foi o de Icoaraci com aumento de 97,42% na sua população no mesmo período o que, em números absolutos, representa um aumento de cerca de 33.885 habitantes entre 2000 a 2010, 42.508 habitantes entre 2010 a 2020 e 53.326 habitantes projetado para 2030.

O forte crescimento, especialmente em Bengui e Icoaraci, projeta aumento significativo da demanda por redes de coleta e tratamento de esgoto. Mesmo no distrito Entroncamento, onde o ritmo de expansão é menor, o acréscimo constante de população reforça a necessidade de ampliar a cobertura de esgotamento sanitário para evitar sobrecarga nos sistemas existentes e impactos ambientais nos corpos d'água. Já a estabilidade relativa das taxas de crescimento indica validade das projeções lineares para planejamento de investimentos e expansão de infraestrutura até 2030.

Ao observar as projeções de carga orgânica para os três distritos observa-se a tendência no aumento do despejo de efluentes nos corpos hídricos da região, em consonância com o aumento populacional. O gráfico 1 mostra a tendência do distrito Bengui ser o maior

contribuidor de carga orgânica para a região analisada no ano projetado de 2030, com vazão de efluente 65.544,86 m³/dia e 22.940,70 kg/dia de carga orgânica.

Gráfico 1: Qmédia e Carga Orgânica (2000–2030)



Fonte: Autora, 2025.

Para o ano de 2030, estima-se que Icoaraci contribua com uma vazão de despejo de 42.059,11 m³/dia e carga orgânica de 14.720,69 kg/dia. Isso mostra que, em termos absolutos, Bengui concentra a maior parte do esgotamento, seguido por Icoaraci. Entroncamento, apesar de crescer, contribui muito menos para a carga total, em que no ano de 2030 apresenta dados de 23.222,34 m³/dia e 8.127,82 kg/dia.

No distrito Entroncamento a carga orgânica entre os anos 2000 a 2030 aumentou em 1.600,40 kg/dia com média de 7.308,14 kg/dia de carga orgânica entre os anos, já para o distrito Bengui ficou em torno de 9.651,73 kg/dia com média de 17.823,68 kg/dia, enquanto para o distrito Icoaraci no mesmo período essa variável apresenta valor absoluto de 7.264,29 kg/dia com uma média de crescimento de 10.816,37 kg/dia.

Proporcionalidade entre vazão e carga: o fato de as linhas seguirem o mesmo padrão das barras mostra que a carga orgânica cresce proporcionalmente ao volume de efluente, o que facilita dimensionar unidades de tratamento com base na vazão projetada. O gráfico evidencia

os diferentes portes e ritmos de expansão dos distritos e embasa decisões de priorização de investimentos em saneamento.

A crescente urbanização desordenada agrava significativamente os desafios relacionados ao saneamento básico, especialmente o esgotamento sanitário. Além disso, a ocupação de áreas próximas a nascentes e cursos d'água sem infraestrutura adequada resulta no lançamento direto de efluentes domésticos nos corpos hídricos, comprometendo sua qualidade e função ecológica.

Nesse cenário, a implementação de sistemas de esgotamento sanitário eficientes e com ampla cobertura torna-se fundamental para conter a degradação ambiental urbana. Conforme apontado por Teixeira et al. (2024), soluções descentralizadas como wetlands construídos demonstram potencial para complementar a cobertura de esgoto, especialmente em áreas onde a expansão urbana ultrapassa a capacidade de resposta do sistema público.

Além da mitigação de impactos ambientais, a cobertura adequada do esgotamento sanitário também promove benefícios à saúde pública e à gestão sustentável dos recursos hídricos. Estudos recentes demonstram a viabilidade técnica e econômica da reutilização de efluentes tratados para fins não potáveis, o que amplia as possibilidades de reaproveitamento da água e alivia a pressão sobre os mananciais urbanos (Santos *et al.*, 2023).

Em contextos urbanos periféricos ou rurais, como ainda é comum em bairros da periferia de Belém, alternativas de tratamento domiciliar de efluentes, como a apresentada por Silva et al. (2023) de filtro com recheio de bambu em uma residência unifamiliar, tornam-se soluções acessíveis e eficazes. Essas estratégias são essenciais para proteger os diversos igarapés e nascentes presentes na malha urbana da capital paraense, cuja vulnerabilidade aumenta diante da ocupação irregular e da ausência de infraestrutura básica.

Dessa forma, torna-se imprescindível considerar não apenas os empreendimentos e conjuntos habitacionais sujeitos a licenciamento ambiental, mas também as residências já consolidadas nos distritos analisados. Essas áreas apresentam elevada taxa de crescimento populacional e contribuem proporcionalmente com cargas orgânicas significativas. A depender da solução adotada para o tratamento de esgoto — ou da ausência total desse serviço —, pode haver uma pressão ambiental substancial sobre os corpos hídricos locais. Nesse contexto, o monitoramento contínuo e o desenvolvimento de políticas públicas específicas para o saneamento descentralizado e regularização sanitária dessas residências são fundamentais para a mitigação de impactos e a preservação dos recursos hídricos da região.

5.4.4 Universalização do Saneamento Básico – Meta progressiva Poder Público para 2030

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) estabelece que, até 2030, deve-se garantir:

- (i) o acesso universal e equitativo à água potável segura para todos;
- (ii) o acesso a saneamento e higiene adequados, erradicando a defecação a céu aberto; e
- (iii) a melhoria da qualidade da água, com redução de poluição e de efluentes não tratados (IPEA, 2019).

Contudo, segundo o Relatório Luz da Sociedade Civil (2021), as metas 6.2 e 6.3 estão ameaçadas, e não houve avanços significativos em 2020 (GT AGENDA 2030, 2021).

De acordo com o IPEA (2019), alcançar a meta 6.3 exige o monitoramento efetivo das outorgas concedidas, garantindo que a qualidade ambiental dos corpos hídricos não seja comprometida. Além disso, experiências regionais mostram que políticas públicas integradas, com exigência de outorga e tratamento mínimo, podem gerar avanços reais. Em Curitiba (PR), por exemplo, a universalização do tratamento de esgoto contribuiu para eliminar a defecação a céu aberto e proteger mananciais urbanos, avançando nas metas 6.1 e 6.2 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2023).

Ao analisar os índices de desempenho para a ODS 6 no município de Belém/PA o alcance está em torno de 64,7% contra 50,4% do estado. Quanto a meta de acesso a fontes de água segura o índice é de 76,8% que se refere ao percentual da população residente no município, independentemente de a residência ser na zona rural ou urbana, com acesso à água distribuída pela rede pública, em relação à população total da localidade. Já quanto à porcentagem da população com coleta de esgoto por rede pública esse valor cai para 17,10% no município (FAPESPA, 2023).

No Norte do Brasil, iniciativas como o programa “Água Pará” (Lei Estadual nº 9.317/2021) buscam garantir acesso universal à água potável. Porém, ainda há déficit significativo no tratamento de esgoto na região. A aplicação consistente da outorga em Belém atua como instrumento regulador para reduzir a carga orgânica lançada nos corpos hídricos urbanos e direcionar investimentos em sistemas de tratamento.

Para garantia da meta 6.1 de acesso universal a água potável e segura, a outorga contribui com a priorização do uso para abastecimento humano, controlando o volume dos tipos

de uso no corpo hídrico por meio do cadastro de usuários, evitando conflitos, coíbe lançamentos irregulares e proporciona segurança hídrica a população. Para a meta 6.2 de saneamento adequado para todos, a outorga influencia diretamente no tratamento de efluentes regulando o lançamento desses por estabelecer padrões, além disso estimula o monitoramento constante de corpos hídricos, prevenindo a contaminação por fontes difusas.

Enquanto que para a meta 6.3 de melhoria da qualidade da água, a outorga auxilia no planejamento urbano para o desenvolvimento de redes de esgotamento sanitário e estações de tratamento em áreas que há um grau de lançamento maior de efluentes, estabelecimento de limites individuais de poluente, assim como impor medidor de vazão e relatórios contínuos que resultam em menor poluição hídrica.

Ademais, a cobrança pelo uso de recursos hídricos pode ser direcionada para construção e aperfeiçoamentos de estruturas de saneamento que influenciam as três metas em discussão, além disso, a outorga permite identificar fontes poluidoras e direcionar sanções penais quanto ao descumprimento do limite outorgável.

Nesse sentido, os dados deste estudo indicam que, mesmo com o crescimento populacional observado nos distritos de Entroncamento, Bengui e Icoaraci, a adoção de um tratamento mínimo aliado à exigência de outorga pode reduzir substancialmente a carga orgânica despejada, contribuindo diretamente para o alcance das metas da ODS 6.

6. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam os impactos da expansão urbana ao longo da Avenida Augusto Montenegro, destacando a importância da outorga de diluição como instrumento de controle ambiental. A análise temporal identificou intensa impermeabilização e perda de cobertura vegetal nos distritos de Bengui e Icoaraci, intensificando a pressão sobre os corpos hídricos em função da ausência de planejamento sanitário. Esses distritos exigirão investimentos expressivos em infraestrutura de esgoto e maior controle sobre a emissão de outorgas para empreendimentos e residências. Embora com menor impacto atual, o distrito do Entroncamento também demanda atenção, pois seu sistema pode se tornar crítico com o avanço da urbanização.

Em consonância, a estimativa de carga orgânica para os seis empreendimentos residenciais (A–F) demonstrou valores alarmantes em cenário sem tratamento — chegando a 150,53 kg DBO₅/dia no condomínio F — e enfatizou o potencial de redução de aproximadamente 65,7 % (para 51,61 kg DBO₅/dia) com a aplicação de um tratamento mínimo que garanta DBO₅ ≤ 120 mg/L. Assim, o dado evidencia que, mesmo com tecnologia de baixo custo e operação simplificada, é possível diminuir substancialmente a carga poluidora lançada nos corpos hídricos, contribuindo diretamente para o atendimento da meta 6.3 da Agenda 2030, que prevê reduzir pela metade a proporção de efluentes não tratados.

No contexto de Belém a implementação sistemática de outorgas de diluição — condicionadas à comprovação de tratamento mínimo de DBO₅ — representa um mecanismo eficaz para regular o despejo de efluentes e orientar investimentos públicos e privados em estações de tratamento. Adicionalmente, a outorga deve integrar-se aos planos de saneamento municipal e estadual, reforçando metas de universalização do abastecimento de água (ODS 6.1) e de acesso a saneamento básico (ODS 6.2). Ao exigir monitoramento contínuo e relatórios periódicos de qualidade de efluentes e do corpo receptor, o instrumento fortalece a governança hídrica.

Recomenda-se que o poder público priorize a expansão da rede coletora e das estações de tratamento nos distritos com maior crescimento urbano, condicionando a concessão de outorgas de diluição à eficiência mínima de 60% na remoção de DBO₅ e limite de 120 mg/L no efluente, com fiscalização contínua. A integração dos dados de uso e ocupação do solo ao CNARH é essencial para identificar lançamentos irregulares e alinhar ações aos Planos de Recursos Hídricos e à Agenda 2030. O monitoramento com indicadores periódicos de qualidade da água e desempenho das ETEs reforça o avanço da ODS 6 no estado.

7. REFERENCIAS

- AEgea Saneamento. Matéria de Capa: Condomínios e os desafios do saneamento. Revista Aegea, ed. 32, 2023. Disponível em: <https://revistaaaegea.com.br/materia-de-capa-32/>. Acesso em: 25 out. 2023.
- AGÊNCIA BELÉM. Obra do governo do estado no canal São Joaquim é embargada por falta de alvará e danos ao meio ambiente. Agência Belém, Belém, 5 dez. 2024. Disponível em: [Agencia.belem.pa.gov.br/obra-do-governo-do-estado-no-canal-sao-joaquim-e-embargada-por-falta-de-alvara-e-danos-ao-meio-ambiente](https://agencia.belem.pa.gov.br/obra-do-governo-do-estado-no-canal-sao-joaquim-e-embargada-por-falta-de-alvara-e-danos-ao-meio-ambiente). Acesso em: 5 ago. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Critérios e diretrizes para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição. Brasília: ANA, 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS ANA. Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos. *Encartes do Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*, p. 76, 2019.
- ALPARONE, I. B. A expansão Urbana na proximidade de novos empreendimentos: Caso das regiões do Porto Meira e Carmã em Foz do Iguaçu nos anos 2015 e 2023. *Instituto latino-americano de tecnologia, infraestrutura e território (ilatit) engenharia civil de infraestrutura*, p. 47, 2023.
- ALVES JUNIOR, W. J. F. Aspectos da dominialidade das águas no Brasil: características dos arranjos legal e institucional. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 1427–1456, 2020.
- ANA. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas Brasileiras*. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/docs/regioeshidrograficas.pdf>.
- ANA. Manual De Procedimentos Técnicos E Administrativos De Nacional De Águas. v. 2013, p. 240, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/manual-de-outorga.pdf/view>.
- APARECIDA, M. *et al.* Use of laboratory methodologies to confirm an outbreak of acute diarrheal disease caused by multiple pathogens Uso de metodologias laboratoriais para confirmação de surto de doença diarreica aguda causada por múltiplos patógenos. *Rev Inst Adolfo Lutz*, v. 81, p. 37253, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.53393/rial.2022.v.81.37253>.
- BELÉM. Lei nº 8.655, 30 de julho de 2008 - Plano Diretor de Belém. n. Prefeitura Municipal de Belém, p. 1–122, 2008. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf.
- BRASIL. Política nacional de recursos hídricos. p. 1–15, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm.
- BRASIL. Sistema de esgotamento sanitário no Brasil: dados do Censo 2022 sobre fossas sépticas em áreas urbanas. Agência Brasil, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-06/aceso-da-populacao-coleta-de-lixo-e-rede-de-esgoto-cresce-no-pais>
- CHAGAS, L. A. DAS; PASQUALETTO, A. Planejamento urbano e ambiental no Brasil com ênfase no saneamento básico. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 3, p. e3617, 2024.
- CIRILO, B. B.; ALMEIDA, O. T. DE. Os Limites à Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Pará: Uma Análise Técnica. *Desenvolvimento em Questão*, v. 20, n. 58, p. e11542, 2022.
- CONJUNTURA RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARÁ. In: PARÁ. SEMAS. *Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade*. [S.l.: s.n.], 2022. p. 1–111.

- COSTA, F. E. V. *et al.* Gestão dos recursos hídricos no estado do Pará-Brasil: uma análise de quinze anos de promulgação da Lei ° 6.381/2001 (2001-2016). *Ciência Geográfica*, v. XXIV, n. 2, p. 712–728, 2020.
- COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N. Os instrumentos da política nacional de recursos hídricos na região norte do Brasil. *Oecologia Australis*, v. 15, n. 4, p. 762–774, 2011.
- CRUZ, C. C. D. C. S. Uso E Ocupação Do Solo Nas Bacias Hidrográficas Da Região Metropolitana De Belém: Uma Análise Urbanístico- Ambiental. *Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Belém, 2018.*, p. 183, 2018.
- DA SILVA COSTA, T. M. *et al.* Esgotamento Sanitário E O Avanço Da Meta 6.2 Do Ods 6: Estudo De Caso No Município De Paracuru, Ceará. *Conexões - Ciência e Tecnologia*, v. 16, p. e022025, 2022.
- DE ARAUJO, L. F. *et al.* Analysis of the coverage of supply and of the water quality distributed in different regions of Brazil in 2019. *Ciencia e Saude Coletiva*, v. 27, n. 7, p. 2935–2947, 2022.
- DIAS, P. A. ET AL. Análise Socioespacial tendo como recorte a avenida Augusto Montenegro, desde a entrada do Bengui até a avenida Independência Belém-PA. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos - CBG*, p. 1–13, 2014. Disponível em: <<http://www.cbg2014.agb.org.br/site/anaiscomplementares?AREA>>.
- DUARTE-DOS-SANTOS, A. K. *et al.* Índice de proteção da vida aquática em uma bacia urbana do rio Bacanga no norte do Brasil, São Luís - MA. *Brazilian Journal of Biology*, v. 77, n. 3, p. 602–615, 2017.
- FAPESPA. Radar de Indicadores das Regiões de Integração do Pará. *Fundação Amazônica de Amaparo a Estudos e Pesquisas*, p. 1–50, 2023. Disponível em: <<https://www.fapespa.pa.gov.br/radar-de-indicadores-das-regioes-de-integracao>>.
- FRACALANZA, A. P.; DA PAZ, M. G. A.; ALVES, E. M. Water and sanitation in Brazil: conflicts, appropriation, and climate injustice. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 62, p. 904–918, 2023.
- GTSC A2030. GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL PARA AGENDA 2030. Relatório-Luz do Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para Agenda 2030. p. 131, 2023. Disponível em: <<https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-do-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil-2023/>>.
- HARTWIG, M. P. Apostila Hidrologia. *Programa de Fomento ao Uso das TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO - TICS*, p. 97, 2012. Disponível em: <http://tics.ifsul.edu.br/matriz/conteudo/disciplinas/_pdf/hidr.pdf>.
- ISABELLE, E.; MENDES, M. A. Avaliação de parâmetros de qualidade da água com base no uso pretendido. *Programa de Apoio à iniciação científica - PAIC*, p. 429–446, 2011. Disponível em: <https://www.fmt.am.gov.br/layout2011/denpe/dep/paic/20102011/ANAIS_2010_2011.pdf>.
- LATUF, M. *et al.* Política Nacional de Recursos Hídricos e a Gestão dos Recursos Hídricos Política Nacional de Recursos Hídricos e a Gestão dos Recursos Hídricos National Water Resources Policy and the Water Resources Management. *V GEOSIMPÓSIO*, n. June, p. 0–10, 2019. Disponível em: <<https://geosimposiounifal.wordpress.com/anais/>>.
- LIMA, A. M. M. DE *et al.* a Dominialidade Do Rio Pará, Sua Natureza E Aspectos Relevantes À Gestão Dos Recursos Hídricos, No Estado Do Pará. *XVIII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, p. 1–11, 2009. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=10270>>.
- LISBOA, L. *et al.* System for analysis of water abstraction and effluent dilution in piracicaba river basin, Minas Gerais State, Brazil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 24, n. 5, p. 929–937, 2019.

MACHADO GARCIA, J. *et al.* Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. p. 228–254, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-10>>.

MARTINS, H. V.; MARINHO, E. R.; BARBOSA, I. C. C.; MODESTO, L. J. M.; SODRÉ, S. S. V. Avaliação da gestão dos recursos hídricos do Estado do Pará: uma proposta metodológica à outorga de diluição de lançamento de efluentes – Estudo de caso da. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 01, p. 758–769, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.html>>.

MENDES, L. A. S. AUGUSTO MONTENEGRO EM BELÉM DO PARÁ ELEMENTS FOR A GEOGRAPHY-HISTORICAL OF THE STREET AUGUSTO MONTENEGRO IN BELÉM OF PARÁ ÉLÉMENTS POUR UNE GÉOGRAPHIA-HISTORIQUE DE LA AVENUE Para adentrar nos aspectos históricos , propriamente , é necessário pensar na du. n. 2359– 0831, p. 118–139, 2018. Disponível em: <<https://www.ihgp.net.br/revista/index.php/revista/issue/archive>>.

PARÁ. Plano Estadual de Recursos Hídricos. p. 1–83, 2021a. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/Produto_Final_Sumario_Executivo_do_PERH-PA.pdf>.

PARÁ. Plano Estadual de Recursos Hidricos do Pará. 2021b. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br>>.

PASTRE, F. *et al.* Evolução Dos Serviços De Coleta E Tratamento De Esgoto No Cenário Brasileiro : Uma Análise Para Alcançar As Metas Do Novo Marco Legal Do Saneamento Básico Evolution of Sewerage Collection and Treatment Services in the Brazilian Context: an Analysis To Ac. XI SINGEP - *Simpósio Internacional de Gestão, Projetos, Inovação e Sustentabilidade*, 2023.

PEREIRA, J. S. Balanço patrimonial dos recursos hídricos: a situação das regiões hidrográficas do Brasil. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n. 1, p. 68–75, 6 mar. 2019. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29177>>.

PERNAMBUCO. Norma Técnica Controle De Carga Orgânica Em Efluentes Líquidos Industriais Cprh N 2.001. p. 3–8, 2003. Disponível em: <<https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/normas-cprh-2001.pdf>>.

PINHEIRO, R. *et al.* Outorga para Lançamento de Efluentes - Uma Metodologia de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, n. 4, p. 55–65, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (PMB). Plano Municipal de Saneamento Básico. Volume I - caracterização geral do Município de Belém. v. I, p. 418, 2020. Disponível em: <<https://arbel.belem.pa.gov.br/legislacao/pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico/>>.

RODRIGUES, S. T. Cenário das Outorgas de Lançamento de Esgoto concedidas em Belém-PA. *Universidade Federal do Pará*, v. 35, n. 38, p. 1–91, 2017. Disponível em: <<https://ppgec.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2018/suzana.pdf.pdf>>.

SANTOS, C. M. S. *O Uso da Drenagem como Método de Avaliação de Desempenho da Ocupação Urbana: Uma reflexão sobre a Avenida Augusto Montenegro*. 2017. 1–135 f. 2017.

SANTOS, J. A. *et al.* A SOCIEDADE URBANA E OS RIOS : EFEITOS DO USO E OCUPAÇÃO DA PLANÍCIE ALUVIAL EM CANAIS FLUVIAIS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA MATA-FOME , THE URBAN SOCIETY AND THE RIVERS : EFFECTS OF THE USE AND OCCUPATION OF THE FLOOD PLAIN IN RIVER CHANNELS IN THE MATA-FO. *Revista GeoAmazônia*, v. 13, p. 104–125, 2025. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia>>.

SANTOS, S. L; SOUZA, S. H. H; *et al.*. Treated domestic effluents for non-potable reuse: microbial risk assessment and economic viability. *Urban Water Journal*, v. 21, n. 3, 2023. DOI: 10.1080/1573062X.2023.2295309. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2295309>

SILVA, Heloísa Regina Turatti et al. Avaliação de um sistema alternativo para tratamento de efluente doméstico e planejamento para conscientização da comunidade. *MIX Sustentável*, v. 7, n. 2, p. 67–78, 2023. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n2.67-78. Disponível em: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n2.67-78>.

SOUSA-FELIX, R.C.; FIGUEIREDO, C.M.S; SOUSA, R. P. C. URBAN WATERSHED MANAGEMENT IN THE BRAZILIAN AMAZON. p. 1–17, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/SCfQDsyThXsLBzB8PpWBWKB/?format=pdf&lang=en>.

STINGHEN, C.; MANNICH, M. Diagnóstico de outorgas de captação e lançamento de efluentes no Paraná e impactos dos usos insignificantes. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 16, n. 1, p. 10–10, 2019.

TEIXEIRA, Daniel Brinckmann et al. Análise bibliométrica: saneamento descentralizado com aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias domésticas. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, maio 2024. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/744>.

TRATA BRASIL. Ranking Do Saneamento Instituto Trata Brasil 2021. *Instituto Trata Brasil*, v. 2023, n. Snis 2021, p. 130, 2021. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br>.

VITERI, Lucía; POZO, Fernando; et al. Septic tank usage and its faecal sludge management in Cuenca, Ecuador. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, IWA Publishing, v. 14, n. 6, p. 423–435, 2023. Disponível em: <https://iwaponline.com/washdev/article/14/6/423/102243/Septic-tank-usage-and-its-faecal-sludge-management>

Von Sperling, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos/ Marcos von Sperling – 2. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

8. APÊNDICE

- CENÁRIO 01

PONTO	POPULAÇÃO (hab.)	QPC (L/hab.dia)	Qesgoto (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
A	336	67200	53,76	18,82
B	432	86400	69,12	24,19
C	672	134400	107,52	37,63
D	480	96000	76,8	26,88
E	480	96000	76,8	26,88
F	2688	537600	430,08	150,53

Consumo (L.dia) 200
 Coef. Retorno esgoto (R) 0,8
 DBO5 (mg/L) 350

- CENÁRIO 02

PONTO	POPULAÇÃO (hab.)	QPC (L/hab.dia)	Qmédia (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
A	336	67200	53,76	6,45
B	432	86400	69,12	8,29
C	672	134400	107,52	12,90
D	480	96000	76,80	9,22
E	480	96000	76,80	9,22
F	2688	537600	430,08	51,61

Consumo (L.dia) 200; Coef. Retorno esgoto (R) 0,8; DBO5 (mg/L) - tratamento 120

- PROJEÇÃO POPULACIONAL

DISTRITO	ANO - POPULAÇÃO			
	2000	2010	2020	2030
ENTROCAMENTO	116561,00	125400,00	134909,27	145139,65
BENGUI	237303,00	284670,00	341491,72	409655,36
ICOARACI	133150,00	167035,00	209543,31	262869,44

- PROJEÇÃO CARGA ORGÂNICA

ENTRONCAMENTO			
ANO	QPC (L/hab.dia)	Qmédia (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
2000	23312200	18649,76	6527,42
2010	25080000	20064	7022,40
2020	26981854,99	21585,48	7554,92
2030	29027930,58	23222,34	8127,82

BENGUI			
ANO	QPC (L/hab.dia)	Qmédia (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
2000	47460600	37968,48	13288,97
2010	56934000	45547,20	15941,52
2020	68298343,38	54638,67	19123,54
2030	81931072,98	65544,86	22940,70

ICOARACI			
ANO	QPC (L/hab.dia)	Qmédia (m³/dia)	Carga Orgânica (kg/dia)
2000	26630000,00	21304,00	7456,40
2010	33407000,00	26725,60	9353,96
2020	41908661,25	33526,93	11734,43
2030	52573888,33	42059,11	14720,69

Consumo (L.dia) 200

Coef. Retorno esgoto (R) 0,8

DBO5 (mg/L) 350