



Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

**Modelo para Promover a Adoção de Selos de
Construções Verdes no Brasil e Proposta de
uma Técnica de Modelagem Estrutural
Interpretativa Validada**

TESE DE DOUTORADO

Wylliam Bessa Santana

2021

Wylliam Bessa Santana

**Modelo para Promover a Adoção de Selos de Construções
Verdes no Brasil e Proposta de uma Técnica de
Modelagem Estrutural Interpretativa Validada**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor.

Orientador: Prof^o. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués

Belém, 14 de dezembro de 2021.



**MODELO PARA PROMOVER A ADOÇÃO DE SELOS DE
CONSTRUÇÕES VERDES NO BRASIL E PROPOSTA DE UM
TÉCNICA DE MODELAGEM ESTRUTURAL INTERPRETATIVA
VALIDADA**

AUTOR:

WYLLIAM BESSA SANTANA

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

APROVADO EM: 14 / 12 / 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués
Orientador (UFPA)

Profa. Dra. Andrea Parisi Kern
Membro Externo (Unisinos)

Prof. Dr. Francisco Gaudêncio Mendonça Freires
Membro Externo (UFSC)

Prof. Dra. Norma Ely Santos Beltrão
Membro Externo (UEPA)

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço
Membro Interno (UFPA)

Visto:

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

**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)**

S231m Santana, Wylliam Bessa.
Modelo para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil e proposta de uma técnica de modelagem estrutural interpretativa validada / Wylliam Bessa Santana. — 2021.
231 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2021.

1. Construção verde. 2. Construção civil. 3. Técnicas de modelagem. I. Título.

CDD 690

Dedico este trabalho à minha família:

A minha mãe Marlene de Assis Bessa.

Ao meu falecido pai Walter Coelho Santana.

À minha esposa Marcela da Silva Cordeiro.

Aos meus filhos Guilherme, Laura e Luiza Cordeiro Bessa.

Aos meus irmãos Alex Leitão Santana e Priscila Bessa Santana.

AGRADECIMENTOS

Ninguém realiza uma obra sozinho, e, um trabalho como este de tese de doutorado é muito mais do que uma conquista pessoal, pois envolve muitas pessoas, que, direta ou indiretamente participam, dão suporte ou contribuem para que tanto as atividades necessárias à pesquisa sejam realizadas, quanto para que o pesquisador possa desempenhá-las com sucesso.

Neste momento cabe agradecer a todos os envolvidos neste trabalho.

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade do dom da vida e pela sua misericórdia.

Agradeço à UFPA por ser uma instituição inclusiva que me possibilitou galgar desde o ensino fundamental até os mais altos níveis da academia.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFPA pela oportunidade.

Agradeço ao IFPA por permitir minha qualificação profissional em regime de afastamento integral.

Quero deixar um obrigado em especial a meu amigo Luiz Maurício Furtado Maués, que em determinado momento tornou-se meu orientador neste árduo processo e, que além de conduzir esta pesquisa no caminho certo, demonstra constantemente as razões verdadeiras pelas quais este caminho da academia deve ser trilhado.

Agradeço a minha mãe Marlene de Assis Bessa por toda a dedicação, trabalho e abdicção que me possibilitaram as condições de estar cursando o doutorado.

Agradeço ao meu pai Walter Coelho Santana pelo exemplo, valores e carinho que servem de exemplo, inclusive na confecção de uma pesquisa com qualidade.

Agradeço à minha esposa Marcela da Silva Cordeiro pelo apoio, amor e carinho expressos ao longo de todos os meus passos na academia e na vida.

Quero expressar meus sentimentos de gratidão pelos meus filhos Guilherme Cordeiro Bessa, Laura Cordeiro Bessa e Luiza Cordeiro Bessa, pois eles foram os que

mais tiveram de abdicar para o andamento desta pesquisa ao dividir o tempo disponível de seu pai.

Quero agradecer aos meus irmãos Priscila Bessa Santana e Alex Leitão Santana, que, serviram de exemplo tanto para buscar a qualificação de doutorado quanto para ter a paz de espírito necessária em galgá-la.

Obrigado aos amigos Jefferson, Vitor, Moisés, Anderson, Gabriela, Raoni, Sávio, Roni, dentre tantos outros que me desculpem, pois, o texto ficaria deveras longo.

Obrigado aos amigos de academia que ajudaram com conselhos e trocando experiências, como Felipe, Claudionor, Renato, Fabricio, André e Paulo.

Obrigado ao professor Marcelo de Souza Picanço pela orientação de meu mestrado e não só isso, mas também pelo apoio em pleiteá-lo.

Estendo ainda meus agradecimentos à banca examinadora desta tese e a todos os outros envolvidos nesta pesquisa, que por descuido não tiveram seus nomes citados.

RESUMO

Tornar a indústria da construção civil mais sustentável é um importante passo para assegurar o desenvolvimento sustentável da humanidade. Para isso, Selos de Construções Verdes (SCV) são possivelmente uma das estratégias mais difundidas em todo o mundo e, inclusive, contribuem para o atendimento aos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). De fato, os SCV já ajudaram no desenvolvimento de mais de 850.000 construções verdes em todo o mundo (dados de apenas três dos selos mais utilizados, são eles o LEED, o BREEAM e o BASIX), no entanto, o Brasil, mesmo possuindo SCV nacionais publicados a quase 10 anos, certificou apenas 1362 empreendimentos. Visando contribuir com a adoção de construções verdes no Brasil, esta pesquisa tem o objetivo de criar um modelo interpretativo a partir dos mecanismos envolvidos na sua adoção. Como resultado foi criado um modelo geral contendo as principais barreiras, fatores impulsionadores e estratégias para adoção de construções verdes no Brasil. Dentre as contribuições da pesquisa, segundo o modelo desenvolvido as principais barreiras são os mecanismos de proteção ambiental e o custo e retorno do investimento, os principais FI são benefícios intangíveis dos SCV e as principais estratégias são as políticas públicas de apoio aos SCV e a Simplicidade e flexibilidade do processo de certificação. Ademias, outra importante contribuição desta tese foi o desenvolvimento de uma técnica de Modelagem Estrutural Interpretativa Validada (MEIV), capaz de gerar modelos conceituais de fácil visualização que ajudam na definição e hierarquização de estratégias. O MEIV incorpora procedimentos das técnicas de Modelagem Estrutural Interpretativa (MEI) integrada à técnica de Matriz de Impacto de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação (MICMAC) e Modelagem de Equações Estruturantes – técnica dos Mínimos Quadrados Parciais (MEE). Além da fácil visualização, em comparação a outras técnicas de modelagem o MEIV incorpora procedimentos de validação qualitativa e permite a utilização de amostras pequenas e com distribuição não normal obtidas por meio de pesquisas *survey*. Por conta destas características, acredita-se que o MEIV tem potencial em beneficiar um grande número de pesquisas exploratórias baseadas em modelagem.

Palavras-chave: Construção civil; Selos; Sustentabilidade; MEI; MICMAC; MEE; Barreiras; Fatores impulsionadores; Estratégias; Método; Modelagem; MEIV.

ABSTRACT

Making the construction industry more sustainable is an important step towards ensuring the sustainable development. For this, Green Building Labels (GBL) are possibly one of the most widespread strategies around the world and even contribute to meeting the Sustainable Development Goals (SDGs). In fact, GBL have already helped in the development of more than 850,000 green buildings around the world (data from only three of the most used labels, they are LEED, BREEAM and BASIX), however, Brazil, even having GBL published almost 10 years ago, have only 1362 green buildings. Aiming to contribute to the adoption of green buildings in Brazil, this research aims to create an interpretive model based on the mechanisms involved in their adoption. As a result, a general model was created containing the main barriers, drivers and strategies for adopting green buildings in Brazil. Among the research contributions, according to the developed model, the main barriers are the environmental protection mechanisms and the cost and return on investment, the main drivers are intangible benefits of the GBL and the main strategies are the public policies to support the GBL and the Simplicity and flexibility of the certification process. Another important contribution of this thesis was the development of a Validated Interpretive Structural Modeling (VISM) technique, capable of generating easy-to-view conceptual models that help define and rank strategies. The VISM incorporates procedures from the techniques of Interpretive Structural Modeling (ISM) integrated to the technique of Cross Multiplication Impact Matrix Applied to Classification (MICMAC) and Structuring Equation Modeling – Partial Least Squares (PLS-SEM) technique. In addition to being easy to visualize, compared to other modeling techniques, VISM incorporates qualitative validation procedures and allows the use of small samples with non-normal distribution obtained through survey research. Because of these characteristics, it is believed that VISM has the potential to benefit a large number of exploratory research based on modeling.

Keywords: Civil construction; Labels; Ratings systems; Sustainability; ISM; MICMAC; PLS-SEM; Barriers; drivers; Strategies; Method; Modeling; VISM.

Sumário

Capítulo	Página
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Certificações ambientais e os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS)	23
1.2 Justificativa e problema de pesquisa	26
1.3 Objetivos	30
1.3.1 Objetivo Geral	30
1.3.2 Objetivos Específicos	31
1.4 Pressupostos	31
1.5 Estrutura do Trabalho	31
2 O PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	33
2.1 Sustentabilidade	33
2.2 Construções Verdes e Construções Sustentáveis	38
2.2.1 Conceitos	38
2.2.2 Meios para se obter construções verdes	41
2.3 Selos de Construções Verdes (SCV)	43
2.3.1 Conceito, impacto e tipos de selos de construções verdes	43
2.3.2 Porque adotar selos de construções verdes	47
2.3.3 O quão sustentáveis são as construções verdes?	48
2.3.4 Características dos selos de construções verdes	50
2.3.5 Conclusões sobre os benefícios dos selos de construções verdes	52
2.4 Selos de construções verdes no Brasil	53
3 O CAMINHO PARA CONSTRUÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS	56
3.1 Visão geral	56
3.2 Barreiras aos selos de construções verdes	62
3.3 Fatores impulsionadores (FI) para a adoção de selos de construções verdes	68
3.4 Estratégias para promover selos de construções verdes	74
4 MÉTODOS DE MODELAGEM	81
4.1 Modelagem estrutural interpretativa (MEI)	82
4.2 Integração da modelagem estrutural interpretativa com a matriz de impacto de multiplicação cruzada aplicada à classificação (MICMAC)	87
4.3 Exemplos de modelos MEI e modelos MEI-MICMAC	88

	10
4.4	Modelagem de equações estruturantes (MEE)..... 90
4.5	Modelagem de equações estruturantes – técnica dos mínimos quadrados parciais 92
4.5.1	Modelo de caminho 94
4.5.2	A importância da teoria 96
4.5.3	Avaliação..... 98
4.5.4	Estimativa do modelo de caminho..... 99
4.6	Exemplos de modelos MEI validados com a MEE..... 101
4.7	Considerações finais sobre o capítulo 103
5	DELINEAMENTO E METODOLOGIA DA PESQUISA 104
5.1	Delineamento de pesquisa..... 104
5.2	Fase 1: Estudo exploratório da literatura..... 107
5.3	Fase 2: Revisão sistemática da literatura e elaboração do instrumento para coleta de dados 107
5.3.1	Revisão sistemática de literatura (RSL) 108
5.3.2	Elaboração do questionário de pesquisa..... 110
5.3.3	Validação do questionário de pesquisa..... 114
5.4	Fase 3: Coleta de dados..... 116
5.4.1	Pesquisa <i>survey</i> 116
5.4.2	Análise de dados 117
5.5	Fase 4: Desenvolvimento do modelo 117
5.5.1	Definição dos construtos 119
5.5.2	Identificação das possíveis relações entre construtos..... 120
5.5.3	Validação das relações entre construtos 124
5.5.4	Criação do modelo em fases de implementação..... 125
5.6	Fase 5: Validação do modelo 131
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES 135
6.1	Pesquisa <i>survey</i> 135
6.1.1	Questões gerais 136
6.2	Submodelo de barreiras para a adoção de SCV no Brasil..... 138
6.2.1	Definição dos construtos 138
6.2.2	Relações entre construtos 141
6.2.3	Criação do submodelo 144
6.2.4	Submodelo..... 146
6.3	Submodelo de fatores impulsionadores para a adoção de SCV no Brasil 150
6.3.1	Definição dos construtos 150

6.3.2	Relações entre construtos	152
6.3.3	Criação do submodelo	155
6.3.4	Submodelo	157
6.4	Submodelo de estratégias para a adoção de SCV no Brasil	159
6.4.1	Definição dos construtos	159
6.4.2	Relações entre construtos	162
6.4.3	Criação do submodelo	163
6.4.4	Submodelo	166
6.5	Validação do modelo	169
6.6	Modelo geral para a adoção de SCV no Brasil	172
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	177
7.1	Sugestões para novas pesquisas	179
	REFERÊNCIA	181
	APÊNDICE A: Questionário para coleta de dados da 1ª survey	203
	APÊNDICE B: Questionário para identificação das possíveis relações entre construtos (2ª survey)	210
	APÊNDICE C: Questionário para validação do modelo para a adoção de selos de construções verdes no Brasil (3ª survey)	216
	APÊNDICE D: Resultados da caracterização dos entrevistados da 1ª survey	221
	APÊNDICE E: Resultados das barreiras da 1ª survey	224
	APÊNDICE F: Resultados dos fatores impulsionadores da 1ª survey	227
	APÊNDICE G: Resultados das estratégias da 1ª survey	230

Lista de Tabelas

Tabela	Página
Tabela 1.1 — Número de resultados obtidos em busca no Portal de Periódicos da CAPES acerca dos selos brasileiros AQUA, SCAC e Procel Edifica	27
Tabela 2.1 — Número de edificações certificadas pelos selos AQUA-HQE, SCAC, Procel Edifica e LEED no Brasil até julho de 2021	53
Tabela 5.1 — Número de artigos selecionados e rejeitados na revisão sistemática de literatura	110
Tabela 5.2 — Métodos para coleta de dados utilizados pelos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura	111
Tabela 5.3 — Exemplo de SSIM.....	122
Tabela 5.4 — Regras para substituição dos construtos da SSIM	122
Tabela 5.5 — Exemplo de matriz de acessibilidade inicial.....	122
Tabela 5.6 — Exemplo de matriz de acessibilidade com relações válidas (final)	126
Tabela 5.7 — Divisão do grupo 1 do exemplo de MEI.....	130
Tabela 5.8 — Divisão do grupo 2 do exemplo de MEI.....	131
Tabela 5.9 — Resumo da divisão em grupos do exemplo de MEI	131
Tabela 6.1 — Número de respostas obtidas por atividade dos entrevistados e região	136
Tabela 6.2 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de barreiras	140
Tabela 6.3 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de barreiras	140
Tabela 6.4 — Resumo das SSIM de barreiras dos entrevistados na 2ª <i>survey</i>	142
Tabela 6.5 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de barreiras	142
Tabela 6.6 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de barreiras	143
Tabela 6.7 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de barreiras.....	144
Tabela 6.8 — Divisão do grupo 1 dos construtos de barreiras.....	146
Tabela 6.9 — Divisão dos grupos 2 e 3 dos construtos de barreiras.....	146
Tabela 6.10 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de fatores impulsionadores.....	151
Tabela 6.11 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de fatores impulsionadores.....	152
Tabela 6.12 — Resumo das SSIM de fatores impulsionadores dos entrevistados na 2ª <i>survey</i>	153
Tabela 6.13 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de fatores impulsionadores ..	153
Tabela 6.14 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de fatores impulsionadores.....	154
Tabela 6.15 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de fatores impulsionadores	155
Tabela 6.16 — Divisão do grupo 1 dos construtos de fatores impulsionadores	156
Tabela 6.17 — Divisão dos grupos 2, 3 e 4 dos construtos de fatores impulsionadores.....	157

Tabela 6.18 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de estratégias	161
Tabela 6.19 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de estratégias	161
Tabela 6.20 — Resumo das SSIM de estratégias dos entrevistados na 2ª <i>survey</i>	162
Tabela 6.21 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de estratégias	162
Tabela 6.22 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de estratégias	163
Tabela 6.23 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de estratégias.....	164
Tabela 6.24 — Divisão do grupo 1 dos construtos de estratégias.....	165
Tabela 6.25 — Divisão dos grupos 2, 3 e 4 dos construtos de estratégias	165
Tabela 6.26 — Características dos entrevistados na 3ª <i>survey</i>	170
Tabela 6.27 — Resultados da 3ª <i>survey</i> para validação do modelo	171

Lista de Figuras

Figura	Página
Figura 1.1 — Número de certificações no Brasil acumuladas no período de 2007 a 2020	22
Figura 2.1 — A trajetória de crescimento das pesquisas em sustentabilidade na construção, 1994-2019	37
Figura 3.1 — Curva de adoção de inovações	56
Figura 3.2 — Número de certificações no Brasil	57
Figura 3.3 — O caminho para construções verdes	59
Figura 3.4 — O círculo vicioso de Blame	61
Figura 4.1 — Número de artigos que mencionam a MEI na base de dados <i>Scopus</i>	83
Figura 4.2 — Número de artigos que mencionam MEI e MICMAC na base de dados <i>Scopus</i>	88
Figura 4.3 — Exemplos de estruturas hierárquicas obtidas com a MEI	89
Figura 4.4 — Exemplo de estrutura hierárquica simplificada	90
Figura 4.5 — Número de artigos que mencionam PLS-SEM por área do conhecimento	93
Figura 4.6 — Exemplo de modelo de caminho da MEE	95
Figura 4.7 — Exemplo de modelo MEI-MICMAC-MEE de Ullah e Narain (2020)	102
Figura 5.1 — Delineamento da pesquisa	106
Figura 5.2 — Exemplo de informação que exigiu mais de uma pergunta para ser respondida	113
Figura 5.3 — Fluxograma de construção do modelo utilizando a técnica MEIV desenvolvida pela pesquisa	118
Figura 5.4 — Diagrama bidimensional do exemplo de MEI-MICMAC	128
Figura 5.5 — Exemplo de estrutura hierárquica MEI-MICMAC	129
Figura 6.1 — Informações a respeito dos entrevistados	137
Figura 6.2 — Nível de consciência e interesse em construções verdes	138
Figura 6.3 — Diagrama bidimensional do submodelo de barreiras	145
Figura 6.4 — Submodelo de barreiras	147
Figura 6.5 — Diagrama bidimensional do submodelo de fatores impulsionadores	156
Figura 6.6 — Submodelo de fatores impulsionadores	158
Figura 6.7 — Diagrama bidimensional do submodelo de estratégias	164
Figura 6.8 — Submodelo de estratégias	167
Figura 6.9 — Modelo geral para a adoção de SCV no Brasil	173

Lista de Quadros

Quadro	Página
Quadro 1.1 — 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável compactuados na Agenda 2030 e possíveis contribuições dos selos de construções verdes.....	23
Quadro 1.2 — Contribuições dos SCV para o atendimento aos ODS segundo a literatura.....	25
Quadro 1.3 — Pesquisas sobre mecanismos envolvidos na adoção de selos e tecnologias verdes em países em desenvolvimento.....	27
Quadro 2.1 — Principais requisitos relacionados à construção verde e construção sustentável.....	39
Quadro 2.2 — Selos de construções verdes mais conhecidos.....	45
Quadro 2.3 — Lista de características que os SCV devem possuir.....	50
Quadro 3.1 — Principais barreiras relacionadas aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases <i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> , <i>Science Direct</i> e <i>Engineering Village</i>	62
Quadro 3.2 — Principais fatores impulsionadores relacionados aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases <i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> , <i>Science Direct</i> e <i>Engineering Village</i>	68
Quadro 3.3 — Principais estratégias relacionadas aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases <i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> , <i>Science Direct</i> e <i>Engineering Village</i>	74
Quadro 4.1 — Indicadores de avaliação de MEE.....	98
Quadro 5.1 — Protocolo da revisão sistemática da literatura realizada para identificar as barreiras, FI e estratégias para a adoção de selos de construções verdes.....	109
Quadro 5.2 — Características funcionais do questionário elaborado pela pesquisa.....	112
Quadro 5.3 — Regras para a análise fatorial confirmatória.....	120
Quadro 5.4 — Símbolos utilizados para formular a SSIM.....	121
Quadro 6.1 — Construtos definidos para o submodelo de barreiras.....	139
Quadro 6.2 — Construtos definidos para o submodelo de fatores impulsionadores.....	150
Quadro 6.3 — Construtos definidos para o submodelo de estratégias.....	160

Lista de Abreviaturas e Siglas

Neste item são apresentados alguns dos símbolos utilizados nesta tese. Aqueles que não estão aqui apresentados têm seu significado explicado assim que mencionados ao longo do texto desta pesquisa.

Símbolo	Significado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
BASIX	<i>Building Sustainability Index</i>
BIM	Modelagem da Informação da Construção
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</i>
CBa	Construto de Barreiras
CE	Construto de Estratégias
CFI	Construto de Fatores Impulsionadores
FI	Fatores Impulsionadores
GB	<i>Green Building</i>
GBC	<i>Green Building Council</i>
GBCBrasil	<i>Green Building Council</i> do Brasil
GBT	<i>Green Building Technology</i>
ISM	<i>Interpretative Structural Modeling</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MEE	Modelagem de Equações Estruturantes
MEI	Modelagem Estrutural Interpretativa
MEIV	Modelagem Estrutural Interpretativa Validada
MICMAC	Matriz de Impacto de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação
MVE	Média da Variância Extraída
PLS-SEM	<i>Partial Least Squares Structural Equation Modeling</i>

RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SCAC	Selo Casa Azul da Caixa
SCV	Selos de Construções Verdes
SSIM	Matriz de Auto-interação Estrutural
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
VISM	<i>Validated Interpretative Structural Modeling</i>
WGBC	<i>World Green Building Council</i>

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Conselho Mundial de Construções Verdes (2020), "construção verde" é "uma construção que, no seu projeto, construção e operação, reduz ou elimina impactos negativos, e pode criar impactos positivos, no nosso clima e meio ambiente natural", preservando os recursos naturais e melhorando a qualidade de vida. Já a "sustentabilidade ambiental" pode ser entendida como o uso eficiente dos recursos naturais (HE et al., 2018), garantindo o menor impacto possível ao meio ambiente sem prejudicar as atividades humanas (GOODLAND, 1995). Estes dois conceitos, isto é, os conceitos de "construções verdes" e "sustentabilidade ambiental" são transformadores e vêm sendo introduzidos na construção civil a alguns anos (ABIDIN, 2010; WONG; ZHOU, 2015; DARKO et al., 2019; SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019). Ainda assim, o setor é responsável pelo consumo de 36% da energia final gerada no planeta e 39% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) realizados no mundo em 2018 (IEA, 2019), e, além disso, ambos permanecem em crescimento, seja o consumo de energia (IPCC, 2014), sejam as emissões mundiais de gases de efeito estufa (IEA, 2020). Neste sentido, aumentar a eficiência energética das edificações torna-se um ponto chave (NATURE-PUBLISHING-GROUP, 2008; ALLOUHI et al., 2015; WONG; ZHOU, 2015), sobretudo em países em desenvolvimento onde o uso ineficiente de energia contrasta com o seu consumo crescente (IPCC, 2014; ZHANG; WU; LIU, 2018; DEVINE; MCCOLLUM, 2019) e, entre outros fatores, é impulsionado pela demanda por edificações (FJP, 2015).

Segundo a literatura um dos meios mais eficientes de reduzir o consumo de energia (IWARO; MWASHA, 2010; ANNUNZIATA; FREY; RIZZI, 2013; IPCC, 2014) e a geração de poluentes (ÜRGE-VORSATZ et al., 2007; KAMAL; AL-GHAMDI; KOÇ, 2019; LIU et al., 2020) das edificações segue o caminho das regulamentações e códigos de construção. No entanto, ainda que em países desenvolvidos estas regulamentações já estejam consolidadas há algum tempo (ANNUNZIATA; FREY; RIZZI, 2013), as mesmas ainda encontram diversas dificuldades em países em desenvolvimento, em virtude por exemplo da insuficiência na sua implementação e execução, além do elevado índice de corrupção e do fato de algumas dessas regulamentações serem voluntárias e não mandatórias (IWARO; MWASHA, 2010).

Estes fatos demonstram que o aumento nos próximos anos do consumo de energia e a consequente emissão de gases de efeito estufa tende a ser impulsionado pelos países em desenvolvimento, e que por outro lado, um dos meios mais eficientes para reduzir estas emissões, como a adoção de regulamentações, tem baixo potencial nestes países.

No Brasil, o caminho das leis e regulamentações que protegem o meio ambiente ainda encontra-se bastante limitado, principalmente em função da ineficiência do governo em exigir sua implementação (SMARTMARKET, 2018). Selos de Construções Verdes (SCV) por outro lado, são uma das estratégias mais adotadas para se obter construções verdes no país (GBCBRASIL, 2021). Para Berardi (2012) certificações ambientais se destacam por conseguir mais adeptos devido a sua simplicidade de entendimento e grande difusão nos meios de comunicação. Já para Lam *et al.* (2010), a despeito da rigidez de regulamentações ambientais, muitas organizações preferem modelos mais flexíveis para tornar suas edificações amigas do meio ambiente, como os SCV.

Segundo Costa *et al.* (2018) ao avaliarem o mercado de edificações comerciais de São Paulo, a certificação verde de empreendimentos é um diferencial capaz de aumentar os preços dos aluguéis de 4% a 8%. Ainda assim, os benefícios sociais das certificações ambientais são maiores do que o simples retorno do seu investimento (QIAN *et al.*, 2015). Reichardt (2014) defende que benefícios intangíveis norteiam a opção por certificar edificações. De fato, ainda que estes benefícios intangíveis sejam muito mais difíceis de quantificar (ZHANG; WU; LIU, 2018), experiências exultantes são verificadas em outros países que obtiveram sucesso na implementação de SCV (DING, 2014; GUO; PACHAURI, 2017).

MacNaughton *et al.* (2018) estimou a redução na emissão de gases de efeito estufa de edificações certificadas pelo *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) em seis países (Estados Unidos, China, Brasil, Índia, Turquia e Alemanha) e obtiveram que a certificação propiciou a redução de 33MT de CO₂, 51kt de SO₂, 38kt de NO_x e 10kt de PM_{2,5}, e consequentemente, trouxeram benefícios intangíveis, apenas nos Estados Unidos, como evitar de 172-405 mortes prematuras, 171 admissões em hospitais e 11.000 exacerbações asmáticas. Ainda que os resultados sejam estimados e não fruto de uma análise de desempenho real destes edifícios, o estudo de MacNaughton *et al.* (2018) propicia conclusões interessantes para o Brasil, pois permite inferir que mesmo considerando uma matriz energética nacional mais limpa, isto é, com um percentual bem pequeno de consumo de carvão, o país consegue ter uma redução significativa da emissão destes gases com a certificação de edifícios (252kt de CO₂, 700t de SO₂, 600t de NO_x e 170t de PM_{2,5}), equivalente ao de outros países como a Alemanha e Turquia¹.

¹ Embora o autor (MACNAUGHTON *et al.*, 2018) não faça essa afirmativa, pode-se inferir que o Brasil, a Alemanha e a Turquia possuem redução de emissões de gases de efeito estufa equivalentes com base na relação de proximidade entre os números apresentados relacionados às certificações e às emissões estimadas destes países.

Conforme o relatório do *SmartMarket* (2018) realizado com 2078 profissionais de construção de diversos países, dentre os benefícios mais esperados de construções verdes encontram-se a promoção da saúde e bem estar dos ocupantes (77%); encorajar práticas sustentáveis (75%); melhorar a produtividade dos empregados em empreendimentos comerciais (59%); Criar um senso de comunidade (57%) e, melhorar a economia doméstica (53%). Segundo o relatório, estes benefícios resultam que os profissionais brasileiros do setor de construção civil estão no oitavo lugar dentre os mais otimistas acerca de aumentar o número de edificações certificadas.

Corroborando com o estudo anterior, ainda em 2018 o Brasil era o quarto país com o maior número de edifícios certificados pelo *LEED* segundo o *Green Building Council Brazil*, com 531 empreendimentos certificados, e este número continua a crescer, de maneira que no início de 2021 já eram 681 empreendimentos (GBCBRASIL, 2021). Já o Processo AQUA, derivado do SCV francês HQE (*Haute Qualité Environnementale* – “Alta Qualidade Ambiental”) certificou 356 empreendimentos até o início de 2021 (VANZOLINI, 2021).

Ainda assim, o LEED e o AQUA são apenas alguns dos SCV presentes no país, e o caminho para a sustentabilidade ambiental da indústria da construção se beneficia com a variedade de certificações e dos seus diferentes enfoques (BENITES; OSMOND; ROSSI, 2020). Por exemplo, enquanto o LEED e o AQUA visam mais questões ambientais, o selo Casa azul da Caixa Econômica Federal abrange também questões sociais (GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014); já o Procel Edifica, criado pela Eletrobras e o Procel, tem a finalidade de promover o uso racional de energia elétrica em edificações (PROCEL, 2020); e o WELL e FitWel focam-se no bem-estar, saúde e qualidade de vida dos ocupantes das edificações (ROSA, 2021) e vem ganhando destaque com a ocorrência da pandemia mundial de Covid-19 a partir de 2020, momento em que percebe-se um movimento mundial no sentido de buscar-se edificações mais saudáveis e focadas no bem estar do usuário (MURRAY et al., 2021).

Para Devine e Mccollum (2019) os SCV são uma importante ferramenta a ser usada no movimento de transformação da indústria de construção mundial no sentido da sustentabilidade, e um dos mecanismos potenciais deste processo é a criação e disseminação de novos SCV, sobretudo aqueles em âmbito regional.

Atualmente, além dos SCV já citados, algumas iniciativas municipais surgem no Brasil, na forma de benefícios fiscais baseados em SCV, conferindo descontos do Imposto sobre

a Propriedade Predial e Territorial e Urbana (IPTU) para construções novas e reformas que atinjam uma certa pontuação após implementarem práticas e tecnologias verdes. Esta é uma estratégia reconhecida em outros países e já bem presente em pelo menos 16 municípios brasileiros, como Campinas, Curitiba, Goiânia, Guarulhos, Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo (AZEVEDO, 2017, p. 157); e sua adoção é discutida inclusive em Belém, ambiente dos autores desta pesquisa (SINDUSCON-PA, 2021).

Estes fatos, isto é, o aumento do número de SCV disponíveis no Brasil, demonstram a expansão das oportunidades de se obter construções verdes no país. Entretanto, o que se percebe é que, apesar da variedade e disponibilidade de SCV o país encontra-se muito aquém do restante do mundo no que confere ao número de empreendimentos certificados, tendo certificado aproximadamente 1362 construções verdes até julho de 2021 (CAIXA, 2021; INMETRO, 2021; USGBC, 2021; VANZOLINI, 2021).

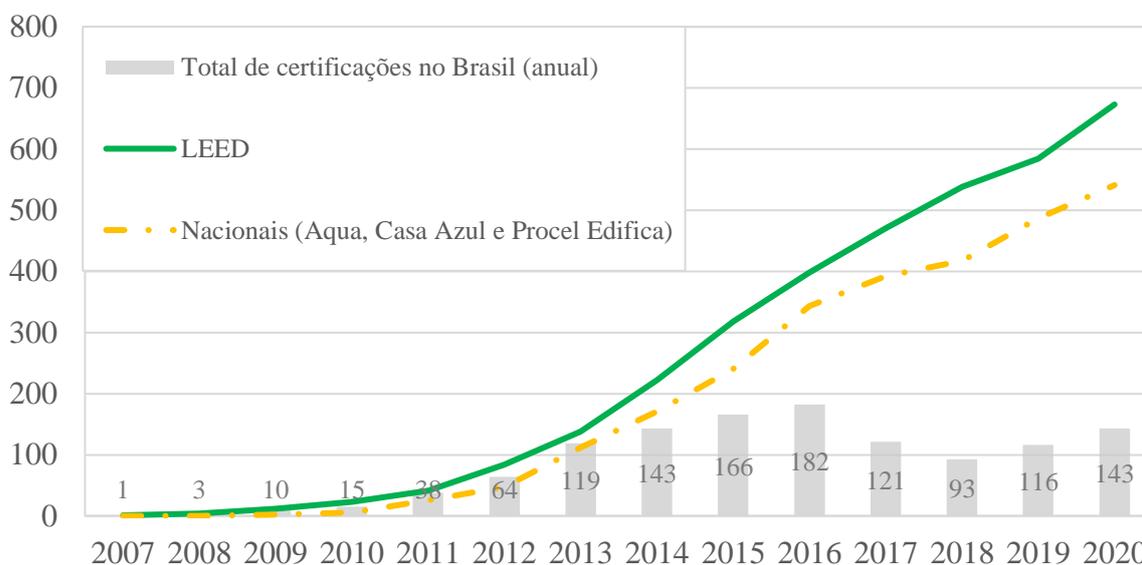
Em todo o mundo, algumas certificações têm papel de destaque no que concerne a construções verdes. O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) por exemplo, foi a primeira a certificar aproximadamente 590.000 projetos (BREEAM, 2020), e o LEED, apesar de possuir um número de certificações menor que o BREEAM, ainda assim alcançou o expressivo número de 120.000 projetos certificados (USGBC, 2021) e demonstra ter uma maior abrangência ao ser usado em 160 países (DOAN et al., 2017).

Segundo Devine e Mccollum (2019) isto se deve aos países desenvolvidos concentrarem a maioria das certificações de construções verdes. Não obstante, para os autores, os países em desenvolvimento demonstram ser a nova tendência para a expansão da certificação de construções verdes, sobretudo aqueles com mercados mais abertos aos investimentos internacionais. Para Cole e Valdebenito (2013) a tendência em certificar construções verdes em países em desenvolvimento ocorre, em parte, como uma tentativa destes países em atrair investimentos ao usar um SCV conhecida internacionalmente, assim como, pode advir da presença de empresas multinacionais e de empresas locais que buscam destaque nos seus mercados ao alinhar políticas e práticas da organização com métodos e tendências internacionais.

Neste sentido, ainda que o número atual de construções verdes no país seja limitado, na Figura 1.1 nota-se a crescente certificação destes empreendimentos no Brasil. Iniciada em 2007 com a primeira certificação de uma agência do Banco Real em Cutia, no estado de São

Paulo (USGBC, 2021) e potencializada com a introdução de SCV nacionais, desenvolvidas visando a conscientização e práticas sustentáveis na indústria de construção nacional (JONH; PRADO, 2010).

Figura 1.1 — Número de certificações no Brasil acumuladas no período de 2007 a 2020



Nota: os quantitativos das certificações LEED e Nacionais foram contabilizados acumulados, já os quantitativos do total de certificações no Brasil são apresentados de forma simples, isto é, ano a ano

Fonte: adaptado de dados obtidos em (CAIXA, 2021; INMETRO, 2021; USGBC, 2021; VANZOLINI, 2021)

Em todo o caso, outras inferências podem ser feitas a partir das linhas acumuladas de certificação de construções verdes apresentadas na Figura 1.1. Como a grande oscilação entre os números de certificações ano a ano, com variações de quase 100% entre 2016 e 2018 (181 para 93 respectivamente). Para Gort e Klepper (1982) a curva de difusão de novos produtos ao longo do tempo naturalmente se achata entre 40% e 70% em função de uma série de eventos ligados a mudanças de aspectos técnicos e no fluxo de informações entre os produtores. Para Devine e Mccollum (2019) é um fato bastante comum que a curva acumulada de edificações certificadas em países em desenvolvimento não seja de crescimento constante, mas se achatar ao longo do tempo, similar a uma curva “S”. Para os autores, este achatamento ocorre em detrimento de uma série de fatores, incluindo falta de informações, heterogeneidade dos custos de adoção destes selos, interação da competição de mercado e legislações locais.

Abidin (2010) corrobora com o estudo anterior, e afirma que a falta de informações e conhecimento acerca de construções verdes é um dos principais fatores que limitam ou

dificultam a adoção de SCV. Em especial o conhecimento sobre os benefícios em certificar considerados intangíveis, como exemplo os benefícios ligados ao meio ambiente e a sociedade (ZHANG; WU; LIU, 2018).

Visando elucidar sobre estes benefícios dos SCV considerados como intangíveis, o tópico a seguir apresenta os achados de alguns autores sobre as certificações de construções verdes e os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS).

1.1 Certificações ambientais e os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Durante o aniversário de 70 anos das Nações Unidas, realizada de 25 a 27 de setembro de 2015, líderes de 197 países, incluindo do Brasil, aprovaram a Agenda para 2030, um documento que definiu os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e metas, a serem alcançadas no período de 2016 a 2030 (UN, 2015). Para as Nações Unidas, os ODS “são um modelo para se alcançar um futuro melhor e mais sustentável para todos”, e abordam desafios globais como a pobreza, a desigualdade, as mudanças climáticas, a degradação ambiental, a paz e a justiça (UN, 2021).

A criação dos ODS clareou o conceito de sustentabilidade e permitiu traçar metas para o desenvolvimento sustentável da humanidade, entretanto, ainda não há clareza em relação a quais métodos a indústria de construção civil pode adotar para ajudar a atender a estes objetivos (GOUBRAN; CUCUZZELLA, 2019). Nesse contexto, a certificação de construções verdes é um método já bem difundido na indústria de construção e pode contribuir para o atendimento dos ODS em nível regional e nacional (WEN et al., 2020).

Para exemplificar as contribuições que o SCV pode oferecer ao atendimento dos ODS, o *Conselho Mundial de Construções Verdes* (WGBC) elaborou alguns gráficos informativos. O Quadro 1.1 apresenta os 17 ODS e as contribuições dos SCV segundo estes gráficos.

Quadro 1.1 — 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável compactuados na Agenda 2030 e possíveis contribuições dos selos de construções verdes

Objetivo	Descrição da ODS (UN, 2015)	Contribuições das SCV (WGBC, 2021)
1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas em todos os lugares	

2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável	
3	Garantir vidas saudáveis e promover o bem-estar para todos em todas as idades	Construções verdes podem conferir melhor saúde e bem-estar aos ocupantes
4	Garantir educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos	
5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas	
6	Garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos	
7	Garantir energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos	Construções verdes podem usar energias renováveis, reduzindo custos de operação
8	Promover o crescimento econômico continuado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos	Construções verdes criam empregos e desenvolvem a economia
9	Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação	O design de construções verdes pode impulsionar a inovação e contribuir para a infraestrutura resiliente
10	Reduzir a desigualdade dentro e entre os países	
11	Tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	Construções verdes são a fábrica de comunidades e cidades sustentáveis
12	Garantir padrões de consumo e produção sustentáveis	Construções verdes usam princípios "circulares", onde recursos não são desperdiçados
13	Tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos	Construções verdes produzem menos emissões, ajudando a combater as mudanças climáticas
14	Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	
15	Proteger, restaurar e promover o uso sustentável de ecossistemas terrestres, gerenciar florestas de forma sustentável, combater a desertificação e interromper e reverter a degradação da terra e interromper a perda de biodiversidade	Construções verdes podem beneficiar a biodiversidade, economizar recursos hídricos e ajuda a proteger as florestas
16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, fornecer acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis	
17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável	Através de construções verdes pode-se criar fortes parcerias em âmbito mundial

Fonte: (UN, 2015; WGBC, 2021)

Estas contribuições sugeridas pelo WGBC (2021) são, no entanto, um pouco generalistas e não especificam quais ações ou requisitos dos SCV efetivamente ajudam na adoção aos ODS. Visando clarear esta questão e investigar as contribuições reais dos SCV, Wen *et al.* (2020) propôs uma ferramenta de mapeamento e em seguida analisou quantitativamente essa contribuição usando o processo de hierarquia analítica (AHP). Os resultados mostraram que os ODS 3, 7, 11 e 12 são altamente suportados pelos SCV, em destaque o ODS 12; e, em relação as metas, destacaram-se o ODS 7.3 (eficiência energética); ODS 12.2 (alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais) e ODS 8.4 (dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental).

Outros autores e entidades avaliaram os SCV isoladamente e também obtiveram relações positivas com os ODS da Agenda 2030. O Quadro 1.2 apresenta estas relações. Nela vê-se que os ODS mais favorecidos pelos SCV segundo a literatura são o 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 15. Estes achados são fruto tanto de publicações em periódicos revisados por pares quanto de fontes de informações oficiais de alguns destes SCV e, embora careçam de uma forte sustentação baseada no desempenho de edifícios ou de uma análise mais crítica acerca das contribuições reais conferidas por cada requisito (GOUBRAN; CUCUZZELLA, 2019), estes estudos apresentam algumas das sinergias existentes entre os SCV e o atendimento aos ODS da Agenda das Nações Unidas para 2030.

Quadro 1.2 — Contribuições dos SCV para o atendimento aos ODS segundo a literatura

SCV	Entidade	ODS																	Referências
		1	2	3*	4	5	6*	7*	8*	9*	10	11*	12*	13*	14	15*	16	17	
LEED							D	D	D	D			D	D		D			1
CASBEE				D			D	D	D	D	D	D	D			D	D	D	2
ASGB				I			D	D	I	I		D	D		I	I			3
Jordânia GBRT				D			D	D	D	D		D	D	D		D			4
GBRT	WGBC			D				D	D	D		D	D	D		D		D	5
	UNEP				D				D	D		D	D					D	6
BREEAM	BRE	I		D	I		D	D		D		D	D	D		D		I	7
Estidama	Emirados GBC			D			D	D		D		D		D					8
Green Star	GBCA			I		I	D	D	I	I	I	D	D	D	D	D	D		9
DGNB	GSBC			D	D		I	D	D	D	D	D	D	D	I	D		D	10

Nota: D-representa uma contribuição direta ou significante; I-representa uma contribuição indireta ou reduzida; *-representa ODS que são reconhecidos pela maioria como favorecidas pelos SCV

1-(ALAWNEH et al., 2018); 2-(MIYAZAKI et al., 2019); 3-(TSIM et al., 2018); 4-(ALAWNEH et al., 2019); 5-(WGBC, 2021); 6-(UNEP, 2021); 7-(BRE, 2021); 8-(EMIRATESGBC, 2018); 9-(GBCA, 2021); 10-(DGNB, 2021)

Fonte: o autor

Em todo o caso, Moyer e Bohl (2019) defendem uma visão mais holística como a melhor estratégia para o atendimento aos ODS, e após simular três cenários em nível mundial os autores encontraram que o caminho da tecnologia global é o mais bem sucedido na melhoria do desenvolvimento humano, com foco em soluções tecnologicamente em grande escala, sobretudo aproveitando a tecnologia e a governança local eficaz. Schandl *et al.* (2016) sustentam o estudo, e ressaltam que o uso eficiente de recursos por indústrias de consumo notavelmente alto, como a indústria de construção, são fundamentais para o atendimento aos ODS.

Neste sentido, a adoção de SCV como uma estratégia de promover tecnologias verdes e práticas sustentáveis, dentre elas o uso eficiente de recursos naturais na indústria de construção, pode desempenhar um papel chave para o atendimento aos ODS e consequentemente para o desenvolvimento sustentável da humanidade.

1.2 Justificativa e problema de pesquisa

Tornar a indústria da construção civil sustentável é um importante passo para assegurar o desenvolvimento sustentável da humanidade. Para isso, diversas “tecnologias verdes” são desenvolvidas, e uma das estratégias mais adotadas para facilitar sua adoção são os SCV, tendo certificado mais de 850.000 empreendimentos mundialmente (SAMARATUNGA *et al.*, 2017; BREEAM, 2020; USGBC, 2021).

No entanto, o Brasil, mesmo possuindo certificações nacionais — selos AQUA (VANZOLINI, 2021), Selo Casa Azul da Caixa (CAIXA, 2021) e Procel Edifica (INMETRO, 2021) — desde o início da década passada (PROCEL, 2020), ainda se encontra na fase inicial de implementação destes selos e apresenta poucos empreendimentos certificados, apenas 1225 (CAIXA, 2021; GBCBRASIL, 2021; INMETRO, 2021; VANZOLINI, 2021).

Entender melhor este cenário é fundamental para que o Brasil possa ter um desenvolvimento sustentável compatível com o restante do mundo. Contudo, uma pesquisa breve no Portal de Periódicos da CAPES evidencia uma lacuna no conhecimento no tocante a SCV no Brasil. Conforme pode-se verificar na Tabela 1.1, são poucos os trabalhos acadêmicos que tratam das certificações nacionais, e na sua imensa maioria avaliam a adequação de aspectos das edificações a alguma destas certificações (CARDOSO; PABLOS, 2014; MOTA;

MOTA; COIADO, 2015; CARTAXO; JEREISSATI; MORAIS, 2016; DINAMARCO; HADDAD; EVANGELISTA, 2016; MENDES; PEREIRA; FEITOSA, 2017) ao invés de explorar, por exemplo, mecanismos de fomento e o porquê de sua baixa adesão no cenário nacional.

Tabela 1.1 — Número de resultados obtidos em busca no Portal de Periódicos da CAPES acerca dos selos brasileiros AQUA, SCAC e Procel Edifica

AQUA	SCAC	Procel Edifica
13	12	14

Nota: Os resultados foram buscados em qualquer campo: título, resumo, palavras chave ou texto. Foram excluídas referências incorretas das três certificações brasileiras. Dados de abril de 2020.

Fonte: Adaptado do Portal de periódicos da CAPES (2020)

Mecanismos de fomento como o desenvolvimento de estudos que identificam as barreiras, Fatores Impulsionadores (FI) e estratégias para acelerar a adoção de práticas sustentáveis na construção são fundamentais (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010; ZHAO; LAM, 2012; AKTAS; OZORHON, 2015; YANG; YANG, 2015; CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017; DARKO; ZHANG; CHAN, 2017; FOONG et al., 2017; DARKO, 2018) e a falta de estudos deste cunho no Brasil pode ser uma das razões para a baixa adoção de SCV no país.

No mundo, diversos trabalhos foram desenvolvidos visando promover a implementação de SCV e tecnologias verdes na indústria de construção de países em desenvolvimento (Quadro 1.3).

Quadro 1.3 — Pesquisas sobre mecanismos envolvidos na adoção de selos e tecnologias verdes em países em desenvolvimento

Autores	País	Objeto de estudo
(DARKO, 2018)	Gana	Modelo para a adoção de GBT
(POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009)	Índia	Modelo para a adoção de SCV em países em desenvolvimento
(QIAN; CHAN, 2010)	China	Medidas para promover uma SCV
(ZHANG; PLATTEN; SHEN, 2011)		Custos e barreiras a GBT
(TENG et al., 2016)		Barreiras para a adoção de SCV
(DING et al., 2018)		Barreiras para a adoção de SCV durante a fase operacional da edificação
(AKTAS; OZORHON, 2015)	Turquia	Fatores envolvidos na adoção de SCV
(ROUFECHAEI; BAKAR; TABASSI, 2014)	Irã	Impacto de GBT no consumo de energia e desenvolvimento de construções sustentáveis
(FONTANA, 2019)	Bangladesh	Fatores impulsionadores para executivos na adoção de SCV

(ABIDIN, 2010)	Malásia	Adoção, a consciência e o conhecimento sobre GBT
(SHARIF; KAMARUZZAMAN; PITT, 2017)		Modelo para a implementação de SCV
(FIRDAUS; SETIAWAN; REYNALDY, 2018)	Indonésia	Barreiras para a adoção de SCV
(BERAWI et al., 2019)		Fatores impulsionadores para tomadores de decisão na adoção de SCV
(YAU, 2012)	Hong Kong	Interesse dos usuários na adoção de SCV
(WINDAPO, 2014)	África do Sul	Fatores impulsionadores para executivos na adoção de SCV
(SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016)		Custos de benefícios de SCV
(SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019)	Países Árabes	Modelo para a adoção de SCV
(NGUYEN et al., 2017)	Vietnam	Barreiras para a adoção de SCV
(PHAM; LEE; AHN, 2019)		Barreiras para a adoção de SCV
(ISMAEL; SHEALY, 2019)	Kuwait	Barreiras para a adoção de SCV
(SHEN et al., 2018)	Tailândia	Barreiras para a adoção de SCV
(SERPELL; KORT; VERA, 2013)	Chile	Fatores impulsionadores e barreiras para a adoção de GBT

Fonte: o autor

Curiosamente, mesmo pesquisando em bases de dados Internacionais (*Scopus, Web of Science, Science Direct e Engineering Village*), não foi encontrado nenhum artigo científico (considerando apenas artigos publicado em revistas revisadas por pares) que trate de mecanismos de fomento a adoção de SCV na construção em países latinos, como o Brasil. Uma exceção é o estudo de Serpell, Kort e Vera (2013) realizado no Chile, ainda assim, o estudo pouco tem a ver com a presente pesquisa, pois investiga FI e barreiras para práticas sustentáveis no geral, sem especificar uma prática em especial como os SCV, e não propõe um modelo capaz de fomentar estas práticas.

Pois, além de identificar barreiras, FI e estratégias, o desenvolvimento de modelos capazes de fomentar práticas sustentáveis tem grande importância, pois estes modelos permitem uma análise mais completa do processo de certificação, e facilitam a compreensão das relações entre os variados componentes envolvidos neste processo, como as barreiras, FI e estratégias (AKTAS; OZORHON, 2015). Estes modelos, são ainda mais fundamentais em países em desenvolvimento, onde a certificação de construções verdes se encontra nas fases iniciais de implementação (DEVINE; MCCOLLUM, 2019) e estudos que investiguem o tema ainda são escassos (DOAN et al., 2017). Para Plessis (2007) países em desenvolvimento possuem problemas sistêmicos que dificultam o desenvolvimento da construção sustentável, e o grande desafio é elaborar uma abordagem holística capaz de abordar os pilares ambiental, social e econômico do desenvolvimento sustentável e adaptá-los as especificidades de cada nação.

Mesmo assim, conforme será discutido, alguns trabalhos são pioneiros e propõem modelos que visam acelerar a implementação de práticas sustentáveis em países em desenvolvimento.

Na Índia, Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009) propuseram um modelo baseado na teoria da difusão da inovação para acelerar a implementação de SCV, no estudo, os autores utilizaram a metodologia de pesquisa do tipo *survey* para identificar as barreiras e os FI destaques no fomento a selos de construções verdes, obtidos por meio de entrevistas com profissionais experientes em construções verdes no país, como por exemplo desenvolvedores, pesquisadores e oficiais do governo.

Na Turquia, Aktas e Ozorhon (2015) desenvolveram um modelo para tornar mais efetivo o processo de certificação de edificações já construídas que pretendem implementar o selo LEED, adotando a metodologia de pesquisa do tipo *survey* os autores identificaram os FI, recursos, projetos verdes, barreiras, facilitadores, benefícios e impactos do selo. Por fim, os autores desenvolveram seu modelo utilizando uma análise compreensiva baseada nos resultados da pesquisa *survey* e de estudos de caso múltiplos de seis empreendimentos em processo de certificação acompanhados pela pesquisa.

Em Gana, Darko (2018) elaborou um modelo para acelerar a adoção de tecnologias verdes, nele o autor utilizou a metodologia *survey* para identificar quais as tecnologias verdes mais adequadas para o país, assim como as barreiras, FI e estratégias para facilitar a adoção destas tecnologias, em seguida o autor utilizou métodos quantitativos e equações estruturantes para elaborar e propor uma estratégia para promover tecnologias verdes em Gana.

Na China, Zhang, Platten e Shen (2011) propuseram um modelo para sistematizar o uso de tecnologias verdes em projetos de construção, para isso os autores utilizaram uma combinação de metodologias, como por exemplo uma revisão de literatura, estudos de caso e entrevistas face a face. Como resultado os autores identificaram as tecnologias de menor custo — e segundo eles mais adequadas — para as construções verdes no país, assim como identificaram as principais barreiras e propuseram um plano de estratégias verdes para facilitar o desenvolvimento de projetos verdes.

Outros autores, propuseram modelos parecidos para a Malásia (SHARIF; KAMARUZZAMAN; PITT, 2017) e países Árabes (SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019). Entretanto, nenhum foi desenvolvido visando facilitar a adoção de práticas sustentáveis em países latinos, como por exemplo no Brasil.

Neste sentido, visando ampliar a adoção de SCV e tornar a construção civil brasileira mais sustentável, é fundamental que sejam desenvolvidos estudos que elaborem modelos e identifiquem as barreiras que dificultam a implementação destes selos no Brasil, assim como os fatores ou FI que podem ser utilizados para fomentar esta adoção e as estratégias que os órgãos públicos ou a iniciativa privada podem adotar para minimizar o impacto das barreiras e consequentemente fomentar a adoção de selos de construções verdes no Brasil.

Tendo em vista a necessidade de fomentar a adoção de construções verdes no Brasil e da falta de estudos que proponham modelos para acelerar a adoção de selos de construções verdes no Brasil, a principal questão de pesquisa que norteou o desenvolvimento desta tese de doutorado consiste em: Como fomentar a adoção de selos de construções verdes no Brasil?

Em sequência, de maneira a clarificar o escopo da pesquisa foram elaboradas as seguintes questões secundárias:

- Quais são as principais barreiras, isto é, os obstáculos ou tudo aquilo que dificulta a adoção de selos de construções verdes no Brasil?
- Quais são os principais fatores impulsionadores, quer dizer, os fatores que influenciam na adoção de selos de construções verdes no Brasil?
- Quais são as principais estratégias que podem ser adotadas por instituições públicas ou privadas com a finalidade de fomentar selos de construções verdes no Brasil?
- Como utilizar fatores impulsionadores, barreiras e estratégias aos SCV para a construção desse modelo?

Visando responder a estas questões e preencher a lacuna do conhecimento relativa a adoção destes selos, esta pesquisa se propõe a desenvolver um modelo para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil. E investigar os fatores que influenciam nesta adoção, como as barreiras, FI e estratégias, do ponto de vista de especialistas em construções verdes no País.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Criar um modelo interpretativo que ajude a fomentar selos de construções verdes no Brasil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais barreiras a adoção de selos de construções verdes no Brasil;
- Identificar os principais fatores impulsionadores a adoção de selos de construções verdes no Brasil;
- Identificar estratégias importantes para a adoção de selos de construções verdes no Brasil;
- A partir do modelo, desenvolver estratégias para a implementação dos selos de construções verdes no Brasil.

1.4 Pressupostos

Esta tese considera que selos de construções verdes são modelos estruturados que contribuem para a sustentabilidade na construção.

Esta tese entende que existem vários selos de construções verdes e, que estes selos desenvolvem diferentes aspectos da sustentabilidade dentro da construção, portanto, a adoção de qualquer selo ou de mais de um selo representa um benefício para a sustentabilidade na construção.

É possível criar um modelo capaz de fomentar a adoção de construções verdes no Brasil, com base na experiência dos variados profissionais envolvidos no desenvolvimento de projetos de construção verde no País.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esta tese tem sua estrutura constituída de sete capítulos, além das referências bibliográficas e de um apêndice.

O capítulo um apresenta a introdução, na qual é realizada a justificativa e problematização de pesquisa, os objetivos do trabalho divididos em geral e específicos, além de apresentar os pressupostos e limitações da pesquisa.

No segundo capítulo é apresentado como o paradigma da sustentabilidade é discutida no meio acadêmico em um ponto vista geral e aplicado a indústria de construção, além do que se aborda os SCV e sua implementação no Brasil.

Em seguida, no terceiro capítulo, são discutidos o caminho para uma construção mais sustentável e aborda-se os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre as barreiras, FI e estratégias de SCV.

No capítulo quatro apresenta-se a revisão conceitual sobre as técnicas de modelagem adotadas na pesquisa, isto é, a técnica MEI integrada à técnica MICMAC e MEE.

O capítulo cinco aborda o delineamento da pesquisa e à metodologia utilizada neste trabalho.

O capítulo seis apresenta os resultados da pesquisa e a discussão a respeito dos modelos desenvolvidos de barreiras, FI e estratégias.

Por fim, no capítulo sete são apresentadas as conclusões da pesquisa.

2 O PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

Segundo o dicionário, o termo “paradigma” é um modelo, exemplo ou padrão a ser seguido (FERREIRA, 1975). Neste sentido, a sustentabilidade pode ser entendida como um novo “paradigma”, pois representa um novo modelo ou padrão a ser seguido em diversas organizações (SCHULZ; FLANIGAN, 2016), incluindo na indústria de construção (GOH et al., 2020). Visando apresentar um pouco a respeito do tema, este capítulo sumariza parte do conhecimento científico disponível sobre o paradigma da sustentabilidade na indústria de construção (tópico 2.1); apresenta os conceitos e os meios de se obter construções verdes (tópico 2.2); fala sobre os selos de construções verdes (tópico 2.3) e a sua implementação no Brasil (tópico 2.4).

2.1 Sustentabilidade

Segundo a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987, p. 43) o desenvolvimento sustentável é definido como a busca de “atender as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades”. Ainda assim, como é possível aplicar este conceito? Foi então que este conceito foi se ampliando ao longo do tempo para abordar diversas premissas fundamentais para o desenvolvimento da humanidade (SJOSTROM; BAKENS, 1999), sumarizados no chamado *Triple Botton Line* (TBL), ou seja, a sustentabilidade social, a econômica e a ambiental (GOH et al., 2020), que serão discutidas a seguir.

O primeiro pilar a ser discutido é a sustentabilidade social, que pode ser definida como:

Sustentabilidade social para uma cidade é definida como o desenvolvimento (e/ou crescimento) que é compatível com a evolução harmoniosa da sociedade civil, conduzindo a um ambiente propício a coabitação de grupos cultural e socialmente diversos e, ao mesmo tempo, incentivando a integração social, com melhorias na qualidade de vida de todos os segmentos (STREN; POLÈSE, 2000, p. 15).

Os meios de se garantir a sustentabilidade social ocorrem pelo acesso a transporte de qualidade (normalmente público), residências acessíveis e com qualidade, acesso a infraestrutura básica, acesso à cultura (HE et al., 2018) e conforto térmico e acústico (TOOSI et al., 2020). Para Trudeau (2018), se por um lado a sustentabilidade social visa promover a equidade social, por outro deve assegurar a continuação das tradições, práticas e sistemas de valores da comunidade. Na construção, este pilar normalmente está associado a habitações de

interesse social de baixo custo, que apresenta diversos problemas de conciliação entre oferecer uma moradia acessível, de qualidade, envolvendo a comunidade no seu projeto e ao mesmo tempo promover a integração desta comunidade (SARMIENTO; SIMS, 2015) e o desenvolvimento sustentável (ADABRE *et al.*, 2020).

Ademais, conforme a visão de Sullivan e Ward (2012), para entender este pilar deve-se considerar o impacto das atividades de todos os demais pilares, pois não há sustentabilidade social se as medidas de incentivo financeiro as tecnologias sustentáveis são acessíveis apenas a grupos mais ricos da sociedade, ou se priorizam certos nichos específicos de mercado (limitado a construções novas por exemplo), assim como, pode-se entender que não há sustentabilidade financeira e até mesmo ambiental em exigir tecnologias de aquecimento de água em habitações de interesse social em regiões quentes do Norte e Nordeste Brasileiro apenas pelo discurso de promover a equidade social com outras regiões mais frias, onde realmente há esta necessidade.

O segundo pilar do TBL é a sustentabilidade econômica, considerada por alguns como o ponto chave do desenvolvimento sustentável. Seu conceito envolve a busca por um desenvolvimento humano que “maximize o desenvolvimento econômico, mantendo os serviços e a qualidade dos recursos ao longo do tempo” (PEARCE, 1986, apud REDCLIFT, 1991). Isto é, seu conceito envolve garantir o desenvolvimento econômico sem comprometer o meio ambiente e a sociedade. São vários os enfoques existentes para promover este pilar, como a redução do custo ao longo do ciclo de vida da edificação, redução do uso de recursos (água e energia) e melhor custo benefício da edificação para desenvolvedores e usuários (JANJUA; SARKER; BISWAS, 2020). Normalmente, este pilar está ligado a adoção de tecnologias e práticas mais eficientes em toda a cadeia produtiva (WGBC, 2020), como por exemplo, a adoção da filosofia da construção enxuta no processo de produção da edificação (SOLAIMANI; SEDIGHI, 2020), visando reduzir os custos extras comuns ao adotar práticas sustentáveis de construção (ZHANG; WU; LIU, 2018; CEASE *et al.*, 2019). Mais do que isto, as soluções ambientais e socialmente sustentáveis devem ser lucrativas ou ter período de retorno curto para que assim sejam vistas enquanto algo desejável (COSTA *et al.*, 2018; VYAS; JHA, 2018; ADE; REHM, 2019).

O terceiro pilar é a sustentabilidade ambiental. Na construção, a sustentabilidade ambiental pode ser definida como a garantia do uso eficiente da terra, da eficiência energética, da utilização eficaz dos recursos e da redução das emissões de gases de efeito estufa das instalações prediais (HE *et al.*, 2018). Alguns estudos afirmam que este é um dos pilares que

mais se destacam no TBL (WONG; ABE, 2014; CEASE et al., 2019). Para Abidin (2010), isto não é surpreendente, visto que grande parte dos esforços na conscientização da cadeia produtiva está focada no pilar ambiental. No entanto, é importante notar, que mesmo com o aumento da conscientização (UDOMSAP; HALLINGER, 2020), o setor ainda é responsável por uma grande parcela do consumo dos recursos naturais globais e emissão de gases de efeito estufa (IEA, 2019).

Além destes três pilares do desenvolvimento sustentável, alguns estudiosos afirmam haver um quarto pilar, chamado de sustentabilidade institucional, e defendem que a estrutura institucional/regulatória é fundamental para a consecução dos três temas, pois é ela que garante um controle do planejamento e zoneamento de forma a incentivar o compromisso e o envolvimento em práticas habitacionais sustentáveis (ADABRE et al., 2020). Principalmente tendo-se em vista que muitas das barreiras relacionadas aos três eixos da sustentabilidade tradicionais podem resultar de uma estrutura institucional/regulatória ineficiente (SULLIVAN; WARD, 2012).

Entretanto, para Schulz e Flanigan (2016) a inclusão de novos pilares ao modelo do TBL ainda não é conclusiva, sendo portanto, certo consenso geral da academia considerar qualquer outro pilar como simples “subcomponentes” dos três pilares fundamentais (a sustentabilidade social, econômica e ambiental).

Na prática, mais importante do que quantos pilares ou o quão abrangente o conceito de TBL é em relação a garantir um desenvolvimento mais sustentável para a humanidade, é ampliar a consciência ambiental pública (ABIDIN, 2010) e buscar-se ampliar a difusão dos três pilares fundamentais com profundidade nas diversas organizações (SCHULZ; FLANIGAN, 2016).

Neste sentido, conforme já discutido anteriormente, devido aos diversos impactos causados ao meio ambiente pela indústria de construção, aplicar os conceitos de TBL no setor é um ponto chave para se garantir o desenvolvimento sustentável da humanidade (GOH et al., 2020). Seguindo este ponto de vista, a busca por atender as premissas de desenvolvimento sustentável na indústria da construção levaram ao surgimento da construção verde (ABIDIN, 2010). Um modelo de construção que busca garantir um desenvolvimento mais sustentável para o setor (CASTRO; MATEUS; BRAGANÇA, 2015).

Mais do que isso, para Janjua, Sarker e Biswas (2020) implementar os conceitos de TBL na construção é um meio capaz de aprimorar o seu desempenho. Seja qual for o seu

objetivo, os resultados da implementação dos conceitos do TBL na construção já podem ser percebidos, assim como o aumento da consciência (GOH et al., 2020).

Ainda assim, segundo o Fórum Econômico Mundial (2016), a despeito das recentes inovações e da sua grande capacidade produtiva, o setor da construção enfrenta diversos desafios internos que devem ser abordados em paralelo com a busca por implementar esta linha de pensamento sustentável, como a falta de rigor na execução; ênfase no processo de construção sequencial, com pouco ou nenhum planejamento e documentação; falta de monitoramento, cooperação e cultura reticente ao pensamento progressista. De acordo com Schulz e Flanigan (2016), embora a adoção dos conceitos de TBL ou desenvolvimento sustentável na indústria da construção venha ganhando importância gradativa na cadeia produtiva, ainda encontra dificuldades advindas da falta de métodos sistemáticos capazes de mensurar e/ou comparar todos os três pilares, especialmente o pilar social, em razão da dificuldade em desenvolver métricas padronizadas aceitáveis.

Mesmo que algumas pesquisas venham tentando desenvolver novos indicadores capazes de mensurar os pilares do TBL na construção (LI; GU; LIU, 2018; JANJUA; SARKER; BISWAS, 2020), sua aplicação ainda é incerta, pois usualmente estão sujeitas ao julgamento dos avaliadores, podendo resultar em avaliações inúteis ou enganosas (BÖHRINGER; JOCHEM, 2007).

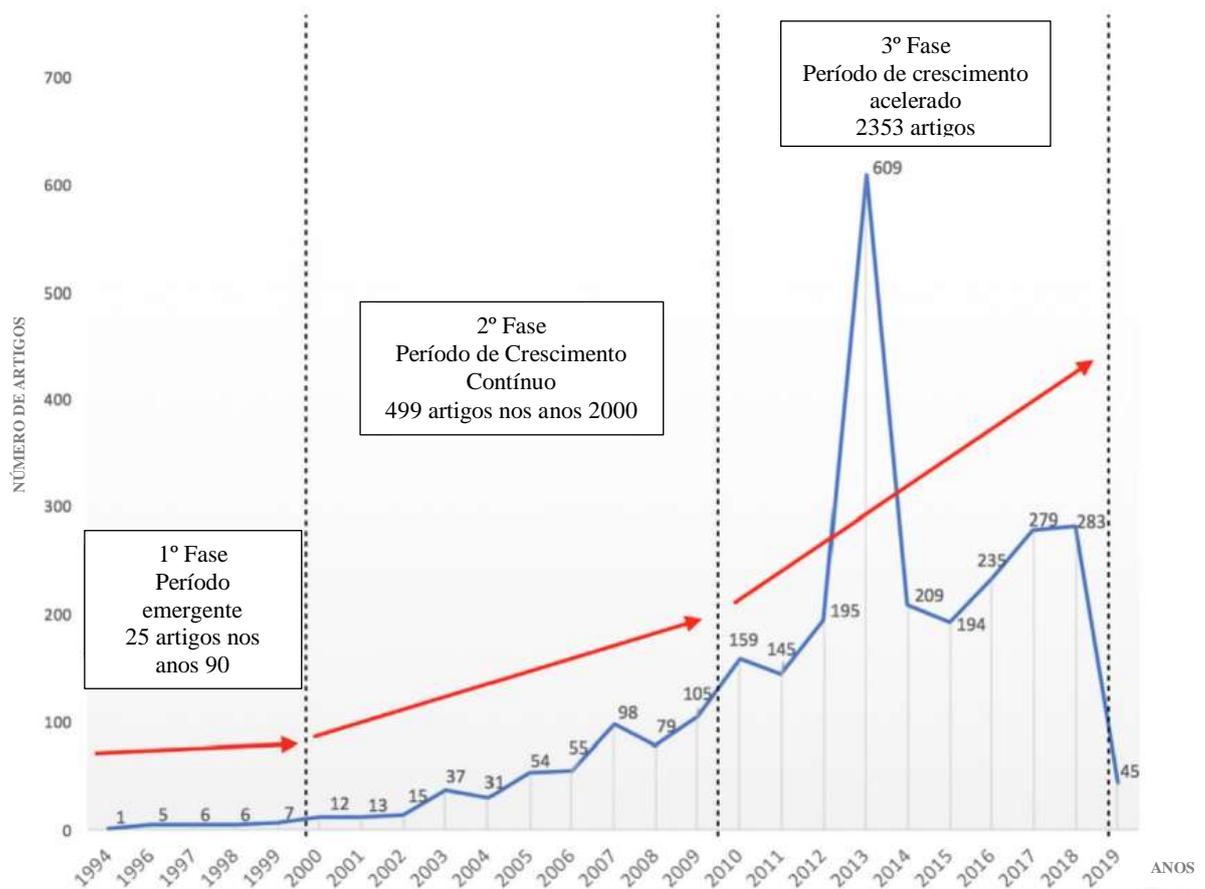
Para Zhang, Wu e Liu (2018) esta dificuldade em mensurar os benefícios ao longo de todo o seu ciclo de vida dificulta a avaliação de viabilidade econômica de construções verdes, e contribui para o “paradoxo” da difusão gradual lenta e aparente custo-benefício das construções verdes em muitas economias. Segundo os autores, ainda que seja urgente avaliar o custo destes benefícios intangíveis, melhoras no ambiente construído relacionadas aos conceitos de desenvolvimento sustentável são muito importantes, e selos de construções verdes possuem o potencial de ajudar a difundir tecnologias verdes e práticas que colocam o setor mais próximo do caminho para alinhar-se ao desenvolvimento sustentável.

Atualmente, SCV destacam-se como uma das ferramentas mais utilizadas para os desenvolvedores interessados em construções verdes (USGBC, 2021). Estes selos, ainda que venham ganhando destaque de forma gradual (DEVINE; MCCOLLUM, 2019), destacam-se por representarem modelos estruturados capazes de atender aos diversos pilares do desenvolvimento sustentável, tornando-os portanto, de fácil entendimento a adesão (BERARDI, 2012; LI; GU; LIU, 2018) em face das diversas dificuldades naturais do setor (WEF, 2016).

Para Goh *et al.* (2020) mesmo que a implementação de práticas sustentáveis ainda esteja em vias de se consolidar no setor, a conscientização vem crescendo ao longo do tempo, assim como as pesquisas sobre TBL. De fato, esta é uma tendência, ainda que recente (em grande parte datando deste século), que deve perdurar por algum tempo (DARKO *et al.*, 2019).

Conforme Udomsap e Hallinger (2020), mais do que perdurar por algum tempo, pesquisas abordando sustentabilidade na construção devem continuar crescendo em número, na verdade, conforme pode-se visualizar na Figura 2.1 este crescimento parece não apenas constante, mas ocorre em escala exponencial. Como pode-se verificar, para os autores o crescimento das publicações sobre o tema ocorreu ao menos em três fases: a primeira durante os anos noventa com a publicação de 25 artigos; a segunda nos anos dois mil com a publicação de 499 artigos; e a terceira e atual, teria iniciada em 2010 com a publicação até meados de 2019 de 2353 artigos.

Figura 2.1 — A trajetória de crescimento das pesquisas em sustentabilidade na construção, 1994-2019



Fonte: Udomsap e Hallinger (2020, p. 4)

Este aumento expressivo e gradual no número de publicações apresentados na Figura 2.1 torna claro o interesse e o nível de necessidade da indústria de construção acerca de práticas que fomentem o desenvolvimento sustentável do setor. Não obstante, para Mcmanus, Gaterell e Coates (2010) as políticas sustentáveis aplicadas a construção, como os selos de construções verdes, continuarão a ter um impacto significativo nas próximas décadas, já que, usualmente as ações sustentáveis implementadas em sua construção tendem a influenciar ao longo de toda a vida útil da edificação.

Visando aprofundar-se no tema, o próximo tópico fará um resumo sobre os conceitos de “construções verdes” e “construções sustentáveis” segundo a literatura científica, assim como falará sobre alguns dos meios mais conhecidos para se obter construções verdes.

2.2 Construções Verdes e Construções Sustentáveis

2.2.1 Conceitos

Para o Conselho Mundial de Construções Verdes (2020), “construção verde” é “uma construção que, no seu projeto, construção e operação, reduz ou elimina impactos negativos, e pode criar impactos positivos, no nosso clima e meio ambiente natural”, preservando os recursos naturais e melhorando a qualidade de vida. Esta é uma visão moderna e está em consonância com o conceito atual de construções verdes segundo a literatura científica (LI et al., 2016; DOAN et al., 2017).

Ademais, segundo o Conselho Mundial de Construções Verdes (2020), existem vários requisitos capazes de tornar construções verdes, são eles:

- Uso eficiente de energia, água e outros recursos;
- Uso de energia renovável, como energia solar;
- Medidas de redução da poluição e resíduos, e aplicação da reutilização e reciclagem;
- Boa qualidade do ar-ambiente interno;
- Uso de materiais não tóxicos, éticos e sustentáveis;
- Consideração do meio ambiente em projeto, construção e operação;
- Consideração da qualidade de vida dos ocupantes em projeto, construção e operação;
- Um projeto que permita a adaptação a um ambiente em mudança.

Avaliando os requisitos da construção verde sugeridos pelo Conselho Mundial de Construções Verdes (2020), nota-se uma visão voltada para o desenvolvimento ambiental. Por conta desta visão, Haapio e Viitaniemi (2008) defendem a utilização de um outro termo mais apropriado para descrever construções envolvendo não só a sustentabilidade ambiental, mas também a social e a econômica, denominado “Construção Sustentável”.

Segundo Sjostrom e Bakens (1999), a origem do termo “construção sustentável” remonta da Agenda 21 (um documento assinado por diversos países durante a conferência Eco-92 realizada pelas Nações Unidas no Rio de Janeiro em 1992), e surgiu da necessidade de atualizar o entendimento acerca dos princípios do desenvolvimento sustentável na construção, ressaltando os aspectos econômicos, social e culturais. Para os autores, a formulação do termo seria um processo de explicitar a necessidade destes aspectos entre os mais diversos profissionais e pesquisadores envolvidos com a indústria da construção.

O Quadro 2.1 apresenta um dos resultados de Castro, Mateus e Bragança (2015), em que pode-se ver uma comparação dos principais requisitos pertinentes aos conceitos de “construção verde” e “construção sustentável”. Nela fica evidente a visão mais abrangente do termo “construção sustentável”.

Quadro 2.1 — Principais requisitos relacionados à construção verde e construção sustentável

Requisitos de desempenho do edifício	Construção verde	Construção sustentável
Consumo de combustíveis não renováveis	x	x
Consumo de água	x	x
Biodiversidade e uso do solo	x	x
Energia	x	x
Consumo de materiais	x	x
Emissão de gases de efeito estufa	x	x
Outras emissões atmosféricas	x	x
Impactos na ecologia do local	x	x
Resíduos sólidos / efluentes líquidos	x	x
Qualidade do ar interior, visual, acústica e térmica	x	x
Alterações climáticas: qualidade do ar externo e poluição	x	x
Manutenção de desempenho	x	x
Gestão	x	x
Conforto e saúde dos usuários		x
Longevidade, adaptabilidade, flexibilidade		x
Acessibilidade		x
Eficiência		x
Capacidade de serviço		x
Transportes		x
Segurança		x
Questões urbanas e de planejamento		x
Custos e impactos do ciclo de vida		x

Outras considerações sociais e econômicas		x
Envolvimento das partes interessadas		x

Fonte: Castro, Mateus e Bragança (2015)

Para Doan *et al.* (2017), ainda que o conceito de “construção verde” esteja em constante atualização, o meio ambiente será sempre o seu foco principal. Já o termo “construção sustentável”, é um conceito mais amplo, de múltiplas interpretações, pois visa caracterizar edificações que afirmam o conceito da “sustentabilidade”, e esta varia nos diversos países. Neste sentido, o autor afirma que construções sustentáveis devem não apenas englobar os três pilares mais conhecidos do desenvolvimento sustentável, mas também assimilar outros pilares conforme forem surgindo na literatura científica.

Para Berardi (2013), enquanto “construções verdes” se preocupam majoritariamente com o impacto ambiental da construção, o conceito de “construção sustentável” assume uma perspectiva mais ampla, fruto da própria evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e da necessidade em dar uma maior importância ao contexto social e econômico de um edifício. Segundo o autor, uma “construção sustentável” é um edifício que “deve promover, em uma perspectiva de longo prazo, seu valor econômico, um impacto ambiental neutro, satisfação humana e equidade social” (BERARDI, 2013, p. 77). Lança

Conforme demonstrado neste tópico, os conceitos de “construção verde” e “construção sustentável” estão longe de serem similares, portanto, serão tratados de formas distintas. Neste trabalho, o termo “construção verde” será utilizado como sinônimo de uma construção certificada por algum SCV, já o termo “construção sustentável” será abordado de maneira fiel ao que discute a literatura, portanto define uma construção que aborda ao menos os três pilares base do desenvolvimento sustentável.

Este trabalho compreende que SCV, apesar de estarem se aperfeiçoando e cada vez abordarem mais aspectos da sustentabilidade, além de apenas o pilar ambiental (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008; SHARI; MURAYAMA, 2014; LI et al., 2016; DOAN et al., 2017; ADÃO, 2018) ainda são limitados no tocante ao atendimento dos três pilares base do TBL, são eles o ambiental social e o econômico. Portanto, definir aquelas construções certificadas por um SCV como “construções verdes” parece mais justo do que referir-se a essas construções como “construções sustentáveis”.

Apenas exemplificando, nesta pesquisa uma construção verde é aquela que atende a algum selo de sustentabilidade, como o LEED, BREEAM, Selo Casa Azul Caixa, Green Star, dentre outros.

2.2.2 Meios para se obter construções verdes

Existem diversas alternativas pelas quais os empresários podem obter e oferecer construções verdes, e sua adoção varia conforme os objetivos e necessidades destes desenvolvedores (FONTANA, 2019) assim como em função das especificidades de cada país (MLECNIK; VISSCHER; HAL, 2010) (mais detalhes acerca dos fatores que influenciam na adoção de práticas sustentáveis serão discutidos no capítulo 3). Este tópico visa apresentar resumidamente os meios mais conhecidos pelos quais edificações tornam-se construções verdes em todo o mundo.

Um dos meios de maior sucesso é a criação de leis, políticas e regulamentações de construções verdes. Estes são medidas tomadas pelos governos ou entidades de cunho regulatório com a finalidade de promover edificações mais sustentáveis. Focam-se apenas em aspectos da sustentabilidade ambiental. Caracterizam-se por serem obrigatórias, aplicarem-se em esfera nacional ou estadual, e serem específicas para determinados setores de construção (dentre edificações comerciais, residenciais, infraestrutura e etc.) (EVANS; ROSHCHANKA; GRAHAM, 2017). Há certo consenso na literatura de que esta é a modalidade que mais fomenta construções verdes (IWARO; MWASHA, 2010; ANNUNZIATA; FREY; RIZZI, 2013; IPCC, 2014; CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017; DARKO et al., 2017; BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019), no entanto, sua eficácia depende do rigor das inspeções (EVANS; ROSHCHANKA; GRAHAM, 2017), as vezes desanimadora em países em desenvolvimento (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019), e limita-se a determinar requisitos mínimos de impacto ambiental das construções, geralmente pouco rigorosos, afim de não impactar demasiadamente no setor ou mesmo inviabilizar sua implementação (HEFFERNAN et al., 2017; SANTANA et al., 2017).

Selos de Construções Verdes (SCV) são um outro meio de se obter construções verdes. Foram criados para servirem como modelos estruturados para que empreendimentos de construção atendam a aspectos da sustentabilidade (BERARDI, 2012; LI; GU; LIU, 2018). Caracterizam-se pela simplicidade e flexibilidade da adesão (MARKER; MASON; MORROW, 2014; GLIEDT; HOICKA, 2015; MORRIS et al., 2018; BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019; ADEKANYE; DAVIS; AZEVEDO, 2020). Recebem cada vez mais aceitação internacional, inclusive no meio acadêmico, por proporcionarem a opção de certificar edificações de alto nível de sustentabilidade em um ou mais pilares do TBL

(BRILLER; HAMILTON, 2011; HSIEH; NOONAN, 2017; JERZAK, 2017; OBATA et al., 2019). Podem ser de origem tanto nacionais quanto internacionais (DEVINE; MCCOLLUM, 2019). São aplicáveis a um tipo específico, ou a vários tipos de edificações (BREEAM, 2020; USGBC, 2021). Dentre os selos que mais se destacam internacionalmente encontram-se o LEED e o BREEAM (DOAN et al., 2017; BREEAM, 2020; USGBC, 2021). No Brasil, os selos nacionais são o Selo Casa Azul Caixa, Procel Edifica e o AQUA (CAIXA, 2021; INMETRO, 2021; VANZOLINI, 2021).

A Análise do ciclo de vida (ACV) diferente dos demais métodos discutidos anteriormente neste tópico, ditos qualitativos, a análise do ciclo de vida é considerada uma técnica quantitativa e analítica de obter-se construções verdes (SEVERO; SOUSA, 2016), através do cálculo “dos fluxos de entrada e saída de matéria e energia e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto, durante o seu ciclo de vida”, assim como permite identificar e conseqüentemente otimizar as atividades de um sistema que possuem maior impacto (SHARMA et al., 2011, p. 872; OLIVEIRA, 2015, p. 19). Ainda que possa ser utilizada para a criação de construções sustentáveis (ORTIZ; CASTELLS; SONNEMANN, 2009; TOOSI et al., 2020) seu foco é em aspectos ambientais (ABNT, 2009). Sua principal vantagem advém da sua capacidade de quantificar os impactos causados pela edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida, pois permite fazer avaliações objetivas mais precisas e embasadas em dados reais, ainda que com grande percentual estimado (PALACIOS-MUNOZ et al., 2019; GOULOUTI et al., 2020). No entanto, o uso desta técnica ainda é bastante limitado, devido a sua complexidade, necessidade de muito tempo e trabalho para o cálculo e preparação do modelo, e falta de bases de dados locais confiáveis em número compatível com a necessidade da ACV (HOXHA et al., 2017; MARCELINO-SADABA et al., 2017; NAJJAR et al., 2017, p. 125; RÖCK et al., 2018, p. 159; HOLLBERG; GENOVA; HABERT, 2020, p. 8; TOOSI et al., 2020; VUARNOZ et al., 2020). Algumas ferramentas computacionais foram criadas visando facilitar a utilização deste método, dentre estas, as mais conhecidas e utilizadas são o GaBi (criado na Alemanha) e o SimaPro (criado na Holanda) (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008; LE; TRAN; TAM, 2018).

Outros meios adotam abordagens mistas, isto é, utilizam características de mais de um dos meios discutidos anteriormente para melhorar em algum aspecto a sua capacidade em criar construções verdes. Estes meios serão discutidos a seguir.

Selos de construções verdes obrigatórios aliam a eficácia das leis, políticas e regulamentações de construção verdes com a simplicidade e o potencial das certificações

ambientais em garantir edificações com maiores níveis de sustentabilidade. Um exemplo desta abordagem é a certificação BASIX Australiana, que teve um papel significativo no desenvolvimento sustentável do país e obteve sucesso em proporcionar um melhor conforto térmico e reduzir o consumo de água e energia (DING, 2014) em mais de 140.000 residências (SAMARATUNGA et al., 2017) com uma redução estimada de mais de 281 bilhões de litros de água potável e 8,8 milhões de toneladas em emissões de CO₂ (NSW, 2020). No entanto, esta modalidade pode apresentar também algumas das desvantagens, como o baixo rigor das regulamentações a ponto de se tornar apenas mais um processo na construção (FOONG et al., 2017) ou até mesmo resultar em níveis baixos de sustentabilidade dos edifícios por receio das construtoras em não obter a aprovação do governo (DING et al., 2018).

Por fim, pode-se citar os SCV que adotam requisitos baseados em análise do ciclo de vida. Estes são modelos acadêmicos criados visando agregar à eficiência do método quantitativo do ACV a simplicidade dos selos de construção (ZHANG et al., 2020). Entretanto, este método também ecoa as principais desvantagens do ACV, como a dificuldade de bases de dados acerca de materiais e processos locais (MARCELINO-SADABA et al., 2017). Não obstante métodos híbridos de SCV e ACV ainda estejam mais restritos as pesquisas (ALSHAMRANI; GALAL; ALKASS, 2014), uma tendência é incorporar alguns aspectos da ACV em SCV, como vem ocorrendo com o LEED (USGBC, 2006, 2021; MER'EB, 2008; COLLINGE et al., 2015; GELOWITZ; MCARTHUR, 2018).

Conforme foi discutido, são vários os meios de criar uma construção verdes e cada um possui tanto pontos positivos quanto negativos que facilitam ou dificultam sua implementação. Apesar de alguns destes meios possuírem vantagens claras em relação aos SCV, estes representam (até o momento) o meio mais adotado para se obter ou oferecer construções mais sustentáveis no Brasil (vide o tópico 2.4). Neste sentido, e em consonância com os objetivos desta pesquisa, o tópico a seguir irá apresentar um pouco sobre o que a literatura científica internacional têm a dizer sobre os SCV.

2.3 Selos de Construções Verdes (SCV)

2.3.1 Conceito, impacto e tipos de selos de construções verdes

Neste trabalho, SCV são entendidos como sendo qualquer selo aplicado na construção, criado pelo mercado ou pelo governo, com o intuito de conferir aspectos de uma

ou mais dimensões da sustentabilidade, tais como a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Estes selos podem ser tanto internacionais quanto locais (nacionais), conforme a sua aceitação (selos internacionais certificam edificações em diversos países, enquanto selos nacionais certificam edificações apenas em um país ou região de cultura similar²) e existência de órgãos certificadores nos países. Como exemplo de selos internacionais, os mais conhecidos são o LEED, o BREEAM e o Green Star. Já como exemplo de selos locais (nacionais) pode-se citar o Selo Casa Azul Caixa, AQUA e Procel Edifica no Brasil; GBEL, DGNB, Passive House e BREE na China; GRIHA e BEE Star na Índia; Basix na Austrália; dentre outros nos mais diversos países.

Os SCV representam um dos meios mais utilizados para se obter construções verdes, e seus impactos podem ser percebidos em todo o mundo, por exemplo:

- Certificaram mais de 850.000 construções verdes (SAMARATUNGA et al., 2017; BREEAM, 2020; USGBC, 2021);
- Contribuem para promover a consciência acerca do desenvolvimento sustentável na cadeia de produção da construção (BERARDI, 2013; CASTRO; MATEUS; BRAGANÇA, 2015);
- Fomentam a aceitação dos conceitos de desenvolvimento sustentável e a criação de SCV em países em desenvolvimento (DEVINE; MCCOLLUM, 2019);
- Cada vez mais pesquisas investigam o tema (DOAN et al., 2017; DARKO et al., 2019);
- Foram adotados como estratégia de governo por alguns países (DING, 2014; GUO; PACHAURI, 2017; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019);
- SCV internacionais obtêm sucesso em se adaptar as mais diversas localidades, tipos de projeto e necessidades modernas (RASTOGI et al., 2017; GELOWITZ; MCARTHUR, 2018; BREEAM, 2020; USGBC, 2021);

Selos de construções verdes tornaram-se muito conhecidos. Entretanto, não há uma unanimidade a respeito do número de SCV existentes. Para Devine e Mccollum (2019)

² O SSC ESTIDAMA por exemplo certificou edificações em mais de um país, porém, usualmente não é destacado pela literatura como um selo internacional pois tem aceitação limitada e certifica edificações apenas em países Árabes, de cultura similar.

existem mais de 100 SCV no mundo, a maioria concentrada em países desenvolvidos e com aplicação restrita a pequenas porções destes países (restritos a estados por exemplo). Outros autores apontam que são mais de 600 SCV (BERARDI, 2012; VIERRA, 2019). Apesar de que o número exato de SCV ainda ser desconhecido, os fatores que levaram a este crescimento são bem conhecidos, e estão relacionados com a criação de SCV nacionais em todo o mundo. O Quadro 2.2 apresenta uma lista com os SCV mais conhecidos, os países em que se aplicam e as entidades reguladoras responsáveis.

Quadro 2.2 — Selos de construções verdes mais conhecidos

SCV	País	Entidade reguladora
AQUA (Alta Qualidade Ambiental)	Brasil	GBC Brasil
Selo Casa Azul		Caixa Econômica Federal
Procel Edifica		ELETROBRAS/PROCEL do governo brasileiro
BEAM Plus	Hong Kong	Hong Kong GBC
BREEAM	Croácia	Croatia GBC
	Holanda	Dutch GBC
	Alemanha	German Sustainable Building Council (BREEAM Germany)
	Polônia	Polish GBC
	Espanha	GBC Span
	Suécia	Sweden GBC (BREEAM Sweden)
	Turquia	Turkish GBC
	Reino Unido	UK GBC
	Países Árabes Unidos	Emirates GBC
CASBEE (Comprehensive Assessment System Built Environment Efficiency)	Japão	Japan Sustainable Building Consortium
Colombian Environmental Seal for Sustainable Building	Colômbia	Columbia GBC
DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	Croácia	Croatia GBC
	Alemanha	German Sustainable Building Council
	Turquia	Turkish GBC
EEWS (Ecology, Energy saving, Waste and Health)	Taipei Chinesa	Taiwan GBC
ESTIDAMA	Países Árabes Unidos	Emirates GBC
Green Globes	Canadá	Canada GBC
	EUA	US GBC
Green Building Index	Malásia	Malaysia Green Building Confederation
GBI (Green Building Index)		The Board of Architects Malaysia (PAM) in collaboration with the Association of Consulting Engineers Malaysia (ACEM)
Green Mark	Singapura	Singapore GBC
Green Star	Austrália	GBC Australia
	Nova Zelândia	New Zealand GBC (Green Star NZ)
	África do Sul	GBC South Africa (Green Star SA)
Green Leaf	Canadá	Wilderness Foundation

IDP (Integrated Design Process)		BC Green Building Roundtable
HQE (High Environmental Quality)	França	France GBC
ITACA protocol	Itália	Italian GBC
LEED	Argentina	Argentina GBC
	Brasil	GBC Brazil
	Canadá	Canada GBC (LEED Canada)
	Chile	Chile GBC
	Taipei Chinesa	Taiwan GBC
	Croácia	Croatia GBC
	Jordânia	Jordan GBC
	Peru	Peru GBC
	Polônia	Polish GBC
	Espanha	GBC Span
	Suécia	Sweden GBC
	Turquia	Turkish GBC
	Países Árabes Unidos	Emirates GBC
	EUA	US GBC
Minergie	Suíça	Swiss MINERGIE®
VERDE (Green)(From SB Tool),	Espanha	GBC Span
PromisE	Finlândia	VTT - Finland Confederation Industries
SBAT (Sustainable Building Assessment Tool)	África do Sul	Selo Acadêmico
Building Sustainability Index (BASIX)	Austrália	New South Wales (NSW) Government
Nationwide House Energy Rating Scheme (NatHERs)		Governo Australiano
Green Building Standard SI 5281	Israel	Standards Institution of Israel
ESGB (Chinese evaluation standard green building)	China	Governo Chines
GBES (Green Buildings Evaluation System)		Governo Chines
CGBL (Chinese Green Building Label)		Governo Chines
GBCAS (Assessment System for Green Building in the Beijing Olympic)		Beijing Olympics Organizing Commission
GREENSHIP	Indonésia	Green Building Council Indonesia (GBCI)
GRIHA	Índia	Ministry of New and Renewable Energy
Star Rating Scheme		Bureau of Energy Efficiency
IGBC (Indian Green Building Council)		Indian GBC
GSAS (The Global Sustainability Assessment System)	Qatar	Gulf Organization for Research and Development (GORD)
ARZ Green Building Rating System	Líbano	The Lebanese Green Building Council (LGBC)
TREES (Thailand's Rating of Energy and Environmental Sustainability)	Tailândia	Thai Green Building Institute

Fonte: expandido a partir de LE, Tran e Tam (2018)

Apesar do Quadro 2.2 apresentar apenas uma pequena parcela dos SCV existentes, o fato de existirem selos em países de todos os continentes demonstra a grande aceitação que os SCV têm em todo o mundo como um dos principais meios de se obter ou oferecer construções verdes. Mais do que um mero capricho do mercado, alguns deles são regulados pelo próprio

governo, em grande parte fruto de uma tentativa mundial em buscar o desenvolvimento sustentável do setor de construção.

Ainda assim, estes selos são apenas um instrumento, e para que a indústria de construção se torne mais sustentável não basta haver o selo, é preciso que este selo seja aceito e certifique o maior número possível de edificações, neste sentido, o tópico a seguir irá resumir o que a literatura científica relata sobre os motivos pelos quais os empresários adotam SCV e obtêm ou oferecem construções verdes.

2.3.2 Porque adotar selos de construções verdes

Em países desenvolvidos, onde as leis e regulamentações ambientais são muito rigorosas, sistemas de certificação ambiental são adotados com o objetivo de flexibilizar a implementação de edificações mais sustentáveis e oportunizar o atendimento a níveis superiores de sustentabilidade (BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019).

Em países em desenvolvimento, onde leis e regulamentos de construção são menos rigorosos, tais selos de construções verdes surgiram importados dos países desenvolvidos, comumente levados por multinacionais (COLE; VALDEBENITO, 2013) e empresas de capital aberto (DEVINE; MCCOLLUM, 2019), e se apresentaram não só como uma tendência, mas também como um modelo uniforme, mundialmente aceito (no caso dos selos internacionais), capaz de agregar diversas práticas sustentáveis às indústrias de construção locais (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009).

Ainda que não sejam conclusivos os fatores que levam a disseminação de SCV tanto em países desenvolvidos quanto subdesenvolvidos, são fortes os indícios de que a adoção de SCV ocorre mais como uma forma de conseguir vantagens competitivas (COSTA et al., 2018) e, menos em função dos seus benefícios financeiros para o desenvolvedor (ZHANG; WU; LIU, 2018; ADE; REHM, 2019), o usuário (KERN et al., 2016; CHOKOR; EL ASMAR, 2017) ou como uma preocupação com o meio ambiente (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019).

Corroborando com esse entendimento, Devine e Mccollum (2019) observaram forte relação com a adoção de SCV e o nível de investimento provindo de fontes internacionais nos países em desenvolvimento. Para Cole e Valdebenito (2013) multinacionais e desenvolvedores internacionais têm um papel chave na expansão da aceitação de SCV. De fato, investir em SCV é mais viável para grandes empresas (QI et al., 2010; QIAN et al., 2015), ainda que usualmente busquem conferir os níveis mais baixos das certificações à que se

propõem atender (MATISOFF; NOONAN; MAZZOLINI, 2014; HSIEH; NOONAN, 2017), inclusive no Brasil (OBATA et al., 2019).

O argumento é de que investir em SCV ou no meio ambiente é a coisa certa a ser feita (LAMBRECHTS et al., 2019), entretanto, não há consenso a esse respeito e outros estudos como o de Fontana (2019) ajudam a esclarecer um pouco mais sobre as reais intenções dos desenvolvedores por certificar seus empreendimentos. Seu estudo entrevistou trinta empresários de indústrias em Bangladesh, e observou que a decisão de certificar está fortemente relacionada com o receio de ficar em desvantagem com seus concorrentes. Segundo os entrevistados, ter uma indústria certificada pelo LEED significa grande *status* social, e não ter seria uma contrapartida vergonhosa que, segundo a interpretação do autor, lhes causa certo sentimento de inferioridade e exclusão.

Ainda que Fontana (2019) possa ter encontrado resultados que talvez não expliquem todo o quadro a respeito da intensão de certificar, seus resultados corroboram com os indícios da literatura de que as empresas buscam SCV sobretudo para adquirir vantagens competitivas (WONG; ABE, 2014; AKTAS; OZORHON, 2015; COSTA et al., 2018; MORRIS et al., 2018; DOAN et al., 2019). Ou ao menos, indica o amadurecimento dos SCV em seu país, onde as empresas locais, em face à ampla competição gerada por grandes empresas, buscam a certificação como forma de competir em igualdade (MOLLAOGLU et al., 2016).

2.3.3 O quão sustentáveis são as construções verdes?

Outra fonte de discussão recorrente na literatura científica internacional diz respeito à sustentabilidade dos SCV. Afinal, afora o discurso utilizado pelas entidades certificadoras o quão sustentáveis são as construções verdes? Este tópico visa responder a esta pergunta e discutir alguns estudos que avaliam a sustentabilidade dos SCV.

Para Ding *et al.* (2014), os SCV visam ser um modelo estruturado para se obter edificações mais sustentáveis, com o propósito de aumentar os padrões de vida da população ao oferecer moradias decentes com melhor igualdade social, bem estar e oportunidade de crescimento econômico e social. Para os autores, estas construções, diferente das convencionais, são projetadas, construídas e operadas para ter desempenho ambiental e reduzir os impactos gerados. E os SCV são ferramentas importantes para garantir um bom desempenho ambiental ao longo de todo o ciclo de vida destas edificações, assim como têm um papel fundamental ao assegurar um futuro social e economicamente sustentável ao ajudar a mitigar as mudanças climáticas.

Ainda assim, como será discutido a seguir, para muitos autores estes SCV pecam em não garantir uma visão mais integrada do desenvolvimento sustentável e restringem-se a oferecer edificações que priorizam a dimensão ambiental da sustentabilidade, em detrimento da social e econômica.

Para Castro, Mateus e Bragança (2015) ainda que os SCV devam evoluir para balancear os pesos entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável, sobretudo a econômica, estes selos desenvolvem um papel chave em guiar os projetos de construção a um desempenho mais apropriado ao setor.

Para Goh *et al.* (2020), a proteção ambiental é normalmente o maior foco dos SCV e das políticas dos governos, no entanto, para os autores é fundamental desenvolver uma visão mais integrada da sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida das edificações, particularmente nas fases de manutenção e operação dos edifícios. Quanto às dimensões, os autores destacam que a dimensão social apresenta o maior desafio, pois envolve múltiplos decisores com várias prioridades, necessidades sociais e valores para se considerar.

De fato, são muitos as dificuldades encontradas em desenvolver todas as dimensões da sustentabilidade na indústria da construção. Para Berardi (2012), o setor da construção ainda não está familiarizado com medições de desempenho, sobretudo ambientais, o que dificulta a disseminação de SCV uma vez que exigem a medição de novos critérios.

Omair (2017) comparou os SCV internacionais LEED e BREEAM, e os SCV locais GSAS e Estidama, e obteve resultados semelhantes para todos os quatro, com uma ampla maioria da pontuação dada a requisitos ambientais, alguma pontuação dada a requisitos sociais (entre 10% e 19% aproximadamente), e nenhuma ou quase nenhuma dada a requisitos econômicos ou de outras dimensões.

No entanto, esta incapacidade em atender a todas as dimensões da sustentabilidade não pode ser encarada como algo conclusivo e que compromete a efetividades destes selos, mas sim como algo que deve ser corrigido a partir de atualizações. Afinal, conforme discutido no tópico 2.2.1, assim como o conceito de construção sustentável evoluiu ao longo do tempo para englobar aspectos relacionados à sustentabilidade social e econômica, além de aspectos da sustentabilidade ambiental, da mesma forma os SCV estão passando por um processo de atualização, buscando se adequar a evolução do conceito de construções verdes e oferecer cada vez mais requisitos relacionados as três dimensões do TBL (AWADH, 2017; USGBC, 2020).

Ademais, esta capacidade de se atualizar não é a única característica que estes SCV devem possuir, outras qualidades são fundamentais para que estes selos conquistem o seu lugar no mercado de construção. O tópico a seguir irá apresentar algumas características destacadas pela literatura.

2.3.4 Características dos selos de construções verdes

Baseado nas experiências dos países desenvolvidos, Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009) elaboraram algumas características que os SCV devem ter para facilitar sua aceitação em países em desenvolvimento. O Quadro 2.3 apresenta a lista com a descrição destas características.

Quadro 2.3 — Lista de características que os SCV devem possuir

Características dos SCV	Descrição
Complexidade	O SCV deve ser de fácil entendimento;
Compatibilidade	O SCV deve estar sincronizado com as práticas de construções adotadas pela sociedade;
Confiabilidade e transparência do processo de certificação	O desenvolvedor deve ser capaz de saber e verificar antecipadamente os créditos, metodologia ou quaisquer informações necessárias à certificação, mesmo antes do registro para o processo;
Observabilidade	Projetos demonstrativos devem ser disponibilizados para visitação e experiência acerca dos benefícios dos SCV;
Vantagem competitiva	Esta característica está relacionada aos benefícios sociais dos SCV. Por exemplo, segundo ela, projetos que adotarem SCV devem se destacar no mercado, caso contrário a aceita�o de SCV será limitada;
Disponibilidade de informa�es	Informa�es acerca dos SCV, seus créditos e exemplos de projetos devem estar disponíveis nas mais variadas fontes, como na internet, m�dia impressa, jornais e revistas científicas;
Flexibilidade e adaptabilidade	Os desenvolvedores devem ser capazes de escolher os créditos pleiteados em categorias variadas;
Custo	Os custos com o processo de certifica�o (como os custos com documenta�o, certifica�o, consultoria, comissões ou simula�es) devem ser reduzidos o quanto possível para tornar o SCV desejável.

Fonte: Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009)

Diversos autores corroboram com as características citadas no Quadro 2.3. Para Marker, Mason e Morrow (2014) a complexidade dos SCV representa uma de suas principais

barreiras, enquanto que o aumento de sua simplicidade é um dos principais FI a sua adoção. Para Morris *et al.* (2018) a compatibilidade, isto é, a capacidade destes selos em certificar os mais variados projetos, e se adaptar as práticas de construção locais representam os dois principais FI para a implementação do *Green Star Communities* na Austrália.

Em relação à confiabilidade, o Basix australiano é um bom exemplo do que pode ocorrer com a falta de confiança, pois ainda que tenha se tornado obrigatório e certificado mais de 140 mil residências (SAMARATUNGA *et al.*, 2017), para os profissionais experientes com a certificação o selo falha em sua implementação, já que poucos acreditam em seus benefícios, para eles o Basix está “apenas emburrecendo a conversa” e até mesmo os usuários acreditam que a certificação “não representa grande coisa” (FOONG *et al.*, 2017, p. 6).

Para Hwang *et al.* (HWANG *et al.*, 2017) a observabilidade, quer dizer, a utilização de outros projetos certificados como referência, é uma das cinco medidas mais eficazes para mitigar os riscos envolvidos com a certificação de empreendimentos de construção.

Quanto à vantagem competitiva, esta é uma característica bastante clara em relação aos SCV, para Fontana (2019) este é o principal motivo pelo qual os empresários certificam, e para Costa *et al.* (2018) uma melhor imagem corporativa explica boa parte da decisão por certificar empreendimentos comerciais em São Paulo.

A disponibilidade de informações sobre os SCV é outra característica muito importante, afinal é ela que fomenta grande parte da demanda de clientes por construções verdes (ZHANG *et al.*, 2018). Já a adaptabilidade é uma característica pouco comentada, no entanto, é importante já que bem explorada permite otimizar o processo de certificação conforme as necessidades do desenvolvedor (FLOWERS; MATISOFF; NOONAN, 2019) e têm o potencial de tornar os SCV mais acessíveis para pequenas empresas, ao possibilitar que escolham aqueles requisitos que reduzam o impacto dos altos custos com a certificação (MORRIS *et al.*, 2018).

Por fim tem-se o custo, esta é sem dúvida a característica mais discutida pela literatura, o ponto chave diz respeito à falta de clareza acerca dos reais benefícios financeiros em certificar (ADE; REHM, 2019), e os resultados destes trabalhos costumam ser um tanto contraditórios. Por exemplo, no Brasil, Costa *et al.* (2018) relata que edifícios comerciais certificados pelo LEED conferem bônus financeiros vantajosos ao desenvolvedor, pois os compradores compram ou alugam estes empreendimentos por preços maiores em função do retorno esperado, por outro lado, Kern *et al.* (2016) não observaram benefícios quanto ao

consumo de água e energia reais em empreendimentos certificados pelo LEED, sugerindo um retorno financeiro abaixo do esperado na fase de operação de construções verdes no país. Neste sentido, fica claro que, apesar das informações serem contraditórias, a importância de haver benefício econômico com os empreendimentos certificados é óbvia, e reduzir os custos com o processo de certificação sem dúvida é uma medida que ajuda a reduzir o efeito da falta de informações acerca dos benefícios financeiros dos empreendimentos certificados (DING, 2014; CEASE et al., 2019).

2.3.5 Conclusões sobre os benefícios dos selos de construções verdes

Para Omair (AWADH, 2017), a despeito do argumento de que os SCV habilitam em sua maioria construções verdes, eles ajudam a trazer a sustentabilidade para o setor da construção, pois propiciam um modelo integral e consistente comum à tomada de decisão, que simplifica o acesso do empreendedor ao paradigma da sustentabilidade, dispensando, por exemplo, a necessidade de se criar um setor específico para sustentabilidade em cada empreendimento.

Para Martek *et al.* (2019) a despeito de uma série de barreiras para a sustentabilidade da indústria da construção, as certificações ambientais se mostram como uma solução para que esta alcance o próximo nível. Afinal, diferente das limitações de leis e regulamentações obrigatórios ou da complexidade da ACV, os SCV são uma alternativa já bem consolidada mundialmente para a obtenção de construções verdes (DOAN et al., 2017; DEVINE; MCCOLLUM, 2019), que alia a simplicidade (DING, 2014; MARKER; MASON; MORROW, 2014; GLIEDT; HOICKA, 2015) e a possibilidade de se obter edificações com alto padrão de sustentabilidade, conforme as necessidades dos desenvolvedores e usuários (BRILLER; HAMILTON, 2011; MCGILL et al., 2016; JERZAK, 2017)

Na realidade, as edificações possuem um ciclo de vida longo e grande parte do seu impacto ocorre durante a fase de operação e manutenção da edificação (SHARMA et al., 2011). Portanto, é de fundamental importância adotar medidas que, como os SCV, visem reduzir o consumo de energia e aumentar a longevidade das edificações (PALACIOS-MUNOZ et al., 2019).

Dito isto, conforme este tópico demonstrou, os impactos dos SCV são muito positivos em todo o mundo e ainda que diversas críticas sejam feitas quanto aos seus benefícios, a capacidade destes selos em se atualizar e se regionalizar (via a criação de selos

locais) demonstra que os SCV continuarão a cumprir seu papel transformador por algum tempo na cadeia de produção da construção.

2.4 Selos de construções verdes no Brasil

O Brasil se mostra na liderança em termos de construções verdes na América Latina (GBCBRASIL, 2020), havendo 1362 certificações e (tabela 2.1), inclusive, possuindo os seus próprios SCV, adaptados para o cenário nacional, como a certificação AQUA, o Selo Casa Azul Caixa (SCAC) e o Procel Edifica. Ainda assim, embora o país possua suas próprias certificações a LEED ainda apresenta maior aceitação pelo mercado de construção, confirmando uma tendência já observada pela literatura, em que selos internacionais costumam se sobrepor aos selos locais em países em desenvolvimento, sobretudo naqueles com maior presença de investimentos internacionais (DEVINE; MCCOLLUM, 2019).

A Tabela 2.1 contém os números de edificações certificadas no País, obtidas nos sites das respectivas credenciadoras. Nela pode-se ver algumas características marcantes a respeito dos tipos de edificações que costumam obter estes selos, como o fato de serem em sua ampla maioria empreendimentos comerciais ou públicos.

Tabela 2.1 — Número de edificações certificadas pelos selos AQUA-HQE, SCAC, Procel Edifica e LEED no Brasil até julho de 2021

Modalidade	AQUA	SCAC	Procel Edifica	LEED*	TOTAL
Residencial	158	69	30	8	265
Comercial/Pública	198	0	176	723	1097
TOTAL	356	69	206	731	1362

Nota: Pode haver alguma discrepância do número de edificações certificadas pelo LEED, em virtude de alguns empreendimentos certificarem mais de um componente, por exemplo, as torres “A” e “B”. O que, no entanto, o autor considerou não influir no nível de discussão aqui abordado. Fonte: adaptado de (CAIXA, 2021; GBCBRASIL, 2021; INMETRO, 2021; VANZOLINI, 2021).

Este resultado, de que os empreendimentos certificados no país são em sua maioria comerciais ou públicos pode em parte ser explicado pelo trabalho de Costa *et al.* (2018). Os autores analisaram o mercado imobiliário de edificações comerciais de São Paulo e obtiveram evidências de que em países em desenvolvimento a relativa escassez de edificações com certificações ambientais como o LEED, possibilitam que as edificações certificadas tenham

certo destaque no mercado, inclusive resultando na cobrança de alugueis de 4% a 8% mais altos em comparação com edificações de padrão e localização similares.

Outras fontes destacam FI além dos benefícios financeiros para o empresário. Segundo o relatório do *SmartMarket* do Brasil (2018), dentre os principais gatilhos a este tipo de edificações no país, destacam-se a demanda de mercado, impulsionada pela crescente atenção da mídia e trabalhos acadêmicos que relatam os benefícios da certificação para empresários e usuários.

Em outras palavras, diferente de países desenvolvidos onde a existência de construções verdes são mais comuns (DEVINE; MCCOLLUM, 2019) estas construções ainda são em certa medida uma novidade em países em desenvolvimento como o Brasil e, desta forma, conforme discutido, apresentam benefícios financeiros aos desenvolvedores fruto do pioneirismo em adotar tais inovações (GORT; KLEPPER, 1982; FOSTER, 1988), assim como de agregar dimensões da sustentabilidade aos seus projetos.

Ademais, a adoção do selo LEED no Brasil também encontra algumas dificuldades. Segundo o *SmartMarket* (2018) as principais barreiras encontradas pelo selo LEED no país são o alto custo inicial, a falta de incentivos públicos para os empreendimentos certificados e a presença de regulamentações ambientais pouco exigentes ou ineficientes, que exigem pouco das edificações e portanto fomentam construções “sem responsabilidade ambiental”.

Outros artigos publicados investigaram aspectos da implementação do LEED no Brasil. Obata *et al.* (2019) estudaram os empreendimentos certificados pelo LEED no Brasil até 2016 e obtiveram que na sua maioria, estes empreendimentos buscaram a certificação em nível mais baixo e esforços para ir além do básico ainda são mínimos. Para o autor, faltam esforços do Selo LEED em balancear e repensar as suas pontuações e requisitos para fomentar edificações de maior desempenho.

Kern *et al.* (2016) avaliou os dados dos quatro primeiros anos de ocupação de uma edificação comercial com certificação LEED Gold, versão 2.2, localizada na região Sul do País. E obteve que embora os usuários demonstrem satisfação com o conforto térmico e lumínico, o consumo de energia e água destas edificações é muito acima do projetado (32% e 199% acima, respectivamente) ou mesmo dos padrões LEED (12% e 31% acima, respectivamente). Estes dados sugerem a pouca adaptabilidade às características locais, e fica evidente quando analisa-se as razões destas discrepâncias, como: o grande uso de ar

condicionados em detrimento da ventilação natural em virtude do clima tropical; a irrisória percentagem de usuários que utilizam bicicletas ao invés de carros (2%) em função da inexistência de vias seguras para os ciclistas nas cidades; alto uso de água em função do alto uso dos ar condicionados e de água nos jardins para compensar o baixa qualidade do solo; e alto custo de combustíveis verdes para automóveis no País.

Porém, mesmo que o selo LEED tenha certificado a grande maioria das construções verdes do país, ele não foi o único. Com o objetivo de atender melhor ao mercado brasileiro, a Caixa Econômica Federal criou o seu próprio SCV, o Selo Casa Azul, específico para edificações residências mais populares (JONH; PRADO, 2010; FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017). Este Selo, embora ainda não tenha obtido o sucesso esperado, demonstra potencial no nicho de edificações residenciais, tendo até o momento certificado 68 edificações do tipo residencial no país (vide Tabela 2.1). Isto é bastante aceitável em virtude dos benefícios próprios da certificação criada pela Caixa, como a redução dos juros de financiamento da construção e da aquisição das moradias, o que por sua vez acarreta um benefício muito mais efetivo e similar ao que Costa *et al.* (2018) observaram para edificações comerciais, pois facilita a venda ao tornar as moradias mais acessíveis e fornece um diferencial de entregar um produto com maior valor agregado, isto é, um produto social e ambientalmente sustentável desenvolvido com base nas necessidades nacionais.

Ainda assim, o baixo número de construções verdes no Brasil ainda é muito pequeno, pois enquanto no Brasil tem-se 1362 construções verdes somando todas as quatro certificações listadas, o LEED sozinho já certificou apenas nos Estados Unidos 97.947 empreendimentos (USGBC, 2021). Estes números se refletem inclusive no campo da pesquisa, e, conforme se viu neste tópico, e se verá ainda ao longo desta pesquisa, são poucos os artigos publicados em revistas indexadas em bases de dados internacionais que discutem a adoção de SCV no Brasil. Com isso, fica clara a necessidade de pesquisas como a que esta tese se propõe, de buscar meios de fomentar a adoção de SCV no país, afinal, como este capítulo demonstrou, estes selos representam um paço importante no caminho do desenvolvimento sustentável.

Visando corroborar com este quadro e discutir ainda mais o que a literatura científica nacional e internacional têm a contribuir com a adoção de SCV no Brasil, o capítulo a seguir irá tratar do caminho para construções mais sustentáveis, assim como das barreiras que se opõem e os FI e estratégias que facilitam este caminho.

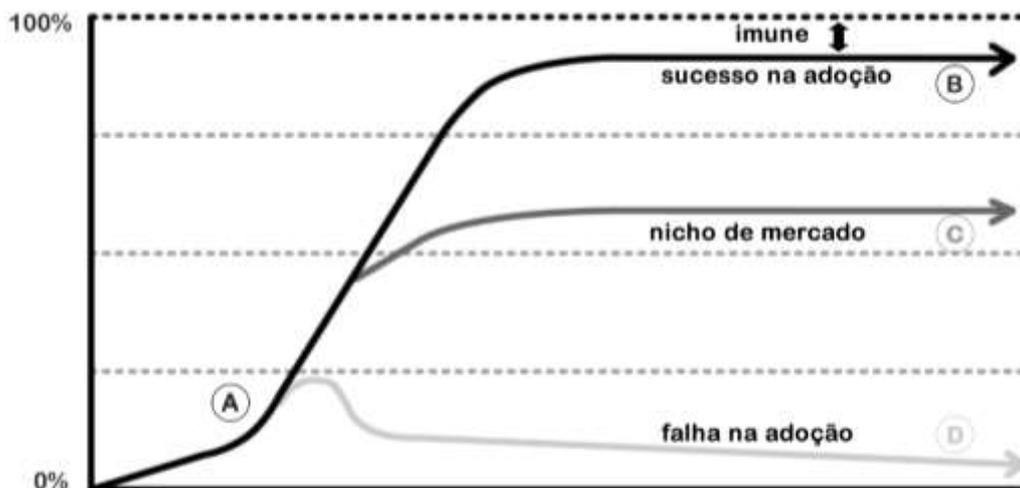
3 O CAMINHO PARA CONSTRUÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS

3.1 Visão geral

Conforme discutido na introdução desta tese, a disseminação de selos de construções verdes passa por um período de crescimento reduzido no Brasil (Figura 1.1), e os motivos para isso ainda são desconhecidos. Visando compreender um pouco melhor este cenário, este capítulo apresenta uma revisão de literatura sobre como ocorre o processo de disseminação de SCV e quais os fatores tanto negativos (barreiras) quanto positivos (FI e estratégias) que influenciam neste processo.

Neste sentido, o primeiro passo é compreender o processo de disseminação de SCV, e para isso, a curva de adoção da inovação da Figura 3.1 dá alguns indícios dos desfechos a que uma inovação (como os SCV) podem ter. Nela, a tecnologia sai de um ponto de zero adoção (afinal ela é uma nova tecnologia) e chega ao ponto “A”, de onde inicia um crescimento acelerado em um dos três desfechos possíveis: “B” o sucesso na adoção; “C” se tornar nicho de mercado e “D” falhar na adoção. Claro que a curva de adoção de inovação de Foster (1988) se propõe a objetivos mais didáticos do que representar com precisão o fenômeno da adoção de inovações, mas ainda assim deixa claro que falhar na adoção ou se tornar nicho de mercado são as alternativas, caso os SCV não sejam implementados de maneiras satisfatória.

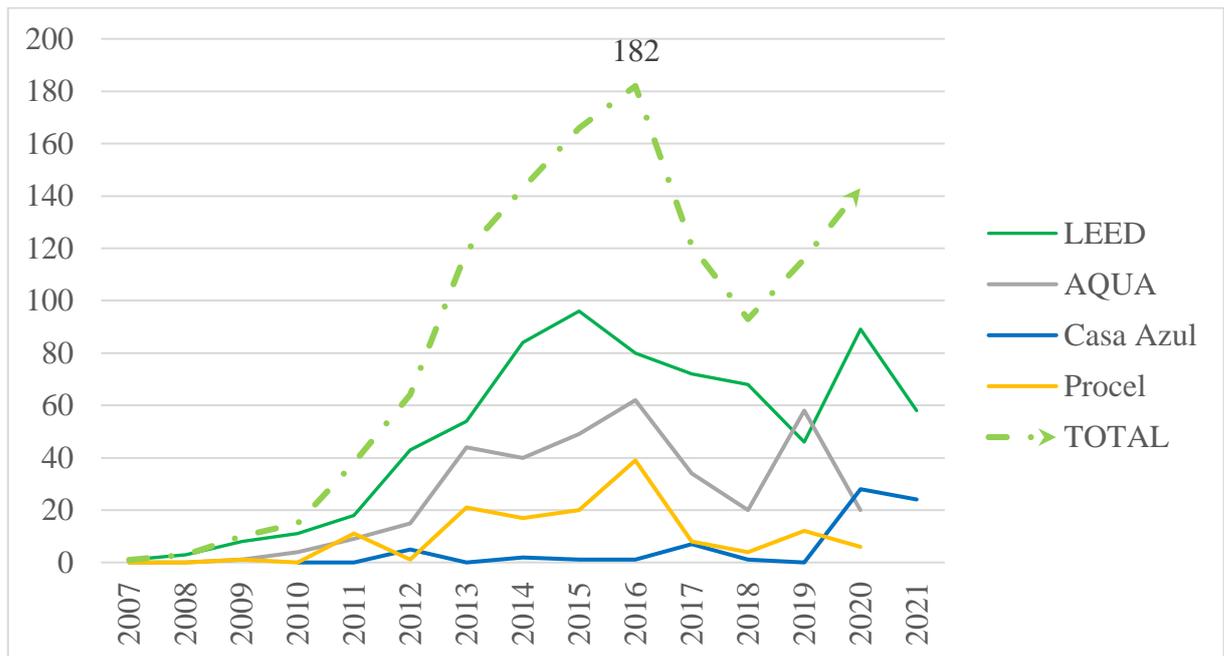
Figura 3.1 — Curva de adoção de inovações



Fonte: Foster (1988)

Fazendo um paralelo do gráfico de adoção de inovações e a situação do Brasil, pode-se presumir que a difusão de SCV no país está atualmente entre falhar na adoção (função “D” da Figura 3.1) e tornar-se um mercado de nicho (função “C” da Figura 3.1). Há três indícios para essa afirmação: 1) na Figura 3.2, apesar de estar apresentando retomada desde 2019, há uma redução clara no ritmo de aumento do número de empreendimentos certificados ano a ano no país, isto é, passados quatro anos ainda não foi possível sequer repetir o número de 182 certificações de 2016, algo semelhante ao que ocorre na função “D” da curva de adoção de inovações (Figura 3.1), que representa a falha na adoção; 2) contrariamente ao decréscimo do ritmo de certificações, há um senso comum de que estes SCV estão em expansão no mercado nacional (SMARTMARKET, 2018; OBATA et al., 2019; GBCBRASIL, 2020); 3) os empreendimentos certificados no Brasil apresentam características de nicho de mercado, pois são em sua ampla maioria empreendimentos comerciais (Tabela 2.1) de alto padrão, e localizam-se em áreas privilegiadas das grandes cidades (COSTA et al., 2018).

Figura 3.2 — Número de certificações no Brasil



Fonte: adaptado de dados obtidos em (CAIXA, 2021; INMETRO, 2021; USGBC, 2021; VANZOLINI, 2021)

Os indícios citados acima permitem elaborar duas hipóteses: hipótese 1) o mercado de SCV brasileiro se tornou um mercado de nicho, restrito a projetos comerciais de alto padrão nos grandes centros urbanos como São Paulo, que chegou ao seu máximo em 2015 e tende a cair em desuso e esquecimento nos próximos anos; hipótese 2) como é comum na adoção de qualquer inovação, atualmente o mercado de SCV ainda concentra-se em iniciativas pioneiras

destinadas a promover vantagens competitivas de seus desenvolvedores nos grandes mercados de empreendimentos comerciais do país, mas que mesmo enfrentando dificuldades atuais, encontra-se em expansão e poderá obter sucesso em sua adoção.

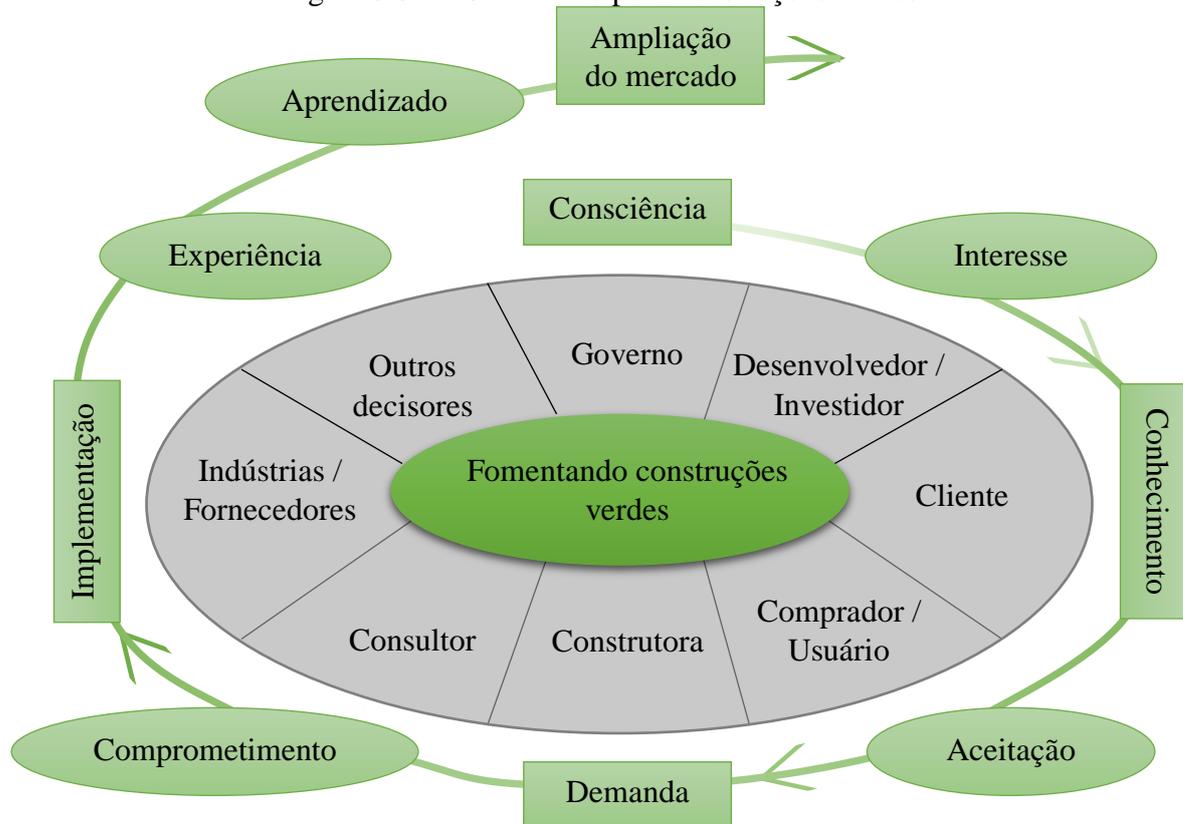
Seja qual for a hipótese verdadeira, uma vez que não faz parte deste estudo responder a nenhuma destas duas hipóteses, o que se sabe é que para alcançar o sucesso na adoção de SCV no Brasil, são necessários esforços em conhecer o caminho para esta adoção e transpor as barreiras que dificultam este caminho (HOFFMAN; HENN, 2008). Além de ações concretas, estes esforços significam pesquisas que investiguem o tema. Assim, o texto a seguir apresenta um pouco a respeito do que fala a literatura científica quanto ao caminho para a adoção de práticas sustentáveis na cadeia de construção.

Para Parkin (2000), o caminho para fomentar a adoção de práticas sustentáveis passa pelo aumento do conhecimento e da consciência dos atores envolvidos neste processo. Para a autora, é importante que todos entendam os conceitos do desenvolvimento sustentável para compreenderem que suas ações influenciam nas decisões de outros, e de que assim, aos poucos, vamos caminhando para uma sociedade mais sustentável.

Buscando identificar estes atores a definir seus papéis, Abidin (2010) sugeriu um caminho para se alcançar uma construção mais sustentável (figura 3.3). Segundo o autor, este caminho é uma cadeia em que cada elo (ator) é responsável por uma ação capaz de incentivar a incorporação do paradigma da sustentabilidade no elo seguinte, e o conhecimento é a ação mais importante afim de facilitar a aceitação deste novo paradigma. O autor ainda afirma que nos estágios iniciais de disseminação das construções verdes em um país, os elos iniciais desta cadeia são os maiores responsáveis pelo seu fomento, isto é, o estado, as construtoras e os usuários.

Ainda assim, nem sempre o caminho para uma construção mais sustentável expresso na Figura 3.3 é tão objetivo, pois na maioria das vezes estes atores devem desempenhar mais de uma função. Por exemplo, o estado possui um papel fundamental não apenas promovendo a consciência, mas também fornecendo os incentivos necessários para pequenas e médias construtoras enfrentarem este desafio (QI et al., 2010) e assim estar em igualdade com grandes construtoras (ABIDIN, 2010). Uma vez que, uma das atribuições do estado é fomentar uma política mais sustentável das construções (MCMANUS; GATERELL; COATES, 2010) em face dos compromissos assumidos na Agenda 21 (CNUMAD, 1992).

Figura 3.3 — O caminho para construções verdes



Fonte: Abidin (2010)

Da mesma forma, os clientes não apenas devem promover a aceitação das construções verdes, mas também devem ser comprometidos com a iniciativa e se informar a respeito de como operá-las, caso contrário, comprometem a eficiência das tecnologias verdes (HOES et al., 2009; GABRIEL; WATSON, 2013; KARJALAINEN, 2016) ou até mesmo negligenciam por completo as tecnologias verdes instaladas na edificação (ROMAN; PARDO; IRAZOQUE, 2017).

Já os contratantes, isto é, as construtoras, parecem ter um papel mais claro, pois são o elo responsável pela oferta de edificações verdes (figura 3.3), ainda assim, os fatores que influenciam os empresários a adotar construções verdes são complexos (COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018). Segundo Abidin (2010), o conhecimento acerca da importância da sustentabilidade ainda é de baixo a moderado por parte dos construtores, e portanto, a oferta de edificações verdes fica dependente de uma demanda externa, normalmente de mercado. No Brasil, Costa *et al.* (2018) demonstrou a capacidade destas edificações em oferecer vantagens financeiras, sugerindo boa demanda de mercado. Para Gliedt e Hoicka (2015), o interesse das construtoras por empreendimentos verdes depende da finalidade do projeto (se comercial ou residencial por exemplo) e do tipo de projeto de energia,

e os motivos podem variar desde fatores externo ligados à economia financeira e reduzido tempo de retorno, investimentos financeiros advindos de mercado, e até mesmo pela sustentabilidade ambiental ou responsabilidade social corporativa. Collins, Junghans e Haugen (2018) corroboram com o estudo anterior, segundo os autores, fatores menos tangíveis como a política da empresa e sustentabilidade estratégica podem ser mais determinantes do que fatores financeiros.

No Brasil, há uma clara falta de pesquisas que investiguem os fatores que influenciam na adoção de SCV, conforme já foi discutido anteriormente nos tópicos 1.2 e 2.4. Analogamente, desconhece-se o nível de informação, consciência e intensões dos diversos atores envolvidos no processo (principalmente do governo, do usuário e dos empresários) acerca de construções verdes no país. Desta forma, além de ficar evidente a necessidade da presente pesquisa, fica clara ainda a necessidade de se estudar o que ocorre em outros países para que se possa ter indícios do que está influenciando a adoção de SCV no Brasil.

No Canadá, Issa, Rankin e Christian (2010) descobriram que a maioria dos profissionais experientes em SCV estavam incertos acerca de seus benefícios, assim como era certo senso comum que os altos custos e a complexidade dos SCV são barreiras que beiram a tornar edificações verdes impraticáveis. Para os entrevistados, apenas os usuários têm o poder de adotar construções verdes. Segundo os autores, o meio para fomentar a adoção de SCV em seu país exige um esforço maior dos centros de pesquisa em investigar e disponibilizar informações credíveis acerca de construções verdes locais, assim como é fundamental envolver os empresários nestas pesquisas e garantir que estes conheçam os resultados destas pesquisas.

Em países em desenvolvimento, Mollaoglu *et al.* (2016) generaliza, e afirma que com o aumento da consciência, os clientes são os pioneiros na busca por edificações verdes visando seus benefícios financeiros de longo prazo (como investidores estrangeiros e economia de operação) ou obter vantagens competitivas de mercado em seus negócios. Projetistas geralmente utilizam certificações ambientais para atender aos anseios dos clientes. Designers (engenheiros e arquitetos) também são os primeiros a conhecer estas certificações como líderes de times de projeto. As organizações sem fim lucrativo apoiam estes pioneiros, fornecendo educação. E finalmente, construtoras e fornecedores seguem estes outros atores de acordo com esses novos requisitos.

Enfim, conforme discutido acima, são vários os atores envolvidos na adoção de práticas sustentáveis, como SCV, assim como diversas são as funções e interesses que estes atores desempenham neste processo. O desempenho destas funções é um passo importante para uma indústria da construção mais sustentável (GUO; PACHAURI, 2017). Da mesma forma, falhar em desempenhar estas funções pode resultar no círculo vicioso de Blame (Figura 3.4).

Figura 3.4 — O círculo vicioso de Blame



Fonte: Myers, Reed e Robinson (2015)

Na Figura 3.4 vê-se o vicioso círculo de Blame, nele os atores responsáveis pela adoção de práticas sustentáveis na indústria de construção ficam presos em uma cadeia fechada sem fim, em que o resultado é falhar na adoção de práticas sustentáveis (função “D” da Figura 3.1). O vicioso círculo de Blame deixa claro a necessidade de se encontrar meios de promover a quebra de um destes elos, e para isso a melhor ação é identificar os fatores que influem em como estes atores agem, para assim fomentar a adoção de SCV. O tópico 3.2 fará uma revisão de literatura acerca das barreiras que dificultam o desempenho destes atores, já os tópicos 3.3 e 3.4 farão uma revisão de literatura dos FI e das estratégias que facilitam o desempenho destes atores.

3.2 Barreiras aos selos de construções verdes

Esta pesquisa adota o conceito de que barreiras são aqueles fatores que dificultam a adoção de SCV. Estudar estes fatores é oportuno e relevante para fomentar a adoção de construções verdes (YANG; YANG, 2015; PING et al., 2018). Conhecer estas barreiras é uma maneira de identificar as dificuldades encontradas por um país em adotar construções verdes e permite traçar estratégias (HOFFMAN; HENN, 2008) e propor modelos capazes de fomentar práticas sustentáveis (DARKO, 2018), como os SCV (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009).

Visando conhecer estas barreiras, foi realizada uma revisão de literatura cujos detalhes constam no capítulo de metodologia (tópico 5.3.1). Este tópico tem a finalidade de discutir os resultados desta busca, sumarizados no Quadro 3.1. Nele vê-se as principais barreiras a SCV encontrados em artigos científicos revisados por pares publicados em algumas bases de dados internacionais. O número na primeira coluna indica a ordem da barreira segundo a quantidade de citações, a segunda coluna indica a barreira, e a terceira e quarta colunas indicam as referências e o número de citações. A seguir serão discutidas as barreiras mais relevantes.

Quadro 3.1 — Principais barreiras relacionadas aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Engineering Village*

Barreiras		Referências	
		Artigos	Nº
1	Falta de conhecimento e consciência empresarial e pública acerca de certificações ambientais	[1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 24, 26, 29, 30, 34, 36, 37, 39, 42, 45, 48]	24
2	Custo inicial adicional	[1, 2, 4, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 37, 39, 40, 44]	22
3	Falta de incentivo e/ou interesse na promoção de certificações ambientais pelo governo	[5, 10, 11, 12, 16, 17, 21, 24, 33, 39, 44, 46]	12
4	Falta de interesse dos clientes e demanda do mercado	[8, 10, 12, 14, 15, 21, 24, 39, 42, 44, 46, 48]	12
5	Processo de certificação muito complexo com diretrizes e normas pouco claras	[1, 2, 5, 8, 14, 15, 25, 26, 35, 39, 42, 44]	12
6	Indisponibilidade de fornecedores de GBT ou materiais ecológicos	[1, 2, 8, 16, 18, 21, 34, 36, 39, 44]	10
7	Falta de profissionais treinados para atender aos requisitos normativos	[1, 16, 21, 33, 36, 37, 39, 44]	8
8	Alto custo de adesão a certificação	[8, 14, 15, 24, 25, 40]	6
9	Tempo adicional	[2, 15, 25, 33, 39]	5

10	Falta de informações sobre o desempenho de edifícios verdes	[5, 9, 14, 15, 21]	5
11	Dificuldade de projetar, construir e operar adotando tecnologias verdes	[2, 9, 16, 26, 37]	5
12	Limitações de orçamento ou falta de esquemas de financiamento	[4, 22, 24, 29, 40]	5
13	Falta de cooperação ou suporte organizacional na adoção de Certificações Ambientais	[2, 4, 30, 37]	4
14	Elevado número de documentos necessários para certificação e em inglês	[5, 26, 34, 36]	4
15	Tempo necessário para completar o processo de certificação	[1, 15, 24, 39]	4
16	Inadequado ou a falta de leis, códigos e regulamentos de Construção ambientais	[9, 16, 17, 36]	4
17	Requisitos normativos inadequados para a localidade ou não atende a todo o cenário nacional	[9, 16, 33, 37]	4
18	Falta de rigor na implementação da política ambiental pelo Governo	[10, 11, 12]	3
19	Incertezas quanto ao desempenho de equipamentos e materiais verdes	[2, 21, 48]	3
20	Falta de conhecimento em construção verde para a equipe do projeto	[1, 9, 17]	3
21	Longos períodos de retorno do investimento	[4, 29, 44]	3
22	Baixo custo de energia	[4, 12, 37]	3
23	Falta de consultores ou avaliadores locais para certificação	[8, 16, 40]	3
24	Falta de Flexibilidade da certificação em atender projetos de todos os tipos e tamanhos	[7, 8, 15]	3
25	Nível regional de desenvolvimento econômico	[18, 23, 27]	3
26	Falta de pesquisas afim de facilitar a implementação de certificações ambientais	[5, 16]	2
27	Necessidade de espaços amplos para atender a todos os requisitos normativos (GBT)	[9, 24]	2
28	Imperfeição das especificações de tecnologias verdes	[2]	1
29	Ambiguidades regionais no conceito verde	[2]	1
30	Dependência de promoção do governo	[2]	1
31	Responsabilidade adicional pela manutenção da construção	[2]	1
32	Natureza desorganizada da indústria de construção local		1
33	Alto grau de desconfiança em relação as certificações	[10]	1
34	Falta de institutos locais e instalações para pesquisa e desenvolvimento (P&D) de GBT	[5]	1
35	Riscos e incertezas envolvidos na adoção de novas tecnologias	[4]	1
36	Falta de conhecimento sobre os conceitos verdes	[16]	1
37	Subsídios requerem controle e marketing	[8]	1
38	Falta de atualização das certificações ambientais existentes	[11]	1

39	Inconsistência de requisitos ou métodos de certificação	[35]	1
40	Desenvolvedores preferem outras GBT por acreditar que conferem maior demanda de mercado	[24]	1

Nota: 1-(HWANG et al., 2017); 2- (SHI et al., 2013); 3-(ABIDIN, 2010); 4-(GLIEDT; HOICKA, 2015); 5-(YU et al., 2019); 6-(CHAN; QIAN; LAM, 2009); 7-(DING, 2014); 8-(MLECNIK; VISSCHER; HAL, 2010); 9-(AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016); 10-(FOONG et al., 2017); 11-(MARTEK et al., 2019); 12-(COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019); 13-(GUO; PACHAURI, 2017); 14-(DOAN et al., 2019); 15-(MORRIS et al., 2018); 16-(DING et al., 2018); 17-(BERAWI et al., 2019); 18-(TENG et al., 2016); 19-(QIAN; CHAN, 2010); 20-(YAU, 2012); 21-(POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009); 22-(SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016); 23-(LELAND; READ; WITTRY, 2015); 24-(CEASE et al., 2019); 25-(ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010); 26-(MARKER; MASON; MORROW, 2014); 27-(MASON; MARKER; MIRSKY, 2011); 28-(RAISBECK; WARDLAW, 2009); 29-(MOLLAOGLU et al., 2016); 30-(KIENZEL; KOK, 2011); 31-(ADEKANYE; DAVIS; AZEVEDO, 2020); 32-(FLOWERS; MATISOFF; NOONAN, 2019); 33-(SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019); 34-(AKTAS; OZORHON, 2015); 35-(COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018); 36-(PHAM; LEE; AHN, 2019); 37-(ISMAEL; SHEALY, 2019); 38-(ZHAO; LAM, 2012); 39-(WONG; ABE, 2014); 40-(BAYRAKTAR; OWENS; ZHU, 2011); 41-(HSIEH; NOONAN, 2017); 42-(FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017); 43-(ZHANG; LIU; WU, 2017); 44-(SHEN et al., 2018); 45-(ZHANG et al., 2018); 46-(WINDAPO, 2014); 47-(LI et al., 2014); 48-(LIU et al., 2018)

Fonte: o autor

A barreira com mais citações é a falta de conhecimento e consciência empresarial e pública acerca de SCV. Esta barreira tem forte relação e explica as barreiras 10, 20, 26, 33, 36 e 40 (Quadro 3.1). Conforme discutido no tópico anterior, tanto a consciência quanto o conhecimento dos empresários e da população estão associados aos primeiros elos do caminho para o fomento de SCV e, portanto, relacionam-se com a falta de maturidade da sustentabilidade no mercado mundial. Abidin (2010) afirma que a falta de consciência e conhecimento acerca de SCV demonstram o estado inicial da implementação do desenvolvimento sustentável na construção, que as grandes empresas são pioneiras em fomentar a consciência e que o governo tem a grande responsabilidade em ampliar a consciência e encorajar práticas sustentáveis. Cohen, Pearlmutter e Schwartz (2019) corroboram com o estudo anterior, segundo os autores o governo tem o maior papel em promover a consciência e incentivar os investidores, no entanto, educar a população também é fundamental, pois apenas educando o usuário acerca da necessidade e dos benefícios de construções verdes é que será possível aumentar a demanda. Segundo Zhang *et al.* (2018) ao se proporcionar o conhecimento em SCV para a população, ela gradualmente irá expressar a intensão em adquirir construções verdes, e conseqüentemente aumentará a demanda por estes empreendimento.

Curiosamente, demanda de mercado e interesse dos clientes é a quarta barreira mais citada pela literatura científica. Esta barreira, além de possuir as razões destacadas acima, isto

é, a falta de conhecimento e consciência pública sobre SCV, naturalmente resulta na falta de interesse e demanda acerca de construções verdes, também se relaciona com outros fatores, como: a) o alto custo da construção verde. Como exemplo, na Austrália, a implementação compulsória do Basix desde 2004 causou um aumento de 10% do custo das residências (DING, 2014), conseqüentemente houve uma redução tanto do acesso a residências quanto da consciência dos usuários, na medida em que os usuários declaram que a sustentabilidade não é nem a prioridade nem um incentivo adicional (FOONG et al., 2017); b) a população desconhece os benefícios das construções verdes, e apenas passam a conhecê-los após a compra (ZHANG et al., 2018).

A segunda barreira mais citada é o alto custo inicial. É entendida como o custo de construções verdes e explica as barreiras 8, 12, 21 e 22 (Quadro 3.1). Zhang, Wu e Liu (2018) destacam que o custo a mais em desenvolver construções verdes pode variar de 0,4-11%, conquanto o preço de construções verdes podem variar de 0,9-29% a mais do que edificações convencionais, demonstrando a viabilidade econômica dos SCV. Outros autores afirmam esta relação vantajosa das construções verdes (EICHHOLTZ; KOK; QUIGLEY, 2013; AYDIN; BROUNEN; KOK, 2020), inclusive no Brasil (COSTA et al., 2018). Ainda assim, os desenvolvedores perduram em superestimar o custo de construções verdes (ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010), usualmente por falta de conhecimento acerca destas relações de custo (ZHANG; WU; LIU, 2018), principalmente em países em desenvolvimento (ZHOU, 2015). E esta falsa sensação acaba por ter um impacto muito maior na decisão de certificar do que a real viabilidade econômica. Afinal, é importante notar, que avaliar apenas o custo adicional das construções verdes é um erro, pois seus benefícios vão muito além do econômico e incorre em melhora do conforto e saúde do usuário, melhor reputação da empresa e redução de impactos ambientais (EICHHOLTZ; KOK; QUIGLEY, 2010, 2016; KAHN; KOK, 2014). Outro ponto interessante a destacar acerca dos custos iniciais de construções verdes diz respeito ao perfil dos compradores. Aydin, Brounen e Kok (2020) concluem que os usuários que estão adquirindo sua primeira moradia estão menos sujeitos a adquirirem construções verdes do que aqueles que já têm moradia, pois estão mais suscetíveis a restrições orçamentárias, já aqueles que possuem moradia almejam construções verdes em virtude de seus benefícios, principalmente do retorno do investimento com custos de operação reduzidos.

A terceira barreira mais encontrada na literatura diz respeito à falta de incentivos e interesse do governo em promover SCV. Esta barreira também explica as barreiras 16 e 30 (Quadro 3.1). Conforme discutido anteriormente, o governo tem um papel fundamental em

promover SCV, e esta promoção usualmente está ligada à falta de sistemas de incentivo financeiro e à inadequada ou à falta de leis, códigos e regulamentos de construções ambientais. Um sistema de incentivo financeiro é fundamental para reduzir os custos adicionais com SCV (FOONG et al., 2017), no entanto, o governo falha em não ofertar os incentivos necessários, como a redução de taxas e impostos sobre construções verdes (COSTA et al., 2018), criação de subsídios e fundos de investimento (CEASE et al., 2019), ou mesmo penalizações para construções ineficientes (YU et al., 2019). Na realidade, ainda que seja comprovada a grande capacidade que as leis, códigos e regulamentos de construção ambientais obrigatórios têm em fomentar construções verdes (AYDIN; BROUNEN; KOK, 2020), exemplos de países onde falta a liderança do governo são comuns (BERAWI et al., 2019; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019; MARTEK et al., 2019), mas poucos são os bons exemplos como o caso do SCV *Green Lights* na China (GUO; PACHAURI, 2017).

Em outros casos, ainda que o governo inicialmente demonstre ter interesse em promover SCV, e torne obrigatório o atendimento a algum Selo local, acaba por exigir requisitos do Selo menos rigorosos do que as legislações ambientais vigentes (BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019; MARTEK et al., 2019) ou, por falta de fiscalização, falham em implementar tanto os SCV quanto as leis, códigos regulamentações de construção obrigatórios (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019). Estas atitudes tornam a falta de rigor na implementação da política ambiental de governo a 18ª barreira mais encontrada na literatura (Quadro 3.1).

A quinta barreira mais citada pela literatura diz respeito ao processo de certificação ser muito complexo, com diretrizes e normas pouco claras. Esta barreira expressa a dificuldade de certificar em função do alto rigor dos SCV e também explica as barreiras 13, 14, 15, 17, 24, 27, 29, 38 e 39. Esta barreira normalmente ocorre em detrimento da falta de adaptabilidade de SCV internacionais como o LEED, BREEAM e Green Star as características locais, e resulta em desenvolvedores relutantes em certificar seus empreendimentos novamente (COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018; MORRIS et al., 2018) e a dificuldade em encontrar profissionais experientes para projetar e atender aos requisitos (HWANG et al., 2017). De qualquer forma, ainda que simplificar o SCV deva fomentar sua adoção (MARKER; MASON; MORROW, 2014) pode incorrer na redução de seus benefícios para os usuários ou para o meio ambiente, uma vez que medidas menos rigorosas tendem a ser menos benéficas (BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019).

Outras barreiras relacionam-se com a falta de suporte local a SCV e as incertezas das tecnologias verdes. Este tema explica as barreiras 6, 7, 11, 19, 23, 28, 31, 32, 34, 35 e 37. Estas barreiras ocorrem usualmente em países que encontram-se nas fases iniciais de implementação de SCV (AKTAS; OZORHON, 2015; HWANG et al., 2017), como o Brasil (vide a discussão no início deste capítulo), e resulta na dificuldade de acesso a tecnologias e materiais verdes e aumento dos riscos de produção (HWANG et al., 2015), assim como na dificuldade de projetar e construir adotando tecnologias verdes em função da falta de experiência dos profissionais envolvidos (AKTAS; OZORHON, 2015). Inferências acerca da teoria da difusão da informação indicam que com a evolução da difusão dos SCV para estágios mais avançados, além do inicial, estas barreiras tenderão a perder importância, na medida em que tecnologias verdes até então ausentes se tornarão comuns, mais baratas e haverá maior disponibilidade de profissionais treinados (GORT; KLEPPER, 1982).

Apesar de ser apenas a 25ª barreira destaca pela literatura, estudos bem embasados observaram que o nível de desenvolvimento regional parece ter certa influência no fomento a SCV, principalmente aumentando o nível de consciência da população (MASON; MARKER; MIRSKY, 2011; LELAND; READ; WITTRY, 2015; TENG et al., 2016), isto pode ocorrer em função da maior internacionalização destas regiões, com economias mais fortes e consolidadas e facilidade de acesso a tecnologias verdes (TENG et al., 2016). Estes resultados foram encontrados pela correlação do nível de consciência acerca das certificações ambientais e fatores demográficos. Já Cease *et al.* (2019) não encontrou significância na correlação com o desenvolvimento regional, mas obteve uma correlação fortíssima com a presença de sistemas de incentivos públicos para as construtoras que decidem empreender em certificações ambientais nos Estados Unidos, especialmente em áreas com pouca presença de projetos certificados. Isto indica que, embora não seja conclusivo que o nível de desenvolvimento regional influa diretamente na decisão de certificar, localidades com pouca presença de edificações certificadas enfrentam grandes desafios para exercerem esta liderança e fatores impulsionadores são fundamentais para facilitar neste processo (MASON; MARKER; MIRSKY, 2011).

No tópico a seguir serão apresentados os FI encontrados na literatura capazes de fomentar a adoção de SCV.

3.3 Fatores impulsionadores (FI) para a adoção de selos de construções verdes

Este trabalho entende o termo “fatores impulsionadores” como os fatores que fomentam a adoção de SCV, e foi definido de maneira a referir-se tanto aos benefícios dos SCV (DARKO; ZHANG; CHAN, 2017) quanto aos fatores que motivam os atores envolvidos na adoção de SCV (QI et al., 2010; ZHANG et al., 2018). O estudo destes fatores possibilita conhecer melhor a dinâmica com que se desenvolve a adoção de SCV (MASON; MARKER; MIRSKY, 2011; WINDAPO, 2014), permite traçar estratégias (HSIEH; NOONAN, 2017) e elaborar modelos capazes de fomentar a adoção de SCV (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; AKTAS; OZORHON, 2015).

Com o objetivo de conhecer estes fatores impulsionadores, foi realizada uma revisão de literatura cujos detalhes constam no capítulo de metodologia (tópico 5.3.1). Este tópico tem a finalidade de discutir os FI para a adoção de SCV encontrados nesta busca, sumarizados no Quadro 3.2. Nele vê-se os FI e as referências que citam cada um deles. A seguir serão discutidos os FI mais relevantes.

Quadro 3.2 — Principais fatores impulsionadores relacionados aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Engineering Village*

Fatores impulsionadores		Artigos que citam o FI	
		Referências	Nº.
1	Leis e regulamentos ambientais obrigatórios	[2, 4, 6, 13, 15, 19, 22, 27, 29, 30, 31, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 46]	18
2	Conhecimento e conscientização e informação	[3, 11, 12, 13, 15, 19, 21, 23, 30, 34, 35, 38, 43, 44, 45, 47]	16
3	Sistema de incentivo financeiro	[2, 4, 8, 13, 15, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 33, 39, 45, 46]	15
4	Custos de operação da edificação reduzidos	[7, 14, 19, 22, 26, 28, 32, 34, 35, 39, 40, 46]	12
5	Proteção Ambiental	[4, 7, 13, 14, 15, 19, 27, 28, 39, 40, 44, 45]	12
6	Demanda de clientes / inquilinos	[3, 19, 22, 23, 25, 30, 34, 35, 39, 40, 44, 45]	12
7	Benefícios de marketing com a certificação	[14, [15, 19, 21, 22, 26, 34, 39, 40, 46]	10
8	Responsabilidade social corporativa	[4, 15, 21, 22, 26, 34, 35, 39, 44]	9
9	Experiências com GBT e Edificações Certificadas	[21, 24, 27, 30, 33, 34, 39, 44, 47]	9
10	Melhor imagem corporativa	[8, 14, 15, 34, 39, 46, 47]	7
11	Melhor saúde, bem-estar e satisfação dos ocupantes	[14, 19, 23, 25, 26, 28, 34]	7
12	Educação e treinamento	[3, 6, 8, 21, 41, 44, 47]	7

13	Conservação de energia (ou altos custos de energia)	[19, 25, 32, 34, 40, 46]	6
14	Razões econômicas e de lucro	[21, 25, 29, 41, 44, 46]	6
15	Simplicidade e flexibilidade da certificação	[4, 7, 15, 26, 31]	5
16	Maior produtividade dos ocupantes	[14, 19, 23, 25]	4
17	Valores de venda aumentados	[14, 26, 39, 43]	4
18	Maior atração e preço de aluguéis	[14, [15, 35, 46]	4
19	Cultura organizacional	[30, 40, 47]	3
20	Modelo estruturado para a sustentabilidade	[11, 15, 30]	3
21	Alto retorno do investimento	[13, 15, 35]	3
22	Inovação e/ou certificação de produtos e materiais	[2, 29, 44, 47]	4
23	Melhores resultados ou desempenho superior de GB	[11, 19, 48]	3
24	Maior oferta e redução dos custos das tecnologias verdes	[4, 19]	2
25	Novos tipos de parcerias e partes interessadas no projeto	[4, 13]	2
26	Adesão sem custo ou com custos reduzidos	[7, 24]	2
27	Conforto térmico da edificação	[7, 34]	2
28	Responsabilidade e riscos reduzidos	[14]	1
29	Alcançar construção de alta qualidade	[13]	1
30	Ajuda a transformar o mercado	[13]	1
31	Criação de empregos	[13]	1
32	Atendendo aos requisitos do contrato e do desenvolvedor	[34]	1
33	Custos de construção reduzidos	[35]	1
34	Criação de melhores oportunidades futuras	[35]	1
35	Custo de seguro reduzido	[34]	1
36	Características políticas locais	[24]	1

Nota: 1-(HWANG et al., 2017); 2- (SHI et al., 2013); 3-(ABIDIN, 2010); 4-(GLIEDT; HOICKA, 2015); 5-(YU et al., 2019); 6-(CHAN; QIAN; LAM, 2009); 7-(DING, 2014); 8-(MLECNIK; VISSCHER; HAL, 2010); 9-(AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016); 10-(FOONG et al., 2017); 11-(MARTEK et al., 2019); 12-(COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019); 13-(GUO; PACHAURI, 2017); 14-(DOAN et al., 2019); 15-(MORRIS et al., 2018); 16-(DING et al., 2018); 17-(BERAWI et al., 2019); 18-(TENG et al., 2016); 19-(QIAN; CHAN, 2010); 20-(YAU, 2012); 21-(POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009); 22-(SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016); 23-(LELAND; READ; WITTRY, 2015); 24-(CEASE et al., 2019); 25-(ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010); 26-(MARKER; MASON; MORROW, 2014); 27-(MASON; MARKER; MIRSKY, 2011); 28-(RAISBECK; WARDLAW, 2009); 29-(MOLLAOGLU et al., 2016); 30-(KIENZEL; KOK, 2011); 31-(ADEKANYE; DAVIS; AZEVEDO, 2020); 32-(FLOWERS; MATISOFF; NOONAN, 2019); 33-(SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019); 34-(AKTAS; OZORHON, 2015); 35-(COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018); 36-(PHAM; LEE; AHN, 2019); 37-(ISMAEL; SHEALY, 2019); 38-(ZHAO; LAM, 2012); 39-(WONG; ABE, 2014); 40-(BAYRAKTAR; OWENS; ZHU, 2011); 41-(HSIEH; NOONAN, 2017); 42-(FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017); 43-(ZHANG; LIU; WU, 2017); 44-(SHEN et al., 2018); 45-(ZHANG et al., 2018); 46-(WINDAPO, 2014); 47-(LI et al., 2014); 48-(LIU et al., 2018)

Fonte: o autor

Segundo a revisão de literatura executada pelo autor, o principal FI para a adoção de SCV é a existência de leis e regulamentos ambientais obrigatórios. Leis e regulamentações obrigatórias de construção são um importante meio de tornar as edificações mais sustentáveis

(MASON; MARKER; MIRSKY, 2011). Um bom exemplo da eficácia deste FI foi dado na Alemanha, em que a existência de leis ambientais obrigatórias foi eficaz em aumentar a eficiência energética das residências (AYDIN; BROUNEN; KOK, 2020). Para Chan, Qian e Lam (2009), leis e regulamentos ambientais obrigatórios contribuem para que as construções verdes sejam uma alternativa mais evidente para os empresários da construção em face da conhecida “assimetria de informações”³ do mercado de edificações verdes. Em outras palavras, este FI visa tornar a construção verde uma alternativa mais vantajosa (QIAN; CHAN, 2010), na medida em que as SCV devem atender aos requisitos obrigatórios destas leis e regulamentações (GUO; PACHAURI, 2017; BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019). Entretanto, cabe destacar que estas leis e regulamentações ambientais obrigatórias devem ser rigorosas e sofrer atualizações frequentes, visando efetivamente acarretar custos extras aos empresários (KOEDEL et al., 2015), para que assim reflitam o nível atual de desenvolvimento da indústria de construção (SHI et al., 2013).

O segundo FI mais destacado pela literatura científica estudada é o “conhecimento e conscientização e informação”. Segundo Abidin (2010), implementar ações que aumentem a consciência e o conhecimento acerca de SCV é fundamental para promover a sua adoção na indústria de construção, caso contrário os empresários tornam-se dependentes do mercado e buscam SCV apenas quando os clientes demandam por construções verdes. Por outro lado, na visão dos clientes, novamente a falta de consciência, conhecimento e informação influi negativamente e reduz a demanda (ZHANG et al., 2018), afinal, se o cliente não entende os benefícios da construção verde ele não se interessa por elas (AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016), e o resultado é o círculo vicioso de Blame discutido no início deste capítulo, em que pela falta de consciência e conhecimento acerca da sustentabilidade os atores envolvidos na adoção de construções verdes se abstém de entrar no mercado.

Não à toa, a demanda de clientes e inquilinos é o sexto FI mais destacado pela literatura. Collins, Junghans e Haugen (2018) destacam que esta é a principal barreira para construções verdes, segundo seus entrevistados, no fim das contas, quando os empresários estão decidindo sobre certificar ou não seus empreendimentos, a conversa termina acerca da demanda de mercado e no quão atrativo será do ponto de vista econômico para seus inquilinos. Entretanto, conforme Cohen Pearlmuter e Schwartz (2019) a falta de demanda por edificações

³ Esta “assimetria de informações” é um termo bem conhecido em artigos científicos internacionais e se refere ao antagonismo de informações disponíveis acerca dos benefícios de SSC, em que as entidades certificadoras divulgam grandes benefícios enquanto o meio acadêmico demonstra alguns resultados contrastantes, como em relação a redução de custos de operação (ADE; REHM, 2019).

verdes é quase natural em mercados onde sua implementação ainda é inicial, afinal, nestes locais os empresários não precisam de SCV para que suas edificações sejam vendidas. Esta falta de demanda de mercado por construções verdes onde esta cultura ainda não está bem desenvolvida foi documentada em outros países (ABIDIN, 2010; QIAN; CHAN, 2010; WONG; ABE, 2014; SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016), e salienta ainda mais a importância da demanda de clientes e inquilinos por construções verdes, pois conforme estes estudos demonstraram, apenas quando os empresários notarem que há procura por construções verdes é que eles se sentirão interessados em construí-las.

Ainda, é importante destacar que muitos FI não atuam isoladamente, mas acabam por influir uns nos outros e produzem efeitos positivos em conjunto. Por exemplo, leis e regulamentações ambientais obrigatórias são reconhecidos por aumentar o conhecimento e a conscientização da população acerca de construções verdes (QIAN; CHAN, 2010), já o aumento do conhecimento e a conscientização da população acerca de SCV usualmente incorre na maior demanda por construções verdes (ABIDIN, 2010), desde que o país ofereça as condições necessárias para o mercado de SCV, proporcionando por exemplo sistemas de incentivo (ZHANG et al., 2018), que é o próximo FI a ser discutido.

O terceiro FI mais encontrado são os “sistemas de incentivo financeiro” e estão relacionados com razões econômicas e de retorno do investimento. Este tema também explica os FI 4, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 26, 33 e 35 (Quadro 3.2). O FI “sistemas de incentivos” diz respeito ao estabelecimento de incentivos como a redução de taxas e impostos, oferta de subsídios, financiamento a juros baixos e descontos financeiros para construções verdes (SHI et al., 2013). Seu objetivo é mitigar as barreiras referentes ao alto custo inicial de certificação discutida no tópico anterior (3.2). Visando mitigar estes custos iniciais, além de “sistemas de incentivo”, a literatura destaca vários outros FI relacionados com razões econômicas e, que implicam em retornos financeiros significativos para os empresários que objetivam adotar SCV, como custos de operação da edificação reduzidos (RAISBECK; WARDLAW, 2009), maior produtividade dos ocupantes (LELAND; READ; WITTRY, 2015; DOAN et al., 2019), valores de venda, atração de inquilinos e aluguéis aumentados (WONG; ABE, 2014; COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018; DOAN et al., 2019), custos de seguro reduzidos (AKTAS; OZORHON, 2015) e custos de construção reduzidos (COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018).

Além dos benefícios econômicos e de lucro, a literatura destaca outros benefícios de construções verdes voltados para a população, como a proteção ambiental (GUO;

PACHAURI, 2017), melhor saúde, bem-estar e satisfação dos ocupantes (MARKER; MASON; MORROW, 2014), desempenho superior de construções verdes (QIAN; CHAN, 2010) e conforto térmico da edificação (DING, 2014). Estes FI são considerados pela literatura como os benefícios intangíveis dos SCV, e recebem esta nomenclatura pois são de difícil mensuração (REICHARDT, 2014). Ainda assim, são percebidos pelos atores envolvidos na adoção de SCV como FI importantes (ocupando respectivamente o 5º, 11º, 23º e 27º lugar dentre os FI encontrados nesta pesquisa (Quadro 3.2)), demonstrando grande potencial em fomentar práticas sustentáveis. Para Zhang *et al.* (2018) no momento em que estes FI forem capazes de ser mensurados, poderão orientar códigos e regulamentos ambientais de construção e ajudar a reduzir a barreira da percepção dos custos adicionais das construções verdes.

Outros benefícios não são nada óbvios, pois relacionam-se com os objetivos pessoais dos empresários. Estes FI são: a “responsabilidade corporativa” (8º), “melhor imagem corporativa” (10º), “cultura organizacional” (19º) e “criação de melhores oportunidades futuras” (34º). Na Turquia, Aktas e Ozorhon (2015) entrevistaram organizações em vias de certificar seus empreendimentos e obtiveram que o maior FI era a sua política de responsabilidade social, de que o SCV era um meio eficaz de transmitir a sua consciência ambiental para a população e como resultado estas organizações acreditavam que a sua imagem corporativa seria melhorada. Empresários com a mesma opinião foram entrevistados no Japão (WONG; ABE, 2014), África do Sul (WINDAPO, 2014) e Singapura (LI *et al.*, 2014). Ademais, destaca-se que este FI está muito mais relacionado a projetos comerciais, pois usualmente é desempenhado por empresas de grande porte ou organizações governamentais (AKTAS; OZORHON, 2015) enquanto que, usualmente as empresas menores têm grande dificuldade em lidar com os custos adicionais dos SCV (WONG; ABE, 2014).

Conforme discutido neste tópico, algumas características das empresas, como o tipo de projeto adotado e o porte da empresa, podem influenciar na adoção de SCV. Da mesma forma, alguns FI podem ajudar a mitigar este problema. Apesar de estarem na 15º e 20º colocação (Quadro 3.2) a “simplicidade e flexibilidade da certificação” e “modelo estruturado para a sustentabilidade” são FI ligados a características desejáveis e benefícios dos SCV. Para Flowers, Matisoff e Noonan (2019) a flexibilidade dos SCV em escolher diferentes requisitos proporciona a oportunidade dos desenvolvedores escolherem aqueles que fornecem os benefícios mais adequados ao seu modelo de negócios. Mais do que isso, Morris *et al.* (2018) destaca que a maior flexibilidade do SCV pode facilitar para que desenvolvedores menores

possam certificar seus empreendimentos. De fato, o caso do selo *Basix* australiano demonstrou que a flexibilidade é um excelente FI para adoção de SCV (DING, 2014). Assim como a simplicidade dos SCV em oferecer um modelo estruturado para construções verdes (MARTEK et al., 2019). Para Flowers, Matisoff e Noonan (2019) os SCV se apresentam como ferramentas estruturadas não apenas para a criação de construções verdes, mas também para a sua mensuração. Segundo os autores, os SCV são uma espécie de benchmark ou índice de sustentabilidade para os desenvolvedores, que pode ser usado para divulgar e expandir a consciência acerca de construções verdes. Segundo Kientzel e Kok (2011) o modelo estruturado dos SCV simplificam questões bastante complicadas, de como tornar construções verdes, e ao fazerem isso, aumentam a consciência e ajudam na educação da população.

Por fim, alguns FI estão relacionados com o amadurecimento da adoção de SCV nos países, como: “experiência com projetos e tecnologias sustentáveis” (9º), “educação e treinamento” (12º), “inovação e/ou certificação de produtos e materiais” (22º) e “maior oferta e redução de custos das tecnologias verdes” (24º). Este tema também explica os itens 28, 29, 30, 31 e 36. A inovação de produtos e materiais é um dos FI mais importantes para a difusão de SCV (MOLLAOGLU et al., 2016) e pode ser um grande catalizador quando a adoção de inovações (como os SCV) encontram-se em processo de desaceleração (FOSTER, 1988). Para Shi *et al.* (2013), inovações de produtos e materiais são um FI capaz de reduzir os custos das construções verdes, e que ao reduzir estes custos melhora a produtividade e competitividade das empresas envolvidas. Shen *et al.* (2018) reafirma a capacidade das inovações em reduzir os custos iniciais de construções verdes, entretanto destaca a importância da educação e treinamento da mão-de-obra como uma drive que deve ocorrer em paralelo, facilitando a adoção de SCV e reduzindo conjuntamente os custos adicionais com a adoção de práticas sustentáveis. Li *et al.* (2014) corrobora com o estudo anterior e afirma que tanto a capacidade de inovação quanto a experiência e o conhecimento (advindos não somente da experiência em certificar mas também da educação e treinamento) são FI importantes para o sucesso da implementação de SCV, e, podem ajudar os desenvolvedores a tomar decisões efetivas neste novo mercado de construções verdes.

Como foi apresentado neste tópico, a literatura científica destaca diversos FI para a adoção de SCV, que funcionam tanto fomentando algum fator influenciador quanto ajudando a mitigar alguma barreira, ainda assim, isoladamente estes FI carecem da capacidade de transformação que estratégias de implementação de construções verdes podem ter

(POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009). O tópico a seguir busca abordar exatamente as estratégias mais destacadas pela literatura científica internacional.

3.4 Estratégias para promover selos de construções verdes

Este trabalho adota o conceito de que estratégias são um conjunto de ações a serem tomadas visando obter um resultado ou objetivo específico (FERREIRA, 1975; MINTZBERG, 1987). Estas ações visam mitigar as barreiras para os SCV e tendem a ter um efeito mais abrangente, pois atuam em vários FI dentre os discutidos anteriormente (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009). Além do mais, as estratégias facilitam na definição dos papéis que devem desempenhar cada um dos atores responsáveis por fomentar práticas sustentáveis (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017) sem, no entanto, diminuir a importância dos fatores impulsionadores, afinal eles ajudam a explicar a natureza do mercado e os objetivos por traz da decisão de certificar os empreendimentos (CHAN; QIAN; LAM, 2009; ABIDIN, 2010; SHI et al., 2013; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019; FONTANA, 2019).

Por estas razões, ainda que pesquisas por barreiras e FI ganhem destaque, pesquisas por estratégias que fomentem práticas sustentáveis na construção estão se tornando mais comuns nos últimos anos, principalmente em países em desenvolvimento (CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017). Com isso, após uma análise dos principais trabalhos científicos que investigam o tema, este tópico visa discutir estratégias para fomentar SCV. Estas estratégias são apresentadas no Quadro 3.3, que sumariza os resultados de uma revisão de literatura cujos detalhes constam no capítulo de metodologia (tópico 5.3.1).

Quadro 3.3 — Principais estratégias relacionadas aos selos de construções verdes encontrados em artigos científicos publicados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Engineering Village*

Estratégias		Artigos que citam o a estratégia	
		Referências	Nº
1	Empréstimos, isenção e subsídios de baixo custo ofertados por instituições governamentais e financeiras (sobretudo para pequenas e médias construtoras)	[2, 3, 5, 7, 12, 14, 18, 19, 21, 24, 29, 33, 34, 39, 41, 44, 45]	17
2	Aumentar a consciência ambiental pública, através de atividades que discutam o tema (como workshops, seminários e conferências)	[3, 5, 12, 17, 19, 20, 21, 24, 33, 37, 39, 45]	13
3	Mais publicidade através da mídia (ex.: mídia impressa, rádio, televisão e internet). Aumentando a informação sobre empreendimentos, custos e benefícios das certificações.	[15, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 32, 33, 39, 41, 45, 48]	13

4	Preparar a indústria através de programas educacionais e de treinamento para desenvolvedores, empreiteiros, AEC e decisores políticos	[1, 8, 15, 21, 22, 26, 33, 36, 38, 44, 45, 48]	12
5	Políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes	[2, 3, 5, 7, 12, 19, 38, 41, 44]	11
6	Aprimoramento do método de certificação (ex.: fazendo manuais e sistemas técnicos facilitados para o usuário, assim como <i>templates</i> e etc)	[3, 5, 7, 8, 14, 15, 31, 42]	8
7	O Governo, grandes empresas ou companhias multinacionais certificarem suas construções e divulgarem o desempenho destas edificações	[1, 5, 29, 37, 44]	6
8	Aumentar a flexibilidade da certificação, permitindo por exemplo acomodar projetos de todos os tipos e para todas as localidades e climas	[15, 31, 32, 37]	4
9	Investir em inovação (ex.: parcerias com instituições de pesquisa e universidades ou na criação de centros de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias e materiais de construção de alta qualidade e baixo impacto ambiental)	[2, 34, 44]	4
10	Aumentar o suporte local a iniciativas sustentáveis, fomentando políticas, empreendimentos ou disponibilizando certificadores	[15, 33, 34]	3
11	Tornar as certificações ambientais obrigatórias	[20, 21, 33]	3
12	Maior rigor das políticas ambientais existentes (ex.: rigorosa fiscalização e inspeção ambiental na fase de operação com transparência dos resultados obtidos)	[19, 48]	2
13	Aumentar o preço da energia até um valor ótimo que incentive o mercado	[19, 22]	2
14	Incentivos financeiros e outros baseados no mercado para a compra de edificações certificadas	[45]	1
15	Fomentar pesquisas que identifiquem o impacto de edificações verdes para as partes interessadas	[5]	1
16	Ferramentas computacionais de apoio no processo de certificação	[8]	1

Nota: 1-(HWANG et al., 2017); 2- (SHI et al., 2013); 3-(ABIDIN, 2010); 4-(GLIEDT; HOICKA, 2015); 5-(YU et al., 2019); 6-(CHAN; QIAN; LAM, 2009); 7-(DING, 2014); 8-(MLECNIK; VISSCHER; HAL, 2010); 9-(AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016); 10-(FOONG et al., 2017); 11-(MARTEK et al., 2019); 12-(COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019); 13-(GUO; PACHAURI, 2017); 14-(DOAN et al., 2019); 15-(MORRIS et al., 2018); 16-(DING et al., 2018); 17-(BERAWI et al., 2019); 18-(TENG et al., 2016); 19-(QIAN; CHAN, 2010); 20-(YAU, 2012); 21-(POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009); 22-(SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016); 23-(LELAND; READ; WITTRY, 2015); 24-(CEASE et al., 2019); 25-(ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010); 26-(MARKER; MASON; MORROW, 2014); 27-(MASON; MARKER; MIRSKY, 2011); 28-(RAISBECK; WARDLAW, 2009); 29-(MOLLAOGLU et al., 2016); 30-(KIENZEL; KOK, 2011); 31-(ADEKANYE; DAVIS; AZEVEDO, 2020); 32-(FLOWERS; MATISOFF; NOONAN, 2019); 33-(SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019); 34-(AKTAS; OZORHON, 2015); 35-(COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018); 36-(PHAM; LEE; AHN, 2019); 37-(ISMAEL; SHEALY, 2019); 38-(ZHAO; LAM, 2012); 39-(WONG; ABE, 2014); 40-(BAYRAKTAR; OWENS; ZHU, 2011); 41-(HSIEH; NOONAN, 2017); 42-(FASTOFSKI; GONZÁLEZ; KERN, 2017); 43-(ZHANG; LIU; WU, 2017); 44-(SHEN et al., 2018); 45-(ZHANG et al., 2018); 46-(WINDAPO, 2014); 47-(LI et al., 2014); 48-(LIU et al., 2018)

Fonte: o autor

Conforme pode-se verificar no Quadro 3.3, a estratégia para fomentar a adoção de SCV mais citada pela literatura é a disponibilidade de “empréstimos, isenções e subsídios de baixo custo ofertados por instituições governamentais e financeiras (sobretudo para pequenas e médias empresas)”. Este destaque ocorre em virtude desta estratégia visar mitigar uma das barreiras mais conhecidas para os SCV, o “custo adicional inicial” (segunda barreira mais citada, vide o Quadro 3.1) e também explica as estratégias 13 e 14. Para Ding (2014), incentivos financeiros são uma estratégia necessária para manter a construção verde acessível a população. Cohen, Pearlmutter e Schwartz (2019) corroboram com o estudo anterior e acrescentam que a oferta de subsídios e créditos mais baratos é a estratégia mais efetiva no fomento a adoção de SCV, sobretudo para a maioria da população mais pobre, à qual o custo inicial adicional é ainda mais restritivo. Para Qian e Chan (2010), esta estratégia assume um papel ainda mais importante para países em desenvolvimento, possibilitando não só atrair compradores mas também oferecer apoio financeiro para a inovação e o amadurecimento da indústria que dá suporte ao desenvolvimento contínuo dos SCV. Outro dado importante, apenas sugerido no artigo anterior mas confirmado por Cease *et al.* (2019) é de que esta estratégia assume grande importância sobretudo nos estágios iniciais da adoção de SCV, e perde parte de seu destaque com a evolução da implementação de construções verdes. De fato, o momento mais adequado para cada estratégia pode variar conforme a evolução da adoção de práticas sustentáveis (GORT; KLEPPER, 1982; POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009), ainda assim, a necessidade de incentivos financeiros para a adoção de construções verdes deve permanecer por algum tempo, ou ao menos enquanto perdurar a falta de conhecimento acerca dos benefícios dos SCV (ZHANG *et al.*, 2018). Curiosamente, ampliar o conhecimento e a consciência acerca de SCV é a segunda estratégia mais citada pela literatura, e será discutida a seguir.

A segunda estratégia para fomentar a adoção de SCV mais citada pela literatura científica é “Aumentar a consciência ambiental pública, através de atividades que discutam o tema (como workshops, seminários e conferências)”. Esta estratégia visa mitigar a barreira da “Falta de conhecimento e consciência empresarial e pública acerca de certificações ambientais” (primeira barreira mais citada, vide o Quadro 3.1) e também explica as estratégias 3, 4 e 7. Para Zhang *et al.* (2018) ampliar o conhecimento e consciência do consumidor é a segunda estratégia mais adequada para fomentar construções verdes, ficando atrás apenas da oferta de incentivos financeiros, e sugere a educação em escolas, o treino das organizações e a propaganda como ações viáveis na prática desta estratégia. Estas ações tornam-se ainda mais

importantes em países em desenvolvimento que encontram-se nas fases iniciais de implementação de SCV, onde os níveis de conhecimento, consciência e treinamento acerca destes selos ainda é muito baixo (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; ABIDIN, 2010; QIAN; CHAN, 2010; YAU, 2012; SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016; BERAWI et al., 2019; PHAM; LEE; AHN, 2019).

A quinta estratégia mais citada são as “Políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes”. Ela está ligada a outras estratégias que também dependem do governo, são elas as estratégias 7 (o governo ser pioneiro na certificação de suas edificações) e 12 (o governo ser mais rigoroso na fiscalização de suas políticas ambientais). É inegável que o governo representa um papel fundamental na disseminação de SCV (DING et al., 2018; ZHANG et al., 2018; BERAWI et al., 2019) e as políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes já se provaram ser uma estratégia muito eficaz no fomento a adoção de SCV (GUO; PACHAURI, 2017; SAMARATUNGA et al., 2017), ainda assim, não basta apenas criá-las, o governo deve ainda garantir o rigor de sua aplicação, caso contrário os desenvolvedores não percebem estas regulamentações como FI importantes (SMARTMARKET, 2018), ou até mesmo acham meios de burlá-las (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019), enquanto que os compradores desconfiam da eficácia das entidades certificadoras (FOONG et al., 2017; LIU et al., 2018). Ainda assim, segundo Martek *et al.* (2019), na falta de consciência do mercado de construção, estas regulamentações são a única língua que os desenvolvedores entendem. Apesar da afirmação acima de Martek *et al.* (2019) ser um tanto generalista e carecer de um aprofundamento teórico, sugere o potencial que o estado têm em transformar o mercado. Neste sentido, segundo esta mesma ótica, por que o estado não torna os SCV obrigatórios?

Tornar os SCV obrigatórios não só parece uma estratégia interessante como foi a décima primeira mais citada pela literatura. Para Yau (2012), tornar os SCV obrigatórios pode ser uma estratégia eficaz quando o mercado carece de informações e demanda para construções verdes. Segundo a pesquisa de Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009), tornar os SCV obrigatórios pode ser uma estratégia ainda mais importante que a publicidade ou uma conduta mais proativa das autoridades locais. Inclusive, esta estratégia parece tão promissora que alguns países resolveram adotá-la e obtiveram tanto resultados positivos quanto negativos: na Austrália, o Basix é um SCV que foi tornado obrigatório em parte de seu território (NSW, 2020) e se mostrou um meio capaz de disseminar

a adoção de construções verdes em larga escala (SAMARATUNGA et al., 2017), no entanto, tornou-se algo comum e pouco desafiador para os construtores (FOONG et al., 2017), e suas maiores críticas dizem que ele falhou por estabelecer requisitos aquém das normas locais durante alguns anos (BERRY; MOORE; AMBROSE, 2019); na China, o governo criou o *Green Lights Program* com o objetivo de ampliar o desenvolvimento econômico do país e reduzir o consumo de energia, e com ele alguns SCV obrigatórios, e como resultado, além da ampla disseminação de construções verdes, houve a redução do consumo e do preço da energia, desenvolvimento tecnológico, fortalecimento de indústrias para fornecimento de tecnologias verdes e criação de novas parcerias e mercados internacionais (GUO; PACHAURI, 2017); em Israel, a norma SL 5281 foi tornada obrigatória em alguns estados, entretanto, esta estratégia não se reverteu em uma maior disseminação de construções verdes, mas caiu no esquecimento em função da corrupção e pouca atenção das autoridades locais (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019). Enfim, os benefícios e o alcance desta estratégia parecem promissores, e até o momento ainda não foi suficientemente explorado (com exceção talvez do caso Chinês citado acima), mas depende em grande medida da força e comprometimento das autoridades públicas locais, o que talvez dificulte a sua adoção em países como o Brasil, onde escândalos de corrupção e o descaso com o meio ambiente infelizmente destacam-se com frequência na mídia (FOLHA_DE_S.PAULO, 2020; G1, 2020; TRANSPARÊNCIA_INTERNACIONAL_BRASIL, 2020).

Outras estratégias estão ligadas a melhorias dos SCV que podem facilitar na sua adoção. Como as estratégias 6 (Aprimoramento do método de certificação), 8 (Aumentar a flexibilidade da certificação) e 16 (ferramentas computacionais de apoio no processo de certificação). Para Yu *et al.* (2019) as maiores barreiras para o SCV BEEL em Shangai estão ligadas a questões técnicas, políticas e de falta de consciência, e umas das estratégias sugeridas com maior potencial de facilitar sua adoção é o aprimoramento do método de certificação. Para Mlecnik *et al.* (2010) a variedade de SCV é um importante meio de garantir os benefícios das construções verdes, afinal esta variedade permite que os SCV se especifiquem em nichos de mercado e exijam especificações superiores das construções verdes em acordo com cada uma de suas finalidades, entretanto, o aumento de sua complexidade e a dificuldade em se disseminar são os resultados diretos de requisitos muito exigentes. Neste cenário, para Mlecnik *et al.* (2010) existem duas estratégias viáveis para a disseminação destes SCV: o aumento da consciência e conhecimento público acerca de SCV e/ou a redução da complexidade do método de certificação. Morris *et al.* (2018) corrobora

com o estudo anterior e acrescenta que outra estratégia importante para a disseminação de alguns SCV é a redução das características de nicho dos SCV permitindo que uma variedade maior de projetos possam buscar a certificação, especialmente aqueles de menor custo. Para Flowers *et al.* (2019) um meio de fornecer esta flexibilidade é uma maior disponibilidade de requisitos, o que permitiria uma maior adoção dos SCV, inclusive para projetos de menor custo, ao oportunizar que os desenvolvedores optem por requisitos que forneçam maiores benefícios segundo o seu ponto de vista, isto é, favorecendo por exemplo o baixo custo, o marketing ou a redução de impactos ambientais, conforme os objetivos do empreendimento. Estas estratégias demonstram que melhorias nos SCV podem representar um papel importante no fomento a sua adoção, mais do que isso, Adekanye, Davis e Azevedo (2020) encontraram correlação entre a atualização do LEED e a sua adoção, demonstrando que a evolução do seu processo de certificação explica em muito o sucesso de sua implementação.

A nona estratégia mais destacada pela literatura estudada é o investimento em inovação e também se relaciona com a estratégia 10 (aumentar o suporte local a iniciativas sustentáveis). Para Shi *et al.* (2013), investir em inovação é uma estratégia eficaz para reduzir os custos adicionais de construções verdes, pois permite que as empresas usem uma variedade de insumos de maneira mais produtiva, desde materiais até mesmo a mão-de-obra. Esta estratégia assume um papel ainda mais fundamental em países em desenvolvimento, onde há maior escassez de produtos e materiais verdes (AKTAS; OZORHON, 2015), mas pode ser desempenhado com sucesso por meio de um maior suporte local as iniciativas sustentáveis (SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019), por meio tanto de políticas públicas de incentivo (SHI *et al.*, 2013), investimento em pesquisas para desenvolvimento de produtos e materiais verdes (SHEN *et al.*, 2018) quanto disponibilizando entidades certificadoras locais (MORRIS *et al.*, 2018), isto é, mais próximas dos mercados de construção mais propícios a certificar seus empreendimentos. Estas estratégias, tanto investir em inovação quanto aumentar o suporte local, são fundamentais e possuem a capacidade de tornar os SCV mais competitivos e lucrativos (SHI *et al.*, 2013), assim como ajuda a desmistificar o chamado “paradoxo” das construções verdes ao tornar as tecnologias verdes não apenas benéficas em um contexto teórico, mas também de um ponto de vista prático.

Este tópico encerra a revisão de literatura acerca do caminho para construções verdes, e com isso foi sintetizado parte do conhecimento científico publicado internacionalmente sobre as “barreiras”, “fatores impulsionadores” e “estratégias” mais conhecidas para selos de

construções verdes. No capítulo a seguir será abordada a técnica metodológica a ser utilizada para a elaboração do modelo objetivo desta pesquisa.

4 MÉTODOS DE MODELAGEM

Este capítulo visa fazer uma breve introdução sobre os principais métodos de pesquisa utilizados para a criação do modelo desta tese. Mas primeiramente, algumas definições serão esclarecidas.

Segundo Velten (2009) modelos são desenvolvidos quando se precisa resolver um problema ou responder a uma questão acerca de um sistema muito complexo, em que a própria definição da solução já seria demasiadamente complexa para a maioria das pessoas responsáveis por aplicá-la, desta forma, modelos são descrições simplificadas criadas com o objetivo de reduzir a complexidade de um sistema. Estes modelos ajudam os tomadores de decisão e os indivíduos afetados por ele a lidar com o sistema apesar de sua complexidade, auxiliando na operacionalização do sistema, no desenvolvimento de simulações e no entendimento aprofundado do próprio sistema (SARGENT, 2013).

De acordo com Guerrero (2010) há três tipos de modelos:

- a) Modelos físicos: uma réplica física que pode ser operada, testada e acessada. Por exemplo um modelo de 1mx1m de alvenaria construído em laboratório para testar o isolamento acústico do sistema de alvenaria.
- b) Modelos análogos: um modelo que compartilha similaridades. Por exemplo um mapa é análogo a localização que modela.
- c) Modelos simbólicos: um modelo que é mais abstrato que os outros dois discutidos e que se caracteriza por uma representação simbólica. Por exemplo um modelo para facilitar a adoção da construção enxuta em obras horizontais.

Ainda segundo Guerrero (2010), modelos simbólicos são construídos a partir de relações matemáticas que visam imitar ou descrever um processo ou fenômeno. Para Sargent (2013) modelos simbólicos podem ainda ser conceituais ou computadorizados. Um modelo conceitual é uma representação matemática, lógica ou gráfica de um problema estudado; já um modelo computadorizado é o modelo conceitual implementado em um computador com a finalidade de simular situações reais e aprimorar a validade e precisão do modelo final.

Conforme esta classificação, pode-se dizer com boa precisão que o modelo desenvolvido nesta tese se enquadra no tipo “c”, quer dizer, é um modelo simbólico do tipo conceitual que visa representar o sistema de adoção de SCV no Brasil com a finalidade de

traçar estratégias para fomentar a sua adoção, mas que, apesar de adotar técnicas estatísticas avançadas por meio da MEE para sua validação, não desenvolve a simulação e, portanto, não pode ser considerado um modelo computadorizado.

Para ajudar no processo de desenvolvimento destes modelos, dado a complexidade do sistema estudado, um grande número de técnicas de modelagem podem ser adotadas (GUERRERO, 2010). Os tópicos a seguir irão apresentar algumas das técnicas existentes, e que serão adotadas nesta pesquisa, para a construção de modelos do tipo simbólico conceitual.

4.1 Modelagem estrutural interpretativa (MEI)

Esta técnica foi criada na década de setenta por Warfield (1973a, 1973b, 1973c, 1974a, 1974b, 1974c) e, ainda que na época o autor não tivesse definido um nome, posteriormente veio a ser conhecida como *Interpretative Structural Modelling* (MEI), podendo ser traduzida para o português como Modelagem Estrutural Interpretativa. Para o autor, a MEI foi desenvolvida visando facilitar o gerenciamento de sistemas complexos, pois constrói uma estrutura gráfica relativamente simples a partir destes sistemas, tornando visível os seus objetivos reais e as inter-relações existentes entre seus componentes. Para Farris e Sage (1975) a MEI é um processo que transforma mapas mentais de sistemas pouco claros e pouco articulados, em modelos visíveis e bem definidos, em outras palavras, transforma sistemas indefinidos ou pouco definidos em modelos estruturados úteis para diversos propósitos (SUSHIL, 2012). Segundo Ravi e Shankar (2005, p. 1017) “a beleza da MEI é que ele retrata a estrutura de uma questão complexa de um sistema em estudo, em um padrão cuidadosamente projetado empregando gráficos e palavras”.

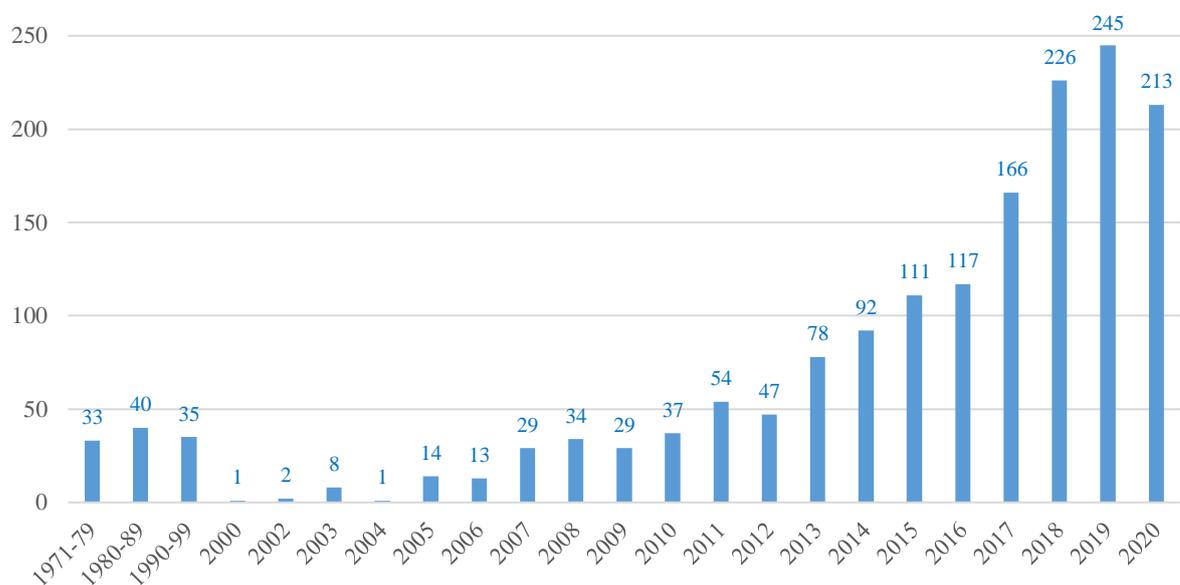
Em seu início, a MEI foi desenvolvida para ser uma técnica de modelagem estrutural assistida por computador, e isso talvez tenha dificultado sua adoção em virtude das limitações tecnológicas da época. Conforme Watson (1978) ainda que a MEI fosse útil em ajudar organizações a representar graficamente sistemas complexos e compreender problemas, o fato de ser desenvolvida com o uso de programas impedia a visualização de parte do processo e dificultava a edição do modelo.

Superadas estas dificuldades iniciais, o número de publicações que adotam a MEI vem ganhando notoriedade desde 2005, com a utilização da técnica por autores como Ravi Shankar enquanto uma ferramenta útil para dar suporte analítico para a compreensão de FI e barreiras ligados a sistemas complexos (ILYAS; BANWET; SHANKAR, 2005;

JHARKHARIA; SHANKAR, 2005; RAVI; SHANKAR, 2005; RAVI; SHANKAR; TIWARI, 2005).

Desta forma, a partir de 2005, a figura 4.1 demonstra que a MEI ganha espaço de maneira crescente no meio acadêmico, somando 1625 trabalhos e atingindo o seu ápice em 2019 com quase 250 publicações no ano. Para Attri, Dev e Sharma (2013) a MEI é uma metodologia já bem estabelecida na academia, e ganhou representatividade pois visa identificar relações entre itens específicos que definem os mais variados problemas.

Figura 4.1 — Número de artigos que mencionam a MEI na base de dados *Scopus*



Nota: O gráfico apresenta os resultados de uma busca realizada em 07/10/2020 na base de dados da *Scopus*, utilizando o termo entre aspas — visando obter resultados que citem estritamente o termo pesquisado — “*Interpretative Structural Modelling*” na busca em títulos, resumos e palavras chave.
Fonte: Scopus (2020)

Aliás, desde sua preconcepção, Warfiel (1973b) já identificava algumas tendências a respeito do processo de gerenciamento de projetos de grandes e pequenas organizações, que poderiam levar a que a MEI fosse cada vez mais necessária, como por exemplo:

1. Projetos estavam se tornando grandes e complicados, com componentes interligados inclusive em relação a outros projetos;
2. Quase todos os grandes projetos envolviam ações conjuntas de vários indivíduos e instituições independentes, cada uma com seus próprios objetivos e valores;
3. As organizações estavam se tornando complexas e muitas vezes, havia falha de comunicação interna.

Estas características das organizações talvez não tenham mudado tanto, afinal o uso da MEI tem apenas crescido com o passar dos anos. Entretanto, para Warfiel (1973b), mais do que ajudar organizações para desenvolver projetos complexos, a MEI possibilita outras seis importantes utilidades, são elas:

1. Proporciona uma ferramenta para clarificar os objetivos e processos envolvidos no projeto;
2. Facilita o entendimento do projeto para qualquer pessoa interessada em seu desenvolvimento;
3. Proporciona um meio de demonstrar as fases e o andamento do projeto;
4. Fornecem uma base conceitual sólida para a tomada de decisão;
5. Fornecem uma base para a análise de políticas públicas ou privadas;
6. Proporciona uma base efetiva para mudar os objetivos do projeto caso seja necessário.

Com várias utilidades para a MEI, os mais variados estudos foram desenvolvidos adotando a técnica, conforme será discutido a seguir.

Thakkar *et al.* (2007) desenvolveram uma abordagem integrada da MEI com o Processo Analítico de Redes (ANP) para fornecer indicadores integrados para uma companhia alimentícia indiana. Para isso, o estudo adotou dados avindos de entrevistas semiestruturadas e por fim foi capaz de desenvolver um modelo capaz de visualizar e mensurar os objetivos gerais da organização através de medições de desempenho, dando assim, suporte na tomada de decisão, clareando o entendimento sobre os problemas, objetivos e valores prioritários da organização.

Chidambaranathan, Muralidharan e Deshmukh (2009) utilizaram a MEI para analisar a interação dos fatores críticos relacionados ao processo de desenvolvimento de fornecedores da indústria manufatureira automobilística indiana. Segundo os autores, o desenvolvimento de fornecedores representa um sistema bastante complexo e a MEI poderia ser uma técnica importante para simplificar este processo. Adotando dados de questionários e a modelagem do MEI o estudo foi capaz de identificar os fatores mais importantes para o desenvolvimento de fornecedores e, por meio da comparação com estudos de caso foi possível estabelecer relações destes fatores com a realidade e perceber a aplicabilidade do modelo, como na potencialidade em reduzir objetivos internos contrastantes e mensurar o desempenho dos fornecedores, permitindo assim melhorar a performance, competitividade e eliminar fornecedores com baixo desempenho.

Shen *et al.* (2016) adotaram uma abordagem integrada da MEI e a Matriz de impacto de multiplicação cruzada aplicada a classificação (MICMAC) para identificar e analisar os fatores que afetam a implementação do sistema de comércio de troca de emissões de carbono no setor de construção chinês. Por meio de entrevistas semiestruturadas foi possível identificar os fatores. A técnica MEI foi usada para estabelecer uma relação hierárquica e a técnica MICMAC foi usada para agrupar os fatores. Os resultados foram úteis para identificar a influência de cada fator e ajudar na tomada de decisão para o desenvolvimento do sistema de troca de emissões de carbono do setor de construção chinês.

Troche-Escobar, Lepikson e Freires (2018) adotaram a técnica MEI integrada à técnica MICMAC com o objetivo de apresentar uma abordagem para a modelagem da rede de fornecedores de projetos de energia eólica brasileiro. O estudo identificou os fatores de risco relacionados ao tema por meio de uma revisão de literatura; e utilizou a abordagem integrada MEI-MICMAC para definir as relações diretas e indiretas existentes entre as variáveis. Como resultado, o estudo foi capaz de representar com clareza as inter-relações entre os fatores de risco do sistema; propor estratégias de mitigação para a rede de fornecedores do setor e favorecer uma tomada de decisão mais precisa em organizações do setor de energia eólica brasileiro.

Geng *et al.* (2018) desenvolveram um modelo capaz de melhorar a eficiência energética de indústrias químicas complexas na China. Para isso utilizaram a MEI para identificar as relações desconhecidas entre as diferentes variáveis e compor o modelo de energia, já a teoria Fuzzy foi incorporada à técnica MEI com a finalidade de agregar maior objetividade ao processo e identificar os potenciais de redução de energia, permitindo a criação de três modelos de energia, um ruim, um mediano e um melhorado. Como isso foi possível identificar os fatores chave de impacto na eficiência energética e emissões de carbono, resultando na possibilidade de reduzir entre 10% a 30% o consumo de materiais e reduzir as emissões de carbono em 0,288 toneladas a cada tonelada de etileno produzido.

Tan *et al.* (2019) utilizaram a MEI novamente integrada ao MICMAC para propor estratégias que fomentem a adoção da Modelagem da Informação da Construção (BIM) na indústria de pré-fabricados de construção chinesa. O estudo adotou a seguinte abordagem: (a) identificou as barreiras por meio de questionários; (b) com a MEI identificou as inter-relações entre as barreiras e construiu um modelo estruturado com estratégias para a implementação do BIM; (c) com o MICMAC estabeleceu níveis de implementação para o modelo de estratégias. Como resultados pode-se citar a própria elucidação dos fatores e a proposição de

um plano com estratégias estruturadas em níveis de implementação para fomentar práticas BIM na indústria de pré-fabricados de construção chinesa.

Song *et al.* (2017) utilizaram um modelo integrado da MEI com o Processo Hierárquico Analítico (AHP) para estudar os fatores de vulnerabilidade do sistema de transporte ferroviário urbano chinês. O AHP foi usado para obter os pesos de cada fator e a MEI hierarquizou os 21 fatores de vulnerabilidade identificados na literatura por meio da experiência de profissionais do setor. Como resultado foi possível quantificar e identificar inter-relações entre os diferentes fatores de vulnerabilidade do sistema, assim como estratégias de melhoria foram sugeridas.

Malek e Desai (2019) estudaram os FI do setor manufatureiro indiano, e para isso utilizou o MEI e a teoria FUZZY integrada ao MICMAC de acordo com a seguinte técnica: (a) foram identificados 29 FI a partir de uma revisão de literatura; (b) os FI foram hierarquizados adotando o MEI para estruturar a opinião de profissionais experientes da área; (c) a teoria Fuzzy e a classificação MICMAC foram integradas para calcular a força dos pesos/dependência dos fatores impulsionadores. Para os autores, a integração da teoria Fuzzy ao MICMAC foi importante ao agregar precisão aos resultados. Enquanto resultados da pesquisa pode-se citar a identificação dos FI e a consequente facilitação para formulação de estratégia para fomentar a indústria manufatureira indiana.

Aqui, foram apresentadas algumas aplicações da técnica MEI nas mais variadas indústrias. Estas aplicações, ainda que sejam poucas, exemplificam sua utilização e permitem fazer algumas conclusões a respeito do uso da técnica MEI em outros trabalhos: (a) a técnica MEI já foi bem experimentada na identificação de barreiras e fatores impulsionadores, e na proposição de estratégias para fomentar práticas nas mais variadas indústrias, inclusive na de construção; (b) a técnica MEI usualmente é aplicada a partir de dados coletados em revisões de literatura, questionários ou entrevistas; (c) são integradas ao MEI as mais variadas técnicas metodológicas visando definir níveis entre as variáveis do modelo ou agregar precisão na sua elaboração.

Quanto a estas conclusões, pode-se fazer algumas considerações relevantes, conforme: (1) a técnica MEI se ambienta bem nesta pesquisa, pois já foi experimentada no setor, para o estudo de barreiras, FI e estratégias, assim como a técnica familiariza-se com dados coletados por meio de questionários; (2) o uso de outras técnicas metodológicas, além da MEI, podem ser úteis para aprimorar o modelo final desta pesquisa, como por exemplo a

classificação MICMAC, que poderia ser adotada para a elaboração de níveis de implementação dos SCV no Brasil.

De fato, a implementação de SCV em níveis já foi feita em outros estudos (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; YANG; YANG, 2015) e agregam maior acurácia na implementação do modelo, uma vez que o torna mais representativo da realidade, tendo-se em vista que já é bem sabido que a implementação de inovações como os SCV ocorrem não de forma linear, mas sim em fases de implementação (GORT; KLEPPER, 1982). Visando discutir esta questão, o tópico a seguir versa sobre a integração do MEI com o MICMAC.

4.2 Integração da modelagem estrutural interpretativa com a matriz de impacto de multiplicação cruzada aplicada à classificação (MICMAC)

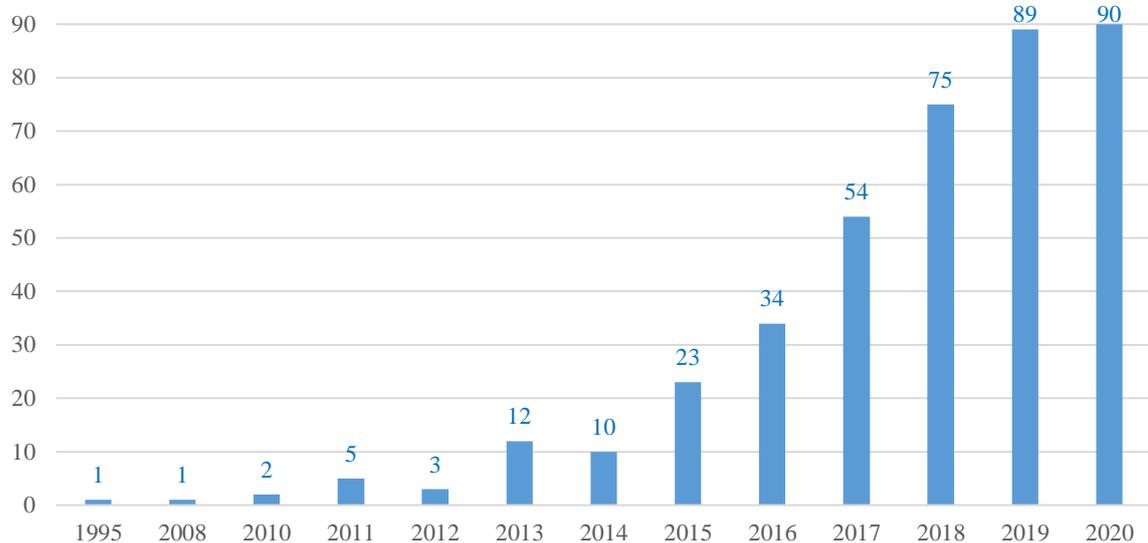
MICMAC é a abreviatura de *Matrice d'Impacts croises-multiplication applique an classement*, traduzida do francês para o português como Matriz de Impacto de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação. Esta técnica foi desenvolvida por Duperrin e Godet em 1973 e estabelece um sistema de manipulação de matrizes usado em análises de inter-relações indiretas, isto é, de difícil visualização, entre variáveis constituintes de problemas complexos (SHARMA; GUPTA; SUSHIL, 1995). Em outras palavras, a técnica de MICMAC classifica as variáveis de um modelo em grupos ou níveis, avaliando duas dimensões de cada variável, a motricidade e o seu poder de dependência (CHANDER; JAIN; SHANKAR, 2013; SHEN et al., 2016).

Neste estudo, a técnica de MICMAC será adotada integrada à técnica MEI para classificar em níveis o modelo desenvolvido. Este tipo de abordagem já foi utilizado por outros pesquisadores que criaram modelos parecidos com o que se pretende nesta pesquisa (YANG; YANG, 2015; SHEN et al., 2016; MALEK; DESAI, 2019; TAN et al., 2019). Aliás, a utilização da técnica MICMAC integrada à técnica MEI não é nenhuma novidade e pode-se encontrar diversas publicações referentes ao tema.

Na figura 4.2 pode-se ver o número de publicações que adotam a técnica MICMAC integrada à técnica MEI ao longo do tempo. Nele fica claro que esta abordagem vem aumentando de forma gradual, acompanhando o crescimento da adoção da técnica MEI em pesquisas, e, assim como as publicações que utilizam a técnica MEI, chega a seu pico em 2019 e 2020. Comparando o crescimento das publicações dos temas (figura 4.1 e figura 4.2), não

seria errôneo afirmar que, atualmente, boa parte das publicações que adotam a técnica de MEI se beneficiam desta integração (ao menos 30% desde 2016).

Figura 4.2 — Número de artigos que mencionam MEI e MICMAC na base de dados *Scopus*



Nota: O gráfico apresenta os resultados de uma busca realizada em 16/10/2020 na base de dados da *Scopus*, utilizando o termo: “*Interpretative Structural Modelling*” AND MICMAC. A busca foi restrita ao aparecimento do termo em títulos, resumos e palavras chave.

Fonte: Scopus (2020)

No tópico a seguir será apresentado o passo a passo para a criação de um modelo adotando a técnica MICMAC integrada à técnica MEI. Nele, se verá que esta abordagem se configura na etapa 4, quando se faz a matriz MICMAC de classificação das variáveis para assim agrupá-las em níveis.

4.3 Exemplos de modelos MEI e modelos MEI-MICMAC

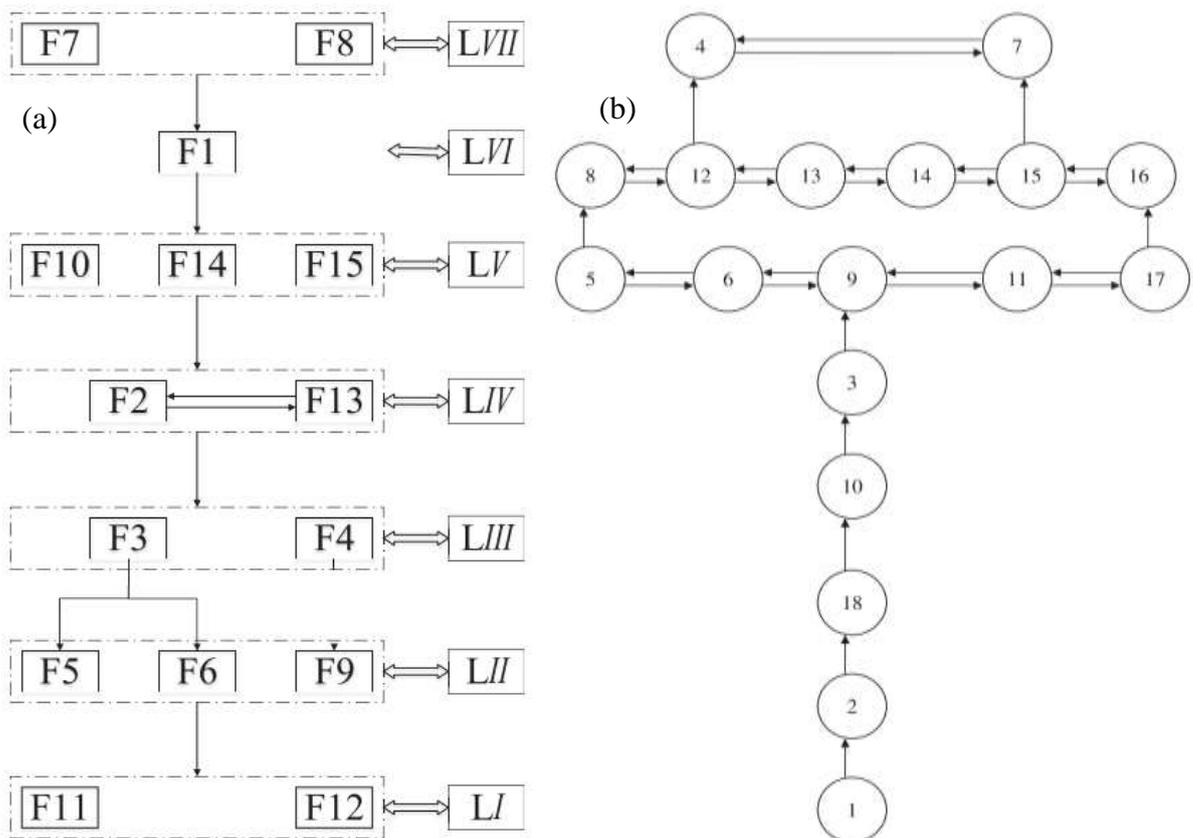
Conforme Guerrero (2010) modelos simbólicos podem ser representados por meio de fluxogramas. Segundo o autor, estes fluxogramas seriam uma estrutura lógica em que os fatores estudados (elementos que compõem o sistema) se desenvolvem no sistema real. Nestas estruturas lógicas os fatores podem ser representados por retângulos e as relações de influência entre eles podem ser representadas por setas.

Na MEI estas estruturas lógicas são chamadas de estrutura hierárquica, modelo estrutural ou representação gráfica e apresentam os resultados do modelo interpretativo desenvolvido. Estas estruturas hierárquicas transformam modelos mentais de sistemas pouco claros e mal articulados em modelos visíveis e bem definidos (SUSHIL, 2012). Para Attri, Dev e Sharma (2013) a simplicidade de representação da estrutura hierárquica resultante do

MEI facilita a comunicação do problema em estudo e no desenvolvimento de estratégias para lidar com este problema.

Este tópico visa clarificar as razões pela escolha da abordagem integrada das técnicas MEI-MICMAC em detrimento de adotar simplesmente a técnica MEI por exemplo. Na Figura 4.3 vemos a estrutura hierárquica de dois modelos MEI. Apesar de representarem todos os fatores envolvidos nos sistemas, suas relações e a hierarquia de influência, é notável que os modelos não são tão simples quanto poderiam e exigem atenção e bom conhecimento dos usuários para lidar com os problemas em questão, pois (1) possuem um grande número de fatores e (2) apresentam muitos níveis de implementação.

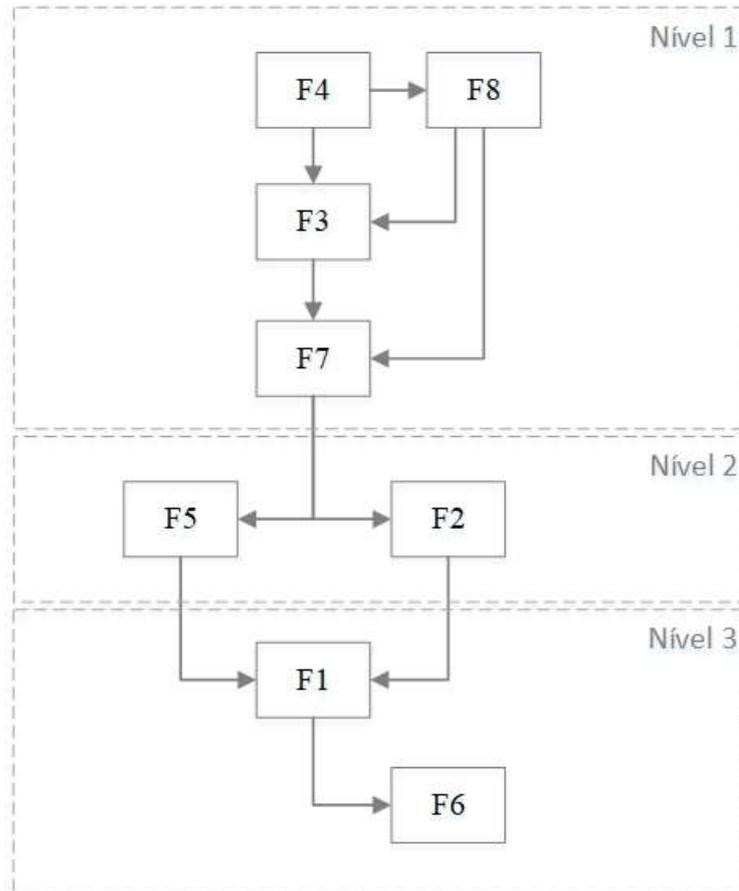
Figura 4.3 — Exemplos de estruturas hierárquicas obtidas com a MEI



Fonte: (a) Shen *et al.* (2016) e (b) Raj, Shankar e Suhaib (2008)

Para lidar com estes dois problemas, duas técnicas já foram abordadas na literatura científica: (1) para reduzir o número de fatores pode-se realizar o seu agrupamento (PETRUDI; TAVANA; ABDI, 2020); (2) para reduzir a quantidade de níveis de implementação pode-se adotar a técnica de MICMAC (YANG; YANG, 2015; TAN *et al.*, 2019). Para exemplificar o poder de simplificação destas duas técnicas, na Figura 4.4 vê-se um modelo MEI construído com um número menor de fatores e três níveis de implementação.

Figura 4.4 — Exemplo de estrutura hierárquica simplificada



Fonte: adaptado de Tan *et al.* (2019)

Outra técnica abordada para a confecção do modelo desenvolvido é a MEE e será apresentada no tópico a seguir.

4.4 Modelagem de equações estruturantes (MEE)

As técnicas multivariadas de análise de dados são uns dos principais instrumentos estatísticos, seu uso tem gerado descobertas que moldam significativamente como o mundo é visto atualmente (HAIR et al., 2014). A análise multivariada é utilizada para estudar modelos em que todas as variáveis sejam aleatórias e inter-relacionadas, de modo que seus diferentes efeitos possam ser interpretados (FÁVERO et al., 2009). Seu uso vem ganhando destaque em face dos recentes avanços no poder dos sistemas da computação, que permitem lidar com grandes quantidade de dados, levando ao desenvolvimento das mais avançadas técnicas de análise de dados da nova geração (HAIR et al., 2014).

A modelagem de equações estruturantes é uma técnica multivariada de análise de dados de “segunda geração” amplamente adotada no desenvolvimento de pesquisas sociais

(XIONG; SKITMORE; XIA, 2015; KLINE, 2016). Comparado com outros métodos de análise de dados, o MEE tem o mérito de conduzir ambos, uma análise fatorial confirmatória e uma análise de caminho em um único modelo (NGUYEN-PHUOC et al., 2021). Na verdade, para Kline (2016) a MEE não designa uma única técnica estatística mas refere-se a uma família de procedimentos. Segundo Hair *et al.* (2014) a MEE combina aspectos de análise fatorial e regressão, permitindo analisar tanto relações entre variáveis mensuráveis e variáveis latentes quanto unicamente entre variáveis latentes. Para o autor, esta habilidade, a capacidade de compreender fenômenos latentes como a percepção de consumidores, suas atitudes, intenções ou influências no desempenho da organização explicam a sua grande aceitação no meio científico.

Pearl (2012, p. 5) define MEE como sendo uma técnica de inferência que utiliza três dados de entrada e produz três dados de saída. Os dados de entrada são:

1. Um conjunto hipóteses causais qualitativas, baseadas em teorias ou resultados empíricos representados em uma estrutura lógica ou em um conjunto de equações estruturantes com parâmetros livres. Estas hipóteses são comumente baseadas em definições de pesquisa e, nem todas podem ser verificadas ou testadas com os dados.
2. Um conjunto de perguntas sobre as relações casuais entre variáveis de interesse, por exemplo, qual a magnitude do efeito direto de X sobre Y, considerando-se todos os demais efeitos das variáveis do sistema? Todas as perguntas seguem as especificações do modelo.
3. Um conjunto de dados experimentais ou não experimentais, governados por uma distribuição de probabilidade conjunta, presumivelmente gerada por um processo consistente com as hipóteses causais.

Os dados de saída são:

1. Um conjunto de afirmativas que são as implicações lógicas das hipóteses causais, por exemplo, que X não tem efeito sobre Y se mantivermos Z constante, ou que Z é um instrumento relativo a (X, Y).
2. Um conjunto de implicações lógicas do modelo que pode não corresponder diretamente a um parâmetro específico, mas ainda pode ser testado nos dados.

Por exemplo, um modelo pode obter que as variáveis X e Y não estão relacionadas, em função de outras variáveis.

3. O grau em que as implicações testáveis do modelo são suportadas pelos dados.

Como pode ser observado nos seus dados de entrada e saída, o MEE baseasse no teste a uma teoria e, portanto, quanto mais consistente for a teoria a ser testada pelo modelo, melhor serão os resultados obtidos, isto é, mais condizentes serão com a realidade pesquisada (PEARL, 2012; HAIR et al., 2014; KLINE, 2016). Testar teorias é a sua principal função, bem como testar as variáveis latentes, e para isso o dado básico do MEE é a covariância (KLINE, 2016). No MEE a covariância representa a força de associação linear entre X e Y e suas variabilidades com um número único (PEARL, 2012).

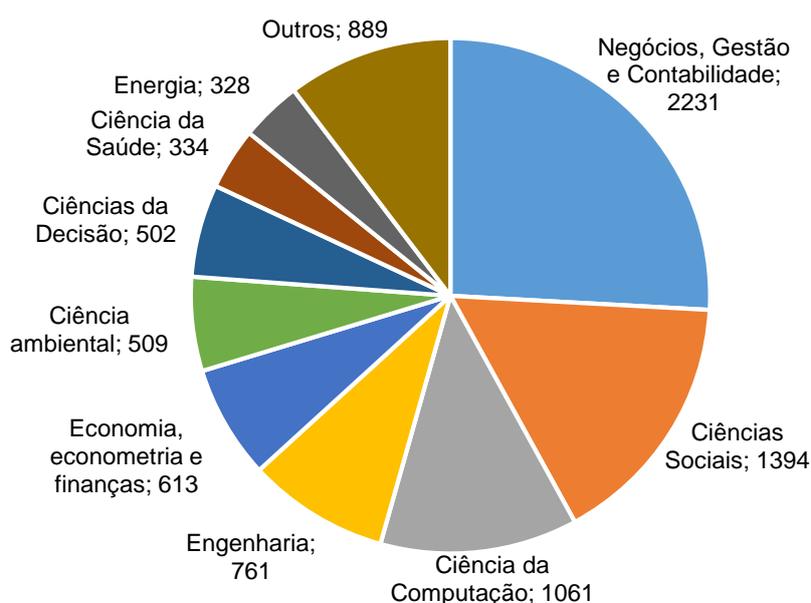
No entanto, o MEE baseado na covariância implica na necessidade de uma grande quantidade de dados, crescente conforme a complexidade dos modelos e baixa confiabilidade dos dados, bem como exige que os dados apresentem uma distribuição normal (KLINE, 2016). Para Hair *et al.* (2014) estas necessidade do MEE baseado em covariância dificultam sua adoção, sobretudo em pesquisas exploratórias, comumente sujeitas a amostras reduzidas e não normalmente distribuídas. Para estas situações, uma variação do MEE baseada em variância foi desenvolvida, denominada técnica dos mínimos quadrados parciais (HAIR et al., 2014; XIONG; SKITMORE; XIA, 2015; HENSELER; HUBONA; RAY, 2016). O tópico a seguir irá apresentar esta técnica.

4.5 Modelagem de equações estruturantes – técnica dos mínimos quadrados parciais

Em comparação ao MEE baseado em covariância que exige uma grande quantidade de dados, a técnica dos mínimos quadrados parciais de MEE baseasse na variância e pode ser utilizada em pesquisas que apresentam amostra reduzidas e uma distribuição não normal dos dados (HAIR et al., 2014; KLINE, 2016). Esta habilidade ampliou as possibilidades de aplicação do MEE e intensificou sua adoção por pesquisadores em todas as disciplina, particularmente no estudo de novas tecnologias e sistemas da informação (HENSELER; HUBONA; RAY, 2016).

Traduzida do inglês *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling* (PLS-SEM), sua aplicação vem ganhando notoriedade nas pesquisas em engenharia, sendo a quarta área do conhecimento que mais a adota (Figura 4.5). Para Darko (2018) a técnica dos mínimos quadrados parciais vem ganhando popularidade inclusive nas pesquisas relacionadas a gerenciamento das construções. Isto pode estar ocorrendo, pois, esta técnica de MEE destaca-se em pesquisas de cunho exploratório cujo objetivo é o desenvolvimento de teorias e a predição do comportamento de variáveis latentes (HAIR et al., 2014). A seguir serão apresentadas algumas pesquisas que adotam a técnica dos mínimos quadrados parciais de MEE para o desenvolvimento de teorias e maior conhecimento acerca do comportamento de variáveis latentes envolvidos na construção civil.

Figura 4.5 — Número de artigos que mencionam PLS-SEM por área do conhecimento



Fonte: Scopus (2020)

Nguyen-Phuoc *et al.* (2021) investigaram as variáveis latentes influentes sobre a construção da lealdade entre usuários de ônibus no Vietnã. O estudo propõe um modelo estruturado onde as variáveis latentes são a percepção do serviço de qualidade, segurança, proteção, imagem, satisfação e lealdade. Os indicadores foram mensurados por meio de uma pesquisa *survey* e como resultado os autores puderam identificar as relações entre variáveis latentes e propor estratégias para fomentar o uso contínuo de ônibus no País. Adicionalmente, a técnica do MEE foi empregada para realizar uma análise de multigrupo, em que são isolados os dados referentes a características específicas da amostra, no caso, o gênero, e estima-se a

significância da diferença entre os modelos de cada grupo (característica específica estudada, como o gênero).

Durdyev *et al.* (2018) analisaram as barreiras para a adoção do TBL no desenvolvimento sustentável na construção da Malásia. Quinze barreiras foram identificadas e os dados foram coletados pela aplicação de questionários com profissionais da indústria da construção da Malásia. O modelo contou com seis variáveis latentes, incluindo governança, custo, força de trabalho, conhecimento e informação, cliente e mercado, e construção sustentável. Os resultados demonstraram a significância de todas as variáveis latentes, no entanto, destacam-se o conhecimento e informação e a demanda de mercado como as variáveis que estrategicamente têm maior força como barreiras à construção sustentável no país.

Ahmadabadi e Heravi (2019) propuseram uma estrutura para avaliação de risco de megaprojetos de construção de autoestradas construídas por meio de parcerias público e privadas. O estudo identificou trinta e dois riscos associados a este tipo de projeto e desenvolveu um modelo MEE adotando vinte e quatro variáveis latentes e relacionando-as com o sucesso do projeto. O modelo permitiu não apenas avaliar a influência de cada risco e variável latente no sucesso do projeto, como também as influências dos caminhos de risco (sequência de variáveis latentes em uma estrutura hierárquica que terminam no sucesso do projeto). O estudo identificou mensurou oito caminhos de risco que influenciam no sucesso dos projetos, permitindo a interpretação das sequências de riscos e a adoção de estratégias mais adequadas.

No entanto, apesar da crescente aplicação dos mínimos quadrados parciais de MEE, esta técnica ainda é vista por alguns como sendo pouco rigorosa e sujeita a estimativas de parâmetros viesados em comparação ao MEE tradicional baseado em covariância (XIONG; SKITMORE; XIA, 2015). Sabendo-se destas questões, os tópicos a seguir apresentam algumas informações importantes para a modelagem adotando a técnica dos mínimos quadrados parciais de MEE.

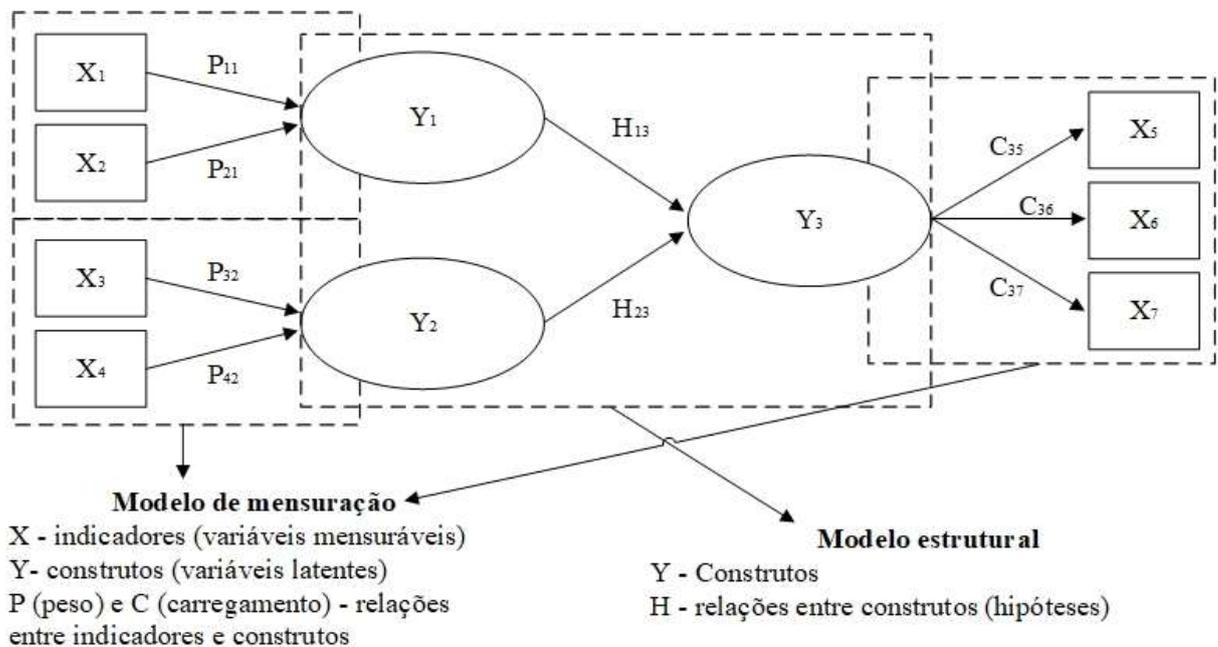
4.5.1 Modelo de caminho

O primeiro passo para a construção de modelos MEE envolve a definição de um diagrama que ilustra a teoria da pesquisa, isto é, as hipóteses e as variáveis que serão examinadas. Este diagrama é chamado por vários nomes, como “modelo teórico” ou “modelo hipotético” (DURDYEV *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ *et al.*, 2020). Já Hair *et al.* (2014) em um

dos livros mais citados e conhecidos sobre a técnica denominam este diagrama de “modelo de caminho”, e afirmam que sua preparação nos estágios iniciais da pesquisa ajuda os pesquisadores a organizar suas ideias e considerar visualmente as relações entre as variáveis latentes, chamadas de construtos, e os seus indicadores, isto é, aquelas variáveis que serão efetivamente medidas. Além disso, os autores recomendam a adoção do modelo de caminho nas pesquisas de MEE como uma forma eficiente de trocar ideias entre pesquisadores.

Na Figura 4.6 vê-se que o modelo de caminho da MEE é composto de dois elementos, o modelo estrutural, que descreve as relações hipotéticas (H) entre os construtos (Y), e o modelo de mensuração, que descreve as relações entre os construtos e as suas medições (os indicadores X). No MEE, o modelo de caminho é recursivo (não permite relações circulares e nem cruzadas entre construtos) e direcional, iniciando com variáveis independentes (construtos chamados de exógenos) e terminando em variáveis dependentes (construtos chamados de endógenos). Isto ocorre por que o modelo estrutural é calculado com base na regressão dos valores observados pelos indicadores (HAIR et al., 2014; HENSELER; HUBONA; RAY, 2016), portanto, modelos não recursivos contendo relações circulares resultariam em regressões infinitas de um mesmo parâmetro.

Figura 4.6 — Exemplo de modelo de caminho da MEE



Fonte: adaptado de Hair *et al.* (2014, p. 76)

Como resultado desta direcionalidade, as relações do modelo de mensuração podem ser do tipo formativa, calculada pelo peso externo (P), ou reflexiva, calculada pelo

carregamento externo (C). Segundo Hair *et al.* (2014) modelos de mensuração formativo são aqueles em que os indicadores são as manifestações (ou efeitos) de um construto, portanto, são os construtos que causam os indicadores, já nos modelos de mensuração reflexivos ocorre o inverso, logo os indicadores causam os construtos. Jarvis *et al.* (2003) sumariza outras diferenças entre os dois modelos de mensuração:

Em modelos de mensuração reflexivos:

- Mudanças no construto (como alterações nas hipóteses de pesquisa) devem causar mudanças nos valores de carregamentos externos dos indicadores;
- Os indicadores devem estar correlacionados;
- A exclusão de um indicador do modelo de mensuração não deve afetar o entendimento nem a validade do construto;
- Deve-se considerar a medição de erro no nível dos indicadores.

Já em modelos de mensuração formativos:

- Apesar de possível, não há razão para se esperar que os indicadores sejam correlacionados;
- Mudanças no construto (como alterações nas hipóteses de pesquisa) não devem causar mudanças nos valores de pesos externos dos indicadores;
- Excluir um indicador do modelo de mensuração deve afetar o entendimento e a validade do construto;
- Deve-se considerar a medição de erro no nível dos construtos.

Apesar de parecer simples, a definição correta do modelo de mensuração não é uma tarefa fácil. Jarvis *et al.* (2003) realizou uma revisão de literatura de algumas das principais revistas científicas de marketing e obteve que 28% dos trabalhos que utilizam MEE especificaram incorretamente seus modelos de mensuração. De fato, a definição de todo o modelo de caminho é uma tarefa fundamental na MEE e deve ser realizada com profundo embasamento teórico, conforme é apresentado no tópico a seguir.

4.5.2 A importância da teoria

Primeiramente, é preciso lembrar que o MEE é uma metodologia estatística que visa confirmar ou testar hipóteses de pesquisa por meio da análise da estrutura teórica de um

fenômeno (HENSELER; HUBONA; RAY, 2016). Esta estrutura teórica é representada sobretudo pelo modelo estrutural, e resume visualmente os conceitos e a teoria de pesquisa por meio dos elementos chaves (construtos) e suas relações de causa e efeito (hipóteses) (HAIR et al., 2014).

A seguir, esta teoria deve ser testada, por meio de um conjunto de procedimentos estatísticos a partir dos dados coletados (NGUYEN-PHUOC et al., 2021). Neste momento, a teoria do modelo é colocada de lado e a matemática comanda todo o processo. No âmbito dos construtos, a modelagem do caminho prossegue com elementos matemáticos substitutos, variáveis estimadas baseadas na relação com os seus indicadores, seja ela formativa ou reflexiva (RIGDON, 2012). Já no âmbito das hipóteses, a relação de causalidade representada por setas dá lugar a uma relação linear direcional entre as variáveis estimadas dos construtos (HENSELER; HUBONA; RAY, 2016).

Em outras palavras, o MEE é baseado em dois modelos distintos, um conceitual fundamentado na teoria e em métodos científicos, e um matemático calculado a partir de dados, variáveis estimadas e relações lineares direcionais. Neste sentido, avaliar a qualidade de um modelo MEE significa determinar a magnitude da lacuna entre o modelo matemático e o conceitual (RIGDON, 2012; HENSELER; HUBONA; RAY, 2016).

Isto é, a chave para um bom MEE encontra-se na especificação de um modelo estrutural plausível, baseado em vasta literatura científica e construído adotando-se construtos medidos com indicadores adequados. Hair *et al.* (2014) e Kline (2016) concordam com esta afirmativa. Kline (2016) ainda destaca os perigos de desenvolver modelos teóricos ruins (pouco embasados ou frutos de interpretações errôneas). Para o autor, mesmo modelos conceituais ruins podem dar origem a modelos matemáticos bons, simplesmente tornando mais complexo e adicionando mais construtos, entretanto, a aplicação correta do MEE reside em determinar se a análise lida com questões teóricas relevantes e plausíveis, independentemente de resultar em um modelo matemático satisfatório ou não.

Para ajudar a reduzir a lacuna entre o modelo matemático e o conceitual, o uso de métodos científicos reconhecidos e bem fundamentados parece ser uma estratégia adequada. Além disso, alguns procedimentos estatísticos que podem ser adotados são apresentados no tópico a seguir.

4.5.3 Avaliação

Na técnica dos mínimos quadrados parciais da MEE são realizadas dois tipos de análise, uma do modelo de mensuração e outra do modelo estrutural. Segundo Hair *et al.* (2014) o MEE estima medidas empíricas das relações entre indicadores e construtos (modelo de mensuração), bem como entre construtos (modelo estrutural), e estas medidas permitem comparar os modelos matemático e conceitual com a realidade, representada pelos dados amostrais.

Normalmente executada primeiro, a avaliação do modelo de mensuração é uma importante etapa do MEE desenvolvida visando confirmar e refinar as relações entre indicadores e construtos (NGUYEN-PHUOC *et al.*, 2021). Segundo Darko *et al.* (2018) a avaliação do modelo de mensuração visa verificar a sua adequação para a avaliação do modelo estrutural, pois ajuda a garantir que os construtos, cujas relações são a base do modelo, estão sendo corretamente representados e mensurados.

Já na avaliação do modelo estrutural, um conjunto de procedimentos estatísticos são adotados para verificar a significância estatística das relações entre os construtos, isto é, para confirmar ou não as hipóteses de pesquisa (HENSELER; HUBONA; RAY, 2016; NGUYEN-PHUOC *et al.*, 2021). Outra questão, não menos importante, é a mensuração da capacidade de predição do modelo, obtido pelo cálculo de indicadores de determinação e predição do modelo estrutural. Estes e os demais indicadores obtidos em ambos os modelos de caminho do MEE são apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 — Indicadores de avaliação de MEE

Indicador	Descrição
Avaliação do modelo de mensuração	
Modelos de mensuração reflexivos	
Consistência interna	É um indicador da confiabilidade do construto usado para julgar a consistência dos resultados entre os indicadores. Determina o quanto os indicadores de um construto são semelhantes entre si.
Validade convergente	Avalia se os indicadores convergem ou compartilham uma grande proporção de variância entre si.
Validade discriminante	Avalia se um construto é diferente dos demais baseado em padrões empíricos. Determina se um construto é único e captura um fenômeno não compartilhado por outros construtos do modelo.

Confiabilidade do indicador	Avalia se a variância do indicador é explicada pelo construto. É também chamado de variância extraída do indicador.
Modelos de mensuração formativos	
Validade convergente	Avalia se o construto formativo é muito correlacionado com uma medida reflexiva do mesmo construto. Também conhecida como análise de redundância, pois seria redundante um modelo conter um construto formativo e reflexivo com os mesmos indicadores.
Colinearidade entre indicadores	Avalia se um ou mais indicadores possuem alta correlação, situação em que explicariam o mesmo fenômeno semanticamente. Note que, em contraste aos reflexivos, em modelo de mensuração formativos a colinearidade é problemática e incorrem em análises redundantes.
Significância e relevância dos pesos externos	Avalia se o indicador é significativo e relevante para o construto. Indicadores com pouca significância e relevância devem ser mantidos apenas se não houver grande perda de conteúdo para o construto.
Avaliação do modelo estrutural	
Coefficiente de determinação	Avalia a proporção da variância do construto resultante de suas relações com outros construtos. Isto é, avalia o quanto que um construto endógeno é explicado pelos seus antecessores.
Relevância preditiva	Avalia o quanto que um construto exógeno explica os seus predecessores.
Valor e significância do coeficiente de caminho	Avalia se as estimativas das relações entre construtos são significativas. Uma relação confirmada representa uma hipótese de pesquisa suportada pelo MEE.

Fonte: Hair *et al.* (2014)

Por fim, além de conhecer um pouco sobre a técnica dos mínimos quadrados parciais de MEE, sua estrutura básica, a importância da teoria para a sua modelagem, e dos seus indicadores, o tópico a seguir apresenta um pouco sobre como a técnica estima o modelo de caminho e, portanto, quais os procedimentos adotados para testar as hipóteses de pesquisas, um dos objetivos primários da MEE.

4.5.4 Estimativa do modelo de caminho

Este tópico resume como ocorre a estimativa do modelo de caminho da técnica dos mínimos quadrados parciais do MEE. Segundo Hair *et al.* (2014) é preciso primeiro conhecer como o MEE funciona para se entender os seus resultados. Segundo Henseler, Hubona e Ray (2016, p. 5) a estimativa do modelo de caminho do MEE acontece em quatro etapas:

1. Um algoritmo iterativo do MEE cria uma representação matemática (*proxy*) para cada construto a partir de uma combinação linear dos indicadores. Os pesos para cada indicador são então determinados de forma que cada *proxy* compartilhe o máximo de variância possível com outros *proxys* cujo construto possua relações hipotéticas. Como resultado, esta etapa estima os *proxys*, a matriz de correlação dos *proxys*, e os pesos dos indicadores.
2. O MEE executa uma chamada correção de atenuação, em que a matriz de correlação dos construtos é corrigida levando em consideração os erros de medição aleatórios dos indicadores. Para isso, as correlações do *proxy* são divididas pela raiz quadrada da sua consistência interna (Quadro 4.1). O resultado desta segunda etapa é uma matriz de correlação dos construtos consistente.
3. Uma vez disponível uma matriz de correlação de construtos consistente, é possível estimar os parâmetros do modelo estrutural. Para isso são realizadas regressões dos mínimos quadrados comuns. Estas regressões utilizam os dados observados pelos indicadores para estimar as relações hipotéticas do modelo estrutural com o objetivo de minimizar os erros (variância residual) dos construtos endógenos (HAIR et al., 2014). Após a estimativa dos coeficientes de caminho das relações hipotéticas, esta etapa ainda estima vários outros parâmetros, como os carregamentos dos indicadores reflexivos e os efeitos indiretos e totais das relações hipotéticas.
4. Por último, é realizada a rotina conhecida como *bootstrapping* para obter inferência estatística para todos os parâmetros do modelo. O *bootstrapping* é uma técnica de inferência não paramétrica que assume que a distribuição da amostra possui informações sobre a distribuição da população. Na técnica do *bootstrapping* são construídas um grande número de sub-amostras a partir de dados retirados aleatoriamente da amostra original, são então calculados os parâmetros do modelo para cada sub-amostra. O principal resultado desta etapa é testar a significância dos coeficientes do modelo de caminho, como as relações hipotéticas e os pesos e carregamentos dos indicadores (HAIR et al., 2014).

Conforme as etapas apresentadas, o MEE parte do modelo conceitual desenvolvido e executa um conjunto de procedimentos estatísticos visando testar as teorias de pesquisa. Para isso, o MEE adota como entrada os dados mensurados pelos indicadores. Podendo estes dados, apresentar uma distribuição normal ou não, desde que o número total da amostra respeite a regra das 10 observações, em que deve ser maior que ambos os casos (HAIR et al., 2014, p. 20): (1) dez vezes o maior número de indicadores formativos usados para medir um construto; (2) dez vezes o maior número de relações hipotéticas direcionadas a um construto. Por fim, o MEE resulta em coeficientes matemáticos que possibilitam um grande número de análises referentes tanto ao modelo de mensuração quanto ao modelo estrutural, das quais a principal é a análise de significância das relações hipotéticas (para mais detalhes a respeito das várias análises permitidas pelo MEE ler Hair *et al.* (2014)).

Inclusive, dentre seus usos, esta técnica de análise de significância das relações hipotéticas já foi adotada integrada a MEI como uma forma de validar o modelo interpretativo estrutural e aferir o quão bom é o modelo desenvolvido.

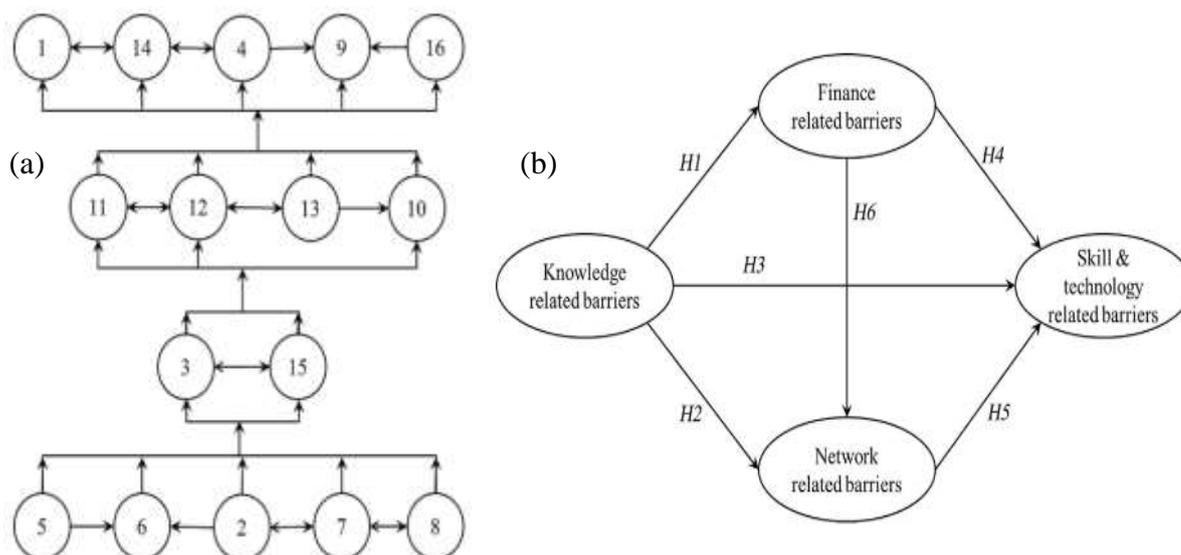
4.6 Exemplos de modelos MEI validados com a MEE

Após uma busca nos principais bancos de dados de artigos online (*scopus, science direct e engineering village*) foram encontrados dois artigos adotando as técnicas MEI e MEE de forma integrada. Para fins de conhecimento é apresentado a forma como cada um abordou a questão.

Ullah e Narain (2020) identificaram as principais barreiras para a implementação da customização em massa em empresas de pequeno e médio porte indianas visando propor estratégias para fomentar sua adoção. Para isso o estudo fez uma revisão de literatura e contou com uma pesquisa *survey* para a identificação das principais barreiras envolvidas no processo estudado. Um modelo foi então construído a partir das dezesseis principais barreiras por meio da adoção das técnicas MEI-MICMAC. A seguir, o estudo faz uma validação deste modelo com base na MEE. No entanto, um problema fica claro nesta abordagem, pois, o estudo não valida as relações hipotéticas do modelo MEI-MICMAC desenvolvido, mas sim um segundo modelo, construído a partir de grupos de barreiras formados por uma análise fatorial exploratória, sem qualquer ligação ou similaridade com o modelo MEI-MICMAC desenvolvido. Ambos os modelos constam na Figura 4.7, na qual pode-se verificar a sua completa falta de relação. Por fim, os autores apresentam o resultado do MEE, em que todas

as relações do modelo MEE (Figura 4.7.b) são significantes a 1%, entretanto, nada foi apresentado em relação a validade do modelo MEI-MICMAC (Figura 4.7.a).

Figura 4.7 — Exemplo de modelo MEI-MICMAC-MEE de Ullah e Narain (2020)



Nota: (a) modelo MEI-MICMAC; (b) modelo MEE
Fonte: Ullah e Narain (2020)

O segundo estudo encontrado é o de Petrudi, Tavana e Abdi (2020). Os autores propõem um modelo para analisar os desafios na gestão de suprimentos de uma sociedade de corrente humanitária iraniana. O estudo identificou os desafios por meio de uma revisão da literatura e pesquisa *survey*. Os desafios foram então agrupados pelos métodos fuzzy e delphi de maneira integrada. A seguir, as relações entre os grupos foram identificadas pelo uso da lógica fuzzy e um modelo fuzzy e MEI foi desenvolvido. Já para a sua validação, foi adotada a técnica de MEE. A grande diferença deste estudo para o anterior, é que neste, as relações hipotéticas testadas pelo MEE foram as relações entre grupos resultantes do modelo fuzzy e MEI, portanto, o MEE efetivamente testou as relações do modelo MEI proposto. Como resultado o MEE obteve que apenas três das quatorze relações do modelo não apresentavam significância a 5%, logo, os autores concluíram que o modelo fuzzy e MEI era satisfatória e útil para os objetivos propostos.

Visando orientar futuros trabalhos na adoção da MEE para a validação de modelos MEI, algumas considerações podem ser feitas com base nos erros e acertos dos artigos apresentados:

1. O MEE pode ser adotado de maneira satisfatória para a validação de modelos MEI, para isso, a questão chave é testar as relações entre grupo de fatores (vide item 2 a seguir);
2. Devido ao modelo de caminho do MEE basear-se em indicadores e construtos, é fundamental para a compatibilidade das metodologias que o modelo MEI a ser validado seja construído baseado em grupos de fatores (construtos na MEE) e fatores (indicadores na MEE);
3. Ainda em relação a compatibilidade das metodologias, deve-se adotar a técnica de pesquisa *survey* para coleta de dados (a despeito da MEI permitir a adoção de entrevistas, por exemplo);
4. Embora não tenha sido nem mesmo citado em ambos os estudos, a MEE poderia ainda ser adotada para a própria construção do modelo MEI, afinal, por que não retirar do modelo as relações que não foram significantes?

4.7 Considerações finais sobre o capítulo

Este capítulo apresentou as técnicas adotadas para a elaboração do modelo para fomentar a adoção de SCV no Brasil. Conforme foi exposto, a MEI já é uma técnica bem conhecida e fundamentada na academia e vem sendo aplicado com maior frequência nos últimos anos, inclusive integrada à técnica de MICMAC.

Na mesma linha, a MEE é uma técnica de modelagem estatística de segunda geração já bem utilizada na área de construção civil, especialmente em pesquisas exploratórias nas situações em que os dados são escassos e apresentam uma distribuição não normal.

Ademais, ainda que de naturezas diferentes, ambas podem ser utilizadas de maneira integrada, proporcionando modelos não apenas com grande fundamentação teórica (modelos MEI-MICMAC) mas também com significância estatística (modelos MEE). Para isso algumas proposições foram desenhadas.

No capítulo a seguir é apresentada a técnica e delineamento da pesquisa, nele será possível compreender melhor o contexto em que a técnica MEI-MICMAC-MEE será adotada.

5 DELINEAMENTO E METODOLOGIA DA PESQUISA

5.1 Delineamento de pesquisa

Uma pesquisa científica exige que os dados possam ser acreditados e que os procedimentos científicos adotados possam ser reproduzidos, para isso, é necessário seguir um rigoroso método científico (VOLPATO, 2013). Neste sentido, para garantir o rigor do método científico existe um conjunto de passos fundamentais a serem tomados, inclusive na redação da metodologia de pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015), como a descrição do enquadramento metodológico (MAUÉS, 2017; MOREIRA, 2019).

Dito isto, esta tese apresenta o seguinte enquadramento metodológico: a) esta pesquisa adota o método indutivo e estatístico, pois busca, mediante a utilização de procedimentos estatísticos, descobrir os mecanismos envolvidos na adoção de selos de construções verdes no Brasil a partir das experiências de profissionais envolvidos nestes projetos; b) quanto aos objetivos é um estudo exploratório e descritivo, já que visa tanto desenvolver e esclarecer quanto descrever um assunto ainda pouco conhecido para assim favorecer a formulação de problemas mais precisos que resultarão no fomento a SCV no Brasil; c) quanto ao procedimento se enquadra em uma pesquisa dos tipos bibliográfica e *survey*, uma vez que se desenvolve a partir de dados oriundos de artigos científicos e da aplicação de questionários pela internet aos profissionais envolvidos com a adoção de SCV no Brasil; d) quanto a abordagem é um estudo quantitativo, pois utiliza tratamento estatístico e busca definir uma amostra com a finalidade de compreender o comportamento de uma população (RAUPP; BEUREN, 2006; GIL, 2008; JACKSON, 2009; VIEIRA, 2009; DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015; FELLOWS; LIU, 2015; PEREIRA et al., 2018).

O passo seguinte ao enquadramento metodológico é o “delineamento de pesquisa”, ou “método de trabalho” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015), usualmente apresentado na forma de uma figura (KERN, 2005; SANTANA, 2016; MAUÉS, 2017; MOREIRA, 2019), esquema ou tabela (VOLPATO, 2015). Nele, deve-se apresentar detalhadamente o método de pesquisa selecionado, isto é, deve-se expor a “sequência de passos lógicos que o pesquisador seguirá para alcançar os objetivos de sua pesquisa” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015, p. 30). Segundo Volpato (2013) o delineamento deve refletir a proposta intelectual do cientista para resolver o problema de

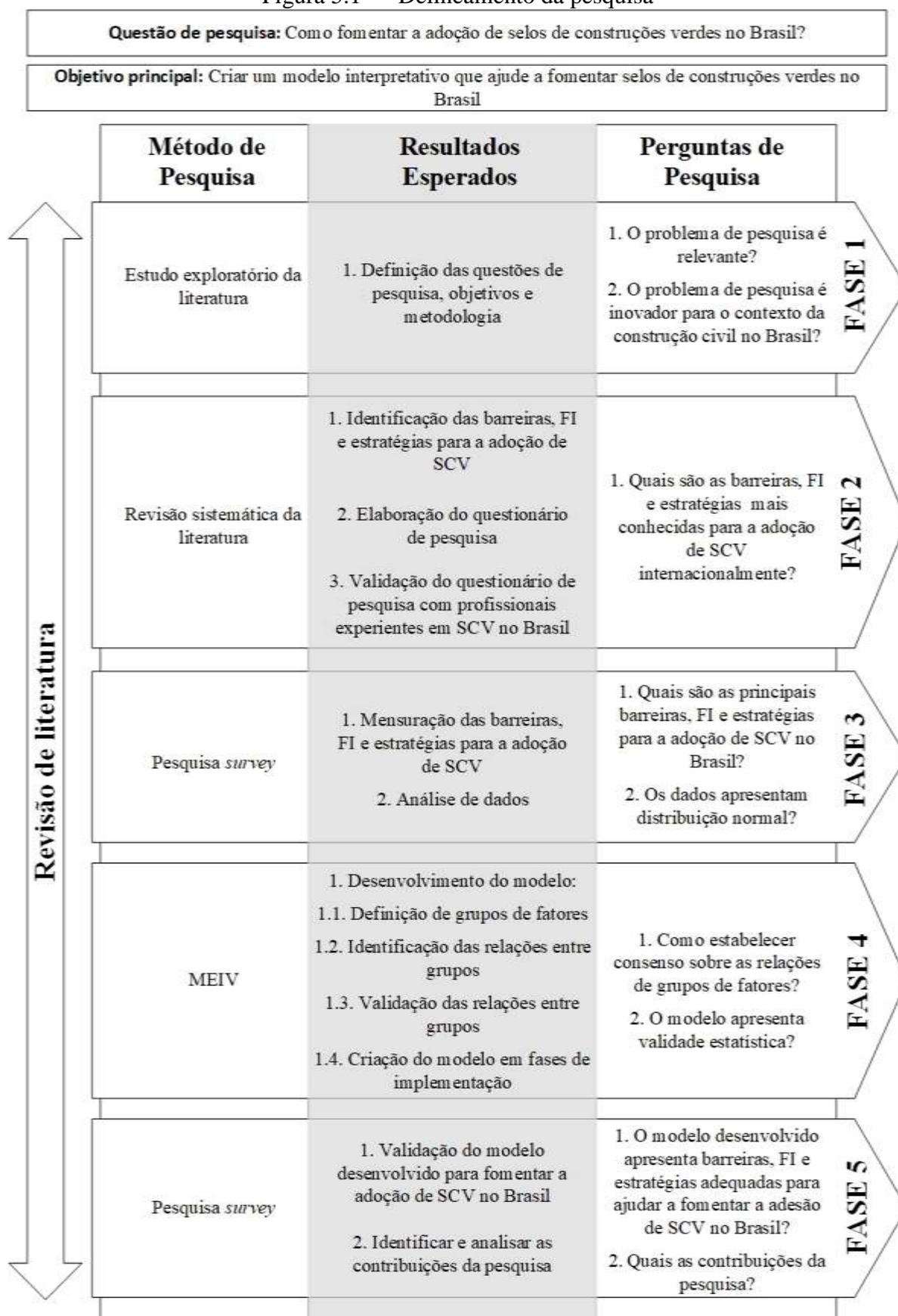
pesquisa, e sua maior qualidade é, além da precisão, ser claro e simplificar o entendimento sobre a pesquisa para o leitor, sobretudo para aqueles de outras áreas do conhecimento (VOLPATO, 2015).

Visando responder as questões e objetivos de pesquisa foi elaborado o delineamento de pesquisa, representado pela figura 5.1. Nela, vê-se a subdivisão do estudo em cinco fases: (1^a) estudo exploratório da literatura, a ser executado visando conhecer melhor o tema e definir as questões de pesquisa, objetivos e metodologias mais adequadas; (2^a) revisão sistemática da literatura, que pretende identificar as barreiras, fatores impulsionadores (FI) e estratégias mais adequados segundo a literatura internacional e, com isso, elaborar o instrumento de coleta de dados (questionário); (3^a) Pesquisa *survey*, que almeja a aplicação do questionário para a hierarquização das barreiras, FI e estratégias para o fomento a adoção de SCV no Brasil segundo a importância percebida por profissionais experientes⁴; (4^a) desenvolvimento do modelo para fomentar a adoção de SCV no Brasil, esta fase utiliza a técnica de modelagem desenvolvida pela pesquisa denominada Modelagem Estrutural Interpretativa Validada (MEIV); (5^a) Pesquisa *survey*, que tem por finalidade validar e identificar as contribuições obtidas com o modelo.

De maneira a detalhar cada uma das fases contidas no delineamento desta pesquisa, os tópicos a seguir irão apresentá-las conforme foram desenvolvidas.

⁴ Esta pesquisa considerada “profissionais experientes” aqueles que tenham participado ativamente do projeto ou construção de construções certificadas, ou acadêmicos que tenham estudado o tema com profundidade, como exemplo: consultores do processo de certificação; engenheiros com participação em ao menos uma construção verde; engenheiros de instituições públicas com conhecimento e poder de decisão sobre o fomento a políticas voltadas a SCV; e, estudantes e professores de pós graduação que tenham estudado SCV e sua adoção no Brasil.

Figura 5.1 — Delineamento da pesquisa



Fonte: o autor

5.2 Fase 1: Estudo exploratório da literatura

Esta fase tem como finalidade definir as questões de pesquisa, os objetivos e a metodologia que será adotada. Para isso foi realizado um estudo exploratório da literatura científica internacional acerca do tema que se pretendia estudar, no caso, selos de construções verdes.

Foram utilizadas as seguintes bases de dados: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Scielo*. Assim como foram realizadas buscas a referências do tipo cruzada, isto é, buscou-se referências citadas em artigos científicos com tema próximo ao estudado. Quanto as palavras chave, foram pesquisadas palavras como: “*green building*”, “*sustainabe building*”, “*sustainable systen*”, “*sustainable rating systen*”, “*green rating systen*”, “*Green label*”, “*Sustainable rating System*”, “*Leed*”, “Selo casa Azul”.

Como resultado da pesquisa exploratória foram identificados estudos que serviram como inspiração para o desenvolvimento desta tese, como a tese de Darko (2018) que visava o fomento a adoção de tecnologias sustentáveis em Gana, e os artigos de Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009) e Aktas e Ozorhon (2015) que tinham por objetivo propor modelos para ajudar no fomento a SCV na Índia e na Turquia respectivamente.

Com base nestes trabalhos e na leitura de vários outros artigos no tema foi possível elaborar a pergunta de pesquisa: como fomentar a adoção de SCV no Brasil? Assim como o objetivo de pesquisa adequado para responder à pergunta proposta, isto é, criar um modelo interpretativo que ajude a fomentar SCV no Brasil. Além de elaborar as perguntas e objetivos secundários (tópico 1.3.2).

Um outro resultado foi a definição preliminar da metodologia de pesquisa, em que se estabeleceu o delineamento de pesquisa apresentado no tópico anterior.

5.3 Fase 2: Revisão sistemática da literatura e elaboração do instrumento para coleta de dados

Com o intuito de elaborar o instrumento de coleta de dados, esta fase foi desenvolvida em três etapas: (1^a) Revisão sistemática da literatura para a identificação das barreiras, FI e estratégias para a adoção de SCV; (2^a) elaboração do questionário de pesquisa; (3^a) validação

do questionário de pesquisa. Os sub-tópicos a seguir detalham cada uma das três etapas desta fase.

5.3.1 Revisão sistemática de literatura (RSL)

Esta fase teve por finalidade a identificação das barreiras, FI e estratégias para o fomento a adoção de SCV. Para isso foi adotada a técnica de revisão sistemática da literatura.

A revisão sistemática de literatura é um método que visa identificar lacunas no conhecimento científico e direcionar novas pesquisas acerca de determinado tema (SAIEG et al., 2018).

Para Briner e Denyer (2012) algumas vantagens da revisão sistemática em relação a revisão de literatura comum é possuir um método claro, passível de ser avaliado por qualquer pessoa, possibilitando assim que este seja replicado, modificado ou mesmo atualizado. Outros autores salientam que a revisão de literatura comum baseasse em um número limitado de estudos e portanto pode apresentar resultados atípicos ou de relevância limitada, enquanto que a sistemática “baseasse em um conjunto amplo, idealmente contendo todos os estudos relevantes” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015, p. 143).

Resumidamente esta técnica pode ser subdividida em quatro etapas (BRINER; DENYER, 2012; MEDEIROS; RIBEIRO; CORTIMIGLIA, 2014; ALMEIDA; PICCHI, 2018; SAIEG et al., 2018): (1) Formulação do protocolo de busca; (2) busca e seleção de estudos; (3) análise e síntese (4) relatórios e uso de resultados.

O protocolo de pesquisa representa o planejamento da pesquisa e garante que a revisão é sistemática, transparente, e replicável (BRINER; DENYER, 2012). Ter um protocolo também significa que o método de revisão pode ser questionado, criticado, revisado e aprimorado (BRINER; DENYER, 2012).

Uma vez definidos o objetivo da revisão e a questão da pesquisa, a formulação do protocolo de pesquisa deve definir um método prático para que a revisão possa responder de maneira satisfatória à questão de pesquisa. Para tanto, é nesta etapa que são definidos (ALMEIDA; PICCHI, 2018): (1) as bases de busca mais relevantes, (2) os termos de busca a serem adotados, (3) a linguagem de busca, (4) os critérios de inclusão e exclusão dos resultados e (5) os critérios de seleção dos artigos.

O Quadro 5.1 apresenta o protocolo desenvolvido pelo autor para a revisão sistemática de literatura utilizada para identificar as barreiras, FI e estratégias para adoção de SCV. Nele, vê-se todo o procedimento de pesquisa adotado na revisão sistemática de literatura.

Quadro 5.1 — Protocolo da revisão sistemática da literatura realizada para identificar as barreiras, FI e estratégias para a adoção de selos de construções verdes

Estratégia de busca	Objetivo	Decisões de pesquisa
1. Definição dos termos de busca	Definir termos que representem o tema de pesquisa e que possibilitem retornar na busca artigos relevantes para a pesquisa.	Termos: “Green”; “sustainab*”; “rating”; “assessment”; “label”; “BREEAM”; “LEED”; “selo casa azul caixa”; “barriers”; “drive”; “oportunit*”; “benefit”; etc
2. Seleção das bases de dados	Selecionar bases de dados que retornem a maior quantidade de trabalhos relevantes sobre o tema estudado; definir filtros.	Bases: “Engineering village”; “science direct”; “scopus”; “web of Science” e “scielo”. Filtros: artigos de revista e conferências revisados por pares, na área de engenharia*, em inglês, português ou espanhol.
3. Formulação da linguagem de busca	Formular uma linguagem que represente os termos de busca da melhor forma possível e que possibilite ser replicado nas diversas bases de dados de maneira semelhante.	Linguagem de busca: (Green OR Sustainab) AND (rating OR assessment) AND (barriers OR "key factor" OR drive OR oportunit OR benefit)
4. Critérios de seleção dos artigos	Definir critérios de seleção e exclusão dos artigos retomados das bases de dados. Possibilitar triagem eficiente e eficaz dos artigos relevantes para a avaliação.	Critérios: artigos repetidos, aderência do título, do resumo e do artigo como um todo as questões de pesquisa secundárias, isto é, artigos que identifiquem barreiras, fatores impulsionadores e/ou estratégia para a adoção de SCV.
5. Amostragem em “bola de neve”	Identificar trabalhos relevantes para a pesquisa e que não foram encontrados pelas bases de pesquisa e linguagem de busca utilizados.	Amostragem: busca por outros artigos relevantes partir das referências dos artigos selecionados para análise.

Notas: *filtro aplicado apenas em bases que retornavam grande número de trabalhos claramente desconexos do tema pesquisado

Fonte: adaptado de Almeida e Picchi (2018)

Como resultado foram encontrados 360 artigos aderentes ao tema, todos publicados em periódicos ou congressos internacionais revisados por pares. Destes, 206 (57%) foram rejeitados por não cumprirem os critérios de seleção, 125 (35%) eram duplicados e 29 (8%) foram selecionados para a fase de extração, isto é, foram utilizados para a identificação de barreiras, FI e estratégias.

Ainda, conforme pode-se visualizar na Tabela 5.1, por meio da amostragem em “bola de neve” foi possível selecionar mais 19 trabalhos, totalizando 48 trabalhos selecionados para a etapa de extração das barreiras, FI e estratégias para a adoção de SCV.

Tabela 5.1 — Número de artigos selecionados e rejeitados na revisão sistemática de literatura

	Artigos Selecionados		Artigos Rejeitados	
	Aceitos	“Bola de neve”	Duplicados	Rejeitados
	29	19	125	206
Total	48		331	

Fonte: o autor

Uma descrição detalhada das barreiras, FI e estratégias obtidos com a revisão de literatura pode ser visualizada no capítulo 3 desta pesquisa, pois foi utilizada na revisão sobre o tema da pesquisa.

Concluída a revisão sistemática de literatura, mas ainda na fase 2 da pesquisa, seguiu-se a elaboração do instrumento de coleta de dados da pesquisa, o questionário, a ser apresentada no sub-tópico a seguir.

5.3.2 Elaboração do questionário de pesquisa

Concluído a identificação das barreiras, FI e estratégias para a adoção de SCV, seguiu-se a elaboração do instrumento para a coleta de dados.

Mas ainda, foi necessário definir qual instrumento a se adotar. Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015) as técnicas de coleta de dados são fundamentais para garantir a operacionalidade das demais etapas do método de pesquisa, e afirma que para a sua escolha deve-se ponderar acerca: (1) dos dados a que se está buscando; (2) quem poderá disponibilizá-los; e (3) como e quando serão encontrados.

Refletindo sobre estas questões, no tocante a esta tese pôde-se concluir: (1) a partir dos resultados da RSL buscava-se mensurar as barreiras, FI e estratégias para fomentar a adoção de SCV no Brasil; (2) estes dados seriam obtidos por meio da coleta da opinião de profissionais experientes com construções verdes (ABIDIN, 2010; LOSTARNAU et al., 2011; WONG; ABE, 2014; BERAWI et al., 2019); (3) a pesquisa deveria ser realizada na modalidade online em função das medidas de isolamento impostas pela pandemia de Covid19.

Com isso, tornou-se evidente que o questionário seria o instrumento de coleta de dados mais adequado para se atender as três necessidades desta pesquisa. Pois (1)(2) o questionário representa um meio eficaz para se obter dados quantitativos (SARIS; GALLHOFER, 2014; PEREIRA et al., 2018) das opiniões dos respondentes (VIEIRA, 2009; FELLOWS; LIU, 2015) e podem dar indícios acerca de seu comportamento (BRADBURN; SUDMAN; WANSINK, 2005), permitindo inclusive operar por meio de métodos estatísticos para produzir informações válidas sobre populações inteiras (SARIS; GALLHOFER, 2014; FELLOWS; LIU, 2015). Além do que, (3) podem adotar a abordagem de *Web Survey* (SARIS; GALLHOFER, 2014) e assim permitir a sua aplicação em meio online.

Corroborando com esta ideia, diversos estudos demonstraram a validade do questionário para a coleta de dados em pesquisas que formulam modelos para a fomento a adoção de SCV (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; AKTAS; OZORHON, 2015; SHARIF; KAMARUZZAMAN; PITT, 2017; SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019). Não obstante, o questionário foi o método mais utilizado nos artigos selecionados na revisão sistemática de literatura (RSL) para a identificação das barreiras, FI e/ou estratégias para a adoção de SCV, sendo adotado em 48% dos casos (Tabela 5.2). Justificando assim a adoção do questionário enquanto método para coleta de dados nesta pesquisa.

Tabela 5.2 — Métodos para coleta de dados utilizados pelos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura

Fontes de dados adotados	Artigos selecionados na RSL	
	Nº.	%
Questionário	23	48%
Entrevistas	9	19%
Mistos	8	17%
Documental	7	15%
Teoria dos jogos	1	2%
TOTAL	48	100%

Fonte: o autor

Definido o questionário como instrumento para coleta de dados, partiu-se para a sua elaboração. Segundo Bradburn, Sudman e Wansink (2005) a formatação do questionário merece atenção especial, pois ela determina a qualidade e o quão fácil será para responder e processar os dados resultantes. Neste sentido, o primeiro passo adotado foi a definição das características funcionais do questionário que seria desenvolvido, esta etapa foi desenvolvida utilizando como base diversos autores de livros que versam sobre o assunto (BRADBURN;

SUDMAN; WANSINK, 2005; VIEIRA, 2009; DÖRNYEI; TAGUCHI, 2010; DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015).

Como resultado, o Quadro 5.2 apresenta as características funcionais do questionário desenvolvido e as justificativas para sua adoção.

Quadro 5.2 — Características funcionais do questionário elaborado pela pesquisa

Característica funcional	Questionário elaborado	Justificativa
Quanto ao tipo de dados desejados	Quantitativos	Pois permitem inferir conclusões acerca de uma população por meio do tratamento estatístico de uma amostra
Forma de aplicação	<i>Web Survey</i> de auto aplicação	Reduz custos e permite entrevistar indivíduos de diversas localidades de todo o território nacional mesmo considerando as condições de isolamento impostas pela pandemia mundial de Covid19
Tipo das questões	Questões fechadas e escalonadas	Torna o questionário mais objetivo e facilita o tratamento estatístico
Tipo de escala	Escala de Likert de 5 pontos	Já foi bem usada em trabalhos similares a esta pesquisa (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; ISSA; RANKIN; CHRISTIAN, 2010; SHI et al., 2013; DARKO, 2018)

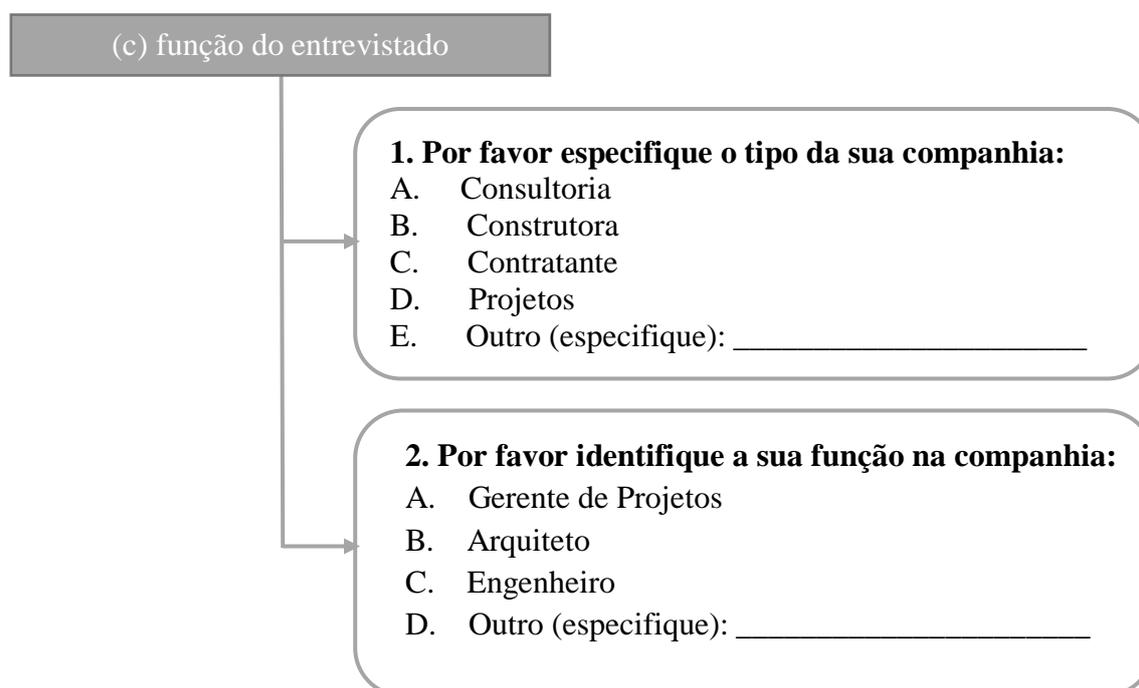
Fonte: o autor

Definidas as características funcionais do questionário, o próximo passo foi a construção das perguntas e estruturação das seções, para isso baseou-se em estudos similares a esta pesquisa (ABIDIN, 2010; HWANG et al., 2017; DARKO, 2018; BERAWI et al., 2019) e seguiu-se um passo a passo de construção de questionários adaptado de Dörnyei e Taguchi (2010):

1. Decidiu-se sobre as informações as quais desejava-se coletar, são elas: (a) SCV com que o entrevistado já trabalhou; (b) e-mail do entrevistado para identificação; (c) função do entrevistado; (d) experiência do entrevistado; (e) nível de consciência sobre SCV do entrevistado; (f) nível de interesse sobre SCV do entrevistado; (g) nível de criticidade das barreiras a SCV percebida pelo entrevistado; (h) nível de importância dos FI a SCV percebida pelo entrevistado; (i) nível de importância das estratégias a SCV percebida pelo entrevistado; (j) sugestões de barreiras, FI ou estratégias até então omissas.

2. Formulação das perguntas: para as perguntas principais, referentes as barreiras (g) FI (h) e estratégias (i), visando acelerar o processo de resposta em detrimento do grande número de itens para cada informação, cada informação foi dividida em grupos de questões com proximidade de informação, como por exemplo, as estratégias foram divididas em “estratégias de governo” e “estratégias de mercado”, cada uma com 7 questões, já em relação ao formato, foi adotado o modelo de bateria de itens de múltipla-escolha em escala de 5 pontos, de maneira similar ao adotado por Hwang *et al.* (2017) e Darko (2018); para as demais questões, as informações (a) e (b) foram respondidas através de questões de preenchimento simples; já as informações (c)(d)(e)(f)(j) adotaram um modelo simples de múltipla-escolha. Ademais, algumas informações exigiram mais de uma pergunta para ser respondidas, como foi o caso das informações (c)(d)(e)(f), conforme o exemplo da Figura 5.2.

Figura 5.2 — Exemplo de informação que exigiu mais de uma pergunta para ser respondida



Fonte: o autor

3. Elaborando instruções: instruções ajudam o entrevistado a entender os objetivos da pesquisa e proporcionar melhores respostas, podendo ser gerais, informando a respeito dos pesquisadores, objetivos da pesquisa, informações do questionários, instruções de preenchimento e termos de confidencialidade (DÖRNYEI; TAGUCHI, 2010); ou específicos para perguntas, neste caso

colocados logo antes da pergunta com a finalidade de instruir seu preenchimento (BRADBURN; SUDMAN; WANSINK, 2005). Nesta pesquisa, de maneira a orientar o seu preenchimento foram elaboradas instruções gerais no início do documento, e instruções específicas para as perguntas principais, ou seja, as questões (g)(h)(i), em virtude de sua complexidade.

4. Agrupando e organizando questões: organizou-se o questionário em 5 seções: (1) Apresentação, contendo as instruções gerais e as questões (a) e (b); (2) Informações a respeito do entrevistado, contendo as questões (c), (d), (e) e (f); (3) Barreiras para promover a adoção de selos de construções verdes, contendo as questões (g) e (j); (4) FI para promover a adoção de selos de construções verdes, contendo as questões (h) e (j); e, (5) Estratégias para promover a adoção de selos de construções verdes, contendo as questões (i) e (j).
5. Melhorando o formato: por fim foi definido o site em que o questionário seria hospedado, sendo escolhido a plataforma *Survey Monkey* (<https://www.surveymonkey.com/>) por disponibilizar um grande número de configurações e facilitar o retorno das respostas; uma vez elaborado o questionário na plataforma, foram feitas melhorias visando agregar estética ao questionário e torna-lo mais apreciável para o entrevistado, como a inserção de logo, cabeçalho, agradecimentos, imagens, otimização do design das questões e das seções, além da adoção de configurações de apoio ao processo de preenchimento, como regras de preenchimento condicionado e avisos de erros quando o entrevistado deixar de preencher alguma questão.

Ademais, assim como todas as pesquisas cujos dados são obtidos a partir de pessoas, o questionário foi submetido para apreciação do comitê de ética em pesquisa em seres humanos da Universidade Federal do Pará, aprovado e registrado sob o número 40104020.9.0000.0018. Para maiores detalhes uma versão completa do questionário encontra-se no apêndice A.

5.3.3 Validação do questionário de pesquisa

A validação do questionário pode ser entendida como o processo em que o questionário em sua primeira versão é aplicado visando identificar erros da formatação ou das questões, como a falta de clareza, dificuldade ou até mesmo a impossibilidade do entrevistado

em entender e/ou dar respostas válidas que satisfaçam os objetivos da pesquisa (BRADBURN; SUDMAN; WANSINK, 2005). Esta validação também é conhecida como pré-teste do questionário e deve ocorrer em tantas rodadas quanto for possível, de preferência com pessoas que representem a população estudada (DÖRNYEI; TAGUCHI, 2010) e na modalidade a que se pretende entrevistar, por exemplo, questionários para entrevistas estruturadas devem preferencialmente ser pré-testados por meio de entrevistas estruturadas (VIEIRA, 2009). Segundo Saris e Gallhofer (2014) existem vários métodos válidos para a realização de pré-testes em questionários, e inclusive, existem vários testes estatísticos que podem realizar esta função, entretanto, o mais antigo e mais usado ainda é com certeza o pré-teste aplicado com entrevistados. Não obstante, o pré-teste em rodadas sucessivas de aplicação e entrevistas foram repetidas vezes adotado em pesquisas que avaliam a adoção de SCV (MASON; MARKER; MIRSKY, 2011; YAU, 2012; LI et al., 2014; HWANG et al., 2017; SHEN et al., 2018).

Com isso, visando aprimorar a qualidade do questionário desenvolvido e evitar a falta de clareza das questões, esta pesquisa realizou a validação do questionário por meio da aplicação seguida de entrevista em quatro ciclos consecutivos que concluíam apenas quando o entrevistado considerava não haver incorreções ou melhoras a fazer. Em cada ciclo eram entrevistados indivíduos representativos de um grupo diferente de respondentes: no primeiro ciclo o autor da pesquisa aplicou o pré-teste com o orientador, com a finalidade de aferir se o questionário atendia aos objetivos da pesquisa; o segundo ciclo foi aplicada com um técnico de informática, visando testar ambiguidades das questões, estética e erros de configuração da plataforma online; o terceiro ciclo foi aplicado com um engenheiro sênior com mais de 40 anos de experiência em construção e 10 anos de experiência com construções verdes, visando testar a qualidade das questões em atender aos objetivos da pesquisa; e, no quarto e último ciclo do pré-teste, visando novamente testar a qualidade das perguntas e melhorar o questionário como um todo, foi aplicado com uma engenheira coordenadora de um grande escritório de consultoria em certificação de construções verdes no Brasil.

Ao fim de cada etapa, alterações foram realizadas tanto na estrutura das seções e na aparência do questionário quanto nas próprias perguntas, eliminando a falta de clareza de algumas questões, facilitando o entendimento e, inclusive, incluindo, combinando e excluindo algumas questões e itens, como por exemplo a inclusão da estratégia “Capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais sustentáveis dos projetos”.

5.4 Fase 3: Coleta de dados

Esta fase se caracterizou pela aplicação do questionário e análise dos dados obtidos.

5.4.1 Pesquisa *survey*

Nesta fase foi realizada a aplicação do questionário com o objetivo de mensurar as barreiras, FI e estratégias para a adoção de selos de construções verdes no Brasil.

A população do estudo foi definida como sendo qualquer profissional da indústria de construção civil que tenha trabalhado com construções verdes, tanto no desenvolvimento do projeto, com consultoria ou mesmo no meio científico. De maneira a ajudar a aumentar o número de respondentes, esta pesquisa adotou a técnica amostral de “bola de neve”, em que, em função da impossibilidade de localizar ou mensurar uma população, a pesquisa foi realizada com pequenos grupos representativos desta população, e a cada aplicação o entrevistado sugeria um novo entrevistado, até que lentamente fosse obtido uma amostra suficiente (FELLOWS; LIU, 2015).

Dada a dificuldade de ter acesso a população de estudo, esta etapa contou com bastante esforço e a colaboração de diversos profissionais. A abordagem consistia na apresentação do pesquisador e da pesquisa e no convite a responder ao questionário por meio do link do questionário. Ao final, foram enviados: 368 convites na rede social de negócios “Linkdin” para consultores credenciais em SCV e construtores que potencialmente trabalharam com construções verdes no Brasil; 89 *e-mails* para professores e pesquisadores de pós-graduação que estudaram sobre SCV e tiveram suas teses e dissertações publicadas pela Capes; 112 *e-mails* para secretarias de infraestrutura e meio ambiente das 27 unidades federativas do Brasil; 49 *e-mails* para os sindicatos da indústria de construção das 27 unidades federativas do Brasil; e, 31 contatos diretos por mensagens ou telefonemas para conhecidos. Além destes contatos, foram enviados *e-mails* para as instituições responsáveis pelas principais SCV no país, são eles, o LEED, o AQUA, o Selo Casa Azul e o Procel.

No total, foram obtidas 78 respostas, número este considerado satisfatório segundo as técnicas adotadas para construção do modelo (MEI e MEE) e segundo a maioria das pesquisas similares que, inclusive, obtiveram números de respostas inferiores a 60 (ZUO et al., 2012; LI et al., 2014; YANG; YANG, 2015; SHI et al., 2016; DARKO, 2018; MORRIS et al., 2018; SHEN et al., 2018; SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019).

5.4.2 Análise de dados

A análise de dados é uma etapa do processo de pesquisa em que o cientista procura dar sentido a um conjunto de informações levantadas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015). Nesta pesquisa, a análise dos dados foi realizada com o intuito de testar os dados obtidos pela pesquisa *survey* quanto a sua normalidade.

A normalidade dos dados é uma condição para a realização de vários testes estatísticos (FELLOWS; LIU, 2015; PIEGORSCH, 2015) e o teste de Shapiro-Wilk é um dos mais conhecidos para testar esta normalidade (DARKO, 2018) e portanto foi o teste utilizado nesta pesquisa. Quanto à normalidade dos dados, os dados obtidos apresentam uma distribuição não normal, assim como em outros estudos cuja amostra era pequena (SHAN et al., 2017; DARKO, 2018; HWANG; SHAN; LOOI, 2018).

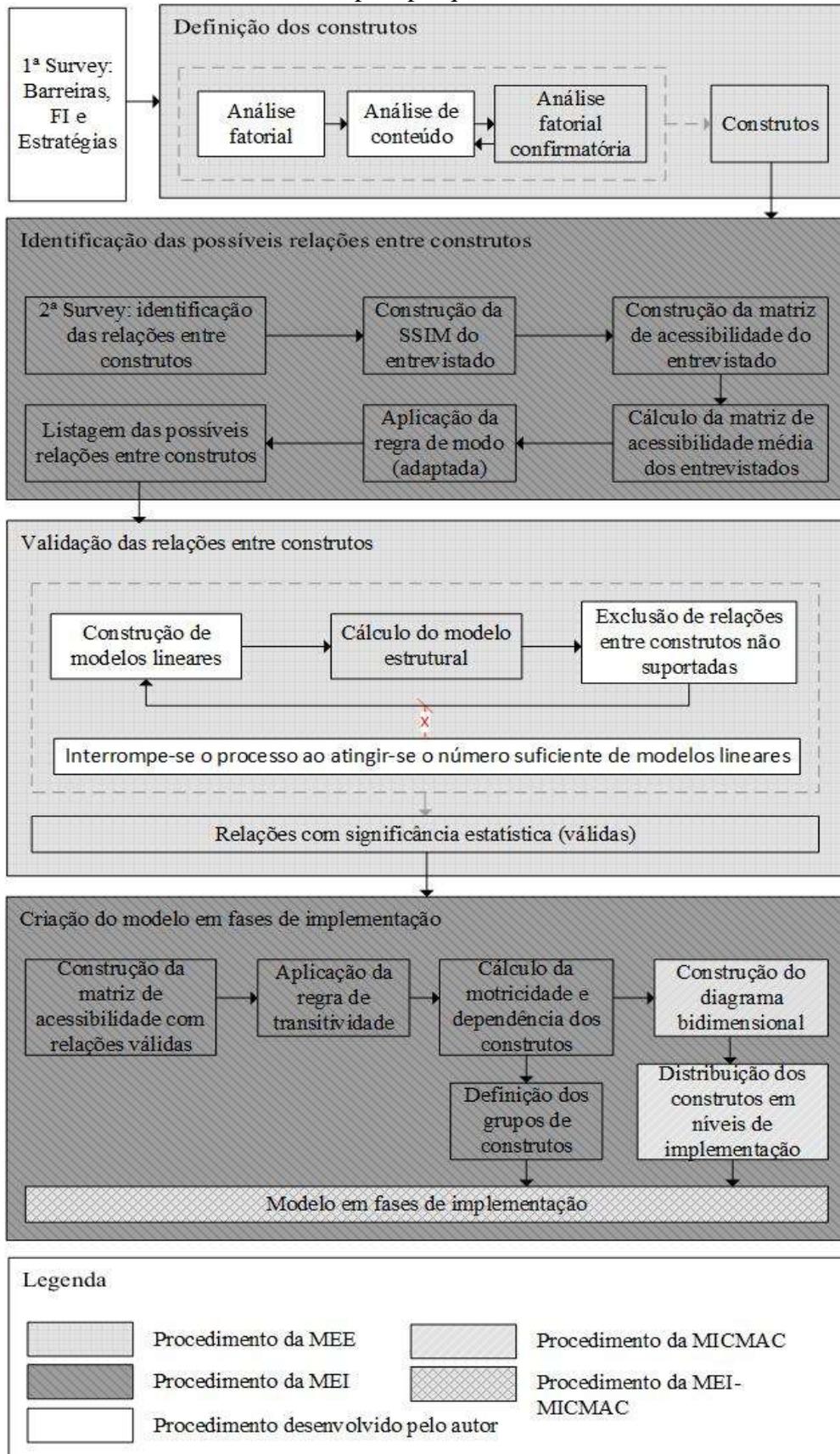
A não normalidade dos dados obtidos implicou na decisão de adotar a técnica de modelagem de equações estruturantes (MEE), especificamente o método dos mínimos quadrados parciais com a finalidade de testar estatisticamente o modelo MEI desenvolvido na fase 4 a seguir.

5.5 Fase 4: Desenvolvimento do modelo

A fase quatro desta metodologia se caracteriza pela criação do modelo usando a técnica de Modelagem Estrutural Interpretativa Validada (MEIV). O MEIV é uma técnica de modelagem desenvolvida por esta pesquisa, baseada nas técnicas de MEI, MEE e MICMAC. Neste tópico é apresentado o conjunto de procedimentos que compõem o MEIV da forma com que ele foi concebido, isto é, são apresentados os procedimentos referenciando as suas técnicas originais. Neste sentido, a construção do modelo adotando o MEIV se desenvolveu em quatro etapas, são elas: (1^a) Definição dos construtos; (2^a) Identificação das relações entre construtos; (3^a) Validação das relações entre construtos; (4^a) Criação do modelo em fases de implementação.

De modo a facilitar o entendimento, a Figura 5.3 apresenta o fluxograma completo da criação do modelo utilizando a técnica MEIV. Nela vê-se que a primeira *survey* (para identificação das barreiras, FI e estratégias para a adoção de SCV no Brasil) representam os dados iniciais de entrada do modelo. As quatro fases de criação do modelo são então descritas

Figura 5.3 — Fluxograma de construção do modelo utilizando a técnica MEIV desenvolvida pela pesquisa



Fonte: o autor

em procedimentos gerais. Ao longo do seu desenrolar, uma nova *survey* é executada visando identificar as possíveis relações entre construtos. Ademais, a Figura 5.3 destaca as técnicas de modelagem empregadas em cada etapa e as adaptações elaboradas pelo autor e embasadas na literatura que foram realizadas visando a melhor qualidade do modelo final (representação mais fiel e simplificada possível do fenômeno estudado, isto é, da adoção de SCV no Brasil (VELTEN, 2009)).

Para maiores detalhes, os tópicos a seguir apresentam como cada uma destas etapas foram realizadas.

5.5.1 Definição dos construtos

Esta foi a primeira etapa a ser desenvolvida para a criação do modelo. A definição de construtos foi adotada visando compatibilizar as técnicas de MEI e MEE. Isto ocorre, pois, a MEE exige a definição do que chama de construtos, isto é, variáveis latentes que não são medidas diretamente, mas que agregam indicadores ou variáveis manifestas, as quais são apropriadamente medidas e contêm os dados da pesquisa (para maiores detalhes vide o tópico 4.5.1 sobre a estrutura básica da MEE).

Neste sentido, os construtos são a estrutura básica de modelos MEE e os fatores são os indicadores que contêm os dados obtidos pela aplicação da 1ª *survey* (tópico 5.4.1). Para a criação dos construtos, foi desenvolvido um rigoroso procedimento.

Primeiramente, foi realizada uma análise fatorial de componentes principais com a finalidade de agrupar os indicadores em um número menor de componentes, isto é, em construtos. Esta etapa seguiu o procedimento de Ping *et al.* (2018). No entanto, pode ser desafiador interpretar alguns dos componentes obtidos com a análise fatorial (FÁVERO *et al.*, 2009) e, no caso desta pesquisa, alguns componentes além de formarem construtos com indicadores aleatórios, não atenderam aos critérios da análise fatorial confirmatória exigidos pela MEE (HAIR *et al.*, 2014).

Visando corrigir esta aleatoriedade, alguns construtos foram modificados e outros foram criados com base em uma análise de conteúdo (CAMPOS, 2004; ERLINGSSON; BRYSIEWICZ, 2017).

Por fim, foi executada a análise fatorial confirmatória. A análise fatorial confirmatória é uma etapa crítica da MEE (XIONG; SKITMORE; XIA, 2015) e foi realizada

com a finalidade de confirmar se os construtos atendem aos critérios da MEE. Para isso, os construtos e os seus indicadores são verificados quanto à adequação de algumas regras. O Quadro 5.3 apresenta as regras para a análise fatorial confirmatória. Nesta pesquisa, o procedimento adotado era de verificar a adequação a estas regras e, em caso negativo eram realizadas novas alterações nos construtos com base em uma análise de conteúdo, seguida de uma nova análise fatorial confirmatória até que fosse obtido um conjunto de construtos coerente com o objetivo da pesquisa.

Quadro 5.3 — Regras para a análise fatorial confirmatória

	Regra	Diretriz
Construto	Consistência interna	A confiabilidade composta do construto deve ser maior que 0,708
	Validade convergente	A média da variância extraída (MVE) do construto deve ser superior a 0,5
	Validade discriminante	
		O carregamento externo do indicador com o seu construto deve ser maior que o carregamento externo com todos os outros construtos
Indicador	Confiabilidade do indicador	O carregamento externo do indicador deve ser maior que 0,708. Indicadores com carregamentos externos entre 0,4 e 0,7 podem ser considerados para exclusão somente se isso resultar no aumento da MVE do construto acima de 0,5

Fonte: adaptado de Hair *et al.* (2014, p. 107)

5.5.2 Identificação das possíveis relações entre construtos

Definidos os construtos na etapa anterior, esta etapa tem por finalidade identificar as possíveis relações entre eles. As relações identificadas nesta etapa são possíveis, mas não certas, e apenas serão verdadeiras caso sejam validadas na etapa seguinte no tópico 5.5.3.

Para identificar as relações possíveis entre construtos foi adotada a MEI. Conceitualmente a técnica MEI foi desenvolvida para se lidar com problemas relacionados a sistemas complexos, e, estrutura um modelo baseado no julgamento de indivíduos ou grupo de indivíduos sobre as variáveis do problema (JANES, 1988; CHANDER; JAIN; SHANKAR, 2013). Na sua concepção, a técnica envolve ao menos oito etapas, incluindo a identificação e categorização das variáveis do problema, identificação de suas inter-relações e desenho do modelo (RAVI; SHANKAR, 2005).

Entretanto, para esta pesquisa algumas alterações fazem-se necessárias, pois a adoção da pesquisa *survey* significa que as variáveis envolvidas na criação do modelo já são conhecidas, portanto, não se faz necessário realizar as etapas relacionadas a sua identificação e categorização. Além disso, a abordagem integrada à técnica MICMAC reformula as etapas finais originais de estruturação do modelo.

Por conta destas considerações, para a criação do modelo MEI segundo a abordagem adotada por esta pesquisa será considerada a técnica constituída de quatro etapas adotada por Yang e Yang (2015) e Shen *et al.* (SHEN *et al.*, 2016).

Primeiramente deve-se identificar as relações contextuais entre as variáveis. Para isso, o entrevistado deve identificar a relação existente entre cada dois construtos (i e j). O Quadro 5.4 apresenta os símbolos a serem usados para estabelecer a relação entre os construtos.

Quadro 5.4 — Símbolos utilizados para formular a SSIM

Símbolo	Relação
V	Para a relação direta no sentido do construto i para o j
A	Para a relação direta no sentido do construto j para o i
X	Para relações diretas conjuntas de i para j e j para i (relação cruzada)
0 (zero)	Se a relação entre os construtos não parecer válida

Fonte: adaptado de Sushil (2012, p. 89)

A matriz de auto interação estrutural (SSIM) é então construída conforme o exemplo da Tabela 5.3. Nele, o i é representado pelo construto da coluna e j é representado pelo construto da linha. Para o seu preenchimento, o entrevistado deve preencher cada campo de interação entre pares de construtos com um símbolo dentre os listados no Quadro 5.4. O questionário completo para identificação das possíveis relações entre os indicadores está disponível no apêndice B.

Para facilitar o entendimento, a Tabela 5.3 foi preenchida aleatoriamente para exemplificar a criação de uma SSIM de seis construtos. Na tabela pode-se entender que o construto 1 tem uma relação direta no sentido do construto 6, simbolizada pelo “V” em vermelho. O “A” por outro lado, representa uma relação no sentido contrário, como a relação direta do construto 4 no sentido do 3 (exemplificada pelo “A” em azul). O “0” representa a inexistência de uma relação e o “X” em verde representa que existe uma relação cruzada entre os construtos 3 e 5, ou seja, tanto existe relação direta do construto 3 no sentido do 5 quanto existe relação direta do construto 5 no sentido do 3.

Tabela 5.3 — Exemplo de SSIM

Nº	<i>i</i>	<i>j</i>					
		6	5	4	3	2	1
1	Construto 1	V	0	0	0	0	0
2	Construto 2	0	0	0	V	0	0
3	Construto 3	V	X	A	0	0	0
4	Construto 4	0	0	0	0	0	0
5	Construto 5	A	0	0	0	0	0
6	Construto 6	0	0	0	0	0	0

Fonte: o autor

A seguir, a SSIM deve ser transformada em uma matriz binária, denominada matriz de acessibilidade, pela substituição das simbologias V, A, X e 0 por 1 e 0 (zero) apropriadamente. O número 1 significa uma relação direta, enquanto o zero significa a ausência de uma relação direta. As regras para substituição dos símbolos pelos números binários (0 e 1) são detalhadas na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 — Regras para substituição dos construtos da SSIM

Símbolo	Valor a substituir na matriz de acessibilidade	
	(i, j)	(j, i)
V	1	0
A	0	1
X	1	1
0 (zero)	0	0

Fonte: adaptado de Sushil (2012, p. 89)

Seguindo esta regra constrói-se a matriz de acessibilidade inicial exemplificada na Tabela 5.5, elaborada a partir do exemplo da SSIM da Tabela 5.3. Para construir a tabela de acessibilidade, além de seguir a regra da substituição, deve-se atribuir o valor 1 na ligação do construto com ele mesmo (n, n).

Tabela 5.5 — Exemplo de matriz de acessibilidade inicial

Nº	<i>i</i>	<i>j</i>					
		6	5	4	3	2	1
1	Construto 1	1	0	0	0	0	1*
2	Construto 2	0	0	0	1	1*	0
3	Construto 3	1	1	0	1*	0	0
4	Construto 4	0	0	1*	1	0	0
5	Construto 5	0	1*	0	1	0	0
6	Construto 6	1*	1	0	0	0	0

Nota: *valores atribuídos por relação do construto com ele mesmo

Fonte: o autor

A matriz de acessibilidade inicial é um importante instrumento do MEI, pois quantifica as relações existentes entre os elementos do modelo. No entanto, sua construção é

uma das maiores dificuldades na elaboração do modelo MEI. Afinal, pode ser difícil ter consenso na definição das relações entre os construtos da SSIM quando há mais de um entrevistado, isto é, quando o processo de modelagem MEI for desenvolvido aplicado a um grupo de entrevistados. Nestes casos, cabe ao facilitador adotar aquela cujo maior número de respondentes concordam como adequada (SHEN et al., 2016; KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2018). Para isso, a regra de modo pode ser adotada.

Para adotar a regra de modo deve-se construir uma matriz de acessibilidade para cada respondente, já a matriz de acessibilidade do modelo será construída pela média das matrizes dos respondentes. Conforme a regra, caso a média aritmética de uma relação entre construtos for maior que 0,5, isto é, mais da metade dos entrevistados concordam que há relação entre as variáveis, é atribuído o valor 1 (um) a relação, caso contrário, atribui-se o valor 0 (zero), quando não há consenso da maioria dos entrevistados sobre a relação (YANG et al., 2008; PETRUDI; TAVANA; ABDI, 2020). Este método pode ser de grande ajuda não apenas quando não há consenso entre os entrevistados, mas também quando são realizadas entrevistas individuais.

Ademais, nesta pesquisa foi necessário realizar uma modificação à regra de modo, em que, além de se adotar como possíveis as relações cuja média aritmética apresentam valores maiores que 0,5, também adotou como possíveis aquelas iguais a 0,5 e que eram consideradas coerentes segundo o facilitador da pesquisa. Este procedimento se justificou pelo baixo número de relações que seriam observadas caso esta adaptação da regra de modo não fosse adotada, o que resultaria em modelos “pobres”, com poucas relações entre os construtos.

No entanto, é necessário destacar que uma relação com valor de 0,5 significa a concordância de metade dos entrevistados. Isto implica que a relação é possível, mas não é provável, neste sentido, recomenda-se adotar esta adaptação à regra de modo apenas em pesquisas que repliquem na íntegra à abordagem MEI-MEE adotada por esta pesquisa. Pois esta adaptação só foi adotada em virtude de se considerar que a adoção do MEE é suficiente para identificar a correta adoção das relações observadas, conforme é apresentado no tópico a seguir.

5.5.3 Validação das relações entre construtos

Segundo Hair *et al.* (2014) o método dos mínimos quadrados parciais do MEE é uma poderosa ferramenta estatística capaz de testar relações hipotéticas de modelos complexos. Não obstante, esta técnica do MEE já foi empregada para a validação de modelos MEI lineares (PETRUDI; TAVANA; ABDI, 2020; ULLAH; NARAIN, 2020). No entanto, não há relatos quanto sua aplicação para validação de modelos MEI não lineares, isto é, modelos que contenham relações cruzadas e/ou circulares.

Neste tópico será apresentado o método desenvolvido para realizar a validação de modelos MEI não lineares.

Basicamente, o método desenvolvido consiste na formulação e teste de variações lineares de modelos não lineares, quer dizer, são construídos modelos lineares visando explorar ao máximo as possíveis relações entre os construtos. Estes modelos são então calculados pela MEE através do software “*SmartPLS 3 professional*”. Após o cálculo, relações não suportadas são excluídas, um novo modelo linear é construído, testado e caso ocorram, outras relações não suportadas são excluídas. Este procedimento é então repetido até que cada possível relação tenha sido testada um número suficiente de vezes.

No desenvolvimento deste método, dezenas de regras foram testadas e centenas de modelos foram calculados, resultando na formulação das seguintes regras:

1. Os modelos lineares desenvolvidos devem apresentar o maior número de relações possíveis a cada variação;
2. Relações possíveis não suportadas devem ser excluídas. Manter estas relações apenas enfraquecem o modelo e resultam na rejeição de relações que de outra forma seriam suportadas. Além do que, em todas as situações estudadas, relações possíveis não suportadas em uma variação tornam a ser rejeitadas. (esta pesquisa adotou como critério de corte relações significativas até 10% dos casos, isto é, relações cujo *t-value* eram maiores que 1,65 (HAIR *et al.*, 2014))
3. Um bom teste de uma relação possível é aquele em que em um mesmo modelo linear são testadas todas as relações existentes entre os construtos que a precedem. Isto ocorre, pois, o MEE calcula tanto a influência direta de uma relação quanto a indireta em todas as relações seguintes. Neste sentido, caso

possível, cabe testar ao menos uma vez cada relação na presença do máximo de relações possíveis que a precedem (com exceção das relações não suportadas).

4. Caso possível, devem ser desenvolvidos tantos modelos lineares quanto as possíveis relações a serem testadas permitam, caso contrário, e não haver um limite claro do número máximo de modelos lineares a ser testado, deve-se testar um número suficiente de modelos lineares (conforme a regra 5 a seguir);
5. Um número suficiente de modelos lineares desenvolvidos é aquele em que cada relação é testada um número de vezes igual ao número de construtos. Por exemplo, se um modelo tem seis construtos, deve-se testar cada relação possível ao menos seis vezes. Segundo observou-se, continuar a desenvolver variações de modelos lineares a partir deste ponto resulta na exclusão de relações que fazem sentido e em modelos finais incoerentes.

Com este método obtém-se relações fortes, suportadas nos mais variados modelos lineares possíveis, levando em consideração tanto influências diretas quanto indiretas. Modelos construídos baseados em relações validadas com esta técnica apresentam um número de relações satisfatório e um alto poder de explicação sobre a realidade a que se pretende estudar.

Na etapa a seguir é apresentado como construir estes modelos a partir das relações validadas nesta etapa.

5.5.4 Criação do modelo em fases de implementação

Para concluir a criação do modelo, deve-se retomar a MEI com a finalização da matriz de acessibilidade. Para finalizar a construção da matriz de acessibilidade deve-se atribuir o valor “1” as relações validadas na etapa anterior e aplicar a regra da transitividade. A regra da transitividade visa identificar relações indiretas entre os construtos. Segundo ela, em uma relação entre os parâmetros A, B e C; se A tem relação direta com B e B tem relação direta com C, conseqüentemente A tem relação indireta com C (CHANDER; JAIN; SHANKAR, 2013; KUMAR; SHARMA, 2018). Neste sentido, a matriz de acessibilidade precisa ser checada, atribuindo-se o valor “1” as relações indiretas entre construtos.

Na Tabela 5.6 é continuado o exemplo da Tabela 5.5, nela o construto 4 tem relação direta no sentido do construto 3 (representado pelo “A” em (3, 4)), já o construto 3 tem relações diretas nos sentidos dos construtos 3 e 5, portanto, existe ligação transitiva do

construto 4 com os construtos 5 e 6. Com isso, foi preciso corrigir a matriz de acessibilidade atribuindo-se o valor 1 em (4, 6) e (4, 5) da Tabela 5.6.

Tabela 5.6 — Exemplo de matriz de acessibilidade com relações válidas (final)

Nº	<i>i</i>	<i>j</i>						Motricidade
		6	5	4	3	2	1	
1	Construto 1	1	1**	0	0	0	1*	3
2	Construto 2	1**	1**	0	1	1*	0	4
3	Construto 3	1	1	0	1*	0	0	3
4	Construto 4	1**	1**	1*	1	0	0	4
5	Construto 5	1**	1*	0	1	0	0	3
6	Construto 6	1*	1	0	1**	0	0	3
Dependência		6	6	1	5	1	1	

Nota: *valores atribuídos por relação do construto com ele mesmo

**valores atribuídos por ligações transitivas

Fonte: o autor

Ainda assim, é importante notar que, na modelagem de um problema real, pode haver situações em que as ligações transitivas não representem a realidade do sistema e a relação indireta entre os construtos talvez seja muito fraca para ser considerada representativa, nestes casos pode-se ignorá-las, mantendo a numeração 0 (zero)(YANG; YANG, 2015).

Para finalizar a matriz de acessibilidade, pode-se calcular a motricidade e dependência de cada construto. A motricidade é dada pela soma dos valores de cada linha e representa o número de construtos influenciados por cada construto. Já a dependência é dada pela soma dos valores de cada coluna e representa o número de construtos que influenciam cada construto. Estes dois parâmetros são importantes medidas da força de cada construto e serão usados pela técnica MICMAC.

Baseado nos valores da motricidade e dependência calculados na matriz de acessibilidade, analisa-se a matriz de impacto de multiplicação cruzada aplicada à classificação (MICMAC) para dividir os construtos em diferentes níveis. Este processo ocorre pela definição dos valores de dependência e motricidade de cada construto como as coordenadas x e y respectivamente, e plotagem dos construtos em um diagrama bidimensional de classificação constituído de quatro quadrantes, que caracterizam quatro níveis, são eles (SHEN et al., 2016, p. 224; KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2018, p. 116):

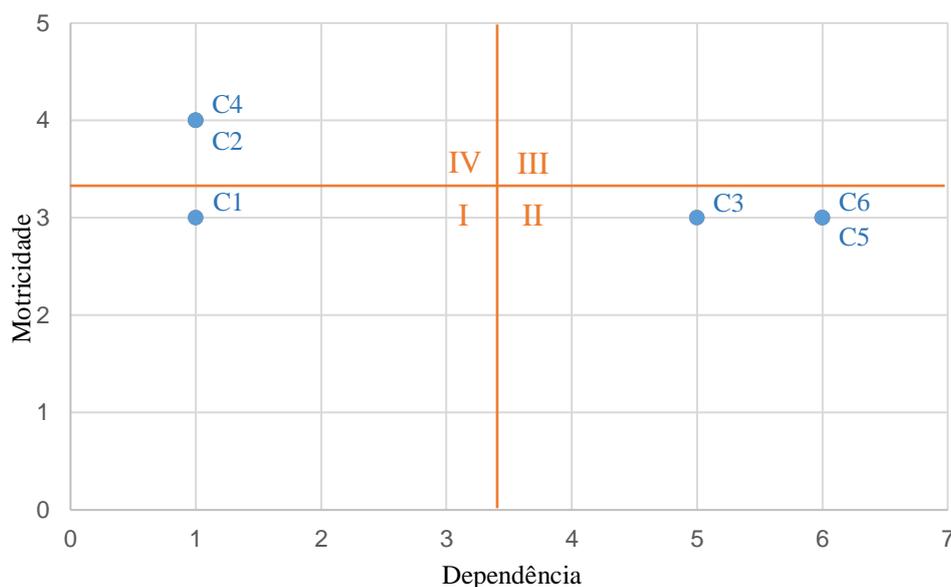
- Nível I – Construtos autônomos: constitui-se dos construtos tanto em relação a motricidade quanto em relação à dependência. Estes construtos são relativamente desconectados do sistema ao qual pertencem, com o qual

possuem poucas relações diretas ou indiretas, portanto, possivelmente não possuem um efeito significativo para o sistema;

- Nível II – Construtos dependentes: constitui-se dos construtos fracos em relação a motricidade, mas fortes em relação a dependência. Estes construtos dependem fortemente de outros construtos e surgem conforme adiciona-se outros construtos com maior motricidade. Portanto, estes construtos são normalmente considerados como não cruciais e aparecem abaixo na estrutura hierárquica do modelo. Entretanto, é importante notar que, justamente por estarem abaixo na estrutura hierárquica, estes construtos podem ser importantes em indicar os atributos das variáveis de saída do modelo;
- Nível III – Construtos de ligação: constitui-se dos construtos fortes tanto em relação a motricidade quanto em relação a dependência. Estes construtos são sensíveis e qualquer modificação que sofram altera o sistema como um todo, tendo efeito sobre todo os outros construtos e, inclusive, sobre eles mesmos. Estes construtos ocupam os níveis intermediários da estrutura hierárquica;
- Nível IV – Construtos condutores: constitui-se dos construtos fortes em relação a motricidade, mas fracos em relação a dependência. Estes construtos têm grande capacidade de influenciar outros construtos significativamente. Portanto, devem ser considerados como prioritários na tomada de decisão acerca do sistema.

Na Figura 5.4 é apresentado o diagrama bidimensional construído plotando os valores de motricidade e dependência do exemplo desenvolvido na Tabela 5.6. Os limites dos quadrantes foi definido pela média da motricidade e dependência dos construtos (VERGARA; CORDEIRO NETTO, 2007). No diagrama desenvolvido pode-se ver o posicionamento dos construtos exemplificados, possibilitando a criação do modelo MEI-MICMAC.

Figura 5.4 — Diagrama bidimensional do exemplo de MEI-MICMAC



Fonte: o autor

Conforme demonstrou Yang e Yang (2015), os construtos da estrutura hierárquica desenvolvida com a técnica MEI podem ser então agrupados em níveis segundo a técnica MICMAC. Para isso, forma-se uma nova estrutura hierárquica, no sentido crescente da numeração dos construtos, isto é, no sentido dos construtos que têm maior influência no sistema estudado. A Figura 5.5 mostra a estrutura hierárquica resultante do exemplo desenvolvido. Nela pode-se ver os construtos em níveis conforme a técnica MICMAC e as relações entre os construtos representada por setas. Nela, vê-se que os construtos 4 e 2 são considerados os construtos condutores da estrutura e, portanto, seriam os primeiros a serem atacados no sentido de solucionar o problema de pesquisa; a seguir, os construtos 3, 5 e 6 representam os construtos dependentes, quer dizer, possuem baixa força de motricidade e alta dependência; e, por fim, o construto 1, classificado como um construto autônomo.

No exemplo da Figura 5.5, nenhum construto foi classificado como de ligação e, portanto, o nível três foi excluído do exemplo. Ademais pode-se visualizar a representação dos grupos definidos pela técnica de MEI que agrupam os construtos pertencentes aos níveis quatro e dois, que nas duas situações apresentam grande similaridade em termo das relações existentes entre eles, conforme a Tabela 5.6.

Figura 5.5 — Exemplo de estrutura hierárquica MEI-MICMAC



Fonte: o autor

Por fim, na Figura 5.5 é possível perceber dois grupos, um formado pelos construtos 4 e 2, e outro formado pelos construtos 3, 5 e 6. A formação de grupos de construtos é uma etapa da técnica MEI em que os construtos são agrupados em uma técnica que expressa a similaridade em termos da motricidade e dependência de cada construto. Isto significa que há boa compatibilidade desta técnica com a de MICMAC e que o resultado são grupos de constructos que podem ser incorporados a modelos híbridos MEI-MICMAC, assim como o modelo desenvolvido nesta pesquisa.

Além de comumente apresentarem valores de motricidade e dependência próximos, os construtos agrupados com esta técnica apresentam a característica de possuir relação cruzada entre si ou de não possuir qualquer relação direta, isto implica que, apesar de localizarem próximos no modelo MEI-MICMAC resultante, não é possível estabelecer uma hierarquização clara entre eles, portanto, cabe agrupá-los para representar as suas similaridades.

Para estabelecer estes grupos, o primeiro passo ocorre pela identificação dos conjuntos de influentes, antecedentes e intersecções (SHEN et al., 2016).

O conjunto de influentes consiste do construto e dos outros construtos com os quais o construto tem relação direta. Em outras palavras, o conjunto de influentes de um construto é formado pelos construtos aos quais foi atribuído o valor 1 na sua linha da matriz de acessibilidade (etapa 2). Por exemplo, o conjunto de influentes do construto 1 da Tabela 5.6 é formado pelos construtos 1 e 6; já o conjunto de influentes do construto 2 é formado pelos construtos 2, 3 e 5.

O conjunto de antecedentes consiste do construto e dos outros construtos que têm ligação direta no sentido do construto. Em outras palavras, o conjunto de antecedentes de um construto é formado pelos construtos aos quais foi atribuído o valor 1 na sua coluna da matriz de acessibilidade. Por exemplo, o conjunto de antecedentes do construto 1 da Tabela 5.6 é formado apenas pelo construto 1; já o conjunto de antecedentes do construto 6 é formado pelos construtos 1, 3, 4 e 6.

O conjunto de intersecções consiste dos construtos comuns tanto do conjunto de acessibilidade quanto do conjunto de antecedentes, isto é, o conjunto de intersecções de um construto é formado por aqueles construtos presentes concomitantemente nos dois outros conjuntos. Por exemplo, o conjunto de intersecção do construto 1 da Tabela 5.6 é formado apenas pelo construto 1; já o conjunto de intersecção do construto 5 é formado pelos construtos 3 e 5.

A definição dos grupos na técnica MEI segue uma metodologia bem simples, constituída dos seguintes passos (CHANDER; JAIN; SHANKAR, 2013; SHEN et al., 2016; KUMAR; SHARMA, 2018): (1) forma-se um nível com os construtos que possuem os mesmos construtos tanto no conjunto de influentes quanto no conjunto de intersecções; (2) exclui-se estes construto de todos os demais conjuntos; (3) repete-se os passos anteriores até que todos os construtos tenham seus grupos definidos.

A Tabela 5.7 apresenta os três conjuntos do exemplo utilizado nas etapas anteriores de criação do modelo. No exemplo, foi definido o primeiro grupo, constituído do construto 3, 5 e 6.

Tabela 5.7 — Divisão do grupo 1 do exemplo de MEI

Construto	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Grupo
C1	C1, C5 e C6	C1	C1	
C2	C2, C3, C5 e C6	C2	C2	
C3	C3, C5 e C6	C2, C3, C4, C5 e C6	C3, C5 e C6	1
C4	C3, C4, C5 e C6	C4	C4	
C5	C3, C5 e C6	C1, C2, C3, C4, C5 e C6	C3, C5 e C6	1
C6	C3, C5 e C6	C1, C2, C3, C4, C5 e C6	C3, C5 e C6	1

Fonte: o autor

Na tabela 5.8 segue-se a formação do grupo 2 do exemplo desenvolvido.

Tabela 5.8 — Divisão do grupo 2 do exemplo de MEI

Construto	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Grupo
C1	C1	C1	C1	2
C2	C2	C2	C2	2
C4	C4	C4	C4	2

Fonte: o autor

Por fim, a Tabela 5.9 resume a divisão em grupos do exemplo desenvolvido. Nela vê-se que o modelo exemplificado possui dois grupos e que, o grupo 2 é composto dos construtos 1, 2 e 4.

Tabela 5.9 — Resumo da divisão em grupos do exemplo de MEI

Grupo	Construtos
1	3, 5 e 6
2	1, 2 e 4

Fonte: o autor

Com isso, concluiu-se o desenvolvimento do modelo. No tópico a seguir é abordada a sua validação.

5.6 Fase 5: Validação do modelo

A validação do modelo é a última etapa de seu desenvolvimento, e é o momento em que se verifica se o modelo criado resolve o problema ou responde a questão do sistema real ao qual o modelo buscou representar (VELTEN, 2009). Na validação, os resultados do modelo são comparados com fatos reais, e o modelo será validado conforme a sua capacidade de prever tais fatos, no entanto, não existe uma medida padrão para definir se o modelo é válido ou não e, portanto, está sujeito a certa subjetividade do pesquisador em definir se o modelo atende ou não aos objetivos a que foi designado (FELLOWS; LIU, 2015).

Segundo Lucko e Rojas (LUCKO; ROJAS, 2010), a validação assume um desafio ainda maior em pesquisas na área de construção, afinal muitos destes estudos investigam ocorrências ligadas à vida real, onde múltiplas variáveis estão envolvidas e muitas delas não podem ser controladas ou previstas. Para Robinson (1997) não é possível provar que um modelo é absolutamente correto, entretanto, é possível validá-lo garantindo confiança

suficiente para que os seus resultados possam ser aceitos, e para isso, a escolha da técnica de validação adequada representa um passo fundamental (HUERTO-CARDENAS et al., 2020).

Neste sentido, visando clarear o processo de validação de modelos alguns trabalhos buscam sugerir procedimentos a serem adotados. Para Robinson (1997) os mais comuns são: *a validação conceitual do modelo*; *a validação dos dados*; *a verificação e validação “White-box”*; e, e validação *“black-box”*. Sargent (1998, 2013) sugerem várias técnicas diferentes e, inclusive recomendam um procedimento para validação. Balci (1994) elabora um trabalho bastante completo, em que teoriza a respeito da verificação e validação de modelos e sugere sete tipos de validação e mais de quarenta técnicas diferentes que podem ser adotadas visando a validação de modelos. Já Lucko e Rojas (2010) se propõe a identificar desafios para a validação de modelos no domínio da pesquisa na indústria da construção e sugere variadas técnicas adotadas em trabalhos desenvolvidos nesta temática.

Se por um lado existem variados procedimentos pelos quais pode-se validar modelos experimentais, por outro lado os trabalhos que discutem o tema são unânimes em afirmar que a validação não é apenas uma atividade a ser executada no final do seu desenvolvimento, mas sim um processo contínuo realizado ao longo de toda a sua criação. Um bom conceito, que resume as principais visões dos autores estudados sobre o processo de validação pode ser extraído de Lucko e Rojas (2010, p. 128), para os autores, a validação é um processo em que os pesquisadores garantem que “estão fazendo a coisa certa”, adotando um conjunto de procedimentos capazes de conferir o nível de confiança suficiente para que o modelo seja aceito pelos desenvolvedores e usuários.

Para Balci (1994) a modelagem é uma arte que envolve certa subjetividade e, portanto, a avaliação da sua credibilidade varia para cada situação. Neste sentido, uma boa abordagem para a sua validação envolve a mensuração de indicadores qualitativos e quantitativos (SARGENT, 2013).

Tendo-se por vista que a adoção da técnica MEI é suficiente para garantir a validade quantitativa da pesquisa, pois testa estatisticamente o modelo quanto aos indicadores, construtos e as relações entre construtos (HAIR et al., 2014). A próxima etapa, executada nesta fase 5 da pesquisa, é a validação por meio de indicadores qualitativos do modelo desenvolvido.

Para isso, será adotada a técnica de validação confrontada. Segundo Balci (1994), nesta técnica, pesquisadores, usuários potenciais do modelo e pessoas com conhecimento sobre o sistema ao qual o modelo visa representar (construções verdes no Brasil), baseados em sua intuição e experiência irão avaliar subjetivamente os resultados obtidos do modelo.

Com esta finalidade, esta pesquisa desenvolveu um questionário para a coleta de dados. Esta abordagem foi ainda utilizada por Ameyaw e Chan (2015), Darko (2018) e Osei-Kyei (2018). O questionário desenvolvido foi constituído das seguintes partes: (1) Apresentação da pesquisa; (2) Instruções; (3) Apresentação dos resultados do modelo (barreiras, FI e estratégias para fomentar a adoção de SCV no Brasil); (4) modelo gráfico desenvolvido com a técnica MEI-MEE-MICMAC; (5) questões de validação, em que o entrevistado atesta se o modelo é válido ou não segundo a sua intuição e experiência.

As questões foram baseadas nos questionários de validação desenvolvidos por outros autores (AMEYAW; CHAN, 2015; DARKO, 2018; OSEI-KYEI, 2018) e nas indicações de Balci (1994, p. 133) para procedimentos de revisão deste tipo, elaborando perguntas sobre: a adequação da definição do sistema e objetivos do estudo; adequação de todos os pressupostos adjacentes; adesão a padrões; técnica de modelagem usada; qualidade de representação do modelo, estrutura do modelo; consistência do modelo; completude do modelo; e, documentação. Desta forma, foram elaboradas as seguintes questões, adotando o modelo de respostas escalonadas de cinco pontos de Likert, visando manter o padrão definido no questionário principal:

- O modelo sugerido de barreiras é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de RCV no Brasil?
- O modelo sugerido de fatores impulsionadores é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de RCV no Brasil?
- O modelo sugerido de estratégias é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de RCV no Brasil?
- O modelo, no geral, é de fácil entendimento e pode ser utilizado adequadamente por instituições público e privadas no Brasil?
- Os níveis de implementação do modelo estão apropriados?
- O modelo é inclusivo, isto é, pode ser utilizado tanto por instituições públicas quanto privadas?

- Você confirma que a utilização do modelo por instituições públicas e privadas iria fomentar a adoção de SCV no Brasil?

A versão completa do questionário para validação do modelo interpretativo está no apêndice C.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das fases um e dois foram importantes para fundamentar esta tese e, portanto, foram discutidos exaustivamente nos tópicos de justificativa (ressaltando o problema de pesquisa como resultado da fase 1), e demais capítulos de revisão, com destaque para aqueles que discutem os resultados diretos da RSL, isto é, as barreiras (tópico 3.2), FI (tópico 3.3) e estratégias (tópico 3.4) para fomentar SCV.

Este capítulo apresenta os demais resultados da pesquisa, na sequência com que foram obtidos e que devem ser discutidos visando facilitar a compreensão sobre o estudo. Neste sentido, a seguir no tópico 6.1 será discutido o resultado da pesquisa *survey* e da caracterização dos entrevistados.

Em sequência serão apresentados os resultados dos submodelos de barreiras (tópico 6.2), FI (tópico 6.3) e estratégias (tópico 6.4).

No tópico 6.5 será apresentado o resultado da validação do modelo.

Por fim, atendendo ao objetivo principal da pesquisa, é discutido no tópico 6.6 o modelo geral para a adoção de SCV no Brasil. Este modelo representa o resultado principal da pesquisa e é composto da união dos submodelos de barreiras, FI e estratégias.

Ademais, ao final do tópico 6.6 sobre a discussão do modelo geral, é feita uma breve discussão sobre os resultados da aplicação da técnica de modelagem MEIV desenvolvida pela pesquisa.

6.1 Pesquisa *survey*

No total, foram obtidas 78 respostas, número este considerado satisfatório segundo as técnicas adotadas para construção do modelo (segundo a regra das 10 observações (vide tópico 4.5.4)) e segundo a maioria das pesquisas similares que, inclusive, obtiveram números de respostas inferiores a 60 (ZUO et al., 2012; LI et al., 2014; YANG; YANG, 2015; SHI et al., 2016; DARKO, 2018; MORRIS et al., 2018; SHEN et al., 2018; SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019).

Este tópico apresenta os resultados das questões iniciais da pesquisa, como o nível de consciência e interesse público em relação a SCV, a caracterização e informações

profissionais a respeito dos entrevistados. Quanto aos valores obtidos para as barreiras, FI e estratégias, estes dados foram utilizados para confecção do modelo, portanto, não são discutidos individualmente, ainda assim, constam nos apêndices E, F e G.

6.1.1 Questões gerais

As questões gerais compreenderam a primeira seção do questionário para coleta de dados. Estas questões referiam-se a informações gerais sobre os entrevistados e visavam verificar a sua familiaridade com construções verdes. Estes dados são úteis para possibilitar uma visão subjetiva acerca dos entrevistados e seus resultados ajudam a conferir maior confiabilidade aos modelos desenvolvidos.

A tabela 5.3 apresenta o número de respostas obtidos segundo a atividade dos entrevistados e a localização de onde concentram suas atividades. Nela vê-se que a maioria dos respondentes representam profissionais envolvidos em atividades de consultoria (25), construção (23) e pesquisa de construções verdes (20) e localizam-se na região sudeste do Brasil (42), região esta onde concentram-se o maior número de construções verdes do país (USGBC, 2021). Quanto as respostas de instituições públicas, foram obtidas apenas 4 respostas, apesar de ter-se enviado e-mails para os sindicatos de construção, e para as secretarias de infraestrutura e meio ambiente de todas as unidades da federação, demonstrando certo descaso, falta de conhecimento ou falta de consciência acerca de construções verdes. Ademais, foram obtidas 6 respostas de instituições certificadoras, sendo 1 do LEED, 2 do AQUA e 3 do Selo Casa Azul, números estes que embora sejam baixos são de grande importância e representam uma conquista da pesquisa, uma vez que é de esperar-se que profissionais que trabalham com instituições certificadoras têm grande conhecimento sobre SCV e, portanto, suas respostas agregam maior segurança ao desenvolvimento do modelo proposto.

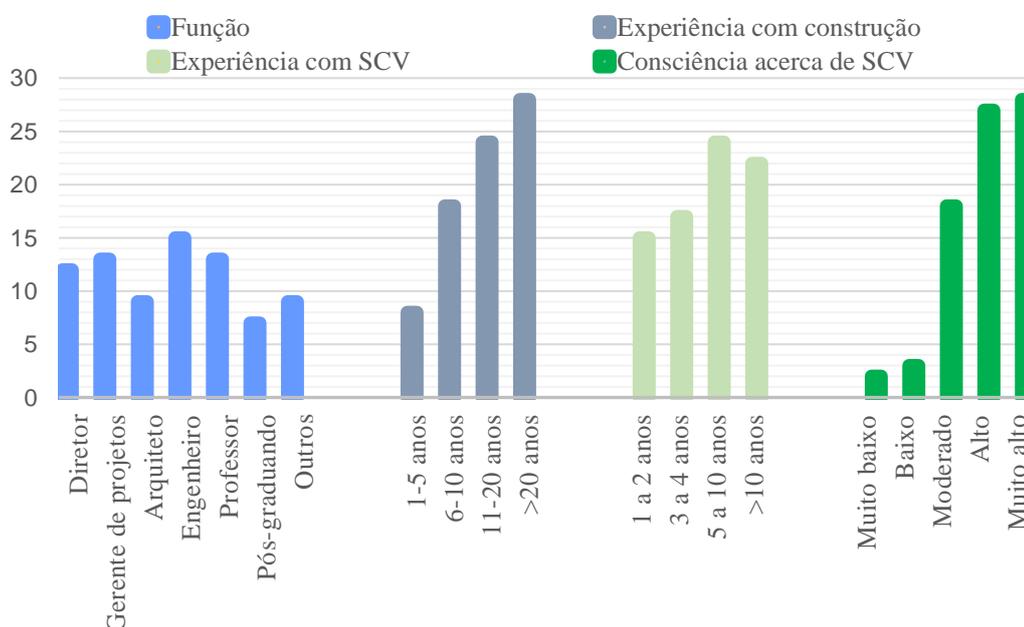
Tabela 6.1 — Número de respostas obtidas por atividade dos entrevistados e região

Atividade do entrevistado	Norte	Nordeste	Centro-oeste	Sudeste	Sul	TOTAL
Consultoria		1		19	5	25
Construção	6	2	1	9	5	23
Pesquisa	1	4	3	10	2	20
Instituições certificadoras	1			4	1	6
Sindicatos e governo	3	1				4
TOTAL	11	8	4	42	13	78

Fonte: o autor

Do mesmo modo, pôde-se verificar que os entrevistados apresentam boa representatividade dentro da cadeia de construção verdes no país. Analisando os resultados das demais perguntas contidas na Figura 6.1, vê-se boa representativa com todas as funções de profissionais envolvidos na construção verde entrevistados, incluindo diretores e gestores de projetos. Bem como observou-se maior concentração dos números de entrevistados pertencentes aos grupos com maior experiência na construção (68% tem mais de 11 anos de experiência com construção) e experiência com construções verdes (59% tem mais de 5 anos de experiência com SCV).

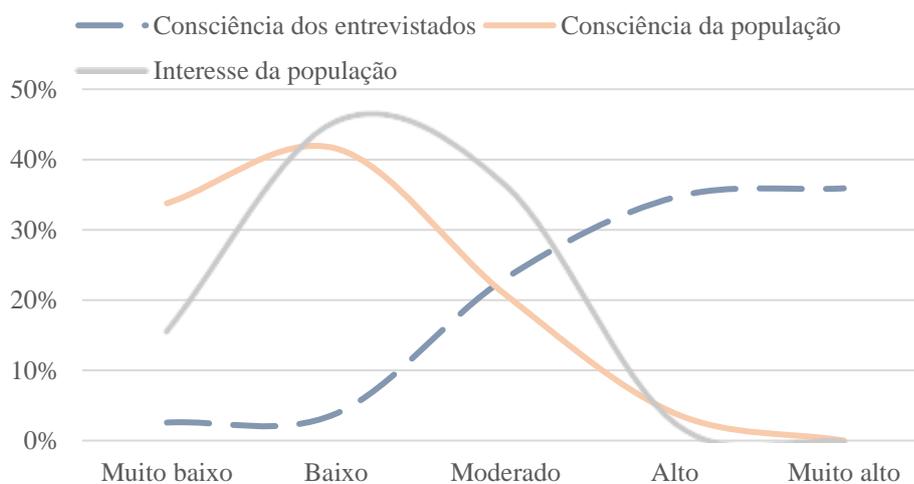
Figura 6.1 — Informações a respeito dos entrevistados



Fonte: o autor

Quanto à consciência dos entrevistados acerca de SCV, 70% declarou possuir de alta a muito alta. Já em relação a consciência e interesse da população em geral os entrevistados declararam ocorrer o inverso, sendo de muito baixo a baixo para 75% e 61% respectivamente (Figura 6.2). Estes dados estão em concordância com outros trabalhos desenvolvidos em países em desenvolvimento ao indicar que a população no geral tem baixa consciência, conhecimento e informação sobre construções verdes, sendo mais importante, na maioria das vezes adquirir moradias mais acessíveis e baratas do que a sustentabilidade da edificação, principalmente para a população de renda mais baixa (ABIDIN, 2010; ZHANG et al., 2018; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019). Para maiores detalhes, os dados da caracterização dos entrevistados constam no apêndice D.

Figura 6.2 — Nível de consciência e interesse em construções verdes



Fonte: o autor

6.2 Submodelo de barreiras para a adoção de SCV no Brasil

Para a construção do submodelo de barreiras foi empregada a técnica MEIV desenvolvida pela pesquisa, no entanto, assim como no método, os resultados da sua aplicação apresentados a seguir citam as técnicas de modelagem em que a MEIV se baseou, são elas a MEI, MICMAC e MEE. Isto ocorre pois entende-se que assim fica mais claro entender o porquê dos procedimentos empregados.

6.2.1 Definição dos construtos

Com base na 1ª *survey* foram mensuradas 23 barreiras que serviram de base para a formação dos construtos (para maiores detalhes sobre as 23 barreiras vide apêndice A). Para a definição dos construtos de barreiras foi realizada uma análise fatorial que, no entanto, resultou em alguns construtos com pouca coesão teórica. Visando corrigir este problema estes construtos foram modificados baseados em uma análise de conteúdo e confirmados por meio de uma análise fatorial confirmatória. A análise fatorial confirmatória é um procedimento do MEE baseada em indicadores quantitativos e visa a adequação dos construtos ao modelo estrutural. Visando definir, nesta etapa, construtos os mais adequados possível para o modelo, foram realizadas alterações baseadas em conteúdo sucessivas vezes até que os resultados da análise fatorial confirmatória fosse o adequado segundo os critérios da MEE.

Seguindo o procedimento para formação dos construtos, foi possível definir grupos contendo 20 das barreiras identificadas na 1ª *survey*, portanto, três tiveram de ser excluídas

pois não se encaixavam em nenhum grupo segundo a análise fatorial confirmatória, são elas a B21 “Requisitos normativos inadequados para a localidade ou não atende a todo o cenário nacional”, B11 “Indisponibilidade de fornecedores de tecnologias ou materiais ecológicos” e B8 “Baixo custo de energia e água”.

Como resultado, foram definidos seis construtos para o submodelo de barreiras. O Quadro 6.1 apresenta os construtos e as barreiras que compõem cada um. Os construtos são: “projeto, construção e operação de construções verdes”; “custo e retorno do investimento”; “consciência empresarial e pública”; “mecanismos de proteção ambiental”; “maturidade e economia de mercado” e “desconfiança dos benefícios dos SCV”.

Quadro 6.1 — Construtos definidos para o submodelo de barreiras

Construto	Barreira	Descrição das barreiras
CBa1 - Projeto, construção e operação de construções verdes	B10	Processo de certificação muito complexo com diretrizes e normas pouco claras
	B12	Falta de profissionais treinados para atender aos requisitos normativos
	B13	Dificuldade de projetar, construir e operar adotando tecnologias verdes
	B14	Elevado número de documentos necessários para certificação
	B16	Falta de conhecimento em construção verde para a equipe do projeto
	B23	Falta de consultores ou avaliadores locais para certificação
CBa2 - Custo e retorno do investimento	B1	Custo inicial adicional
	B3	Custo das taxas dos órgãos de certificação
	B4	Tempo adicional
	B6	Limitações de orçamento ou falta de esquemas de financiamento
	B7	Longos períodos de retorno do investimento
CBa3 - Consciência empresarial e pública	B17	Falta de conhecimento e consciência empresarial e pública acerca de certificações ambientais
	B18	Falta de incentivo e/ou interesse na promoção de certificações ambientais pelo governo
	B19	Falta de cooperação ou suporte organizacional na adoção de certificações ambientais
CBa4 - Mecanismos de proteção ambiental	B20	Inadequado ou falta de leis, códigos e regulamentos ambientais de construção
	B22	Falta de rigor na implementação de leis, códigos e regulamentos ambientais pelo governo
CBa5 - Maturidade e economia do mercado	B2	Falta de interesse dos clientes e demanda do mercado
	B9	Nível regional de desenvolvimento econômico
CBa6 - Desconfiança dos benefícios dos SCV	B5	Falta de informações sobre o desempenho de edifícios verdes
	B15	Incertezas quanto ao desempenho de equipamentos e materiais verdes

Fonte: o autor

Nas Tabela 6.2 e Tabela 6.3 são apresentados os resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos e dos indicadores. Nela pode-se ver a adequação do modelo de mensuração, isto é, a validade estatística dos construtos segundo a MEE (para mais detalhes vide o tópico 5.5.1).

No âmbito dos construtos, há validade discriminante. Todos possuem confiabilidade composta maior que 0,708, conferindo a consistência interna mínima necessária (Tabela 6.2). E, o MVE é superior a 0,5, confirmando sua validade convergente (Tabela 6.2).

No âmbito dos indicadores, confirma-se a validade discriminante, pois as correlações (carregamento) dos indicadores são maiores com os seus construtos do que com os demais (Tabela 6.3). Bem como é confirmada a confiabilidade dos indicadores, uma vez que todos apresentam correlação maior que 0,5 com o seu construto (Tabela 6.3) e os construtos obtiveram MVE também superior a 0,5 (Tabela 6.2).

Tabela 6.2 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de barreiras

	CBa1	CBa2	CBa3	CBa4	CBa5	CBa6
CBa1	0,744					
CBa2	0,469	0,731				
CBa3	0,301	0,157	0,841			
CBa4	0,320	0,125	0,546	0,884		
CBa5	0,462	0,333	0,329	0,215	0,786	
CBa6	0,495	0,379	0,357	0,447	0,347	0,751
Confiabilidade Composta	0,88	0,849	0,878	0,877	0,762	0,714
Média da Variância Extraída (MVE)	0,553	0,534	0,707	0,782	0,617	0,564

Nota: Os valores na diagonal são as raízes quadradas da MVE, como são maiores que as correlações entre os construtos, há validade discriminante.

Fonte: o autor

Tabela 6.3 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de barreiras

	CBa1	CBa2	CBa3	CBa4	CBa5	CBa6
B10	0,667	0,482	0,191	0,147	0,462	0,295
B12	0,821	0,286	0,279	0,284	0,322	0,478
B13	0,834	0,28	0,206	0,272	0,343	0,484
B14	0,687	0,482	0,088	0,158	0,253	0,305
B16	0,645	0,193	0,272	0,192	0,351	0,208
B23	0,785	0,309	0,325	0,375	0,312	0,397
B1	0,207	0,667	0,129	-0,019	0,064	0,161
B3	0,379	0,808	-0,024	0,002	0,137	0,216

B4	0,485	0,837	0,185	0,113	0,368	0,378
B6	0,275	0,59	0,192	0,192	0,33	0,3
B7	0,25	0,725	0,111	0,177	0,251	0,286
B17	0,315	0,133	0,866	0,398	0,35	0,361
B18	0,115	0,047	0,748	0,41	0,141	0,316
B19	0,299	0,192	0,9	0,552	0,314	0,246
B20	0,263	0,158	0,481	0,899	0,21	0,457
B22	0,306	0,057	0,487	0,869	0,167	0,326
B2	0,278	0,308	0,254	0,09	0,713	0,235
B9	0,432	0,23	0,266	0,23	0,852	0,304
B5	0,178	0,179	0,298	0,296	0,25	0,598
B15	0,505	0,361	0,262	0,375	0,278	0,878

Fonte: o autor

6.2.2 Relações entre construtos

Definidos os construtos, foi desenvolvida uma 2ª *survey* visando identificar as possíveis relações entre construtos. Para responder a este questionário foram consultados todos os 46 profissionais com mais de cinco anos de experiência em construções verdes respondentes da 1ª *survey*. Como resultado foram obtidas seis respostas. Apesar do baixo número de respostas obtido, isto já era esperado em decorrência da complexidade e demora para o preenchimento deste questionário, afinal, o respondente tinha de especificar entre quatro possibilidades as relações entre todos os 40 mecanismos envolvidos na adoção de SCV no Brasil. Ademais, a mesma dificuldade já foi relatada por outros trabalhos, Ravi, Shankar e Tiwari (2005) obtiveram 6 respostas, Ilyas, Banwet e Shankar (2005) obtiveram 2 respostas e Song *et al.* (2017) obtiveram 9 respostas.

Os resultados da opinião dos 6 entrevistados sobre as relações entre os construtos de barreiras são apresentados na Tabela 6.4. Nela, pode-se ver todas as possíveis relações do modelo, as simbologias referentes as relações sugeridas pelos entrevistados e as médias das respostas segundo cada eixo, onde uma resposta V significa 1/6 na somatória do eixo i-j, uma resposta A representa 1/6 na somatória do eixo j-i, uma resposta X representa 1/6 na somatória de ambos os eixos, e, uma resposta 0 não representa valor nenhum à somatória.

Tabela 6.4 — Resumo das SSIM de barreiras dos entrevistados na 2ª survey

Relações	Respostas						Médias das respostas por eixo	
	1	2	3	4	5	6	i-j	j-i
1-2	V	A	V	X	V	X	0,83	0,5
1-3	V	A	A	A	0	0	0,17	0,5
1-4	A	A	A	0	0	V	0,17	0,5
1-5	X	A	A	A	V	A	0,33	0,83
1-6	0	X	A	A	0	0	0,17	0,5
2-3	V	V	X	A	V	V	0,83	0,33
2-4	X	V	A	0	0	0	0,33	0,33
2-5	X	X	X	V	0	A	0,67	0,67
2-6	X	X	X	X	V	V	1	0,67
3-4	A	X	X	V	0	A	0,5	0,67
3-5	X	X	X	X	0	A	0,67	0,83
3-6	X	X	X	V	0	A	0,67	0,67
4-5	X	X	V	0	0	V	0,67	0,33
4-6	A	V	V	0	0	X	0,5	0,33
5-6	X	X	V	A	0	V	0,67	0,5

Fonte: o autor

De maneira a facilitar a visualização dos resultados da 2ª survey, a Tabela 6.5 apresenta a matriz de acessibilidade contendo as médias das relações entre construtos definidas pelos entrevistados. Cada número representa um construto, por exemplo o número 1 representa o construto CBa1, o número 2 representa o construto CBa2 e assim por diante. Dela, segundo a regra de modo adaptada pela pesquisa, todas as relações com valores acima ou igual a 0,5 foram consideradas como possíveis, sendo as demais, com valores inferiores a 0,5 descartadas pois não obtiveram concordância suficiente dos entrevistados.

Tabela 6.5 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de barreiras

	1	2	3	4	5	6	(j)
1	1	0,83	0,17	0,17	0,33	0,17	
2	0,50	1	0,83	0,33	0,67	1,00	
3	0,50	0,33	1	0,50	0,67	0,67	
4	0,50	0,33	0,67	1	0,67	0,50	
5	0,83	0,67	0,83	0,33	1	0,67	
6	0,50	0,67	0,67	0,33	0,50	1	

Fonte: o autor

Identificadas as possíveis relações entre construtos, isto é, aquelas relações cuja média da matriz de acessibilidade satisfaz a regra de modo adaptada, estas relações foram verificadas quanto a sua significância estatística. A Tabela 6.6 apresenta os resultados dos modelos lineares desenvolvidos. Nas colunas têm-se as possíveis relações (por exemplo 1-2

significa uma relação do construto CBa1 no sentido do construto CBa2) e nas linhas têm-se os modelos lineares desenvolvidos. Os termos *t-value* (valor-t) e *p-value* (significância) são os resultados da MEE, em que a regra é que o valor-t deve ser superior a 1,65 para uma significância mínima de 10% (HAIR et al., 2014).

Tabela 6.6 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de barreiras

		1-2	2-1	2-5	2-6	3-4	3-5	4-3	4-6	5-1	5-3	6-1	6-5	5-2	6-2	2-3	6-3	5-6	3-1	3-6	4-1	4-5
Mode	t-value	7,1		2,7	2,0	6,1	1,9		2,5							1,4		1,4		0,6		0,1
lo 1	p-value	0,0		0,0	0,0	0,0	0,1		0,0							0,2		0,1		0,6		0,9
Mode	t-value		2,1					3,8	4,1	1,9	1,8	1,8	3,0	2,1	2,5		0,6		0,3		1,0	
lo 2	p-value		0,0					0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0		0,5		0,8		0,3	
Mode	t-value		2,2			6,3	1,8		4,1	2,2		2,5	2,2	2,1	2,6							
lo 3	p-value		0,0			0,0	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0							
Mode	t-value		2,8	2,1				5,5	4,1		2,1	3,2	3,9		1,7							
lo 4	p-value		0,0	0,0				0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,1							
Mode	t-value	2,8		2,1				5,6	4,1		2,1	5,3	1,7		1,5							
lo 5	p-value	0,0		0,0				0,0	0,0		0,0	0,0	0,1		0,1							
Mode	t-value		2,2		3,3			5,5	3,7	2,2	2,1	2,5		3,3								
lo 6	p-value		0,0		0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0								
Mode	t-value		2,1		3,3	6,4			3,7	2,2	2,4	2,5		3,3								
lo 7	p-value		0,0		0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0		0,0								
Mode	t-value		2,2		3,3	6,2	2,5		3,8	2,2		2,5		3,3								
lo 8	p-value		0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0		0,0								
Mode	t-value	3,2						5,6	4,2	2,7	2,0	3,3	2,9	1,4								
lo 9	p-value	0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2								
Mode	t-value		2,2	2,0	3,3			5,6	3,7	2,2	2,1	2,4	1,8									
lo 10	p-value		0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1									
Mode	t-value	7,0		2,1	3,0			5,5	3,8		2,1		1,9									
lo 11	p-value	0,0		0,0	0,0			0,0	0,0		0,0		0,1									
Mode	t-value	5,6					1,8	6,4		2,7		3,3	2,1									
lo 12	p-value	0,0					0,1	0,0		0,0		0,0	0,0									
Mode	t-value	5,5				6,2	1,7		4,2	2,7		3,3	2,2									
lo 13	p-value	0,0				0,0	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0									
Mode	t-value	5,4				6,4				2,7	2,4	3,3	2,8									
lo 14	p-value	0,0				0,0				0,0	0,0	0,0	0,0									
Mode	t-value		2,2	2,0	3,8	6,3				2,2	2,4	2,4	1,7									
lo 15	p-value		0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,1									
Mode	t-value	5,2		2,1				5,6	4,1		2,0	5,3	1,7									
lo 16	p-value	0,0		0,0				0,0	0,0		0,0	0,0	0,1									
Mode	t-value		2,8		3,3	6,2	1,7		3,9			3,3	2,1									
lo 17	p-value		0,0		0,0	0,0	0,1		0,0			0,0	0,0									
	Nº. testes/ relação	8	9	7	8	8	6	9	14	11	11	15	13									

Fonte: o autor

Na Tabela 6.6 vê-se que foram construídos 17 modelos lineares. No primeiro foram possíveis testar 12 possíveis relações, sendo que 4 não foram suportadas. No segundo as relações não suportadas foram retiradas e outras 12 relações foram testadas, sendo 3 não suportadas desta vez. A seguir, foram construídos outros três modelos lineares visando testar o máximo de possíveis relações até que 1 relação não foi suportada. Esta relação não suportada foi retirada e outros 4 modelos lineares foram testados até que a última relação foi excluída do modelo. Por fim, foram testados outros 8 modelos lineares em que todas as relações foram suportadas sob as mais variadas configurações de relações entre construtos. O gatilho para o fim dos testes foi satisfazer a regra 5 (vide o tópico 5.5.3), de testar ao menos 6 vezes todas as relações, isto é, testar cada relação um número de vezes igual ao número de construtos do modelo.

Como resultado, os modelos lineares MEE desenvolvidos serviram para testar a significância das possíveis relações sugeridas pelos entrevistados. De posse de seus resultados, vê-se na Tabela 6.6 que 12 relações foram suportadas (em verde) e 9 não o foram. O tópico a seguir apresenta o submodelo de barreiras para adoção de SCV no Brasil, desenvolvido com a MEI-MICMAC a partir destas 12 relações válidas.

6.2.3 Criação do submodelo

De posse das relações válidas entre construtos, foi construída a matriz de acessibilidade final do submodelo de barreiras. Para isso, foi atribuído o valor 1 às relações válidas e aplicada a regra da transitividade. A seguir calculou-se a motricidade e dependência dos construtos, dada pelas somas dos valores das suas linhas e colunas respectivamente. A Tabela 6.7 apresenta a matriz de acessibilidade final do modelo.

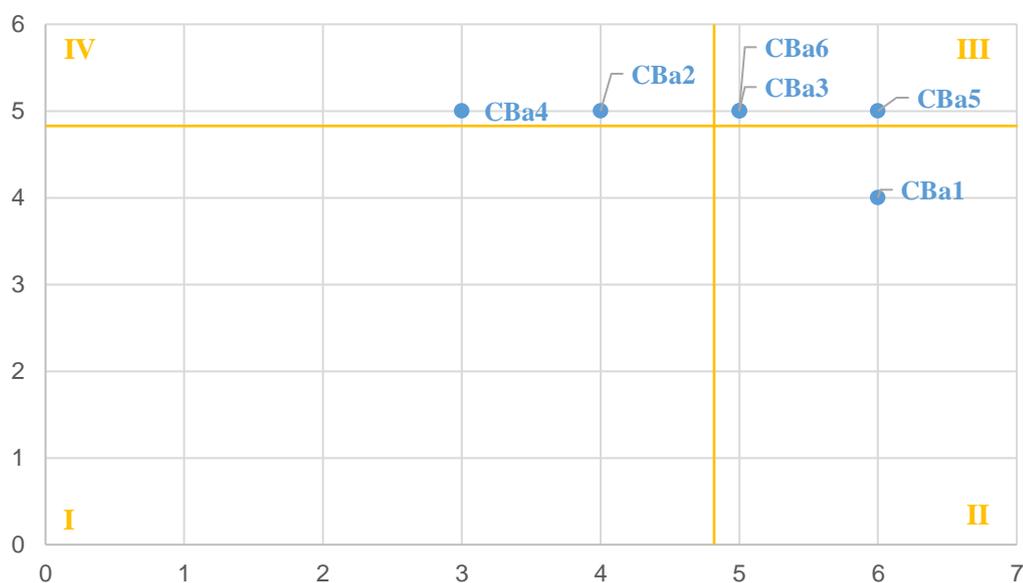
Tabela 6.7 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de barreiras

	1	2	3	4	5	6	Motricidade
1	1	1			1	1	4
2	1	1	1		1	1	5
3	1	1	1	1	1	1	6
4	1	1	1	1	1	1	6
5	1	1	1	1	1	1	6
6	1	1			1	1	4
Dependência	6	6	4	3	6	6	

Fonte: o autor

Calculadas a motricidade e dependência, o próximo passo foi a plotagem dos construtos no diagrama bidimensional da MICMAC. No eixo da abcissa tem-se a dependência e no eixo da ordenada tem-se a motricidade. Já os limites dos quadrantes, representados pelas linhas divisórias em laranja, são dados pelas médias dos resultados em cada eixo. O diagrama bidimensional de barreiras é apresentado na Figura 6.3. Como resultado os construtos 4 e 2 de barreiras foram plotados no nível de IV (elementos condutores), os construtos 3, 6 e 5 foram plotados no nível III (elementos de ligação) e, o construto 1 foi plotado no nível II (elementos dependentes).

Figura 6.3 — Diagrama bidimensional do submodelo de barreiras



Fonte: o autor

Por último, antes de concluir a construção do modelo, foi realizada o agrupamento dos construtos por um dos procedimentos da técnica de MEI. Para isso foram definidos os conjuntos de influentes, antecedentes e intersecções para cada construto. Na Tabela 6.8 o grupo 1 foi formado pelos construtos 1 e 5, pois ambos apresentam os mesmos conjuntos de influentes e intersecções.

Tabela 6.8 — Divisão do grupo 1 dos construtos de barreiras

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Grupo
CBa1	CBa1, CBa2, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa5 e CBa6	1
CBa2	CBa1, CBa2, CBa3, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa5 e CBa6	
CBa3	CBa1, CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	CBa2, CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	
CBa4	CBa1, CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	CBa3, CBa4 e CBa5	CBa3, CBa4 e CBa5	
CBa5	CBa1, CBa2, CBa3, CBa4 e CBa5	CBa1, CBa2, CBa3, CBa4, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa3, CBa4 e CBa5	1
CBa6	CBa1, CBa2, CBa3, CBa5 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa3, CBa4 e CBa6	CBa1, CBa2, CBa3 e CBa6	

Fonte: o autor

Seguindo a mesma regra, a seguir excluiu-se os construtos 1 e 5 dos conjuntos dos demais elementos e construiu-se a Tabela 6.9. Nela, novamente, agruparam-se os construtos com os mesmos conjuntos de influentes e intersecções e formaram-se os grupos 2 e 3.

Tabela 6.9 — Divisão dos grupos 2 e 3 dos construtos de barreiras

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Grupo
CBa2	CBa2, CBa3 e CBa6	CBa2 e CBa6	CBa2 e CBa6	3
CBa3	CBa3, CBa4 e CBa6	CBa2, CBa3, CBa4 e CBa6	CBa3, CBa4 e CBa6	2
CBa4	CBa3, CBa4 e CBa6	CBa3 e CBa4	CBa3 e CBa4	3
CBa6	CBa2, CBa3 e CBa6	CBa2, CBa3, CBa4 e CBa6	CBa2, CBa3 e CBa6	2

Fonte: o autor

Finalmente, foi construído o submodelo de barreiras para a adoção de SCV no Brasil. Conforme é apresentado e discutido no tópico a seguir.

6.2.4 Submodelo

Na Figura 6.4 vê-se o submodelo de barreiras dividido em três níveis conforme a técnica MICMAC, em elementos condutores, elementos de ligação e elementos dependentes. No primeiro nível, temos os elementos condutores do modelo, composto dos construtos com alta motricidade e baixa dependência. Elementos condutores são tidos como prioritários e lidar com eles é normalmente a estratégia mais eficiente a curto prazo, pois estes elementos

encontram-se no topo da hierarquia da sequência de importância do modelo e melhorias nestes itens afetam positivamente todos os demais.

Figura 6.4 — Submodelo de barreiras



Fonte: o autor

Dentre os elementos condutores têm-se o construto mecanismos de proteção ambiental, composto pela falta de rigor na implementação e inadequação de leis, códigos e regulamentos ambientais. Estes resultados indicam que, embora o Brasil tenha leis, códigos e regulamentos ambientais, isto não é percebido ou implementado da forma adequada, portanto, não há uma pressão destes mecanismos incentivando a adoção de construções verdes. Na maioria dos países a falta de leis, códigos e regulamentos ambientais de construção não representa uma barreira significativa (MLECNIK; VISSCHER; HAL, 2010; AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016), entretanto, a falta de interesse e rigor na implementação destas leis pode ser uma barreira vital a promoção de construções verdes. Segundo Berawi *et al.* (2019) as políticas e regulamentos de construções verdes devem ser fortalecidas na Indonésia, e para isso o governo tem a maior responsabilidade. Em Israel, embora seja obrigatória a certificação em algumas regiões, a falta de fiscalização e a corrupção do governo permitem que a legislação seja desrespeitada (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019). Na Austrália, mesmo com a obrigatoriedade do SCV Basix, a existência de leis ambientais pouco exigentes, a ineficiência, e o sentimento de que o Basix é “muito prescritivo” e contribui pouco para a sustentabilidade do ambiente construído minam a vontade por certificar e representam uma das principais barreiras para construções mais sustentáveis no país (FOONG et al., 2017; MARTEK et al., 2019). Neste sentido, este resultado corrobora com a literatura, demonstrando a importância do rigor da implementação dos mecanismos de proteção ambiental para adoção de SCV, observado pela importância relativa do construto

“mecanismos de proteção ambiental” e pela pequena diferença de 3,5% entre as correlações das duas barreiras que compõem o construto (Tabela 6.3).

O outro elemento condutor é o construto custo e retorno do investimento, composto das barreiras de custo inicial adicional, taxas de certificação, limitações de orçamento e tempo adicional. Este construto forma um grupo com os mecanismos de proteção ambiental, indicando que não há uma distinção clara entre eles na hierarquia do modelo, bem como não há relação de influência. Este resultado sugere proximidade e que ambos devem ser atacados em conjunto. Não obstante, estas duas barreiras apareceram juntas de forma recorrente na RSL (Quadro 3.1). Isto ocorre pois, ambas têm como ator principal o governo e instituições públicas. Para Potbhare, Syal e Korkmaz (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009) o governo, instituições públicas e líderes políticos têm papel chave na adoção dos SCV, e para isso devem fortalecer leis e regulamentações ambientais. Outros autores corroboram com esta afirmativa e salientam que os custos das construções verdes e a falta de incentivos governamentais representam as barreiras mais críticas para a adoção de SCV (KIENTZEL; KOK, 2011; WONG; ABE, 2014; CEASE et al., 2019).

Ainda, a característica de ligação do construto de custo e retorno financeiro dos SCV indica que as construções verdes ainda são vistas como custosas no país. Entretanto, segundo Zhang, Wu e Liu (2018), os custos das construções verdes é superestimado pela maioria dos desenvolvedores, quando na verdade, elas podem ser financeiramente viáveis ou mesmo lucrativas. Aydin, Brounen e Kok (2020) em um estudo bem amplo sobre uma SCV de eficiência energética na Alemanha conclui que a certificação e a consequente melhoria do desempenho energético das construções em 10% representam um aumento de 2,2% no valor de mercado da vedação, segundo os autores estes percentuais são equivalentes e sugerem uma “perfeita” capitalização do investimento. Quanto a empreendimentos comerciais, Eichholtz, Kok e Quigley (2013) afirmam que os SCV podem ser completamente capitalizados, segundo o estudo a certificação destes empreendimentos no Estados Unidos proporcionam um incremento de até 8% nos preços dos aluguéis e valores de ativos. No Brasil, relatos sugerem um custo a mais com a certificação em torno de 5,89%, conquanto uma construção verde na cidade de São Paulo tende a cobrar aluguéis de 4% a 8% mais altos por exemplo (CARTAXO; JEREISSATI; MORAIS, 2016; COSTA et al., 2018). Com isso, o paradoxo dos SCV serem considerados custosos apesar de aparentemente lucrativos a longo prazo sugere a necessidade de uma mudança cultural, por exemplo através de uma maior divulgação sobre o desempenho das construções verdes existentes no Brasil, bem como sugere a necessidade de mais estudos

visando aprofundar e conhecer a real situação de custo das construções verdes no país, principalmente considerando os benefícios intangíveis além da possível redução dos custos de operação e manutenção.

No segundo nível, tem-se os elementos de ligação cujo desenvolvimento alteram o modelo como um todo. Nele tem-se os construtos consciência empresarial e pública e, desconfiança dos benefícios da SCV. Seu posicionamento no nível dos elementos de ligação indica que ambos dependem dos elementos condutores, mas que influenciam nos demais elementos. Neste sentido, este resultado sugere que tanto a consciência quanto a desconfiança dos benefícios da SCV devem melhorar com a efetiva implementação de mecanismos de proteção ambiental e a redução da percepção de que a certificação é custosa. Bem como, que ultrapassados estas barreiras iniciais (elementos condutores), o aumento da consciência e confiança nos benefícios dos SCV representam as barreiras a serem superadas para melhorar a maturidade do mercado e o projeto, construção e operação de construções verdes no Brasil.

No tocante ao construto maturidade e economia de mercado, cabe destacar uma de suas barreiras, a falta de interesse e demanda de mercado, uma das barreiras chaves para se entender o processo de adoção das SCV, afinal, se não há interesse dos clientes não há por que fazer construções verdes. Neste sentido, segundo os resultados o seu construto é classificado como um elemento de ligação dependente dos construtos 4, 2, 3 e 6. Segundo a literatura isto não é uma surpresa e a demanda de mercado seria de fato um item dependente do custo, consciência e informações sobre os SCV (ZHANG et al., 2018; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019).

Por fim, no terceiro nível tem-se o um, composto das barreiras relacionadas à dificuldade e complexidade dos processos de certificação, projeto, construção e operação de construções verdes. No geral, estas barreiras ocorrem em detrimento da falta de adaptabilidade dos SCV as características locais, e resultam em desenvolvedores relutantes em certificar seus empreendimentos (COLLINS; JUNGHANS; HAUGEN, 2018; MORRIS et al., 2018) e na dificuldade em encontrar profissionais experientes para projetar e atender aos requisitos da certificação (HWANG et al., 2017). No modelo, este construto foi classificado como um elemento dependente, por sua baixa motricidade e alta dependência. Os elementos neste nível são altamente dependentes dos construtos acima de sua hierarquia e, portanto, tendem a ter papel coadjuvante no modelo, melhorando conforme ataca-se os elementos dos níveis um e dois, tidos como estrategicamente mais eficientes para a implementação do modelo. Isto

significa que segundo os resultados obtidos, a melhora dos demais itens implica positivamente no projeto, construção e operação de construções verdes, afinal, com uma maior adoção de construções verdes seria natural a ampliação das condições e infraestrutura necessária para SCV no país.

6.3 Submodelo de fatores impulsionadores para a adoção de SCV no Brasil

Seguindo a mesma metodologia do submodelo de barreiras, isto é, seguindo os procedimentos da MEIV construiu-se o submodelo de FI, cujos resultados são apresentados a seguir.

6.3.1 Definição dos construtos

Assim como no submodelo de barreiras, os construtos de FI foram definidos com base nos resultados da aplicação da 1ª *survey*. Primeiramente realizou-se uma análise fatorial dos indicadores do modelo, seguida de consecutivas análises de conteúdo e análises fatoriais confirmatórias visando-se obter-se construtos coerentes e adequados para a MEE.

Neste modelo, dos 23 indicadores mensurados na 1ª *survey*, todos formaram grupos coesivos e, portanto, puderam ser utilizados para a composição dos construtos (para maiores detalhes sobre os indicadores vide apêndice A). Como resultado, seis construtos foram definidos para o submodelo de FI. Conforme o Quadro 6.2 são eles, a “atratividade de mercado”; a “otimização do processo de certificação”; os “benefícios intangíveis dos SCV”; o “apoio institucional aos SCV”; a “conscientização ambiental” e, “redução de custos com SCV”.

Quadro 6.2 — Construtos definidos para o submodelo de fatores impulsionadores

Construto	Fator impulsionador	Descrição dos fatores impulsionadores
CFI1- Atratividade de mercado	FI2	Demanda de clientes/inquilinos
	FI3	Benefícios de marketing com a certificação
	FI4	Posicionamento estratégico da marca da empresa para ampliação de mercado
	FI6	Valores de venda e locação maiores
	FI7	Menor vacância
	FI23	Atratividade de novos fundos de investimentos
CFI2- Otimização do processo de certificação	FI8	Adesão sem custo ou com custos reduzidos
	FI13	Maior oferta e redução dos custos de materiais e tecnologias verdes

	FI14	Experiências com tecnologias verdes e edificações certificadas
	FI15	Simplicidade e flexibilidade da certificação
	FI16	Modelo estruturado para a sustentabilidade
CFI3- Benefícios intangíveis dos SCV	FI9	Proteção ambiental
	FI10	Melhor saúde, bem-estar e satisfação dos ocupantes
	FI11	Maior produtividade dos ocupantes
	FI12	Maior durabilidade e desempenho de edifícios verdes
CFI4- Apoio institucional aos SCV	FI19	Sistemas de incentivo financeiro
	FI21	Educação e treinamento
	FI22	Novos tipos de parcerias e partes interessadas no projeto
CFI5- Conscientização ambiental	FI17	Leis e regulamentações mandatórias
	FI18	Conhecimento, conscientização e informação da população
	FI20	Responsabilidade socioambiental corporativa
CFI6- Redução de custos com SCV	FI5	Razões econômicas e alto retorno do investimento
	FI1	Custos de operação e manutenção da edificação reduzidos

Fonte: o autor

Nas Tabela 6.10 e Tabela 6.11 são apresentados os resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos e dos indicadores. Nela pode-se ver a adequação do modelo de mensuração, isto é, a validade estatística dos construtos segundo a MEE (para mais detalhes vide o tópico 5.5.1).

No âmbito dos construtos, há validade discriminante, pois os valores nas diagonais são maiores que as correlações entre os construtos (Tabela 6.10). Todos possuem confiabilidade composta maior que 0,708, conferindo a consistência interna mínima necessária (Tabela 6.10). E, o MVE é superior a 0,5, confirmando sua validade convergente (Tabela 6.10).

Tabela 6.10 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de fatores impulsionadores

	CFI1	CFI2	CFI3	CFI4	CFI5	CFI6
CFI1	0,72					
CFI2	0,19	0,79				
CFI3	0,16	0,55	0,86			
CFI4	0,17	0,48	0,43	0,78		
CFI5	0,08	0,42	0,49	0,66	0,76	
CFI6	0,43	0,33	0,3	0,28	0,1	0,79
Confiabilidade Composta	0,87	0,89	0,92	0,82	0,81	0,76
Média da Variância Extraída (MVE)	0,52	0,62	0,73	0,61	0,59	0,62

Nota: Os valores na diagonal são as raízes quadradas da MVE, como são maiores que as correlações entre os construtos, há validade discriminante.

Fonte: o autor

Tabela 6.11 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de fatores impulsionadores

	CFI1	CFI2	CFI3	CFI4	CFI5	CFI6
FI2	0,55	0,16	0,1	0,03	0,18	0,19
FI3	0,69	0,12	0,15	0,22	0,15	0,26
FI4	0,79	0,04	0,11	0,19	-0,01	0,29
FI6	0,88	0,21	0,2	0,13	0,01	0,46
FI7	0,8	0,14	0,04	0	0	0,37
FI23	0,57	0,28	0,15	0,51	0,3	0,06
FI8	0,18	0,62	0,34	0,29	0,2	0,3
FI13	0,22	0,86	0,56	0,38	0,29	0,37
FI14	0,15	0,85	0,53	0,46	0,34	0,33
FI15	-0,01	0,81	0,36	0,39	0,4	0,17
FI16	0,24	0,78	0,33	0,34	0,4	0,15
FI9	0,02	0,43	0,81	0,35	0,43	0,08
FI10	0,1	0,4	0,92	0,38	0,54	0,23
FI11	0,26	0,41	0,84	0,29	0,38	0,31
FI12	0,17	0,65	0,86	0,44	0,32	0,39
FI19	0,12	0,18	0,15	0,64	0,59	0,13
FI21	0,11	0,49	0,48	0,84	0,51	0,32
FI22	0,17	0,42	0,33	0,84	0,43	0,19
FI17	0,14	0,18	0,34	0,32	0,7	-0,05
FI18	-0,09	0,41	0,46	0,41	0,79	0,07
FI20	0,13	0,33	0,34	0,69	0,8	0,16
FI1	0,22	0,15	0,15	0,14	0,07	0,64
FI5	0,42	0,34	0,3	0,28	0,09	0,91

Fonte: o autor

No âmbito dos indicadores, confirma-se a validade discriminante, pois as correlações (carregamento) dos indicadores são maiores com os seus construtos do que com os demais (Tabela 6.11). Bem como é confirmada a confiabilidade dos indicadores, uma vez que todos apresentam correlação maior que 0,5 com o seu construto (Tabela 6.11) e os construtos obtiveram MVE também superior a 0,5 (Tabela 6.10).

6.3.2 Relações entre construtos

Assim como para o submodelo de barreiras, a 2ª *survey* também identificou as possíveis relações entre os construtos dos FI. Como resultado a Tabela 6.12 apresenta o resumo das SSIM de FI dos seis entrevistados. As simbologias representam as relações sugeridas pelos entrevistados, onde uma resposta V significa 1/6 na somatória da média do eixo i-j, uma resposta A representa 1/6 na somatória da média do eixo j-i, uma resposta X

representa 1/6 na somatória da média de ambos os eixos, e, uma resposta 0 não representa valor nenhum à somatória.

Tabela 6.12 — Resumo das SSIM de fatores impulsionadores dos entrevistados na 2ª *survey*

Relações	Respostas						Médias das respostas por eixo	
	1	2	3	4	5	6	i-j	j-i
1-2	A	V	A	X	0	0	0,33	0,5
1-3	A	V	A	A	0	A	0,17	0,67
1-4	X	V	V	A	0	A	0,5	0,5
1-5	0	X	V	X	0	A	0,5	0,5
1-6	V	A	A	A	0	A	0,17	0,67
2-3	X	0	V	0	0	0	0,33	0,17
2-4	A	A	V	0	0	A	0,17	0,5
2-5	A	A	V	0	0	0	0,17	0,33
2-6	A	A	V	0	0	0	0,17	0,33
3-4	A	V	V	A	V	V	0,67	0,33
3-5	A	X	V	A	V	V	0,67	0,5
3-6	A	X	V	X	0	V	0,67	0,5
4-5	V	X	V	V	V	A	0,83	0,33
4-6	V	X	0	V	V	0	0,67	0,17
5-6	X	X	X	A	0	A	0,5	0,83

Fonte: o autor

Seguindo a metodologia, foi construída a matriz de acessibilidade média do submodelo de FI, apresentada na Tabela 6.13. Desta tabela, segundo a regra de modo adaptada pela pesquisa, todas as relações com valores acima ou igual a 0,5 foram consideradas como possíveis, portanto, foram testadas quanto a sua significância estatística pela MEE.

Tabela 6.13 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de fatores impulsionadores

	1	2	3	4	5	6	(j)
1	1	0,33	0,17	0,50	0,50	0,17	
2	0,50	1	0,33	0,17	0,17	0,17	
(i) 3	0,67	0,17	1	0,67	0,67	0,67	
4	0,50	0,50	0,33	1	0,83	0,67	
5	0,50	0,33	0,50	0,33	1	0,50	
6	0,67	0,33	0,50	0,17	0,83	1	

Fonte: o autor

Visando testar a significância das possíveis relações entre os construtos de FI, foram construídos e testados modelos lineares de MEE a partir das várias combinações destas possíveis relações. Os resultados destes vários modelos lineares são apresentados na Tabela 6.14, em que uma relação suportada é aquela em que o *p-value* (significância) é inferior a 10%

(os valores da tabela foram arredondados para o valor mais próximo em uma casa decimal após a análise dos resultados) (HAIR et al., 2014).

Tabela 6.14 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de fatores impulsionadores

		3-4	3-6	4-2	4-5	5-3	6-1	6-3	1-4	1-5	2-1	3-1	3-5	4-1	4-6	5-1	5-6	6-5
Modelo 1	t-value	3,1	2,2		4,3				2,4	0,2	2,3	0,1	1,4		2,2		1,4	
	p-value	0	0,03		0				0,02	0,8	0,0	0,9	0,2		0,0		0,2	
Modelo 2	t-value	4,4		6,4		3,1	1,8	2,3			0,6			0,7		0,0		0,6
	p-value	0		0		0	0,1	0,0			0,6			0,5		1,0		0,6
Modelo 3	t-value	3,2	1,8	6,5	11				3,2						1,6			
	p-value	0	0,1	0	0				0						0,1			
Modelo 4	t-value			6,6	8,8	3,3	3,0	2,1	1,5									
	p-value			0	0	0	0	0,0	0,1									
Modelo 5	t-value			6,6	8,8	3,3	4,4	2,0										
	p-value			0	0	0	0	0,0										
Modelo 6	t-value	4,4	2,5	6,9		4,1	4,3											
	p-value	0	0,0	0		0	0											
Modelo 7	t-value	4,6	2,7	6,7	11		4,4											
	p-value	0	0,0	0	0		0											
Modelo 8	t-value	4,6		6,7	11		4,4	2,7										
	p-value	0		0	0		0	0,0										
Modelo 9	t-value	4,4		6,9		3,4	4,3	2,3										
	p-value	0		0		0	0	0,0										
Modelo 10	t-value		2,3	6,5	9	3,9	4,3											
	p-value		0,0	0	0	0	0											
Modelo 11	t-value	4,4	2,4	6,8		3,9	4,3											
	p-value	0	0,0	0		0	0											
Modelo 12	t-value			6,6	8,8	3,3	4,3	2,1										
	p-value			0	0	0	0	0,3										
Nº testes/ relação		8	6	11	8	8	10	6										

Fonte: o autor

Como resultado dos testes de significância vê-se que foram validadas 7 possíveis relações, destacadas em verde. No total foram construídos 12 modelos lineares até que fosse satisfeita a regra 5 para finalizar o processo, isto é, até que todas as relações fossem testadas um número igual de vezes ao número de construtos do modelo (para maiores detalhes vide o tópico 5.5.3).

Identificadas as relações válidas, seguiu-se para a criação do submodelo de FI, cujos resultados são apresentados no tópico a seguir.

6.3.3 Criação do submodelo

De posse das relações válidas entre construtos, foi construída a matriz de acessibilidade final do submodelo de FI. Para isso, foi atribuído o valor 1 as relações válidas e aplicada a regra da transitividade. A seguir calculou-se a motricidade e dependência dos construtos, dada pelas somas dos valores das suas linhas e colunas respectivamente. A Tabela 6.15 apresenta a matriz de acessibilidade final do modelo.

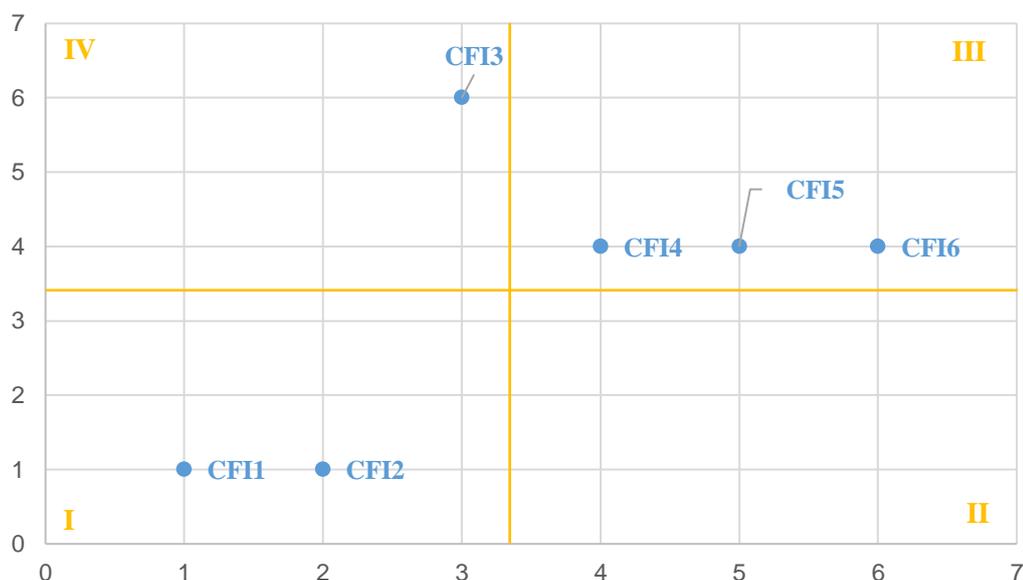
Tabela 6.15 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de fatores impulsionadores

	1	2	3	4	5	6	Motricidade
1	1						1
2		1					1
3	1	1	1	1	1	1	6
4		1	1	1	1		4
5			1	1	1	1	4
6	1		1	1		1	4
Dependência	3	3	4	4	3	3	

Fonte: o autor

A seguir foi feita a plotagem dos construtos no diagrama bidimensional da MICMAC. No eixo da abcissa tem-se a dependência e no eixo da ordenada tem-se a motricidade. Já os limites dos quadrantes, representados pelas linhas divisórias em laranja, são dados pelas médias dos resultados em cada eixo. O diagrama bidimensional de FI é apresentado na Figura 6.5. Como resultado o construto 3 de FI foi plotado no IV (elementos condutores), os construtos 4, 6 e 5 foram plotados no nível III (elementos de ligação) e, os construtos 1 e 2 foram plotados no nível I (elementos autônomos). Não sendo nenhum construto plotado no nível II (elementos dependentes).

Figura 6.5 — Diagrama bidimensional do submodelo de fatores impulsionadores



Fonte: o autor

Finalizando a criação do modelo, foi realizada a formação de grupos dos construtos com base em um procedimento da técnica de MEI. Para isso foram definidos os conjuntos de influentes, antecedentes e intersecções para cada construto. Na Tabela 6.16 o grupo 1 foi formado pelos construtos 1 e 2, pois ambos apresentam os mesmos conjuntos de influentes e intersecções.

Tabela 6.16 — Divisão do grupo 1 dos construtos de fatores impulsionadores

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Nível
CFI1	CFI1	CFI1, CFI3 e CFI6	CFI1	1
CFI2	CFI2	CFI2, CFI3 e CFI4	CFI2	1
CFI3	CFI1, CFI2, CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	
CFI4	CFI2, CFI3, CFI4 e CFI5	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4 e CFI5	
CFI5	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4 e CFI5	CFI3, CFI4 e CFI5	
CFI6	CFI1, CFI3, CFI4 e CFI6	CFI3, CFI5 e CFI6	CFI3 e CFI6	

Fonte: o autor

Em sequência, seguindo a mesma regra que deu origem ao grupo 1, foram formados os grupos de 2 a 4. A Tabela 6.17 apresenta os resultados de formação destes grupos, nela vê-se que os construtos 3 e 4 formaram o grupo 2, e os construtos 6 e 5 formaram os grupos 3 e 4 respectivamente.

Tabela 6.17 — Divisão dos grupos 2, 3 e 4 dos construtos de fatores impulsionadores

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Nível
CFI3	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	2
CFI4	CFI3, CFI4 e CFI5	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4 e CFI5	2
CFI5	CFI3, CFI4, CFI5 e CFI6	CFI3, CFI4 e CFI5	CFI3, CFI4 e CFI5	4
CFI6	CFI3, CFI4 e CFI6	CFI3, CFI5 e CFI6	CFI3 e CFI6	3

Fonte: o autor

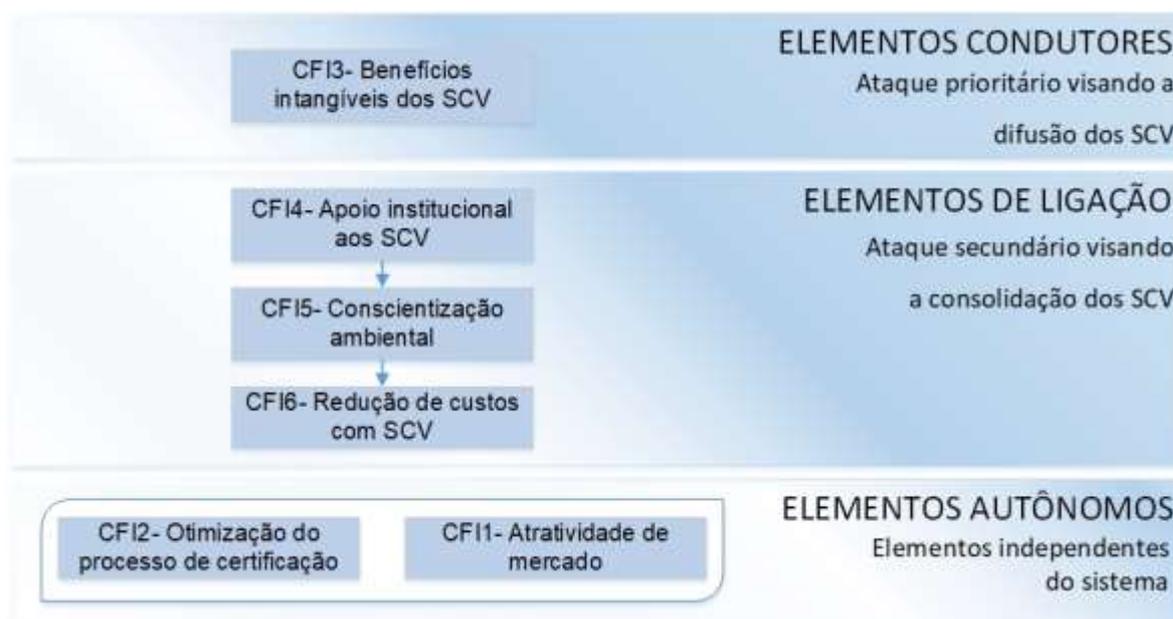
Concluída o submodelo de FI, o tópico a seguir apresenta a representação do modelo e discute seus resultados.

6.3.4 Submodelo

O submodelo de FI resultante desta pesquisa é apresentado na Figura 6.6. No primeiro nível, dos elementos condutores, tem-se como elemento prioritário os benefícios intangíveis dos SCV, composto pelos FI de “proteção ambiental”, “maior produtividade dos ocupantes”, “maior durabilidade e desempenho de edifícios verdes” e “melhor saúde, bem-estar e satisfação dos ocupantes”. Este resultado é consistente com a literatura e destaca a importância dada a esses FI (RAISBECK; WARDLAW, 2009; QIAN; CHAN, 2010; DOAN et al., 2019). Segundo Gliedt e Hoicka (2015) questões financeiras e de retorno do investimento são insuficientes para explicar a adoção de SCV no setor comercial de edificações, atuando indiretamente enquanto outras questões ganham destaque, especialmente a proteção ambiental, como uma estratégia empresarial.

Este ponto de vista corrobora com os resultados desta pesquisa, em que os benefícios intangíveis dos SCV é o único elemento prioritário do submodelo de FI, enquanto que no segundo nível, dos elementos de ligação, tem-se os construtos apoio institucional aos SCV, conscientização ambiental e redução de custos com SCV. Afinal, no nível secundário têm-se os elementos com alta motricidade e dependência, sugerindo que os elementos deste nível têm grande efeito indireto sobre o modelo, resultante das suas capacidades em afetar e serem afetados pelos demais construtos. Este achado sugere que os benefícios intangíveis dos SCV são a razão principal pela certificação, enquanto questões financeiras, de consciência ambiental, financeira e demanda dos clientes são secundárias.

Figura 6.6 — Submodelo de fatores impulsionadores



Fonte: o autor

Segundo Gliedt e Parker (2010) as empresas estão dispostas a certificar seus empreendimentos e promover benefícios ambientais, como uma estratégia de diversificação de gestão, visando resultados financeiros advindos da abertura de mercado e do marketing verde para estender as receitas marginais e promover uma vantagem verde estratégica. Isto é consistente com Costa *et al.* (2018), segundo os autores, em mercados competitivos como o de edificações comerciais do Brasil, a certificação pode ser um diferencial capaz de trazer retorno financeiro como por exemplo o aumento de 4% a 8% nos aluguéis se comparado à edificações não certificadas com as mesmas características. Entretanto, o construto CF11 (atratividade de mercado das SCV) foi classificado como um elemento autônomo, independente e irrelevante para a adoção de SCV. Este construto é composto da demanda de mercado, benefícios de marketing, valores de venda e locação maiores, menor vacância, atratividade de novos fundos de investimento e posicionamento estratégico da marca da empresa. Este resultado parece desalinhado com a literatura, pois sugere que a demanda de mercado é irrelevante, bem como que ou não há benefício de marketing com SCV ou as empresas não se preocupam com isto. Tendo-se em vista que os benefícios intangíveis são o construto principal do submodelo de FI, este resultado pode, inclusive, sugerir uma visão altruísta das empresas, como que estivessem preocupadas unicamente com a proteção ambiental no momento da certificação. No entanto, cabe lembrar que 70% dos entrevistados declararam possuir de alta a muito alta consciência acerca de SCV, enquanto que, inversamente, declararam que a consciência e o interesse da população são de baixo a muito

baixo para 75% e 61% respectivamente (Figura 6.2). Relacionando estes dados, o autor acredita que ocorre na verdade uma subvalorização da demanda de mercado por se acreditar que os usuários não tem interesse em construções verdes (enquanto que outros estudos e o contínuo crescimento da oferta destas edificações sugerem o contrário, vide o tópico 2.4), e supervalorização dos benefícios intangíveis dos SCV pela alta consciência dos entrevistados e o acesso as informações sobre o desempenho e benefícios tangíveis e intangíveis advindos da certificação.

Como sugestão, é necessário ampliar o conhecimento sobre as razões que orientam as decisões pela certificação no Brasil, e realizar pesquisas quantitativas sobre o desempenho e os benefícios dos SCV, sobretudo os benefícios intangíveis, tão pouco explorados na literatura internacional (ZHANG; WU; LIU, 2018).

6.4 Submodelo de estratégias para a adoção de SCV no Brasil

Assim como nos submodelos de barreiras e FI, a construção do submodelo de estratégias foi executada segundo a técnica de MEIV, cujos resultados são apresentados a seguir.

6.4.1 Definição dos construtos

Assim como nos modelos anteriores, os construtos de estratégias foram definidos com base nos resultados da aplicação da 1ª *survey*. Primeiramente realizou-se uma análise fatorial dos indicadores do modelo, seguida de consecutivas análises de conteúdo e análises fatoriais confirmatórias visando-se obter-se construtos coerentes e adequados para a MEE.

Dos 14 indicadores de estratégias mensuradas na 1ª *survey*, a estratégia E7 “aumentar o preço da energia e da água até um valor ótimo que incentive o mercado” foi excluída por não se adequar a nenhum dos construtos quanto à coesão ou ao modelo de mensuração da MEE, isto é, por não atender aos requisitos da análise fatorial confirmatória. Como resultado, os 13 indicadores restantes formaram cinco construtos (para maiores detalhes sobre os indicadores vide apêndice A). Os cinco construtos formados são apresentados no Quadro 6.3, são eles, “políticas públicas de apoio aos SCV”; “investimento, subsídios e parcerias públicas e privadas”; “investigar e divulgar os benefícios de construções verdes”;

“simplicidade e flexibilidade do processo de certificação” e, “educação e treinamento dos profissionais da construção para lidar com SCV”.

Quadro 6.3 — Construtos definidos para o submodelo de estratégias

Construto	Estratégia	Descrição das estratégias
CE1- Políticas públicas de apoio aos SCV	E2	Políticas e regulamentos obrigatórios de construção verde
	E4	Aumentar o suporte local a iniciativas sustentáveis, fomentando políticas, empreendimentos ou disponibilizando certificadores
	E5	Tornar as certificações ambientais obrigatórias
	E6	Maior rigor das políticas ambientais existentes (ex.: rigorosa fiscalização e inspeção ambiental na fase de operação com transparência dos resultados obtidos)
CE2- Investimentos, subsídios e parcerias públicas e privadas	E1	Empréstimos, isenção de impostos e subsídios de baixo custo de instituições governamentais e financeiras (sobretudo para pequenas e médias construtoras)
	E10	Investir em inovação (ex.: parcerias com instituições de pesquisa e universidades ou na criação de centros de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias e materiais verdes)
	E3	O Governo, grandes empresas ou companhias multinacionais certificarem suas construções e divulgarem o desempenho destas edificações
CE3- Investigar e divulgar os benefícios de construções verdes	E11	Aumentar a consciência ambiental pública, através de atividades que discutam o tema (ex.: workshops, seminários e conferências)
	E12	Mais publicidade através da mídia (ex.: mídia impressa, rádio, televisão e internet). Aumentando a informação sobre empreendimentos, custos e benefícios das certificações
CE4- Simplicidade e flexibilidade do processo de certificação	E8	Aprimoramento do método de certificação (ex.: fazendo manuais e sistemas técnicos facilitados para o usuário, assim como <i>templates</i> e etc)
	E9	Aumentar a flexibilidade dos requisitos, facilitando a certificação em variadas localidades e climas
CE5- Educação e treinamento dos profissionais da construção para lidar com SCV	E13	Preparar a indústria através de programas educacionais e de treinamento para desenvolvedores, empreiteiros, AEC e decisores políticos
	E14	Capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais sustentáveis dos projetos que atuam

Fonte: o autor

Nas Tabela 6.18 e Tabela 6.19 são apresentados os resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos e dos indicadores. Nela pode-se ver a adequação do modelo de mensuração, isto é, a validade estatística dos construtos segundo a MEE (para mais detalhes vide o tópico 5.5.1).

No âmbito dos construtos, há validade discriminante, pois os valores nas diagonais são maiores que as correlações entre os construtos (Tabela 6.18). Todos possuem confiabilidade composta maior que 0,708, conferindo a consistência interna mínima

necessária (Tabela 6.18). E, o MVE é superior a 0,5, confirmando sua validade convergente (Tabela 6.18).

Tabela 6.18 — Resultados da análise fatorial confirmatória dos construtos do submodelo de estratégias

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
CE1	0,757				
CE2	0,667	0,766			
CE3	0,375	0,582	0,883		
CE4	0,376	0,458	0,142	0,908	
CE5	0,51	0,655	0,527	0,371	0,792
Confiabilidade Composta	0,842	0,807	0,877	0,903	0,768
Média da Variância Extraída (MVE)	0,573	0,587	0,78	0,824	0,628

Nota: Os valores na diagonal são as raízes quadradas da MVE, como são maiores que as correlações entre os construtos, há validade discriminante.

Fonte: o autor

Tabela 6.19 — Correlações entre indicadores e construtos do submodelo de estratégias

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
E2	0,818	0,485	0,256	0,28	0,486
E4	0,823	0,671	0,354	0,45	0,494
E5	0,711	0,415	0,267	0,168	0,219
E6	0,663	0,391	0,235	0,18	0,313
E1	0,321	0,616	0,402	0,213	0,351
E3	0,736	0,847	0,533	0,346	0,565
E10	0,429	0,814	0,403	0,464	0,561
E11	0,358	0,521	0,892	0,202	0,482
E12	0,303	0,507	0,875	0,043	0,448
E8	0,375	0,443	0,207	0,921	0,328
E9	0,302	0,386	0,038	0,894	0,347
E13	0,481	0,656	0,457	0,402	0,891
E14	0,304	0,329	0,378	0,136	0,679

Fonte: o autor

No âmbito dos indicadores, confirma-se a validade discriminante, pois as correlações (carregamento) dos indicadores são maiores com os seus construtos do que com os demais (Tabela 6.19). Bem como é confirmada a confiabilidade dos indicadores, uma vez que todos apresentam correlação maior que 0,5 com o seu construto (Tabela 6.19) e os construtos obtiveram MVE também superior a 0,5 (Tabela 6.18).

6.4.2 Relações entre construtos

Bem como nos demais modelos, as possíveis relações do submodelo de estratégias foram identificadas por meio da 2ª *survey*. O resumo das SSIM de estratégias dos seis entrevistados é apresentado na Tabela 6.20. As simbologias representam as relações sugeridas pelos entrevistados, onde uma resposta V significa 1/6 na somatória da média do eixo i-j, uma resposta A representa 1/6 na somatória da média do eixo j-i, uma resposta X representa 1/6 na somatória da média de ambos os eixos, e, uma resposta 0 não representa valor nenhum à somatória.

Tabela 6.20 — Resumo das SSIM de estratégias dos entrevistados na 2ª *survey*

Relações	Respostas						Médias das respostas por eixo	
	1	2	3	4	5	6	i-j	j-i
1-2	V	X	V	X	X	V	1	0,5
1-3	V	X	X	A	X	V	0,8	0,7
1-4	V	X	A	A	V	V	0,7	0,5
1-5	V	X	V	V	V	V	1	0,2
2-3	A	A	X	A	V	V	0,5	0,7
2-4	A	V	X	A	V	0	0,5	0,5
2-5	X	X	X	V	0	V	0,8	0,5
3-4	X	X	V	0	X	A	0,7	0,7
3-5	V	A	X	V	V	V	0,8	0,3
4-5	A	X	V	0	0	V	0,5	0,3

Fonte: o autor

Seguindo a metodologia, foi construída a matriz de acessibilidade média do submodelo de FI, apresentada na Tabela 6.21. Desta tabela, segundo a regra de modo adaptada pela pesquisa, todas as relações com valores acima ou igual a 0,5 foram consideradas como possíveis, portanto, foram testadas quanto a sua significância estatística pela MEE.

Tabela 6.21 — Matriz de acessibilidade média do submodelo de estratégias

		1	2	3	4	5	(j)
(i)	1	1	1,00	0,83	0,67	1,00	
	2	0,50	1	0,50	0,50	0,83	
	3	0,67	0,67	1	0,67	0,83	
	4	0,50	0,50	0,67	1	0,50	
	5	0,17	0,50	0,33	0,33	1	

Fonte: o autor

Visando testar a significância das possíveis relações entre os construtos de estratégias, foram construídos e testados modelos lineares de MEE a partir das várias

combinações destas possíveis relações. Os resultados destes vários modelos lineares são apresentados na Tabela 6.22 em que uma relação suportada é aquela em que o *p-value* (significância) é inferior a 10% (os valores da tabela foram arredondados para o valor mais próximo em uma casa decimal após a análise dos resultados) (HAIR et al., 2014).

Tabela 6.22 — Resultados dos modelos lineares MEE desenvolvidos para testar a significância das possíveis relações entre os construtos de estratégias

		1-2	1-4	2-3	2-5	3-1	3-2	3-5	4-2	4-3	1-3	1-5	3-4	4-5
Modelo 1	t-value	12,0	2,8	5,1	2,2			2,1			0,5	1,2	0,0	1,3
	p-value	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0			0,6	0,2	1,0	0,2
Modelo 2	t-value	6,0			4,2	4,0	4,6	1,9	3,0	1,1				
	p-value	0,0			0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3				
Modelo 3	t-value	6,0	3,0		4,3	3,9	4,6	1,9	3,0					
	p-value	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0					
Modelo 4	t-value	10,1	3,0	6,3	4,3			1,9	2,2					
	p-value	0,0	0,0	0,0	0,0			0,1	0,0					
Modelo 5	t-value		3,3	6,3	4,3			1,9	3,7					
	p-value		0,0	0,0	0,0			0,1	0,0					
Modelo 6	t-value	10,1		6,6	4,2			1,9	2,4					
	p-value	0,0		0,0	0,0			0,1	0,0					
Modelo 7	t-value			6,3	4,4	4,2		1,9	3,7					
	p-value			0,0	0,0	0,0		0,1	0,0					

Fonte: o autor

Como resultado dos testes de significância vê-se que foram validadas 8 possíveis relações, destacadas em verde. Diferente dos modelos anteriores, no submodelo de estratégias foi satisfeita a regra 4 para finalização do teste de modelos lineares, isto é, após o teste de 7 modelos lineares não havia mais variações das relações entre construtos possíveis de serem elaboradas (para maiores detalhes vide o tópico 5.5.3). Isto ocorreu devido à baixa ocorrência de relações cruzadas e circulares neste modelo, o que reduziu o número de modelos lineares possíveis.

Por fim, identificadas as relações válidas, seguiu-se para a criação do submodelo de estratégias, cujos resultados são apresentados no tópico a seguir.

6.4.3 Criação do submodelo

Identificadas as relações válidas entre construtos, foi construída a matriz de acessibilidade final do submodelo de estratégias. Para isso, foi atribuído o valor 1 as relações válidas e aplicada a regra da transitividade. A seguir calculou-se a motricidade e dependência

dos construtos, dada pelas somas dos valores das suas linhas e colunas respectivamente. A Tabela 6.23 apresenta a matriz de acessibilidade final do modelo.

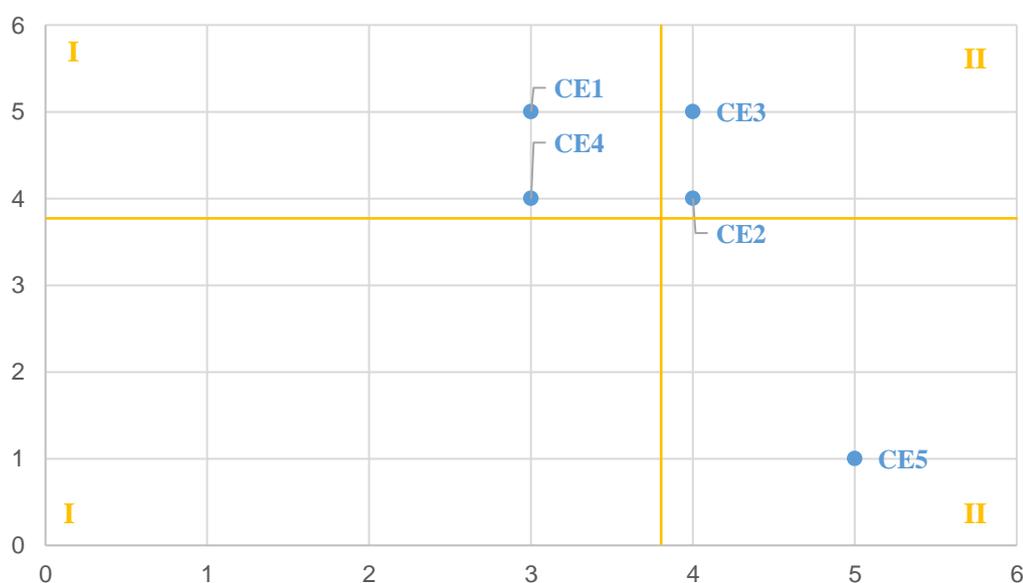
Tabela 6.23 — Matriz de acessibilidade final do submodelo de estratégias

	1	2	3	4	5	Motricidade
1	1	1	1	1	1	5
2	1	1	1		1	4
3	1	1	1	1	1	5
4		1	1	1	1	4
5					1	1
Dependência	3	4	4	3	5	

Fonte: o autor

A seguir foi feita a plotagem dos construtos no diagrama bidimensional da MICMAC. No eixo da abcissa tem-se a dependência e no eixo da ordenada tem-se a motricidade. Já os limites dos quadrantes, representados pelas linhas divisórias em laranja, são dados pelas médias dos resultados em cada eixo. O diagrama bidimensional de estratégias é apresentado na Figura 6.7. Como resultado os construtos 1 e 4 de estratégias foram plotados no nível IV (elementos condutores), os construtos 2 e 3 foram plotados no nível III (elementos de ligação) e, o construto 5 foi plotado no nível II (elementos dependentes).

Figura 6.7 — Diagrama bidimensional do submodelo de estratégias



Fonte: o autor

Para finalizar a criação do modelo, foi realizada a formação de grupos dos construtos com base em um procedimento da técnica de MEI. Para isso foram definidos os conjuntos de

influentes, antecedentes e intersecções para cada construto. Na Tabela 6.24 o grupo 1 foi formado pelo construto 5, pois o foi único a apresentar os mesmos conjuntos de influentes e intersecções.

Tabela 6.24 — Divisão do grupo 1 dos construtos de estratégias

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Nível
CE1	CE1, CE2, CE3, CE4 e CE5	CE1, CE2 e CE3	CE1, CE2 e CE3	
CE2	CE1, CE2, CE3 e CE5	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2 e CE3	
CE3	CE1, CE2, CE3, CE4 e CE5	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2, CE3 e CE4	
CE4	CE2, CE3, CE4 e CE5	CE1, CE3 e CE4	CE3 e CE4	
CE5	CE5	CE1, CE2, CE3, CE4 e CE5	CE5	1

Fonte: o autor

Seguindo a mesma regra que deu origem ao grupo 1, foram formados os grupos de 2, 3 a 4. A Tabela 6.25 apresenta os resultados de formação destes grupos, nela vê-se que os construtos 2 e 3 formaram o grupo 2, e os construtos 4 e 1 formaram os grupos 3 e 4 respectivamente.

Tabela 6.25 — Divisão dos grupos 2, 3 e 4 dos construtos de estratégias

Elemento	Conjunto de influentes	Conjunto de antecedentes	Conjunto de intersecções	Nível
CE1	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2 e CE3	CE1, CE2 e CE3	4
CE2	CE1, CE2 e CE3	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2 e CE3	2
CE3	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2, CE3 e CE4	CE1, CE2, CE3 e CE4	2
CE4	CE2, CE3 e CE4	CE1, CE3 e CE4	CE3 e CE4	3

Fonte: o autor

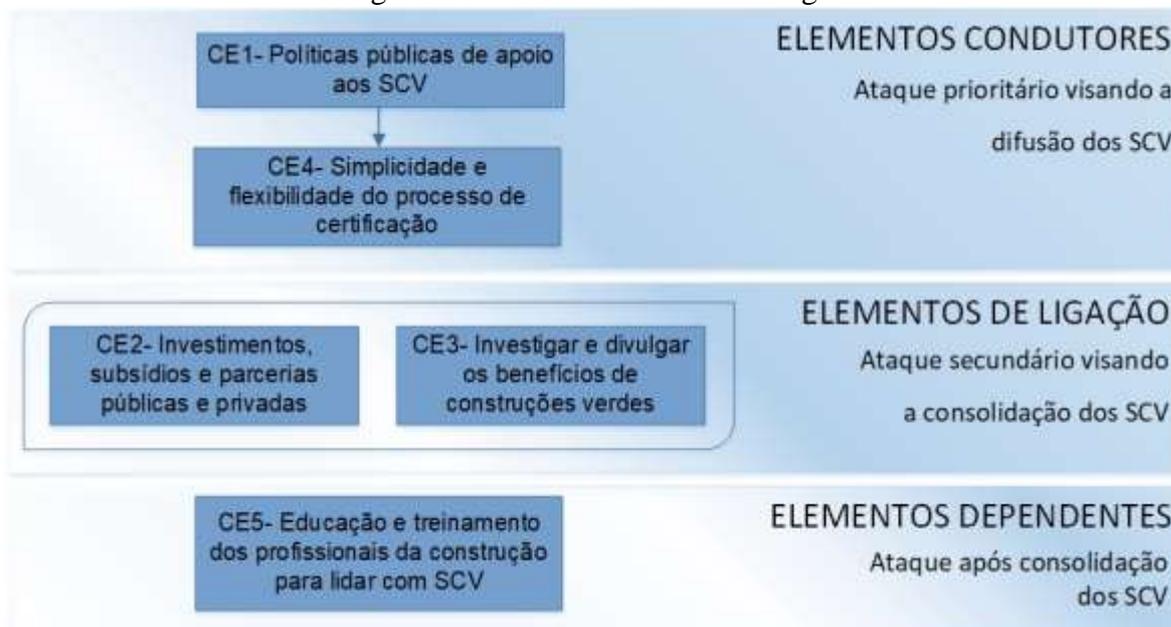
Concluída a metodologia de criação do modelo, o tópico a seguir apresenta a representação do submodelo de estratégias e discute seus resultados.

6.4.4 Submodelo

Na Figura 6.8 pode-se ver o submodelo de estratégias. Políticas públicas de apoio aos SCV teve destaque como o principal construto do modelo, composto de estratégias sujeitas ao apoio do governo, são elas a publicação, maior suporte e rigor de políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes, bem como da estratégia E5 “tornar as certificações ambientais obrigatórias”. É inegável que o governo representa um papel fundamental na disseminação de SCV (DING et al., 2018; ZHANG et al., 2018; BERAWI et al., 2019) e as políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes já provaram ser uma estratégia com potencial transformador do desempenho do ambiente construído (GUO; PACHAURI, 2017; AYDIN; BROUNEN; KOK, 2020). Segundo Martek *et al.* (2019), na falta de consciência do mercado de construção, estas regulamentações são a única língua que os desenvolvedores entendem. Embora não seja possível afirmar, este argumento de Martek *et al.* (2019), possivelmente expressa a opinião dos entrevistados desta tese, afinal, o destaque das estratégias ligadas as políticas públicas e a obrigatoriedade das SCV ocorre em paralelo com a opinião de que os entrevistados tem de baixa a muito baixa consciência e interesse em construções verdes (Figura 6.2), portanto, teoricamente, se não for imposta, a depender unicamente do usuário talvez não seja possível vislumbrar-se um futuro em que haverá ampla adoção de construções verdes em todo o território nacional. Comparativamente, a obrigatoriedade já colheu bons frutos em outros países: o SCV Basix por exemplo, ao se tornar obrigatório em alguns estados na Austrália, tem ampla adoção e já foi capaz de certificar mais de 140 mil edificações (SAMARATUNGA et al., 2017); na China, o programa governamental *Green Lights* instituiu SCV de eficiência energética obrigatórios, e como resultado, além da ampla disseminação de construções verdes, houve a redução do consumo e do preço da energia, desenvolvimento tecnológico, fortalecimento de indústrias para fornecimento de tecnologias verdes e criação de novas parcerias e mercados internacionais (GUO; PACHAURI, 2017). Entretanto, nem todas as experiências foram positivas, em Israel, a norma SL 5281 foi tornada obrigatória em alguns estados, no entanto, esta estratégia não se reverteu em uma maior disseminação de construções verdes, mas caiu no esquecimento em função da corrupção e pouca atenção das autoridades locais (COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2019). Neste sentido, os benefícios e o alcance das políticas públicas e da obrigatoriedade de construções verdes parecem promissores, mas devem ser implementados com rigor, pois conforme este resultado sugere, para uma ampla adoção dos SCV no Brasil é fundamental o

fortalecimento da fiscalização e das instituições responsáveis pela implementação da política de proteção ambiental.

Figura 6.8 — Submodelo de estratégias



Fonte: o autor

O segundo construto tido como elemento condutor do submodelo de estratégias é a simplicidade e flexibilidade do processo de certificação. Este construto é composto das estratégias “aprimoramento do método de certificação” e “aumentar a flexibilidade dos requisitos, facilitando a certificação em variadas localidades e climas”. Para Yu *et al.* (2019), em países em desenvolvimento cuja implementação de construções verdes ainda encontram-se nas suas fases iniciais, o aprimoramento do método de certificação representa uma estratégia chave para a ampliação de adoção de SCV. Para Mlecnik *et al.* (2010) a complexidade e a dificuldade em ampliar a adoção de SCV são os resultados diretos de requisitos muito exigentes. Seja qual for a razão, Adekanye, Davis e Azevedo (2020) foram esclarecedores, e observaram correlação entre a atualização do LEED e a sua adoção, demonstrando que a evolução do seu processo de certificação explica em muito o sucesso de sua implementação. Cabe destacar, no entanto, que este construto não significa a facilitação da certificação, mas sim uma melhor adequação das SCV e dos objetivos do desenvolvimento sustentável às características regionais e necessidades dos desenvolvedores, bem como na maior acessibilidade ao processo de certificação. Por exemplo, segundo Flowers *et al.* (2019) um meio de fornecer esta flexibilidade é uma maior disponibilidade de requisitos, o que permitiria uma maior adoção dos SCV, inclusive para projetos de menor custo, ao oportunizar que os

desenvolvedores optem por requisitos que forneçam maiores benefícios segundo o seu ponto de vista, isto é, favorecendo por exemplo o baixo custo, o marketing ou a redução de impactos ambientais, conforme os objetivos do empreendimento. Em outras palavras, este construto representa por uma solução para a dificuldade de certificar na região norte do Brasil, onde desenvolveu-se este estudo, em que pela falta de alternativas locais o desenvolvedor é obrigado a contratar mão-de-obra, consultoria e tecnologias verdes de outros estados, bem como tem que atender a requisitos estipulados para outras regiões e climas diversos daquele de onde o projeto se desenvolve.

No segundo nível, dos elementos de ligação têm-se dois construtos formando um grupo, o que significa que ambos estão no mesmo nível na hierarquia do modelo. Um destes construtos é o de investimentos, subsídios e parcerias públicas e privadas. Este construto é composto pelas estratégias “empréstimos, isenção de impostos e subsídios de baixo custo[...]”, “investir em inovação” e “o governo, grandes empresas e companhias multinacionais certificarem suas construções e divulgarem o desempenho destas edificações”. O objetivo deste construto é promover o apoio de instituições públicas e privadas de grande porte as pequenas e médias empresas de construção. Segundo QI *et al.* (2010) encorajar pequenas e médias empresas de construção na adoção de construções verdes é uma estratégia importante para o sucesso de sua implementação de forma ampla, e para isso, incentivos financeiros, conhecimento e experiência profissional com certificação representam alguns dos principais fatores impulsionadores. Isto pode ocorrer pois as pequenas e médias empresas têm menos recursos e normalmente certificam menos seus empreendimentos do que as grandes empresas (BAYRAKTAR; OWENS; ZHU, 2011). Estes achados são consistentes com Wong e Abe (2014), segundo os autores uma vez que setor de construção japonês é caracterizado por empresas e projetos de pequeno porte, a assistência financeira e incentivos (para clientes, projetistas e contratantes) são necessários para ajudar a mitigar os incrementos de custo e tempo das construções verdes. Considerando que mais de 95% das empresas de construção brasileiras são de pequeno porte (SEBRAE, 2021) este construto tem um grande potencial em fomentar a adoção de SCV no Brasil.

O outro construto classificado como elemento de ligação é investigar e divulgar os benefícios de construções verdes, composto das estratégias “aumentar a publicidade através da mídia” e “aumentar a consciência ambiental pública, através de atividades que discutam o tema (ex.: workshops, seminários e conferências)”. Para Zhang *et al.* (2018) ampliar o conhecimento e consciência do consumidor é a segunda estratégia mais adequada para

fomentar construções verdes. Isto ocorre pois os usuários no geral, desconhecem os benefícios das construções verdes e em consequência tendem a optar por edificações mais baratas, neste sentido, disponibilizar informação e aumentar a consciência da população representam estratégias chaves para promover a demanda de mercado acerca de SCV (ZHANG et al., 2018; ZHANG; WU; LIU, 2018).

No nível dos elementos dependentes tem-se o construto educação e treinamento dos profissionais da construção para lidar com SCV, composto das estratégias “capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais sustentáveis dos projetos que atuam” e “preparar a indústria através de programas educacionais e de treinamento[...]”. Classificado como dependente, este construto tem baixa motricidade e alta dependência, significando pouca prioridade em relação aos demais. Apesar de ser citado de forma recorrente na literatura pesquisada, usualmente este construto está associado a países que encontram-se nas fases iniciais de implementação de SCV, como Singapura (HWANG et al., 2017), Índia (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009), África do Sul (SUNDAYI; TRAMONTIN; LOGGIA, 2016), países Árabes (SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019), Vietnã (PHAM; LEE; AHN, 2019) e Tailândia (SHEN et al., 2018). Portanto, acredita-se que este construto tem grande ligação com as etapas da difusão dos SCV e que a sua importância tende a diminuir conforme avança-se na certificação de construções verdes no Brasil, justificando assim a sua classificação como elemento dependente do modelo.

6.5 Validação do modelo

Conforme discutido na metodologia, visando agregar maior confiabilidade aos resultados desta pesquisa foi realizada uma 3ª *survey* para validação qualitativa dos modelos desenvolvidos. Segundo Balci (1994), nesta técnica, pesquisadores, usuários potenciais do modelo e pessoas com conhecimento sobre o sistema ao qual o modelo visa representar (construções verdes no Brasil), baseados em sua intuição e experiência irão avaliar subjetivamente os resultados obtidos do modelo. O questionário completo adotado para esta validação encontra-se no apêndice C e este tópico visa apresentar seus resultados.

Diferente dos trabalhos conhecidos que utilizaram a mesma abordagem qualitativa para validação de seus modelos, esta pesquisa optou por não limitar os respondentes aqueles com grande experiência com SCV, mas incluir todos os profissionais com alguma experiência com SCV no Brasil acessíveis à pesquisa, como resultado foram enviados 78 questionários

para os respondentes da 1ª *survey* e obteve-se 10 respostas completas, um número maior do que os 5 obtidos por Darko (2018), os 6 obtidos por Osei-Kyei (2018) e os 7 obtidos por Ameyaw e Chan (2015). Além de aumentar o número de respostas, esta abordagem foi adotada com a finalidade de observar a opinião do maior número de perfis possível de interessados em construções verdes, afinal, o modelo desenvolvido deve ser capaz de ajudar a traçar estratégias para a adoção de construções verdes para todos os interessados, independente de sua experiência e conhecimento sobre SCV (POTBHARE; SYAL; KORKMAZ, 2009; YANG; YANG, 2015).

As características dos dez entrevistados são apresentadas na Tabela 6.26, nela, vê-se que dois trabalham com consultoria de SCV; três trabalham com construção, sendo que um deles também é diretor de um sindicato de construção; um é coordenador da instituição certificadora do AQUA, um dos SCV mais adotados no Brasil (vide Tabela 2.1); e, quatro são acadêmicos e desenvolveram pesquisas sobre SCV, sendo três destes professores de pós-graduação no Brasil. Quanto à experiência em SCV, metade tem mais de 10 anos (maior valor inquirido), três têm de 5 a 10 anos e outros dois têm o mínimo de 1 a 2 anos. Enfim, conforme vê-se na Tabela 6.26, os respondentes da 3ª *survey* representam uma boa variedade dos possíveis usuários do modelo, portanto, acredita-se que suas respostas atendem à finalidade de validação pretendida.

Tabela 6.26 — Características dos entrevistados na 3ª *survey*

Entrevistado	Atividade do entrevistado	Função do entrevistado	Experiência com construção	Experiência com SCV	Consciência acerca de SCV
1	Consultoria	Arquiteto	11-15 anos	5 a 10 anos	Muito Alto
2	Consultoria	Gerente de Projetos	11-15 anos	>10 anos	Alto
3	Instituição certificadora	Coordenador	>20 anos	>10 anos	Muito Alto
4	Construção	Engenheiro	16-20 anos	1 a 2 anos	Alto
5	Construção	Diretor	>20 anos	5 a 10 anos	Alto
6	Construção e Sindicato	Diretor	16-20 anos	5 a 10 anos	Baixo
7	Acadêmico	Pós-graduando	16-20 anos	>10 anos	Muito Alto
8	Acadêmico	Professor	>20 anos	1 a 2 anos	Moderado
9	Acadêmico	Coordenador	>20 anos	>10 anos	Alto
10	Acadêmico	Professor	>20 anos	>10 anos	Muito Alto

Fonte: o autor

A Tabela 6.27 apresenta os resultados da validação qualitativa. Definidas em uma escala de 1 a 5, em que 1 significava “não concordo fortemente” e 5 “concordo fortemente” a média geral das respostas foi de 3,71, sugerindo médias das opiniões sobre a validade do modelo próximo de “concordo”. Comparativamente, adotando a mesma escala em seus

questionários de validação, Darko (2018) obteve uma média de 4,43, Ameyaw e Chan (2015) obtiveram uma média de 4,28, e Osei-Kyei (2018) obteve uma média de 4,19. Apesar de apresentarem resultados melhores, afinal nos três estudos as médias foram superiores a 4, os modelos dos dois primeiros são substancialmente mais simples do que o desta pesquisa, pois baseiam-se na influência direta de alguns poucos fatores sobre uma variável dependente, o que acredita-se facilita a compreensão e uma maior concordância dos respondentes, já o modelo de Osei-Kyei (2018) é mais próximo do desta pesquisa e apresenta um número bem maior de fatores influenciando uma única variável dependente, consequentemente, o modelo de Osei-Kyei (2018) obteve uma média de respostas inferior aos outros dois, possivelmente em detrimento de sua maior complexidade. O modelo desta pesquisa, por outro lado, é comparativamente mais complexo que os três modelos discutidos e apresenta não apenas a influência de algumas variáveis sobre uma única variável dependente, mas apresenta uma conjunto de variáveis que relacionam-se multidirecionalmente, além de dividirem-se em níveis e grupos de implementação, resultando que, assim como observado pelo contrastes dos estudos discutidos, a maior complexidade do modelo resultou em uma média de respostas menor mas ainda assim satisfatória, afinal, 3,71 é significativamente maior do que o valor 2, que significaria a discordância sobre os resultados do modelo.

Tabela 6.27 — Resultados da 3ª *survey* para validação do modelo

	Questões para validação do modelo	Respostas										Média das respostas
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	O modelo sugerido de barreiras é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3,7
2	O modelo sugerido de fatores impulsionadores é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3,8
3	O modelo sugerido de estratégias é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3,7
4	O modelo, no geral, é de fácil entendimento e pode ser utilizado adequadamente por instituições público e privadas no Brasil?	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3,5
5	Os níveis de implementação do modelo estão apropriados?	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3,6
6	O modelo é inclusivo, isto é, pode ser utilizado tanto por instituições públicas quanto privadas?	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3,7
7	Você confirma que a utilização do modelo por instituições públicas e privadas iria fomentar a adoção de SCV no Brasil?	4	4	4	4	3	5	4	4	3	4	4,0
Média geral das respostas											3,71	

Fonte: o autor

Analisando as respostas individualmente. Os modelos de barreiras, FI e estratégias obtiveram médias de 3,7 a 3,8, demonstrando serem razoáveis e refletir corretamente a

necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil segundo os entrevistados. No geral, os modelos foram considerados apropriados e inclusivos para a adoção de SCV no Brasil. A média mais baixa de resposta 3,5 foi relacionada à facilidade de entendimento do modelo. Apesar de ser uma diferença pequena em relação as demais, acredita-se que este resultado pouco pior tem maior relação com a dificuldade de interpretação do modelo devido à dificuldade de explicá-lo satisfatoriamente no questionário para coleta de dados, afinal, os modelos permitem uma ampla discussão e uma breve visualização da imagem representativa dos modelos talvez não seja a forma mais fácil de compreender toda a sua aplicabilidade, sobretudo considerando as relações entre construtos e níveis de implementação.

A última questão relaciona-se com o potencial dos modelos em fomentar a adoção de SCV no Brasil. Esta resposta obteve a melhor média, atingindo o valor de 4,0, representado pelo conceito de “concordo”. Conforme elaborado pelo autor, este resultado sugere o atendimento do objetivo principal da pesquisa que era a “criação de um modelo interpretativo que ajude a fomentar selos de construções verdes no Brasil”, portanto, ponderando este e os demais resultados obtidos nesta etapa, considera-se satisfatório o resultado da validação qualitativa dos modelos desenvolvidos.

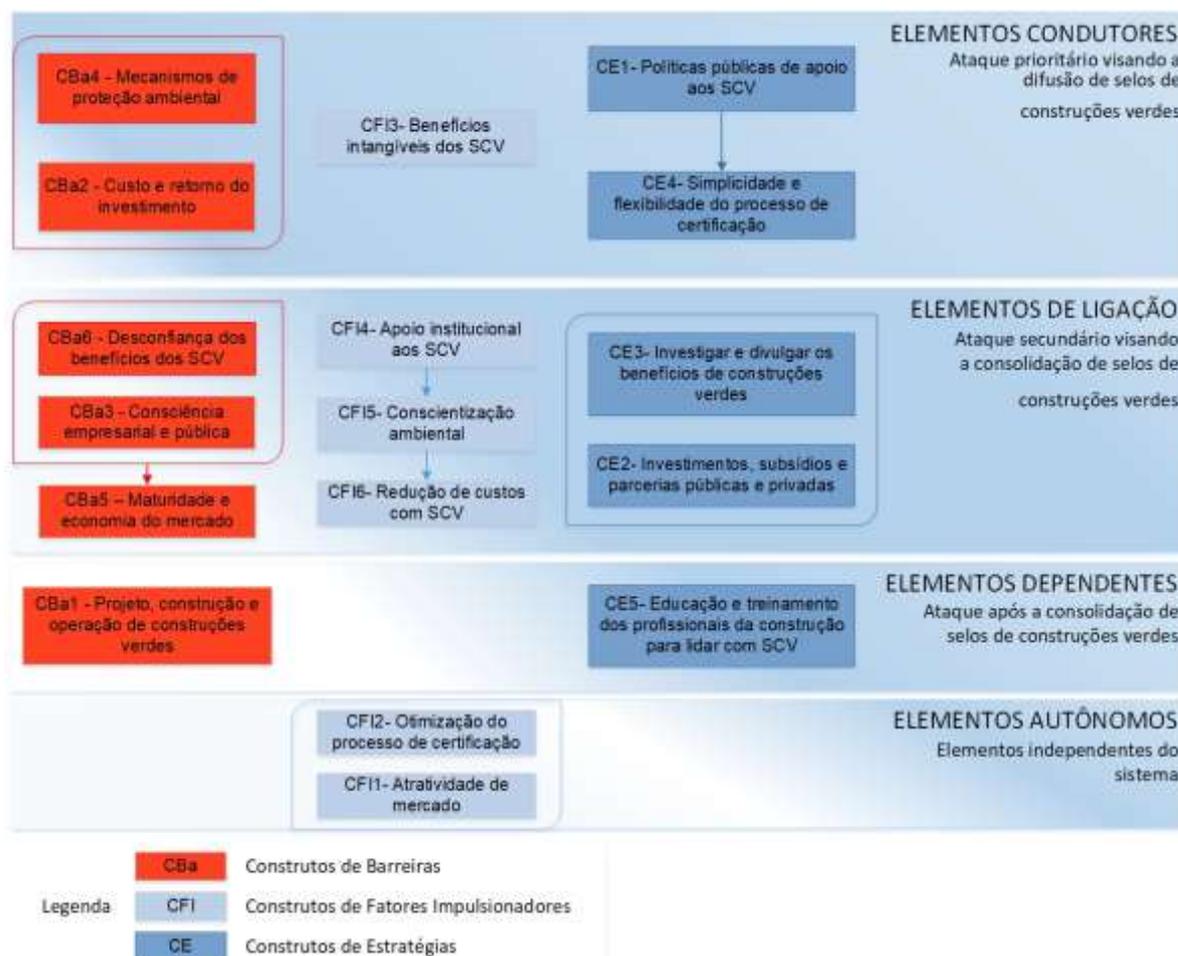
6.6 Modelo geral para a adoção de SCV no Brasil

Visando explorar um pouco mais os resultados foi elaborado um modelo geral unificando os modelos de barreiras, FI e estratégias segundo os níveis de implementação. Este modelo geral é apresentado na Figura 6.9. A análise deste modelo demonstra a coerência dos elementos em cada nível. Por exemplo, no nível dos elementos condutores os “mecanismos de proteção ambiental” são uma das principais barreiras a adoção de SCV, enquanto as “políticas públicas de apoio aos SCV”, responsáveis por lidar com essas barreiras, são as principais estratégias do modelo. O mesmo acontece nos outros níveis e, além da coerência dos resultados, isto indica a qualidade da metodologia empregada para obter o consenso sobre a opinião de vários entrevistados e a qualidade do modelo para fomentar a adoção de construções verdes no Brasil. A seguir são discutidas as relações entre os elementos do modelo geral.

Conforme destacado no parágrafo anterior, dentre os elementos de ataque prioritário do modelo encontram-se as barreiras relacionadas aos “mecanismos de proteção ambiental”, os FI relacionados aos “benefícios intangíveis dos SCV” e as estratégias

relacionadas as “políticas públicas de apoio aos SCV”. Estes três elementos têm grande compatibilidade e constituem-se principalmente das políticas públicas ambientais como leis, códigos e regulamentos de construção e o rigor de sua implementação. Este resultado indica a grande importância deste item e sugere que o papel principal da adoção de SCV no Brasil é destinado as autoridades públicas responsáveis pela política ambiental.

Figura 6.9 — Modelo geral para a adoção de SCV no Brasil



Fonte: o autor

Além das autoridades públicas, as instituições certificadoras têm também um importante papel a cumprir para a adoção de SCV no Brasil. Segundo o modelo, outra barreira condutora é o “custo e retorno do investimento”. Este resultado indica que apesar de considera-las custosas no Brasil, os investidores adotam SCV em nome de seus benefícios intangíveis e, para reduzir estes custos a melhor estratégia é as instituições certificadoras investirem na “simplicidade e flexibilidade do processo de certificação”. Segundo Flowers, Matisoff e Noonan (2019) a flexibilidade dos SCV pode atuar na redução dos custos de construções verdes, por exemplo, incluindo um maior número de requisitos, o que geraria a

oportunidade ao desenvolver de escolher aqueles que melhor se adequem a sua capacidade de investimento e tempo de retorno do investimento pretendido. Uma maior flexibilidade do processo de certificação pode representar ainda, que as instituições certificadores atribuam pontuação à implementação de tecnologias verdes de baixo custo como alternativas para as pequenas empresas do setor de construção civil brasileiras, afinal, faz alguns anos as opções por este tipo de tecnologia são grandes e têm potencial real de transformar o ambiente construído em prol da maior sustentabilidade do setor, reduzindo custos e mantendo ou mesmo melhorando os benefícios para o meio ambiente (BODACH; HAMHABER, 2010; SULLIVAN; WARD, 2012), como por exemplo na utilização de materiais recicláveis para a construção de um sistema de captação de água da chuva.

Dentre os elementos de ligação, outras estratégias destacam-se no fomento de SCV. Segundo o modelo, “investimentos, subsídios e parcerias público e privadas” é uma estratégia eficaz, que tem o potencial de mobilizar os FI “apoio institucional aos SCV” e “redução de custos com SCV” em prol das barreiras de “custos e retorno do investimento” e “maturidade e economia de mercado”. Conforme a discussão nos resultados do submodelo de estratégias, o efeito dos investimentos e subsídios sobre os custos caracteriza-se principalmente pelo apoio financeiro às pequenas construtoras que visam certificar (vide tópico 6.4.4). Já o efeito dos investimentos e subsídios sobre a “maturidade e economia do mercado” ocorre em função do FI “redução de custos com SCV”. Segundo Cohen, Pearlmutter e Schwartz (2019) a oferta de subsídios e créditos mais baratos é a estratégia mais efetiva no fomento a adoção de SCV, sobretudo para a maioria da população mais pobre, à qual o custo inicial adicional é ainda mais restritivo. Esta estratégia assume um papel ainda mais importante para países em desenvolvimento, sobretudo nas fases iniciais de implementação de construções verdes, possibilitando não só atrair compradores mas também oferecer apoio financeiro para a inovação e o amadurecimento da indústria que dá suporte ao desenvolvimento contínuo dos SCV (QIAN; CHAN, 2010). Ademais, avaliando a correlação entre a presença de sistemas de incentivos financeiros e a adoção de SCV, Cease *et al.* (2019) encontrou forte correlação, principalmente em áreas com pouca presença de projetos certificados, demonstrando a capacidade desta estratégia em fomentar as condições para o amadurecimento do mercado de construções verdes.

Quanto à “investigar e divulgar os benefícios de construções verdes”, o modelo sugere que esta estratégia atua principalmente por meio da FI “conscientização ambiental” e influencia todas as três barreiras de ligação, são elas, a “desconfiança dos benefícios dos

SCV”, a “consciência empresarial e pública” e a “maturidade e economia de mercado”. Segundo Abdin (2010) a consciência ambiental e a informação são as principais motrizes para as construções verdes. Segundo Parkin (2000), a consciência ambiental desperta a compreensão sobre as consequências das ações do homem sobre a natureza. Neste sentido, para Abdin (2010), face a falta de informações sobre os benefícios e a percepção de que as construções verdes são custosas, o aumento da consciência ambiental é o meio mais eficaz para promover o interesse e a demanda em SCV. Zhang *et al.* (2018) corrobora com o estudo anterior, segundo os autores a demanda dos clientes têm forte relação com as suas informações sobre construções verdes. Portanto, investigar os benefícios das construções verdes para o Brasil e divulgar esta informação demonstra ser uma estratégia com alto impacto sobre as barreiras para a adoção de SCV. Com esse papel, instituições públicas e privadas que certificam devem divulgar o desempenho de suas construções verdes, e instituições públicas de pesquisa devem investigar estes benefícios e divulgá-los entre os profissionais da indústria de construção.

Por último, tem-se a estratégia “educação e treinamento dos profissionais da construção para lidar com SCV” atuando sobre a barreira “projeto, construção e operação de construções verdes”. Classificados no nível dos elementos dependentes, estes itens aparentemente têm importância secundária e funcionam mais como elementos de saída do modelo, isto é, tendem a melhorar conforme avança-se na implementando das estratégias mais prioritárias do modelo. Ademais, a clara relação entre estes elementos serve como indicador e ajuda a confirmar ainda mais a qualidade do modelo resultante.

Com isso conclui-se a análise dos resultados desta pesquisa. No geral, a análise dos resultados e a sua validade (confirmada no tópico anterior 6.5) indicam que o modelo tem sucesso em oferecer uma visão consensual sobre os mecanismos com maiores possibilidades de ajudar a fomentar a adoção de SCV no Brasil. Estes mecanismos representam as barreiras, fatores impulsionadores e estratégias para a sua adoção. As fases de implementação complementam estes mecanismos e com sucesso estabelecem níveis em que devem ser implementados visando a eficiência do modelo. Ademais, sua visualização é razoavelmente simples, facilita a leitura e permite a fácil identificação das relações entre os elementos. Do ponto de vista conceitual, o modelo identifica o papel e a importância dos diversos atores envolvidos na adoção de SCV no Brasil.

A qualidade, validade e coerência do modelo geral sugerem ainda a eficácia da técnica de MEIV desenvolvida pela pesquisa, afinal foi a técnica adotada para a construção do modelo. Embora, até o momento, a técnica de MEIV esteja restrita ao modelo desenvolvido, a boa qualidade do modelo resultante sugerem o potencial da MEIV para estruturar problemas complexos e ajudar no desenvolvimento e hierarquização de estratégias para a solução destes problemas.

Além de possibilitar a hierarquização das estratégias desenvolvidas, a divisão do modelo em até quatro níveis de prioridade pelo MEIV, inclusive, demonstrou ser uma ferramenta capaz de agregar submodelos em um único modelo geral, preservando coerência e permitindo relacionar diferentes fatores ao mesmo nível de prioridade. Esta característica permitiu o desenvolvimento de estratégias para a adoção de SCV no Brasil relacionando os fatores de estratégias, com os fatores impulsionadores e as barreiras para sua adoção. O resultado foram estratégias coerentes, com conhecidos níveis de prioridades e fatores de influência.

Por consequência das técnicas de modelagem em que se baseou, a MEIV apresenta característica que a distinguem, como a possibilidade de adotar amostras pequenas — respeitando o mínimo exigido pela MEE (vide Hair *et al.* 2014) — com distribuição não normal e, ainda assim, o modelo apresentar validade estatística. Estas características, somadas com a facilidade de obtenção dos dados necessários, possível por meio de pesquisas *survey*, sugerem o grande potencial da MEIV como técnica de modelagem de pesquisas exploratórias, considerando a dificuldade que este tipo de pesquisa encontra em obter um grande número de dados (SHI *et al.*, 2016; DARKO, 2018; MORRIS *et al.*, 2018; SHEN *et al.*, 2018; SABBAGH; MANSOUR; BANAWI, 2019).

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente pesquisa alcançou o objetivo proposto de criar um modelo interpretativo que ajude a fomentar selos de construções verdes (SCV) no Brasil. Este modelo foi desenvolvido a partir das principais barreiras, fatores impulsionadores (FI) e estratégias para a adoção de SCV no Brasil. Visando melhorar sua eficácia, o modelo foi desenvolvido em quatro fases de implementação, a serem executadas de forma sequenciada conforme avança-se na difusão de construções verdes no Brasil.

Com a finalidade de criar o modelo, esta pesquisa se desenvolveu em cinco fases, sendo: (1) estudo exploratório da literatura; (2) revisão da literatura e elaboração do instrumento para coleta de dados; (3) coleta de dados; (4) desenvolvimento do modelo; (5) validação do modelo.

Para sua confecção, foi utilizada uma técnica de modelagem desenvolvida por esta pesquisa denominada Modelagem Estrutural Interpretativa (MEIV), elaborada baseada em outras três técnicas de modelagem, são eles a Modelagem Estrutural Interpretativa (MEI), a Matriz de Impacto de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação (MICMAC) e a Modelagem de Equações Estruturantes – técnica dos Mínimos Quadrados Parciais (MEE). Como consequência, o MEIV incorpora as principais vantagens das técnicas em que se baseia e suplanta as principais desvantagens. Pois permite a criação de modelos complexos não lineares entre construtos (com ligações diretas, cruzadas e circulares) incorporando técnicas avançadas de modelagem interpretativa e estatística para proporcionar validade quantitativa a partir de amostras pequenas e com distribuição não normal. Por fim, conforme demonstrado, o MEIV resultou em um modelo com qualidade, validade e coerência que possibilitou a criação e hierarquização de estratégias, bem como a confecção de um modelo geral pela união de submodelos de diferentes fatores. Considerando todas estas características, o MEIV demonstra ter grande potencial na modelagem de pesquisas exploratórias e representa um dos ineditismos desta pesquisa, portanto, uma de suas contribuições.

Outro ineditismo desta tese foi investigar de forma ampla os mecanismos envolvidos na adoção de SCV no Brasil, identificando as principais barreiras, FI e estratégias envolvidas neste processo. Conforme a RSL destacou, com exceção do trabalho de Serpell, Kort e Vera (2013) no Chile, não há outros trabalhos publicados investigando algum destes

mecanismos em toda a América Latina, muito menos investigando todos os três em conjunto, são eles, as barreiras, FI e estratégias.

Ao longo da confecção do modelo foram desenvolvidas duas *surveys*. A 1ª *survey*, destinada a mensuração dos indicadores do modelo de mensuração da MEE, contou com 78 respostas de profissionais experimentados em construções verdes, número este maior que o de outros trabalhos similares. E uma 2ª *survey* destinou-se à identificação das relações entre barreiras, FI e estratégias para a aplicação da técnica MEI, e, contou com 6 respostas de profissionais com mais de cinco anos de experiência com construções verdes, um número de respostas equivalente ao de outras pesquisas baseadas em MEI.

Para validação do modelo, contou-se com uma etapa quantitativa e outra etapa qualitativa. Na etapa quantitativa foi executada a MEE com a finalidade de verificar a significância estatísticas das relações entre barreiras, FI e estratégias. Já a etapa qualitativa foi executada pela aplicação de uma 3ª *survey* que mensurou sete indicadores de qualidade sobre o modelo interpretativo.

Na validade quantitativa, apenas relações significativas até 10% foram adotadas para a construção do modelo, conforme recomendação da MEE. Na validade qualitativa, foram entrevistados 10 profissionais de variados perfis, resultando em uma média geral das respostas de 3,71 (em uma escala de likert de 5 pontos), considerada satisfatória comparativamente a outras pesquisas.

Respondendo aos objetivos específicos da tese: (1) as principais barreiras para a adoção de SCV no Brasil são os “mecanismos de proteção ambiental”, os “custos e retorno do investimento”, a “desconfiança dos benefícios dos SCV”, a “consciência empresarial e pública”, a “maturidade e economia do mercado” e o “projeto, construção e operação de construções verdes”; (2) os principais FI para a adoção de SCV no Brasil são os “benefícios intangíveis dos SCV”, o “apoio institucional aos SCV”, a “consciência ambiental”, a “redução de custos com SCV”, a “otimização do processo de certificação” e a “atratividade de mercado”; (3) as principais estratégias para a adoção de SCV no Brasil são as “políticas públicas de apoio aos SCV”, a “simplicidade e flexibilidade do processo de certificação”, “investigar e divulgar os benefícios de construções verdes”, os “investimentos, subsídios e parcerias públicas e privadas” e a “educação e treinamento dos profissionais da construção para lidar com SCV”; (4) respondendo ao objetivo específico número quatro, o modelo

desenvolvido permitiu elaborar as seguintes estratégias para a implementação dos SCV no Brasil (para mais detalhes, vide a discussão sobre estas estratégias no tópico 6.6):

- O papel principal na adoção de SCV no Brasil é destinado as autoridades públicas responsáveis pela política ambiental. Cabendo a estas instituições principalmente fomentar políticas públicas de apoio aos SCV e exigir com rigor a execução destas políticas;
- Apesar de consideradas custosas, as construções verdes são adotadas em nome dos seus benefícios intangíveis, e para reduzir o custo adicional e a percepção de custo, a principal estratégia é a simplicidade e flexibilidade do processo de certificação. Como sugestão, indica-se a diversificação de requisitos, permitindo por exemplo, a pontuação de tecnologias verdes de baixo custo;
- Sabendo que a maioria das construtoras nacionais são de pequeno porte, é fundamental promover a adoção de construções verdes por parte destas empresas. Com esta finalidade é preciso fundamentalmente simplificar e flexibilizar o processo de certificação, bem como direcionar investimento, subsídios e parcerias públicas e privadas;
- Das seis barreiras identificadas, metade relacionam-se com a falta de informação e consciência pública de construções verdes. Para mitigar estas barreiras é preciso de apoio institucional, reduzir custos e aumentar a consciência pública disponibilizando. Com essa finalidade deve-se principalmente disponibilizar mais informações sobre o desempenho de construções verdes.

7.1 Sugestões para novas pesquisas

Com base na experiência e resultados desta pesquisa, foram identificadas lacunas que poderão ser objetivos de futuros trabalhos:

- Criar, para cada ator (governo, desenvolvedor, usuário), um modelo para a adoção de SCV no Brasil;
- Criar um modelo para a adoção de SCV no Brasil específico para construtoras de pequeno porte;

- Criar um modelo para a adoção de SCV residenciais no Brasil, especialmente o Selo Casa Azul;
- Investigar a implementação individual dos construtos desenvolvidos na adoção de SCV no Brasil;
- Investigar o custo *premiun* de SCV em diversas regiões do Brasil;
- Investigar o impacto da pandemia de COVID19 sobre a adoção de construções verdes no Brasil;
- Investigar o impacto da pandemia de COVID19 sobre o custo *premiun* de SCV no Brasil;
- Investigar a capacidade de atendimento dos SCV nacionais aos ODS, especialmente o Selo Casa Azul;
- Utilizar a abordagem metodológica MEI-MICMAC-MEE desenvolvida para a construção de outros modelos interpretativos, em qualquer área.

REFERÊNCIA

- ABIDIN, N. Z. Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers. **Habitat International**, v. 34, n. 4, p. 421–426, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.11.011>>.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040**, n. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura, 2009.
- ADABRE, M. A. et al. Critical barriers to sustainability attainment in affordable housing: International construction professionals’ perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 253, n. 20, p. 1–18, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119995>>.
- ADÃO, M. C. **Sensibilidade e adequação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade a habitação de interesse social no Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em arquitetura) - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2018.
- ADE, R.; REHM, M. Buying limes but getting lemons: Cost-benefit analysis of residential green buildings -A New Zealand case study. **Energy & Buildings**, v. 186, n. January, p. 284–296, 2019.
- ADEKANYE, O. G.; DAVIS, A.; AZEVEDO, I. L. Federal policy, local policy, and green building certifications in the U.S. **Energy and Buildings**, v. 209, p. 109700, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109700>>.
- AFSHARI, H.; ISSA, M. H.; RADWAN, A. Using failure mode and effects analysis to evaluate barriers to the greening of existing buildings using the Leadership in Energy and Environmental Design rating system. **Journal of Cleaner Production**, v. 127, p. 195–203, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.140>>.
- AHMADABADI, Al. A.; HERAVI, G. Risk assessment framework of PPP-megaprojects focusing on risk interaction and project success. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 124, n. June 2019, p. 169–188, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856418310206?via%3Dihub>>.
- AKTAS, B.; OZORHON, B. Green building certification process of existing buildings in developing countries: Cases from Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, 2015.
- ALAWNEH, R. et al. Assessing the contribution of water and energy efficiency in green buildings to achieve United Nations Sustainable Development Goals in Jordan. **Building and Environment**, v. 146, n. May, p. 119–132, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318306012#>>.
- ALAWNEH, R. et al. A Novel framework for integrating United Nations Sustainable Development Goals into sustainable non-residential building assessment and management in Jordan. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, n. May, p. 101612, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670718323229>>.
- ALLOUHI, A. et al. Energy consumption and efficiency in buildings: Current status and future trends. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, n. June, p. 118–130, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.139>>.
- ALMEIDA, E. L. G. de; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 91–109, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100091&lng=pt&tlng=pt>.

- ALSHAMRANI, O. S.; GALAL, K.; ALKASS, S. Integrated LCA-LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings. **Building and Environment**, v. 80, n. June, p. 61–70, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.021>>.
- AMEYAW, E. E.; CHAN, A. P. C. Risk allocation in public-private partnership water supply projects in Ghana. **Construction Management and Economics**, v. 33, n. 3, p. 187–207, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2015.1031148>>.
- ANNUNZIATA, E.; FREY, M.; RIZZI, F. Towards nearly zero-energy buildings: The state-of-art of national regulations in Europe. **Energy**, v. 57, n. Jan, p. 125–133, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.11.049>>.
- ATTRI, R.; DEV, N.; SHARMA, V. Interpretive structural modelling (ISM) approach: An overview. **Research Journal of Management Sciences**, v. 2, n. 2, p. 3–8, 2013.
- AWADH, O. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. **Journal of Building Engineering**, v. 11, p. 25–29, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2017.03.010>>.
- AYDIN, E.; BROUNEN, D.; KOK, N. The capitalization of energy efficiency: Evidence from the housing market. **Journal of Urban Economics**, v. 117, n. February, p. 103243, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103243>>.
- AZEVEDO, T. C. **Tributação municipal como incentivo ao desenvolvimento sustentável nas cidades: o caso do “iptu verde” de Salvador**. 2017. Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social) - Universidade Católica de Salvador (UCSAL), Salvador, 2017. Disponível em: <<http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/367>>.
- BALCI, O. Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. **Annals of Operations Research**, v. 53, p. 121–173, 1994. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02136828>>.
- BAYRAKTAR, M. E.; OWENS, C. R.; ZHU, Y. State-of-practice of leed in the United States: A contractor’s perspective. **International Journal of Construction Management**, v. 11, n. 3, p. 1–17, 2011.
- BENITES, H. S.; OSMOND, P.; ROSSI, A. M. G. Developing Low-Carbon Communities with LEED-ND and Climate Tools and Policies in São Paulo, Brazil. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 146, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000545>>.
- BERARDI, U. Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. **Sustainable Development**, v. 20, n. 6, p. 411–424, 2012.
- BERARDI, U. Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. **Sustainable Cities and Society**, v. 8, p. 72–78, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2013.01.008>>.
- BERAWI, M. A. et al. Stakeholders’ perspectives on green building rating: A case study in Indonesia. **Heliyon**, v. 5, n. 3, p. e01328, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01328>>.
- BERRY, S.; MOORE, T.; AMBROSE, M. Flexibility versus certainty: The experience of mandating a building sustainability index to deliver thermally comfortable homes. **Energy Policy**, v. 133, n. August, p. 110926, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110926>>.
- BODACH, S.; HAMHABER, J. Energy efficiency in social housing: Opportunities and

barriers from a case study in Brazil. **Energy Policy**, v. 38, n. 12, p. 7898–7910, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.009>>.

BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. E. P. Measuring the immeasurable - A survey of sustainability indices. **Ecological Economics**, v. 63, n. 1, p. 1–8, 2007.

BRADBURN, N.; SUDMAN, S.; WANSINK, B. **Asking questions: the definitive guide to questionnaire design—for market research, political polls, and social and health questionnaires**. Revisão ed. Estados Unidos da América: Jossey-Bass, 2005.

BRE. **UN Sustainable Development Goals And BREEAM**. Disponível em: <<https://www.breeam.com/resources/strategy/un-sustainable-development-goals-and-breeam/>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BREEAM. **BREEAM - Projects**. Disponível em: <<https://www.breeam.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

BRILLER, D.; HAMILTON, B. Using leed® to facilitate the eisa goal of zero fossil fuel use in new federal buildings. **Strategic Planning for Energy and the Environment**, v. 30, n. 4, p. 7–70, 2011.

BRINER, R. B.; DENYER, D. Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool. Capítulo 7. In: **The Oxford Handbook of Evidence-Based Management**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

CAIXA. **Caixa Econômica Federal - Página do Selo Casa Azul Caixa**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 57, n. 5, p. 611–614, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0034-71672004000500019&script=sci_abstract&tlng=pt>.

CAPES. **Portal de Periódicos da CAPES**. Disponível em: <<http://www-periodicos-capes-gov-br.ez3.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

CARDOSO, P. F.; PABLOS, J. M. Sistemas de Certificação Ambiental de Bairros: O caso do processo AQUA. In: JORNADA DE GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL CIDADES SUSTENTÁVEIS: caminhos e desafios, 3, 2014, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2014. Disponível em: <<http://www.jornadagaa.ufscar.br/anais-iii-jornada-de-gestao-e-analise-ambiental>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CARTAXO, D.; JEREISSATI, G.; MORAIS, M. Aplicação do selo casa azul da Caixa Econômica Federal em um projeto de uma residência multifamiliar financiada pelo programa “Minha Casa Minha Vida” - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2016. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2016_artigos.html>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CASTRO, M. de F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. A critical analysis of building sustainability assessment methods for healthcare buildings. **Environment, Development and Sustainability**, v. 17, n. December 2014, p. 1381–1412, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-014-9611-0>>.

CEASE, B. et al. Barriers and incentives for sustainable urban development: An analysis of the adoption of LEED-ND projects. **Journal of Environmental Management**, v. 244, n. May, p. 304–312, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.020>>.

- CHAN, A. P. C.; DARKO, A.; AMEYAW, E. E. Strategies for Promoting Green Building Technologies Adoption in the Construction Industry — An International Study. **Sustainability**, v. 9, n. 969, p. 1–18, 2017.
- CHAN, E. H. W.; QIAN, Q. K.; LAM, P. T. I. The market for green building in developed Asian cities — the perspectives of building designers. **Energy Policy**, v. 37, n. 8, p. 3061–3070, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.057>>.
- CHANDER, M.; JAIN, S. K.; SHANKAR, R. Modeling of information security management parameters in Indian organizations using ISM and MICMAC approach. **Journal of Modelling in Management**, v. 8, n. 2, p. 171–189, 2013. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13555851311314059/full/html>>.
- CHIDAMBARANATHAN, S.; MURALIDHARAN, C.; DESHMUKH, S. G. Analyzing the interaction of critical factors of supplier development using Interpretive Structural Modeling-an empirical study. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 43, n. 11–12, p. 1081–1093, 2009.
- CHOKOR, A.; EL ASMAR, M. Data-Driven Approach to Investigate the Energy Consumption of LEED-Certified Research Buildings in Climate Zone 2B. **Journal of Energy Engineering**, v. 143, n. 2, p. 1–13, 2017.
- CNUMAD. **AGENDA 21. Capítulo 7 - Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos**. Rio de Janeiro: Organização das Nações Unidas (ONU), 1992. . Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/cap07.pdf>.
- COHEN, C.; PEARLMUTTER, D.; SCHWARTZ, M. Promoting green building in Israel: A game theory-based analysis. **Building and Environment**, v. 163, n. March, p. 106227, 2019. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0360132319304378>>.
- COLE, R. J.; VALDEBENITO, M. J. The importation of building environmental certification systems: International usages of BREEAM and LEED. **Building Research and Information**, v. 41, n. 6, p. 662–676, 2013.
- COLLINGE, W. O. et al. Integrating life cycle assessment with green building and product rating systems: North American perspective. **Procedia Engineering**, v. 118, p. 662–669, 2015.
- COLLINS, D.; JUNGHANS, A.; HAUGEN, T. Green leasing in commercial real estate: The drivers and barriers for owners and tenants of sustainable office buildings. **Journal of Corporate Real Estate**, v. 20, n. 4, p. 244–259, 2018.
- COSTA, O. et al. Green label signals in an emerging real estate market. A case study of São Paulo, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, n. February, p. 660–670, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.281>>.
- DARKO, A. et al. Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts. **Journal of Cleaner Production**, v. 145, n. January, p. 386–394, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.043>>.
- DARKO, A. **Adoption of Green Building Technologies in Ghana: Development of a Model of Green Building Technologies and Issues Influencing Their Adoption**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia) - Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 2018. Disponível em: <<https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/9924>>.
- DARKO, A. et al. Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case. **Journal of Cleaner**

- Production**, v. 200, n. August, p. 687–703, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618323072>>.
- DARKO, A. et al. A scientometric analysis and visualization of global green building research. **Building and Environment**, v. 149, n. December 2018, p. 501–511, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.059>>.
- DARKO, A.; ZHANG, C.; CHAN, A. P. C. Drivers for green building: A review of empirical studies. **Habitat International**, v. 60, n. december 2016, p. 34–49, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.12.007>>.
- DEVINE, A.; MCCOLLUM, M. Understanding social system drivers of green building innovation adoption in emerging market countries: The role of foreign direct investment. **Cities**, v. 92, n. March, p. 303–317, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.005>>.
- DGNB. **CONTRIBUTION OF THE DGNB SYSTEM TO THE SDGs – New Construction Buildings**. Disponível em: <<https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/en/buildings/new-construction/criteria/SDG-Matrix-Criteria.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- DINAMARCO, C.; HADDAD, A.; EVANGELISTA, A. Selo casa azul certificação ambiental estudo de caso: condomínio Neo Niterói. **Revista SUSTINERE**, v. 4, n. 1, p. 82–104, 2016.
- DING, G. K. C. Sustainability Assessment of Residential Development – An Australian Experience. **International Journal of Construction Management**, v. 10, n. 2, p. 19–32, 2014.
- DING, Z. et al. Green building evaluation system implementation. **Building and Environment**, v. 133, n. February, p. 32–40, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.012>>.
- DOAN, D. T. et al. A critical comparison of green building rating systems. **Building and Environment**, n. July, p. 26, 2017.
- DOAN, D. T. et al. Examining Green Star certification uptake and its relationship with Building Information Modelling (BIM) adoption in New Zealand. **Journal of Environmental Management**, v. 250, n. September, p. 1–11, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335716038_Examining_Green_Star_certification_uptake_and_its_relationship_with_Building_Information_Modelling_BIM_adoption_in_New_Zealand>.
- DÖRNYEI, Z.; TAGUCHI, T. **Questionnaires in second language research: Construction, administration, and processing**. 2. ed. Nova York: Routledge, 2010.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- DURDYEV, S. et al. A partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) of barriers to sustainable construction in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, n. December 2018, p. 564–572, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618326659>>.
- EICHHOLTZ, P.; KOK, N.; QUIGLEY, J. M. Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings. **American Economic Association Review**, v. 100, n. 5, p. 2492–2509, 2010. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/41038771> .>.

- EICHHOLTZ, P.; KOK, N.; QUIGLEY, J. M. The economics of green building. **The Review of Economics and Statistics**, v. 95, n. March, p. 50–63, 2013. Disponível em: <https://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/REST_a_00291>.
- EICHHOLTZ, P. M. A.; KOK, N.; QUIGLEY, J. M. Ecological Responsiveness and Corporate Real Estate. **Business & Society**, v. 55, n. 3, p. 1–31, 2016. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0007650315575118>>.
- EMIRATESGBC. **Strategic priorities aligned with the UAE Vision 2021 and UN's Sustainable Development Goals EmiratesGBC outlines 9 priority areas for 2018 to promote sustainable development**. Disponível em: <https://emiratesgbc.org/press_releases/strategic-priorities-aligned-with-the-uae-vision-2021-and-uns-sustainable-development-goals-emiratesgbc-outlines-9-priority-areas-for-2018-to-promote-sustainable-development/>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- ERLINGSSON, C.; BRYSIIEWICZ, P. A hands-on guide to doing content analysis. **African Journal of Emergency Medicine**, v. 7, n. 3, p. 93–99, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.afjem.2017.08.001>>.
- EVANS, M.; ROSHCHANKA, V.; GRAHAM, P. An international survey of building energy codes and their implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 158, n. January, p. 382–389, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.007>>.
- FARRIS, D. R.; SAGE, A. P. On the use of interpretive structural modeling for worth assessment. **Computers and Electrical Engineering**, v. 2, n. 2–3, p. 149–174, 1975. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004579067590004X>>.
- FASTOFSKI, D. C.; GONZÁLEZ, M. A. S.; KERN, A. P. Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul. **Habitat International**, v. 67, p. 44–53, 2017.
- FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FELLOWS, R.; LIU, A. **Research methods for construction**. 4. ed. West Sussex: Wiley Blackwell, 2015.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 1º ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.
- FIRDAUS, A.; SETIAWAN, T. H.; REYNALDY, J. I. Barriers to the implementation of green construction: A case study in Bandung, Indonesia. **International Journal of Integrated Engineering**, v. 10, n. 8, p. 1–7, 2018.
- FJP. **Déficit habitacional no Brasil - 2015**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro - Demografia e Indicadores Sociais 6, 2015. . Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/559-deficit-habitacional-2011-2012/file>>.
- FLOWERS, M. E.; MATISOFF, D. C.; NOONAN, D. S. For what it's worth: evaluating revealed preferences for green certification. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 62, n. 5, p. 843–861, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1447444>>.
- FOLHA_DE_S.PAULO. **Portal de notícias da Folha de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.folha.uol.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- FONTANA, E. Pioneering environmental innovation in developing countries: The case of executives' adoption of Leadership in Energy and Environmental Design. **Journal of Cleaner Production**, v. 236, p. 117675, 2019. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117675>>.

FOONG, D. et al. Transitioning to a more sustainable residential built environment in Sydney? **Geo: Geography and Environment**, v. 4, n. 1, p. 1–11, 2017.

FOSTER, R. **Inovação - A vantagem do atacante**. São Paulo: Best Seller, 1988.

G1. **G1 - O portal de notícias da Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

GABRIEL, M.; WATSON, P. From Modern Housing to Sustainable Suburbia: How Occupants and their Dwellings are Adapting to Reduce Home Energy Consumption. **Housing, Theory and Society**, v. 30, n. 3, p. 219–236, 2013.

GBCA. **greenstar For New Buildings - Technical Appendices**. Disponível em: <<https://gbca-web.s3.amazonaws.com/media/documents/green-star-for-new-buildings-appendix.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

GBCBRASIL. **Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certi cadas pela ferramenta internacional LEED**. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

GBCBRASIL. **Green Building Council Brasil - Empreendimentos LEED**. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

GELOWITZ, M. D. C.; MCARTHUR, J. J. Insights on environmental product declaration use from Canada’s first LEED® v4 platinum commercial project. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 136, n. June, p. 436–444, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.008>>.

GENG, Z. et al. Energy structure analysis and energy saving of complex chemical industries: A novel fuzzy interpretative structural model. **Applied Thermal Engineering**, v. 142, n. July, p. 433–443, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GLIEDT, T.; HOICKA, C. E. Energy upgrades as financial or strategic investment? Energy Star property owners and managers improving building energy performance. **Applied Energy**, v. 147, n. March, p. 430–443, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.02.028>>.

GLIEDT, T.; PARKER, P. Dynamic capabilities for strategic green advantage: green electricity purchasing in North American firms, SMEs, NGOs and agencies. **Global Business and Economics Review**, v. 12, n. 3, p. 171–195, 2010. Disponível em: <<https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/GBER.2010.034892>>.

GOH, C. S. et al. Revisiting triple bottom line within the context of sustainable construction: A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, n. December 2019, 2020. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0959652619347547#bib103>>.

GOODLAND, R. The Concept of Environmental Sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 26, p. 1–24, 1995. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2097196>>.

GORT, M.; KLEPPER, S. TIME PATHS IN THE DIFFUSION OF PRODUCT INNOVATIONS. **The Economic Journal**, v. 92, n. 367, p. 630–653, 1982. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/ej/article-abstract/92/367/630/5220429?redirectedFrom=fulltext>>.

GOUBRAN, S.; CUCUZZELLA, C. Integrating the Sustainable Development Goals in Building Projects. **Journal of Sustainability Research**, n. Agosto de 2019, p. 1–43, 2019. Disponível em: <https://sustainability.hapres.com/htmls/JSR_1089_Detail.html#>.

GOULOUTI, K. et al. Uncertainty of building elements' service lives in building LCA & LCC: What matters? **Building and Environment**, n. June, p. 35, 2020. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0360132320302638>>.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F. de; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 195–214, 2014.

GUERRERO, H. **Excel data analysis: modeling and simulation**. Nova York: Springer, 2010.

GUO, F.; PACHAURI, S. China's Green Lights Program: A review and assessment. **Energy Policy**, v. 110, n. August, p. 31–39, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.002>>.

HAPIO, A.; VIITANIEMI, P. A critical review of building environmental assessment tools. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, n. February, p. 469–482, 2008. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0195925508000048?via%3Dihub>>.

HAIR, J. F. et al. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. Califórnia: Sage, 2014.

HE, B. J. et al. Promoting and implementing urban sustainability in China: An integration of sustainable initiatives at different urban scales. **Habitat International**, v. 82, n. March, p. 83–93, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.10.001>>.

HEFFERNAN, E. et al. Energy efficiency within mid-rise residential buildings: A critical review of mid-rise regulations in Australia. **Energy Procedia**, v. 121, p. 292–299, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.030>>.

HENSELER, J.; HUBONA, G.; RAY, P. A. Using PLS path modeling in new technology research: Updated guidelines. **Industrial Management and Data Systems**, v. 116, n. 1, p. 2–20, 2016.

HOES, P. et al. User behavior in whole building simulation. **Energy and Buildings**, v. 41, p. 295–302, 2009.

HOFFMAN, A. J.; HENN, R. Overcoming the social and psychological barriers to green building. **Organization and Environment**, v. 21, n. 4, p. 390–419, 2008.

HOLLBERG, A.; GENOVA, G.; HABERT, G. Automation in Construction Evaluation of BIM-based LCA results for building design. **Automation in Construction**, v. 109, n. October 2019, p. 102972, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102972>>.

HOXHA, E. et al. Influence of construction material uncertainties on residential building LCA reliability. **Journal of Cleaner Production**, v. 144, n. December 2016, p. 33–47, 2017. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S095965261632131X>>.

- HSIEH, L.-H. C.; NOONAN, D. Strategic Behavior in Certifying Green Buildings: An Inquiry of the Non-building Performance Value. **Environmental Management**, v. 60, n. 2, p. 231–242, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00267-017-0869-5>>.
- HUERTO-CARDENAS, H. E. et al. Validation of dynamic hygrothermal simulation models for historical buildings: State of the art , research challenges and recommendations. **Building and Environment**, v. 180, n. July, p. 107081, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107081>>.
- HWANG, B.-G. et al. Addressing Risks in Green Retrofit Projects: The Case of Singapore. **Project Management Journal**, v. 46, n. 4, p. 76–89, 2015. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1002/pmj.21512>>.
- HWANG, B. et al. An Exploratory Analysis of Risks in Green Residential Building Construction Projects: The Case of Singapore. **Sustainability**, v. 9, n. June, p. 9–21, 2017. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1116/pdf>>.
- HWANG, B.; SHAN, M.; LOOI, K. Key constraints and mitigation strategies for prefabricated prefinished volumetric construction. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, n. February, p. 183–193, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.136>>.
- IEA. **Global Status Report for Buildings and Construction 2019**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- IEA. **Global CO2 Emissions in 2019**. Disponível em: <<https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- ILYAS, R. M.; BANWET, D. K.; SHANKAR, R. Interventional Roadmap for Digital Enablement Leading to Effective Value-chain Management in the Manufacturing Sector. **Global Business Review**, v. 6, n. 2, p. 207–229, 2005.
- INMETRO. **Selo PROCEL EDIFICA para Etiquetagem em Edificações**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3%7D>>. Acesso em: 1 mar. 2021.
- IPCC. **Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change**. Cambridge e Nova York: Cambridge University Press, 2014.
- ISMAEL, D.; SHEALY, T. Industry perceptions of sustainable design and construction practices in Kuwait. **Journal of Green Building**, v. 14, n. 4, p. 169–193, 2019. Disponível em: <<http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/14/4/169/2403369/i1943-4618-14-4-169.pdf>>.
- ISSA, M. H.; RANKIN, J. H.; CHRISTIAN, A. J. Canadian practitioners’ perception of research work investigating the cost premiums, long-term costs and health and productivity benefits of green buildings. **Building and Environment**, v. 45, n. 7, p. 1698–1711, 2010.
- IWARO, J.; MWASHA, A. A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. **Energy Policy**, v. 38, n. 12, p. 7744–7755, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.027>>.
- JACKSON, S. L. **Research methods and statistics: a critical thinking approach**. 3. ed. Belmont: Wadsworth Cengage Learning, 2009.
- JANES, F. R. Interpretive structural modelling: a methodology for structuring complex issues. **Transactions of the institute of measurement and control**, v. 10, n. 3, p. 145–154, 1988. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/014233128801000306>>.

- JANJUA, S. Y.; SARKER, P. K.; BISWAS, W. K. Development of triple bottom line indicators for life cycle sustainability assessment of residential buildings. **Journal of Environmental Management**, v. 264, n. April, 2020.
- JARVIS, C. B. et al. A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. **Journal of Consumer Research**, v. 30, n. 2, p. 199–218, 2003. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jcr/article-abstract/30/2/199/1831647?redirectedFrom=fulltext>>.
- JERZAK, K. Zero-energy construction technology as a barrier for strengthening the position on the market on the basis of a nearly zero-energy facility. **Procedia Engineering**, v. 208, p. 52–62, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.020>>.
- JHARKHARIA, S.; SHANKAR, R. IT-enablement of supply chains: understanding the barriers. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 18, n. 1, p. 11–27, 2005.
- JONH, V. M.; PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.
- KAHN, M. E.; KOK, N. The capitalization of green labels in the California housing market. **Regional Science and Urban Economics**, v. 47, n. July 2013, p. 25–34, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2013.07.001>>.
- KAMAL, A.; AL-GHAMDI, S. G.; KOÇ, M. Role of energy efficiency policies on energy consumption and CO2 emissions for building stock in Qatar. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, n. June, p. 1409–1424, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619322619>>.
- KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. **Computers in Industry**, v. 101, n. May, p. 107–119, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.06.004>>.
- KARJALAINEN, S. Should we design buildings that are less sensitive to occupant behaviour? A simulation study of effects of behaviour and design on office energy consumption. **Energy Efficiency**, v. 9, p. 1257–1270, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s12053-015-9422-7>>.
- KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5722>>.
- KERN, A. P. et al. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 826–834, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.081>>.
- KIENTZEL, J.; KOK, G. Environmental assessment methodologies for commercial buildings: An elicitation study of U.S. building professionals' Beliefs on leadership in energy and environmental design (LEED). **Sustainability**, v. 3, n. 12, p. 2392–2412, 2011.
- KLINE, R. B. **Principles and practices of structural equation modelling**. 4. ed. Nova York: The Guilford Press, 2016.
- KOEBEL, C. T. et al. Diffusion of green building technologies in new housing construction. **Energy & Buildings**, v. 97, n. March, p. 175–185, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.03.037>>.

- KUMAR, S.; SHARMA, R. Key barriers in the growth of rural health care: an ISM-MICMAC approach. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 7, p. 2169–2183, 2018. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BIJ-05-2017-0095/full/html>>.
- LAM, P. T. I. et al. Factors affecting the implementation of green specifications in construction. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 3, p. 654–661, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.029>>.
- LAMBRECHTS, W. et al. The role of individual sustainability competences in eco-design building projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 1631–1641, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.084>>.
- LE, K. N.; TRAN, C. N. N.; TAM, V. W. Y. Life-cycle greenhouse-gas emissions assessment: An Australian commercial building perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 199, n. 20, p. 236–247, 2018.
- LELAND, S. M.; READ, D. C.; WITTRY, M. Analyzing the Perceived Benefits of LEED-Certified and Energy Star-Certified Buildings in the Realm of Local Economic Development. **Economic Development Quarterly**, v. 29, n. 4, p. 363–375, 2015.
- LI, Y. et al. A multidimensional model for green building assessment: A case study of a highest-rated project in Chongqing. **Energy & Buildings**, v. 125, n. April, p. 231–243, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.055>>.
- LI, Y.; GU, Y.; LIU, C. Prioritising performance indicators for sustainable construction and development of university campuses using an integrated assessment approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 202, n. August, p. 959–968, 2018.
- LI, Y. Y. et al. Exploration of critical resources and capabilities of design firms for delivering green building projects: Empirical studies in Singapore. **Habitat International**, v. 41, p. 229–235, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.08.008>>.
- LIU, P. et al. CO2 emissions from urban buildings at the city scale: System dynamic projections and potential mitigation policies. **Applied Energy**, v. 277, n. July, p. 115546, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115546>>.
- LIU, Y. et al. Promoting green residential buildings: Residents' environmental attitude, subjective knowledge, and social trust matter. **Energy Policy**, v. 112, n. January, p. 152–161, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517306432>>.
- LOSTARNAU, C. et al. Stakeholder participation within the public environmental system in Chile: Major gaps between theory and practice. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 10, p. 2470–2478, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.05.008>>.
- LUCKO, G.; ROJAS, E. M. Research validation: Challenges and opportunities in the construction domain. **Journal of Construction Engineering and Management**, n. January, p. 127–136, 2010. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000025>>.
- MACNAUGHTON, P. et al. Energy savings, emission reductions, and health co-benefits of the green building movement. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 28, n. 4, p. 307–318, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41370-017-0014-9>>.

- MALEK, J.; DESAI, T. N. Interpretive structural modelling based analysis of sustainable manufacturing enablers. **Journal of Cleaner Production**, v. 238, n. August, p. 117996, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117996>>.
- MARCELINO-SADABA, S. et al. Applied Clay Science Challenges in Life Cycle Assessment (LCA) of stabilised clay-based construction materials. **Applied Clay Science**, v. 144, n. May, p. 121–130, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2017.05.012>>.
- MARKER, A. W.; MASON, S. G.; MORROW, P. Change Factors Influencing the Diffusion and Adoption of Green Building Practices. **Performance Improvement Quarterly**, v. 26, n. 4, p. 5–24, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/piq.21160>>.
- MARTEK, I. et al. Barriers inhibiting the transition to sustainability within the Australian construction industry: An investigation of technical and social interactions. **Journal of Cleaner Production**, v. 211, n. February, p. 281–292, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.166>>.
- MASON, S. G.; MARKER, T.; MIRSKY, R. Primary Factors Influencing Green Building in Cities in the Pacific Northwest. **Public Works Management & Policy**, v. 16, n. 2, p. 157–185, 2011.
- MATISOFF, D. C.; NOONAN, D. S.; MAZZOLINI, A. M. Performance or marketing benefits? the case of LEED certification. **Environmental Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 2001–2007, 2014.
- MAUÉS, L. M. F. **Modelo para Estimar o Prazo de Execução de Obras Residenciais Verticais – Por meio da Lógica Fuzzy**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9877>>.
- MCGILL, G. et al. Effective indoor air quality for energy-efficient homes: A comparison of UK rating systems. **Architectural Science Review**, v. 59, n. 2, p. 159–173, 2016.
- MCMANUS, A.; GATERELL, M. R.; COATES, L. E. The potential of the Code for Sustainable Homes to deliver genuine ‘sustainable energy’ in the UK social housing sector. **Energy Policy**, v. 38, n. 4, p. 2013–2019, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.002>>.
- MEDEIROS, J. F. de; RIBEIRO, J. L. D.; CORTIMIGLIA, M. N. Success factors for environmentally sustainable product innovation: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 76–86, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.035>>.
- MENDES, D. C.; PEREIRA, D. da S.; FEITOSA, M. M. **A obtenção do selo Casa Azul Caixa nos empreendimentos habitacionais da cidade de Tubarão/SC**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Desenvolvimento Regional Sustentável) – Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Santa Catarina, 2017.
- MER’EB, M. M. **Greenometer-7: A Tool to Assess the Sustainability of a Building’s Life Cycle at the Conceptual Design Phase**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade do Estado de Cleveland, Cleveland, 2008. Disponível em: <<https://engagedscholarship.csuohio.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1200&context=etdarchive>>.
- MINTZBERG, H. The Strategy Concept I: Five Ps For Strategy. **California Management**

- Review**, v. 30, n. 1, p. 11–24, 1987. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.2307/41165263>>.
- MIYAZAKI, G. et al. How can CASBEE contribute as a sustainability assessment tool to achieve the SDGs? **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 294, n. 1, p. 0–7, 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/294/1/012007>>.
- MLECNIK, E.; VISSCHER, H.; HAL, A. Van. Barriers and opportunities for labels for highly energy-efficient houses. **Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 4592–4603, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.015>>.
- MOLLAOGLU, S. et al. Diffusion of green building guidelines as innovation in developing countries. **Construction Innovation**, v. 16, n. 1, p. 11–29, 2016.
- MOREIRA, F. D. S. **Bem-estar no Trabalho – Proposta de uma Escala para Operários da Construção**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/12046>>.
- MORRIS, A. et al. Readiness for sustainable community: A case study of Green Star Communities. **Journal of Cleaner Production**, v. 173, n. March, p. 308–317, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.190>>.
- MOTA, L. T. M.; MOTA, A. D. A.; COIADO, L. C. Non-Destructive Current Sensing for Energy Efficiency Monitoring in Buildings with Environmental Certification. **Sensors**, v. 15, n. July, p. 16740–16762, 2015.
- MOYER, J. D.; BOHL, D. K. Alternative pathways to human development: Assessing trade-offs and synergies in achieving the Sustainable Development Goals. **Futures**, v. 105, n. May 2018, p. 199–210, 2019.
- MURRAY, A. et al. **A New Investor Consensus: The Rising Demand for Healthy Building**. Internacional: United Nations, Center for Active Design e DesignBentallGreenOak, 2021. . Disponível em: <https://assets.ctfassets.net/fuo6knzstk5a/5C5Du9kGiI1XmscYzCCyQg/ab87cb504912427908ca793cbeb0c154/NewInvestorConsensus_Report_vF2_03.31.21.pdf>.
- MYERS, G.; REED, R.; ROBINSON, J. Sustainable Property – The Future of the New Zealand Market. **Pacific Rim Property Research Journal**, v. 14, n. 3, p. 298–321, 2015.
- NAJJAR, M. et al. Integration of BIM and LCA: Evaluating the environmental impacts of building materials at an early stage of designing a typical office building. **Journal of Building Engineering**, v. 14, n. October, p. 115–126, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.10.005>>.
- NATURE-PUBLISHING-GROUP. Architects of a low-energy future. **Nature**, v. 452, n. 3, p. 520–523, 2008.
- NGUYEN-PHUOC, D. Q. et al. Investigating the complexity of perceived service quality and perceived safety and security in building loyalty among bus passengers in Vietnam – A PLS-SEM approach. **Transport Policy**, v. 101, n. December 2020, p. 162–173, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.12.010>>.
- NGUYEN, H. T. et al. Will green building development take off? An exploratory study of barriers to green building in Vietnam. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, n. August, p. 8–20, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.012>>.
- NSW, G. **Building Sustainability Index (BASIX) - Website**. Disponível em:

<<https://www.planningportal.nsw.gov.au/basix>>. Acesso em: 12 maio. 2020.

OBATA, S. H. et al. LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 145, n. March, p. 170–178, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.037>>.

OLIVEIRA, L. S. **Avaliação do ciclo de vida de blocos de concreto do mercado brasileiro: alvenaria e pavimentação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13072016-152611/en.php#:~:text=Title in Portuguese-,Avaliação do ciclo de vida de blocos de,mercado brasileiro%3A alvenaria e pavimentação.&text=A avaliação do ciclo de,do setor de forma sistemática.>](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13072016-152611/en.php#:~:text=Title%20in%20Portuguese-,Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20de%20vida%20de%20blocos%20de%20concreto%20do%20mercado%20brasileiro%3A%20alvenaria%20e%20pavimentação.&text=A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20de%20do%20setor%20de%20forma%20sistem%C3%A1tica.)

ORTIZ, O.; CASTELLS, F.; SONNEMANN, G. Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 1, p. 28–39, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012>>.

OSEI-KYEI, R. **A best practice framework for public-private partnership implementation for infrastructure development in Ghana**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia) - Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 2018. Disponível em: <<https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/9243>>.

PALACIOS-MUNOZ, B. et al. Sustainability assessment of refurbishment vs . new constructions by means of LCA and durability-based estimations of buildings lifespans: A new approach. **Building and Environment**, v. 160, n. June, p. 106203, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106203>>.

PARKIN, S. Sustainable development: the concept and the practical challenge. **Proceedings of Institution of Civil Engineering**, v. 138, n. 6, p. 3–8, 2000.

PEARL, J. The causal foundations of structural equation modeling. Capítulo 5. In: **Handbook of Structural Equation Modeling**. Los Angeles: Guilford Press, 2012. p. 68–91.

PEREIRA, A. S. et al. **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria: UFSM, NTE, 2018, 2018.

PETRUDI, S. H. H.; TAVANA, M.; ABDI, M. A comprehensive framework for analyzing challenges in humanitarian supply chain management: A case study of the Iranian Red Crescent Society. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 42, n. July 2019, p. 101340, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420919304030#tbl2>>.

PHAM, D. H.; LEE, J.; AHN, Y. Implementing LEED v4 BD+C projects in Vietnam: Contributions and challenges for general contractor. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 19, p. 1–17, 2019.

PIEGORSCH, W. W. **Statistical data analytics - Foundations for data mining, informatics, and knowledge discovery**. West Sussex: Wiley, 2015.

PING, A. C. C. et al. Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, n. October 2017, p. 1067–1079, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.235>>.

PLESSIS, C. Du. A strategic framework for sustainable construction in developing countries. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 1, p. 67–76, 2007. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190600601313>>.

POTBHARE, V.; SYAL, M.; KORKMAZ, S. Adoption of green building guidelines in developing countries based on U.S. and India experiences. **Journal of Green Building**, v. 4, n. 2, p. 158–174, 2009.

PROCEL. **Apresentação**. Disponível em:

<<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>>. Acesso em: 4 jul. 2020.

QI, G. Y. et al. The drivers for contractors green innovation: an industry perspective.

Journal of Cleaner Production, v. 18, n. May, p. 1358–1365, 2010. Disponível em:

<<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S095965261000168X>>.

QIAN, Q. K. et al. Modeling the green building (GB) investment decisions of developers and end-users with transaction costs (TCs) considerations. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, n. April, p. 315–325, 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.066>>.

QIAN, Q. K.; CHAN, E. H. W. Government measures needed to promote building energy efficiency (BEE) in China. **Facilities**, v. 28, n. 11/12, p. 564–589, 2010. Disponível em:

<<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02632771011066602/full/html>>.

RAISBECK, P.; WARDLAW, S. Considering client-driven sustainability in residential housing. **International Journal of Housing Markets and Analysis**, v. 2, n. 4, p. 318–333, 2009.

RAJ, T.; SHANKAR, R.; SUHAIB, M. An ISM approach for modelling the enablers of flexible manufacturing system: the case for India. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 24, p. 6883–6912, 2008. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540701429926>>.

RASTOGI, A. et al. Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A Multifamily Midrise case study. **Applied Energy**, v. 205, n. May, p. 732–740, 2017. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0306261917311662>>.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. Capítulo 3. In: **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006. p. 76–97.

RAVI, V.; SHANKAR, R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 72, n. July 2004, p. 1011–1029, 2005.

Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162504000897>>.

RAVI, V.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Productivity improvement of a computer hardware supply chain. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 4, p. 239–255, 2005.

REDCLIFT, M. The Multiple Dimensions of Sustainable Development. **Geography**, v. 76, n. 1, p. 36–42, 1991. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/40572018> . Accessed:>.

REICHARDT, A. Operating Expenses and the Rent Premium of Energy Star and LEED Certified Buildings in the Central and Eastern U. S. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 49, n. September, p. 413–433, 2014.

RIGDON, E. E. Rethinking partial least squares path modeling: in praise of simple methods. **Long Range Planning**, v. 45, n. 5–6, p. 341–358, 2012. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630112000581>>.

ROBINSON, S. Simulation model verification and validation: increasing the users' confidence. In: Winter Simulation Conference, 29, 1997, Atlanta. **Anais...** Atlanta: IEEE Computer Society, 1997. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/268437.268448>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

RÖCK, M. et al. LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. **Building and Environment**, v. 140, n. December 2017, p. 153–161, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.006>>.

RODRÍGUEZ, P. G. et al. A PLS-SEM approach to understanding E-SQ, E-Satisfaction and E-Loyalty for fashion E-Retailers in Spain. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 57, n. July, p. 102201, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698919315619#bib4>>.

ROMAN, F. H.; PARDO, C. S.; IRAZOQUE, A. C. “Socially neglected effect” in the implementation of energy technologies to mitigate climate change: Sustainable building program in social housing. **Energy for Sustainable Development**, v. 41, n. October, p. 149–156, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.09.005>>.

ROSA, G. **A certificação Fitwel e os profissionais Fitwel Ambassadors**. Disponível em: <<https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/a-certificacao-fitwel-e-os-profissionais-fitwel-ambassadors/>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ROUFECHAEI, K. M.; BAKAR, A. H. A.; TABASSI, A. A. Energy-efficient design for sustainable housing development. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, n. February 2014, p. 380–388, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.015>>.

SABBAGH, M. J.; MANSOUR, O. E.; BANAWI, A. A. Grease the green wheels: A framework for expediting the green building movement in the Arab world. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 20, 2019.

SAIEG, P. et al. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 788–806, 2018.

SAMARATUNGA, M. et al. Modelling and analysis of post-occupancy behaviour in residential buildings to inform BASIX sustainability assessments in NSW. **Procedia Engineering**, v. 180, p. 343–355, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.193>>.

SANTANA, W. B. **Desempenho Acústico das Edificações Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013): Desempenho das Vedações e Validação dos Requisitos Normativos com Base na Opinião dos Usuários**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/7953>>.

SANTANA, W. B. et al. Rating of acoustic performance levels of NBR 15575 (2013) based on user perception: A case study in the Brazilian Amazon. **Building Acoustics**, v. 24, n. 4, p. 239–254, 2017.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. **Electrical Engineering and Computer Science**, v. 7, 1998. Disponível em: <<https://surface.syr.edu/eecs/7>>.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. **Journal of Simulation**, v. 7, n. 1, p. 12–24, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1057/jos.2012.20>>.

SARIS, W. E.; GALLHOFER, I. N. **Design, evaluation, and analysis of questionnaires**

for survey research. 2. ed. Nova Jersey: Wiley, 2014.

SARMIENTO, C. S.; SIMS, J. R. Façades of Equitable Development: Santa Ana and the Affordable Housing Complex. **Journal of Planning Education and Research**, v. 35, n. 3, p. 323–336, 2015.

SCHANDL, H. et al. Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 132, n. July 2015, p. 45–56, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615008331?via%3Dihub>>.

SCHULZ, S. A.; FLANIGAN, R. L. Developing competitive advantage using the triple bottom line: a conceptual framework. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 31, n. 4, p. 449–458, 2016. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JBIM-08-2014-0150/full/pdf?title=developing-competitive-advantage-using-the-triple-bottom-line-a-conceptual-framework>>.

SCOPUS. **Scopus**. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>. Acesso em: 7 out. 2020.

SEBRAE. **Total de empresas brasileiras de construção**. Disponível em: <<https://datasebrae.com.br/totaldeempresas-11-05-2020/>>. Acesso em: 4 nov. 2021.

SERPELL, A.; KORT, J.; VERA, S. Awareness , actions , drivers and barriers of sustainable construction in Chile. **Technological and economic development of economy**, v. 19, n. 2, p. 272–288, 2013. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/20294913.2013.798597>>.

SEVERO, E. M. F.; SOUSA, H. J. C. Ferramentas Quantitativas e Qualitativas para Avaliação da Sustentabilidade das Edificações. **Investigación Cualitativa en Ingeniería y Tecnología**, v. 4, p. 13–21, 2016.

SHAN, M. et al. A preliminary investigation of underground residential buildings: Advantages, disadvantages, and critical risks. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 70, n. January, p. 19–29, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tust.2017.07.004>>.

SHARI, A.; MURAYAMA, A. Neighborhood sustainability assessment in action: Cross-evaluation of three assessment systems and their cases from the US , the UK , and Japan. **Building and Environment journal**, v. 72, p. 243–258, 2014. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S036013231300320X>>.

SHARIF, S.; KAMARUZZAMAN, S. N.; PITT, Mi. Implementation Framework of Green Building for Government Building: Menara Kerja Raya, Malaysia. **Journal of Design and Built Environment**, v. 17, n. 2, p. 27–36, 2017. Disponível em: <<https://ejournal.um.edu.my/index.php/jdbe/article/view/10190>>.

SHARMA, A. et al. Life cycle assessment of buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 1, p. 871–875, 2011. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez3.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1364032110002959>>.

SHARMA, H. D.; GUPTA, A. D.; SUSHIL. The objectives of waste management in India: A futures inquiry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 48, n. 3, p. 285–309, 1995. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040162594000666?via%3Dihub>>.

SHEN, L. et al. Interpretive Structural Modeling based factor analysis on the

- implementation of Emission Trading System in the Chinese building sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 127, n. April, p. 214–227, 2016.
- SHEN, W. et al. Understanding the green technical capabilities and barriers to green buildings in developing countries: A case study of Thailand. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 10, p. 1–17, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/10/3585>>.
- SHI, Q. et al. Identifying the critical factors for green construction - An empirical study in China. **Habitat International**, v. 40, p. 1–8, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.01.003>>.
- SHI, Q. et al. Challenges of developing sustainable neighborhoods in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, n. July, p. 972–983, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.016>>.
- SINDUSCON-PA. **Sinduscon-PA reúne com o prefeito de Belém**. Disponível em: <<https://www.sindusconpa.org.br/noticia.php?id=644>>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- SJOSTROM, C.; BAKENS, W. CIB Agenda 21 for sustainable construction: why, how and what. **Building Research & Information**, v. 27, n. 6, p. 347–353, 1999. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/096132199369174?casa_token=yfBfEDtQwRUAAAAA:1ZVnea-9BUrw5i38JfjCv-T_hjkX--DOkaqHH6qPbpmnI4Wx9eKfaxMB24zBXvcMPUk0ptMwgjZUrRRYuw>.
- SMARTMARKET. **World Green Building Trends 2018**. Bedford: Dodge Data & Analytics, 2018. . Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/sites/default/files/World Green Building Trends 2018 SMR FINAL 10-11.pdf>>.
- SOLAIMANI, S.; SEDIGHI, M. Toward a holistic view on lean sustainable construction: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, n. november 2019, p. 119213, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119213>>.
- SONG, L. et al. Using an AHP-ISM based method to study the vulnerability factors of urban rail transit system. **Sustainability**, v. 9, n. 6, p. 1065, 2017. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/9/6/1065>>.
- STREN, R.; POLÈSE, M. **The social sustainability of cities: diversity and the management of change**. Toronto: University of Toronto Press, 2000.
- SULLIVAN, E.; WARD, P. M. Sustainable housing applications and policies for low-income self-build and housing rehab. **Habitat International**, v. 36, n. 2, p. 312–323, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019739751100083X?via%3Dihub>>.
- SUNDAYI, S.; TRAMONTIN, V.; LOGGIA, C. An investigation into the costs and benefits of green building in South Africa. **2015 World Congress on Sustainable Technologies, WCST 2015**, p. 77–82, 2016.
- SUSHIL. Interpreting the interpretive structural model. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 13, n. 2, p. 87–106, 2012.
- TAN, T. et al. Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, n. February, p. 949–959, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>>.
- TENG, J. et al. Overcoming the barriers for the development of green building certification in China. **Journal of Housing and the Built Environment**, v. 31, n. 1, p. 69–92, 2016.

- buildings. **Building Research & Information**, v. 35, n. 4, p. 379–398, 2007. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/loi/rbri20>>.
- USGBC. **Integrating LCA into LEED Working Group A (Goal and Scope) Interim Report # 1**. Washington: US Green Building Council, 2006. . Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/legacy.usgbc.org/usgbc/docs/Archive/General/Docs2241.pdf>>.
- USGBC. **US Green Building Council - Projects**. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/projects>>. Acesso em: 1 mar. 2021.
- VANZOLINI, F. **Processo AQUA - Construção Sustentável**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/>>. Acesso em: 1 mar. 2021.
- VELTEN, K. **Mathematical modeling and simulation - Introduction for scientists and engineers**. Alemanha: Wiley-VCH, 2009.
- VERGARA, F. E.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Análise estrutural por meio da metodologia MICMAC aplicada à gestão dos recursos hídricos – o caso da região hidrográfica da UHE lajeado na bacia do rio Tocantins, Brasil. **Revista de gestão de água da américa latina**, v. 4, n. 2, p. 21–38, 2007.
- VIEIRA, S. **Como Elaborar Questionários**. São Paulo: Atlas, 2009. v. 1
- VIERRA, S. Green Building Standards And Certification Systems. **WBDG**, p. 17, 2019. Disponível em: <<https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>>. Acesso em: 6 jul. 2020.
- VOLPATO, G. **Ciência: da filosofia à publicação**. 6. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.
- VOLPATO, G. L. **Guia prático para redação científica**. 1. ed. Botucatu: Best Writing, 2015.
- VUARNOZ, D. et al. Assessing the gap between a normative and a reality-based model of building LCA. **Journal of Building Engineering**, v. 31, n. December 2019, p. 101454, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101454>>.
- VYAS, G. S.; JHA, K. N. What does it cost to convert a non-rated building into a green building? **Sustainable Cities and Society journal**, v. 36, n. November, p. 107–115, 2018.
- WARFIELD, J. N. Binary Matrices in System Modeling. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-3, n. 5, p. 441–449, 1973a.
- WARFIELD, J. N. Intent Structures. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-3, n. 2, p. 133–140, 1973b.
- WARFIELD, J. N. On Arranging Elements of a Hierarchy in Graphic Form. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-3, n. 2, p. 121–132, 1973c.
- WARFIELD, J. N. Developing Subsystem Matrices in Structural Modeling. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-4, n. 1, p. 74–80, 1974a.
- WARFIELD, J. N. Toward Interpretation of Complex Structural Models. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC-4, n. 5, p. 405–417, 1974b.
- WARFIELD, J. N. **Structuring Complex Systems**. 1. ed. Columbus: Battelle Memorial Institute, 1974c.
- WATSON, R. H. Interpretive Structural Modeling — A Tool for Technology Assessment? **Technological forecasting and social change**, v. 11, p. 165–185, 1978.
- WCED. **Our Common Future**. Oxford e Nova York: Oxford University Press, 1987.

- WEF. **Shaping the Future of Construction_A Breakthrough in Mindset and Technology**. Internacional: World Economic Forum, 2016. . Disponível em: <https://www.bcgperspectives.com/Images/Shaping_the_Future_of_Construction_may_2016.pdf>.
- WEN, B. et al. The role and contribution of green buildings on sustainable development goals. **Building and Environment**, v. 185, n. Agosto, p. 107091, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320304674#bib14>>.
- WGBC. **What is green building?** Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/what-green-building>>. Acesso em: 8 jun. 2020.
- WGBC. **Green building & the Sustainable Development Goals**. Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- WINDAPO, A. O. Examination of Green Building Drivers in the South African Construction Industry: Economics versus Ecology. **sustainability**, v. 6, n. 9, p. 6088–6106, 2014. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/6/9/6088>>.
- WONG, J. K. W.; ZHOU, J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. **Automation in Construction**, v. 57, n. June, p. 156–165, 2015.
- WONG, S. C.; ABE, N. Stakeholders' perspectives of a building environmental assessment method: The case of CASBEE. **Building and Environment**, v. 82, p. 502–516, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.007>>.
- XIONG, B.; SKITMORE, M.; XIA, B. A critical review of structural equation modeling applications in construction research. **Automation in Construction**, v. 49, n. October 2014, p. 59–70, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514002040>>.
- YANG, J. L. et al. Vendor selection by integrated fuzzy MCDM techniques with independent and interdependent relationships. **Information Sciences**, v. 178, n. 21, p. 4166–4183, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025508002065?via%3Dihub#app3>>.
- YANG, J.; YANG, Z. Critical factors affecting the implementation of sustainable housing in Australia. **Journal of Housing and the Built Environment**, v. 30, n. April, p. 275–292, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10901-014-9406-5>>.
- YAU, Y. Eco-labels and willingness- to-pay: a Hong Kong study. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 1, n. 3, p. 277–290, 2012. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20466091211287146/full/html>>.
- YU, Y. et al. Effect of implementing building energy efficiency labeling in China: A case study in Shanghai. **Energy Policy**, v. 133, n. August, p. 1–12, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519304768>>.
- ZHANG, B. et al. An LCA-based environmental impact assessment model for regulatory planning. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. April, p. 106406, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106406>>.
- ZHANG, L. et al. Investigating Young Consumers' Purchasing Intention of Green Housing in China. **Sustainability**, v. 10, n. April, p. 1–15, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/1044>>.

ZHANG, L.; LIU, H.; WU, J. The price premium for green-labelled housing: Evidence from China. **Urban Studies**, v. 54, n. 15, p. 3524–3541, 2017.

ZHANG, L.; WU, J.; LIU, H. Turning green into gold: A review on the economics of green buildings. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, n. November 2017, p. 2234–2245, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.188>>.

ZHANG, X.; PLATTEN, A.; SHEN, L. Green property development practice in China: Costs and barriers. **Building and Environment**, v. 46, n. 11, p. 2153–2160, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.031>>.

ZHAO, J.; LAM, K. P. Influential factors analysis on LEED building markets in U.S. East Coast cities by using Support Vector Regression. **Sustainable Cities and Society**, v. 5, n. 1, p. 37–43, 2012.

ZHOU, Y. State power and environmental initiatives in China: Analyzing China's green building program through an ecological modernization perspective. **Geoforum**, v. 61, n. February, p. 1–12, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.02.002>>.

ZUO, J. et al. Achieving carbon neutrality in commercial building developments — Perceptions of the construction industry. **Habitat International**, v. 36, n. 2, p. 278–286, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.10.010>>.

APÊNDICE A: Questionário para coleta de dados da 1ª *survey*



UFPA - Universidade Federal do Pará
 PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
 TESE: Modelo para promover a adoção de selos de construção verdes no Brasil



Questionário para identificação das Barreiras, Drivers e Estratégias para implementação de Selos de Construções Verdes no Brasil

Data: ____/____/____ Email: _____

Esta pesquisa tem por finalidade saber um pouco a respeito da sua experiência com Selos de Construções Verdes (selos como: LEED, BREEAM, AQUA, Procel Edifica, Selo Casa Azul Caixa, WELL, FIT WEL e etc), para assim, identificar as barreiras, fatores impulsionadores e estratégias envolvidos na implementação destes selos. O tempo de resposta é de uma média de 8 minutos. Suas respostas serão tratadas estatisticamente e os dados individuais serão usados apenas para fins acadêmicos.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – PPGEC/UFPA, intitulada “Modelo para promover a adoção de selos de construção verdes no Brasil”, e sua participação irá contribuir para a implementação de construções verdes no Brasil. Esta pesquisa encontra-se aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFPA sob a numeração 40104020.9.0000.0018 e dificilmente causará riscos emocionais. Porém, se acontecer, e o participante se sentir desconfortável com o conteúdo das perguntas, poderá preencher em outro momento ou poderá cancelar seu preenchimento, sem nenhum ônus. O participante não será identificado quanto a divulgação dos resultados, sendo as informações utilizadas somente para fins científicos do presente projeto de pesquisa. Os dados serão armazenados pelo pesquisador responsável durante 5 (cinco) anos e após totalmente destruídos. Em caso de dúvidas, o participante poderá entrar em contato com o Pesquisador responsável por meio do e-mail wylliam.santana@ifpa.edu.br. Também poderá entrar em contato com professor orientador através do e-mail maues@ufpa.br. Em casos de necessidade, o participante poderá entrar em contato ainda com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) pelo E-mail: cepccs@ufpa.br.

DIANTE DAS EXPLICAÇÕES VOCÊ ACHA QUE ESTÁ SUFICIENTEMENTE INFORMADO(A) A RESPEITO DA PESQUISA QUE SERÁ REALIZADA E CONCORDA DE LIVRE E ESPONTÂNEA VONTADE EM PARTICIPAR?

Sim

Não

Antes de continuarmos, por favor especifique com quais Selos de Sustentabilidade na Construção você têm experiência:

Seção 1: Informações a respeito do entrevistado

1. Por favor especifique o tipo da sua companhia:

- A. Consultoria
- B. Construtora
- C. Contratante
- D. Projetos
- E. Outro (especifique): _____

2. Por favor identifique a sua função na companhia:

- A. Gerente de Projetos
- B. Arquiteto
- C. Engenheiro
- D. Outro (especifique): _____

3. Por favor especifique quantos anos de experiência na indústria de construção você possui:

- A. 1-5 anos
- B. 6-10 anos
- C. 11-15 anos
- D. 16-20 anos
- E. Mais de 20 anos

4. Por favor, especifique quantos anos de experiência com projetos de construção certificados, ou que buscaram certificação você possui:

- A. 1 a 2 anos
- B. 3 a 4 anos
- C. 5 a 10 anos
- D. Mais de 10 anos

5. Por favor faça uma avaliação do seu nível de CONSCIÊNCIA acerca de Selos de Construções Verdes:

- A. Muito Baixo
- B. Baixo
- C. Moderado
- D. Alto
- E. Muito Alto

6. Caso possível, especifique uma cidade onde localizam-se as obras certificadas, ou que buscaram certificação, que você atua ou atuou:



7. Por favor faça uma avaliação do nível de CONSCIÊNCIA da população no geral da cidade citada acima acerca de Selos de Construções Verdes:

- A. Muito Baixo
- B. Baixo
- C. Moderado
- D. Alto
- E. Muito Alto

8. Por favor faça uma avaliação do nível de INTERESSE da população no geral da cidade citada acima acerca de Selos de Construções Verdes:

- A. Muito Baixo
- B. Baixo
- C. Moderado
- D. Alto
- E. Muito Alto

Seção 2: Barreiras para promover a adoção de selos de construções verdes

Por favor marque abaixo o seu nível de criticidade de cada uma das barreiras para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil.

N.	Barreiras para a adoção de selos de sustentabilidade	Nível de criticidade da barreira				
		Não crítico	Pouco crítico	Neutro	Crítico	Muito crítico
1	Falta de conhecimento e consciência empresarial e pública acerca de certificações ambientais					
2	Custo inicial adicional					
3	Falta de incentivo e/ou interesse na promoção de certificações ambientais pelo governo					
4	Falta de interesse dos clientes e demanda do mercado					
5	Processo de certificação muito complexo com diretrizes e normas pouco claras					
6	Indisponibilidade de fornecedores de tecnologias ou materiais ecológicos					

7	Falta de profissionais treinados para atender aos requisitos normativos					
8	Custo das taxas dos órgãos de certificação					
9	Tempo adicional					
10	Falta de informações sobre o desempenho de edifícios verdes					
11	Dificuldade de projetar, construir e operar adotando tecnologias verdes					
12	Limitações de orçamento ou falta de esquemas de financiamento					
13	Falta de cooperação ou suporte organizacional na adoção de certificações ambientais					
14	Elevado número de documentos necessários para certificação					
15	Inadequado ou falta de leis, códigos e regulamentos ambientais de construção					
16	Requisitos normativos inadequados para a localidade ou não atende a todo o cenário nacional					
17	Falta de rigor na implementação de leis, códigos e regulamentos ambientais pelo governo					
18	Incertezas quanto ao desempenho de equipamentos e materiais verdes					
19	Falta de conhecimento em construção verde para a equipe do projeto					
20	Longos períodos de retorno do investimento					
21	Baixo custo de energia e água					
22	Falta de consultores ou avaliadores locais para certificação					
23	Nível regional de desenvolvimento econômico					
Se houver alguma barreira faltando no questionário, por favor inclua e avalie abaixo						
1						
2						
3						

Seção 3: Fatores impulsionadores para promover a adoção de selos de construções verdes

Neste trabalho, drivers são os benefícios e os fatores que influenciam positivamente na adoção de selos de construções verdes.

Por favor marque abaixo o seu nível de importância de cada uma dos drivers para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil.

N.	Drivers para a adoção de selos de sustentabilidade	Nível de criticidade do fator impulsionador				
		Não é importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
1	Leis e regulamentações mandatórias					
2	Conhecimento, conscientização e informação da população					

3	Sistemas de incentivo financeiro					
4	Custos de operação e manutenção da edificação reduzidos					
5	Proteção ambiental					
6	Demanda de clientes/inquilinos					
7	Benefícios de marketing com a certificação					
8	Responsabilidade socioambiental corporativa					
9	Experiências com tecnologias verdes e edificações certificadas					
10	Posicionamento estratégico da marca da empresa para ampliação de mercado					
11	Melhor saúde, bem-estar e satisfação dos ocupantes					
12	Educação e treinamento					
13	Razões econômicas e alto retorno do investimento					
14	Simplicidade e flexibilidade da certificação					
15	Maior produtividade dos ocupantes					
16	Valores de venda e locação maiores					
17	Menor vacância					
18	Modelo estruturado para a sustentabilidade					
19	Maior durabilidade e desempenho de edifícios verdes					
20	Maior oferta e redução dos custos de materiais e tecnologias verdes					
21	Novos tipos de parcerias e partes interessadas no projeto					
22	Adesão sem custo ou com custos reduzidos					
23	Atratividade de novos fundos de investimentos					
Se houver algum driver faltando no questionário, por favor inclua e avalie abaixo						
1						
2						
3						

Seção 4: Estratégias para promover a adoção de selos de construções verdes

Por favor marque abaixo o seu nível de importância de cada uma das estratégias para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil.

N.	Estratégias para a adoção de selos de sustentabilidade	Nível de criticidade da Estratégia				
		Não é importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
1	Empréstimos, isenção de impostos e subsídios de baixo custo de instituições governamentais e financeiras (sobretudo para pequenas e médias construtoras)					

2	Aumentar a consciência ambiental pública, através de atividades que discutam o tema (ex.: workshops, seminários e conferências)					
3	Mais publicidade através da mídia (ex.: mídia impressa, rádio, televisão e internet). Aumentando a informação sobre empreendimentos, custos e benefícios das certificações.					
4	Preparar a indústria através de programas educacionais e de treinamento para desenvolvedores, empreiteiros, AEC e decisores políticos					
5	Políticas e regulamentos obrigatórios de construções verdes					
6	Aprimoramento do método de certificação (ex.: fazendo manuais e sistemas técnicos facilitados para o usuário, assim como <i>templates</i> e etc)					
7	O Governo, grandes empresas ou companhias multinacionais certificarem suas construções e divulgarem o desempenho destas edificações					
8	Aumentar a flexibilidade dos requisitos, facilitando a certificação em variadas localidades e climas					
9	Investir em inovação (ex.: parcerias com instituições de pesquisa e universidades ou na criação de centros de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias e materiais verdes)					
10	Aumentar o suporte local a iniciativas sustentáveis, fomentando políticas, empreendimentos ou disponibilizando certificadores					
11	Tornar as certificações ambientais obrigatórias					
12	Maior rigor das políticas ambientais existentes (ex.: rigorosa fiscalização e inspeção ambiental na fase de operação com transparência dos resultados obtidos)					
13	Aumentar o preço da energia e da água até um valor ótimo que incentive o mercado					
14	Capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais sustentáveis dos projetos que atuam					
Se houver alguma estratégia faltando no questionário, por favor inclua e avalie abaixo						
1						
2						
3						

Obrigado por responde

**APÊNDICE B: Questionário para identificação das possíveis relações
entre construtos (2ª *survey*)**



UFPA - Universidade Federal do Pará
 PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
TESE: Modelo para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil



Modelo para a adoção de Selos de Construções Verdes (SCV) no Brasil - Relações entre construtores

Data: ____/____/____ E-mail: _____

Caro senhor / senhora,

Estamos muito gratos por sua gentil assistência e contribuição para nossa pesquisa anterior sobre a adoção de SCV no Brasil. Com base no feedback valioso que você forneceu na pesquisa anterior, pudemos identificar os fatores que são importantes para a adoção de SCV. Com base nas informações que você forneceu descobrimos que você é um dos profissionais mais experientes em termos de construção verde no país. Portanto, você está entre os doze praticantes selecionados para avaliar a comparabilidade dos fatores envolvidos na adoção de SCV no Brasil. Isso nos ajudará a estabelecer prioridades entre estes fatores e, como resultado, a desenvolver um modelo baseado na metodologia de Modelo Estrutural Interpretativo (MEI) para auxiliar o desenvolvimento habitacional sustentável no Brasil.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de cunho acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – PPGEC/UFPA, intitulada “Fatores para a adoção de Selos de Construções Verdes (SCV) - Relações entre os fatores”, e sua participação irá contribuir para a implementação de construções sustentáveis no Brasil. Esta pesquisa encontra-se aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFPA sob a numeração 50252921.9.0000.0018 e dificilmente causará riscos emocionais. Porém, se acontecer, e o participante se sentir desconfortável com o conteúdo das perguntas, poderá preencher em outro momento ou poderá cancelar seu preenchimento, sem nenhum ônus. Para participar da pesquisa é necessário que o candidato a participante esteja de acordo com este termo e tenha suas dúvidas sanadas sobre todos os aspectos pertinentes a pesquisa que lhe interessem e devam ser explicitados seguindo o rigor da legislação. O participante não será identificado quanto a divulgação dos resultados, sendo as informações utilizadas somente para fins científicos do presente projeto de pesquisa. Os dados serão armazenados pelo pesquisador responsável durante 5 (cinco) anos e após totalmente destruídos. Em caso de dúvidas, o participante poderá entrar em contato com o Pesquisador responsável por meio do e-mail wylliam.santana@ifpa.edu.br. Também poderá entrar em contato com professor orientador através do e-mail maues@ufpa.br. Em casos de necessidade, o participante poderá entrar em contato ainda com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) - Complexo de Sala de Aula/ CCS - Sala 13 - Campus Universitário do Guamá, nº 01, Guamá – CEP: 66075- 110 - Belém-Pará. Tel./Fax. 3201-7735 E-mail: cepcs@ufpa.br.

DIANTE DAS EXPLICAÇÕES VOCÊ ACHA QUE ESTÁ SUFICIENTEMENTE INFORMADO(A) A RESPEITO DA PESQUISA QUE SERÁ REALIZADA E CONCORDA DE LIVRE E ESPONTÂNEA VONTADE EM PARTICIPAR?

Sim Não **Diretrizes:**

Para preenchimento você deverá selecionar uma das 4 relações possíveis dentre cada combinação possível dos fatores.

Relações possíveis:

- >>> - há relação de influência no sentido do fator da esquerda para o fator da direita
- <<<< - há relação de influência no sentido do fator da direita para o fator da esquerda
- X - há influência mútua entre os fatores
- 0 - não há relação entre os fatores

OBS: a relação em "X" (cruzada) deve ser adotada apenas caso não seja possível definir qual a direção dominante.

Seção 1: Barreiras

Descrição dos fatores:

CBa1 - Barreiras relacionadas a projeto, construção e operação de construções verdes - ex.: dificuldade da adoção de tecnologias verdes, do processo de certificação ou falta de profissionais treinados para lidar com SCV.

CBa2 - Barreiras ligadas a custo e retorno do investimento - ex.: alto custo inicial, limitações de orçamento ou longos períodos de retorno do investimento.

CBa3 - Barreiras ligadas a consciência empresarial e pública - ex.: falta de consciência empresarial e pública ou falta de incentivo e cooperação governamental e empresarial.

CBa4 - Barreiras ligadas a mecanismos de proteção ambiental - ex.: falta de rigor na implementação ou a própria falta de regulamentações ambientais por parte do governo brasileiro.

CBa5 - Barreiras ligadas a maturidade e economia do mercado - ex.: influência de diferenças regionais de desenvolvimento econômico ou a falta de demanda de mercado.

CBa6 - Barreiras ligadas a desconfiança dos benefícios das SCV - ex.: falta de informações sobre o desempenho de construções ou de tecnologias verdes

1. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CBa1 (Barreiras relacionadas ao projeto, construção e operação de construções verdes) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1.1. | CBa1- CBa2 | <input type="radio"/> >>>> | <input type="radio"/> <<<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.2. | CBa1 - CBa3 | <input type="radio"/> >>>> | <input type="radio"/> <<<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.3. | CBa1 - CBa4 | <input type="radio"/> >>>> | <input type="radio"/> <<<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.4. | CBa1 - CBa5 | <input type="radio"/> >>>> | <input type="radio"/> <<<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.5. | CBa1 - CBa6 | <input type="radio"/> >>>> | <input type="radio"/> <<<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

2. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CBa2 (Barreiras ligadas a custo e retorno do investimento) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1. | CBa2 – CBa3 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 2.2. | CBa2 – CBa4 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 2.3. | CBa2 – CBa5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 2.4. | CBa2 – CBa6 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

3. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CBa3 (Barreiras ligadas a consciência empresarial e pública) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 3.1. | CBa3 – CBa4 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 3.2. | CBa3 – CBa5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 3.3. | CBa3 – CBa6 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

4. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CBa4 (Barreiras ligadas a mecanismos de proteção ambiental) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 4.1. | CBa4 – CBa5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 4.2. | CBa4 – CBa6 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

5. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CBa5 (Barreiras ligadas a maturidade e economia do mercado) e o fator CBa6 (Barreiras ligadas a desconfiança dos benefícios das SCV).

- | | | | | | |
|------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 5.1. | CBa5 – CBa6 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
|------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|

Seção 2: Fatores Impulsionadores (FI)

Descrição dos fatores:

CFI1- FI ligados a atratividade do mercado - ex.: demanda de mercado, melhor venda e/ou locação, benefícios de marketing ou atratividade de novos fundos de investimento.

CFI2 - FI ligados a otimização do processo de certificação - ex.: relacionado a fatores que influenciam no processo de certificação, como a maior simplicidade, flexibilidade, experiência da companhia ou redução de custos do processo de certificação.

CFI3 - FI ligados aos benefícios intangíveis da SCV - ex.: proteção ambiental, melhor conforto para o usuário ou durabilidade e desempenho da construção verde.

CFI4 - FI ligados ao apoio institucional a SCV - ex.: sistemas de incentivo financeiro, educação e treinamento ou novos tipos de parcerias interessadas na construção verde.

CFI5 - FI ligados a conscientização ambiental - ex.: relacionado a leis e regulamentações ambientais ou conhecimento, conscientização e informação ambiental da população.

CFI6 - FI ligados ao retorno financeiro - ex.: razões econômicas relacionadas ao retorno do investimento ou custo de operação e manutenção reduzidos das construções verdes.

1. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CFI1 (FI ligados a atratividade do mercado) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|
| 1.1. | CFI1 - CFI2 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 1.2. | CFI1 - CFI3 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 1.3. | CFI1 - CFI4 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 1.4. | CFI1 - CFI5 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 1.5. | CFI1 - CFI6 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |

2. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CFI2 (FI ligados a otimização do processo de certificação) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|
| 2.1. | CFI2 – CFI3 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 2.2. | CFI2 – CFI4 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 2.3. | CFI2 – CFI5 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 2.4. | CFI2 – CFI6 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |

3. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CFI3 (FI ligados aos benefícios intangíveis da SCV) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|
| 3.1. | CFI3 – CFI4 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 3.2. | CFI3 – CFI5 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 3.3. | CFI3 – CFI6 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |

4. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CFI4 (FI ligados ao apoio institucional a SCV) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|
| 4.1. | CFI4 – CFI5 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
| 4.2. | CFI4 – CFI6 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |

5. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CFI5 (FI ligados a conscientização ambiental) e o fator CFI6 (FI ligados ao retorno financeiro):

- | | | | | | | | | | |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|
| 5.1. | CFI5 – CFI6 | <input type="radio"/> | >>> | <input type="radio"/> | <<< | <input type="radio"/> | X | <input type="radio"/> | 0 |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------|---|

Seção 3: Estratégias

Descrição dos fatores:

CE1- Estratégias ligadas a políticas públicas de apoio a SCV - ex.: políticas públicas como a promulgação ou maior rigor na aplicação de leis e regulamentos ambientais obrigatórios, assim como políticas direcionadas ao suporte ou a obrigatoriedade de SCV.

CE2 - Estratégias ligadas ao investimento, subsídio e parcerias públicas e privadas - ex.: empréstimos, isenção de impostos e subsídios sobre SCV, bem como o investimento em inovação e parcerias públicas e privadas.

CE3 - Estratégias ligadas a investigação e divulgação dos benefícios dos SCV - ex.: promoção de espaços e eventos para divulgação de SCV ou maior publicidade através da mídia.

CE4 - Estratégias ligadas a simplicidade e flexibilidade do processo de certificação - ex.: confecção de guias ou plataformas online visando o melhor entendimento acerca do processo de certificação, ou a confecção de requisitos adaptados para as variadas características regionais.

CE5 - Estratégias ligadas a educação e treinamento de profissionais da construção para lidar com SCV - ex.: o desenvolvimento de programas de treinamento para a indústria de construção e a capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais das construções verdes.

1. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CE1 (Estratégias ligadas a políticas públicas de apoio a SCV) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1.1. | CE1- CE2 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.2. | CE1 - CE3 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.3. | CE1 - CE4 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 1.4. | CE1 - CE5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

2. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CE2 (Estratégias ligadas ao investimento, subsídio e parcerias públicas e privadas) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1. | CE2 – CE3 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 2.2. | CE2 – CE4 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 2.3. | CE2 – CE5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

3. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CE3 (Estratégias ligadas a investigação e divulgação dos benefícios dos SCV) e os demais fatores listados a seguir:

- | | | | | | |
|------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 3.1. | CE3 – CE4 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
| 3.2. | CE3 – CE5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |

4. Por favor identifique que tipo e/ou se existe uma relação entre o fator CE4 (Estratégias ligadas a simplicidade e flexibilidade do processo de certificação) e o fator CE5 (Estratégias ligadas a educação e treinamento de profissionais da construção para lidar com SCV):

- | | | | | | |
|------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 4.1. | CE4 – CE5 | <input type="radio"/> >>> | <input type="radio"/> <<< | <input type="radio"/> X | <input type="radio"/> 0 |
|------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|

Obrigado por responder

**APÊNDICE C: Questionário para validação do modelo para a adoção
de selos de construções verdes no Brasil (3^a *survey*)**



UFPA - Universidade Federal do Pará
 PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
TESE: Modelo para promover a adoção de rótulos de construções verdes no Brasil



Questionário para Validação do Modelo para a Adoção de Selos de Construções Verdes (SCV) no Brasil

Data: ____/____/____ E-mail: _____

Objetivo deste questionário

Validar se o modelo para fomentar a adoção de selos de construções verdes no Brasil é confiável, preciso, inclusivo e apropriado.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de cunho acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – PPGEC/UFPA, intitulada “Questionário para Validação do Modelo para Adoção de Selos de Construções Verdes no Brasil”, e sua participação irá contribuir para a implementação de construções sustentáveis no Brasil. Esta pesquisa encontra-se aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFPA sob a numeração 40104020.9.0000.0018 e dificilmente causará riscos emocionais. Porém, se acontecer, e o participante se sentir desconfortável com o conteúdo das perguntas, poderá preencher em outro momento ou poderá cancelar seu preenchimento, sem nenhum ônus. Para participar da pesquisa é necessário que o candidato a participante esteja de acordo com este termo e tenha suas dúvidas sanadas sobre todos os aspectos pertinentes a pesquisa que lhe interessem e devam ser explicitados seguindo o rigor da legislação. O participante não será identificado quanto a divulgação dos resultados, sendo as informações utilizadas somente para fins científicos do presente projeto de pesquisa. Os dados serão armazenados pelo pesquisador responsável durante 5 (cinco) anos e após totalmente destruídos. Em caso de dúvidas, o participante poderá entrar em contato com o Pesquisador responsável por meio do e-mail wyllyam.santana@ifpa.edu.br. Também poderá entrar em contato com professor orientador através do e-mail maues@ufpa.br. Em casos de necessidade, o participante poderá entrar em contato ainda com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFPA) - Complexo de Sala de Aula/ CCS - Sala 13 - Campus Universitário do Guamá, nº 01, Guamá – CEP: 66075-110 - Belém-Pará. Tel./Fax. 3201-7735 E-mail: cepccs@ufpa.br.

DIANTE DAS EXPLICAÇÕES VOCÊ ACHA QUE ESTÁ SUFICIENTEMENTE INFORMADO(A) A RESPEITO DA PESQUISA QUE SERÁ REALIZADA E CONCORDA DE LIVRE E ESPONTÂNEA VONTADE EM PARTICIPAR?

Sim

Não

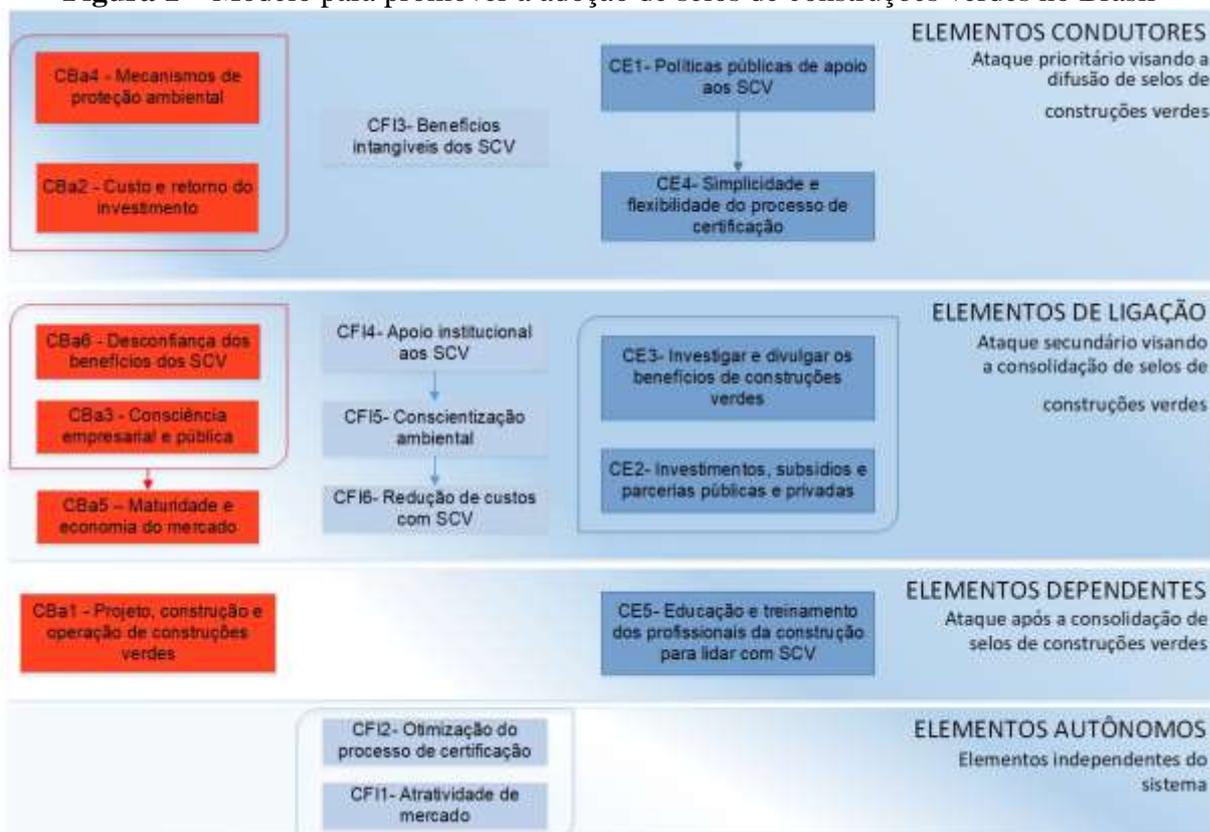
Instruções

Observe o modelo contido na figura 1 e responda as perguntas.

Modelo para Adoção de Selos de Construções Verdes no Brasil

Este modelo foi construído adotando uma metodologia baseada em Modelagem Interpretativa Estruturada (MEI) e Modelos de Equações Estruturantes – Método dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM). Esta metodologia baseasse na estruturação da percepção sobre os fatores envolvidos na adoção de construções verdes, obtidos por meio da coleta de dados com profissionais experientes neste tipo de obra e a aplicação de ferramentas estatísticas de segunda geração. Como resultado, o modelo identificou as relações entre os fatores e os dividiu em fases de implementação, as quais, se seguidas por instituições públicas e privadas têm o potencial de promover a adoção de SCV no Brasil. Os fatores foram identificados como as barreiras (vermelho), os fatores impulsionadores (azul claro) e as estratégias (azul escuro) para a sua adoção. As barreiras são aquelas que dificultam sua adoção, os fatores impulsionadores são aqueles motrizes do interesse por construções verdes, e as estratégias são aquelas que se seguidas têm o potencial de trabalhar os fatores impulsionadores para combater as barreiras e impulsionar a adoção de construções verdes no Brasil. Na figura 1, vê-se a divisão em **níveis de implementação** que vai do nível 1 (elementos condutores) ao nível 4 (elementos autônomos), em ordem decrescente de prioridade, dos primordiais e que, portanto, devem ser trabalhados a curto prazo para a adoção de SCV no Brasil, aos secundários que devem ser adotados em momentos posteriores.

Figura 1 – Modelo para promover a adoção de selos de construções verdes no Brasil



Descrição dos fatores:

Barreiras (em vermelho)

CBa4 - Falta de rigor na implementação ou a própria falta de regulamentações ambientais por parte do governo brasileiro.

CBa2 - Alto custo inicial, limitações de orçamento ou longos períodos de retorno do investimento.

CBa6 - Falta de informações sobre o desempenho de construções ou de tecnologias verdes

CBa3 - Falta de consciência empresarial e pública ou falta de incentivo e cooperação governamental e empresarial.

CBa5 - Influência de diferenças regionais de desenvolvimento econômico ou a falta de demanda de mercado.

CBa1 - Dificuldade da adoção de tecnologias verdes, do processo de certificação ou falta de profissionais treinados para lidar com SCV.

Fatores Impulsionadores (FI) (em azul claro)

CFI3 - Proteção ambiental, melhor conforto para o usuário ou durabilidade e desempenho da construção verde.

CFI4 - Sistemas de incentivo financeiro, educação e treinamento ou novos tipos de parcerias interessadas na construção verde.

CFI5 - Relacionado a leis e regulamentações ambientais ou conhecimento, conscientização e informação ambiental da população.

CFI6 - Razões econômicas relacionadas ao retorno do investimento ou custo de operação e manutenção reduzidos das construções verdes.

CFI2 - Relacionado a fatores que influenciam no processo de certificação, como a maior simplicidade, flexibilidade, experiência da companhia ou redução de custos do processo de certificação.

CFI1 - Demanda de mercado, melhor venda e/ou locação, benefícios de marketing ou atratividade de novos fundos de investimento.

Estratégias (em azul escuro)

CE1 - Políticas públicas como a promulgação ou maior rigor na aplicação de leis e regulamentos ambientais obrigatórios, assim como políticas direcionadas ao suporte ou a obrigatoriedade de SCV.

CE2 - Empréstimos, isenção de impostos e subsídios sobre SCV, bem como o investimento em inovação e parcerias públicas e privadas.

CE3 - Promoção de espaços e eventos para divulgação de SCV ou maior publicidade através da mídia.

CE4 - Confecção de guias ou plataformas online visando o melhor entendimento acerca do processo de certificação, ou a confecção de requisitos adaptados para as variadas características regionais.

CE5 O desenvolvimento de programas de treinamento para a indústria de construção e a capacitação das equipes de vendas para que consigam transmitir os diferenciais das construções verdes.

Perguntas de validação do modelo

Informe o seu nível de concordância seguindo a escala: **1 - não concordo fortemente; 2 – não concordo; 3 – neutro; 4 – concordo; 5 – concordo fortemente.**

1. O modelo sugerido de barreiras é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

2. O modelo sugerido de fatores impulsionadores é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

3. O modelo sugerido de estratégias é razoável e reflete corretamente a necessidade para se fomentar a adoção de SCV no Brasil?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

4. O modelo, no geral, é de fácil entendimento e pode ser utilizado adequadamente por instituições público e privadas no Brasil?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

5. Os níveis de implementação do modelo estão apropriados?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

6. O modelo é inclusivo, isto é, pode ser utilizado tanto por instituições públicas quanto privadas?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

7. Você confirma que a utilização do modelo por instituições públicas e privadas iria fomentar a adoção de SCV no Brasil?
₁ ₂ ₃ ₄ ₅

Por favor, escreva abaixo se você tiver algum comentário a respeito do modelo desenvolvido:

Muito obrigado por sua participação.

APÊNDICE D: Resultados da caracterização dos entrevistados da 1ª survey

Nº.	SCV Exp.	Atividade	Função	Exp. Const.	Exp. SCV	Consc. Const.	Atuação	Cons. Pop.	Inter. Pop.
1	Leed, Well	Cons.	Arq.	>20	5-10	5	Curitiba	3	3
2	Leed, Aqua, Procel, Fitwel	Cons.	Eng.	1-5	1-2	4	São Paulo	2	3
3	Aqua, Leed, Casa Azul, Procel, Well	Cons.	Arq.	1-5	1-2	4	São Paulo	3	3
4	Leed, Aqua, Breeam, Dgnb, Procel	Cons.	Dir.	>20	5-10	5	Brasil	1	1
5	Well	Cons.	Arq.	1-5	1-2	5	São Paulo	2	2
6	Leed, Aqua, Procel	Cons.	Eng.	6-10	3-4	5	São Paulo	1	4
7	Leed, Aqua, Fitwel	Cons.	Cons.	6-10	5-10	5	São Paulo	3	3
8	Selo Azul, Aqua, Leed, Casbee, Dgnb.	Cons.	Arq.	11-15	5-10	3	Garanhuns	1	1
9	Well e Leed	Cons.	Arq.	6-10	3-4	4	Porto Alegre	3	2
10	Leed, Well, Fitwel, Gbc	Cons.	Ger.	11-15	>10	5	São Paulo	2	2
11	Leed, Gbc casa, Aqua, Fitwell	Cons.	Ger.	11-15	>10	4	São Paulo	2	3
12	Leed, Aqua, Procel, Gbc	Cons.	Senior	11-15	>10	4	São Paulo	3	3
13	Leed e Gbc	Cons.	Coord.	11-15	>10	5	São Paulo	3	3
14	Leed	Cons.	Prop.	16-20	5-10	4	São Paulo	2	2
15	Leed, Edge, Procel, Gbc	Cons.	Dir.	16-20	>10	5	São Paulo	2	2
16	Leed, Aqua, Procel, Casa Azul	Cons.	Ger.	16-20	>10	5	São Paulo	2	2
17	Leed, Well	Cons.	-	6-10	5-10	5	Curitiba	4	3
18	Leed Zero, Well, Gbc Zero	Cons.	Eng.	11-15	>10	5	Curitiba	3	4
19	Leed	Cons.	-	6-10	5-10	4	São Paulo	1	2
20	Leed, Aqua, Fitwel, Gbc, Procel	Cons.	Arq.	11-15	5-10	5	São Paulo	2	2
21	Leed e Aqua	Cons.	Eng.	6-10	5-10	4	São Paulo	3	2
22	Leed, Gbc	Cons.	Est.	1-5	1-2	3	São Paulo	2	2
23	Leed, Aqua, Procel	Cons.	Eng.	>20	3-4	5	Santa Cruz do Sul	1	2
24	Leed, GbcA	Cons.	Eng.	6-10	5-10	4	Rio de Janeiro	2	3
25	Leed	Cons.	Anali.	6-10	1-2	5	São Paulo	3	3
26	Leed, Aqua, Procel	Const.	Arq.	>20	5-10	4	Belo Horizonte	2	2
27	Leed, Procel	Const.	Des.	6-10	1-2	3	Brasília	2	3
28	Leed, Procel, Well, Aqua	Const.	Ger.	11-15	3-4	3	Rio de Janeiro	1	2
29	Leed, Aqua	Const.	Ger.	11-15	3-4	4	Curitiba	2	2
30	Rtq-c	Const.	Eng.	1-5	3-4	3	Belo Horizonte	1	2
31	Leed	Const.	Eng.	6-10	1-2	2	Belém	1	3
32	Aqua, Leed	Const.	Dir.	>20	>10	5	São Paulo	3	3
33	-	Const.	Ger.	11-15	1-2	2	Belém	1	1
34	Casa Azul	Const.	Est.	1-5	1-2	4	São Luís	1	3

Nº.	SCV Exp.	Atividade	Função	Exp. Const.	Exp. SCV	Consc. Const.	Atuação	Cons. Pop.	Inter. Pop.
35	Casa Azul	Const.	Eng.	11-15	3-4	3	Sorocaba	2	3
36	Casa Azul	Const.	Pres.	>20	3-4	4	Sorocaba	2	2
37	LiderA - Portugal	Const.	Dir.	>20	3-4	5	Lisboa	4	3
38	Leed, Procel, Casa Azul	Const.	Dir.	>20	>10	5	Fortaleza	3	3
39	Aqua, Leed	Const.	Eng.	6-10	3-4	3	Sorocaba	1	2
40	Casa Azul	Const.	Anali.	11-15	3-4	3	Piracicaba	2	3
41	Leed, Aqua, Casa Azul	Const.	Eng.	6-10	3-4	3	Curitiba	2	2
42	Leed	Const.	Eng.	6-10	5-10	4	Belém	2	2
43	Casa Azul	Const.	Dir.	>20	3-4	3	Macapá	1	2
44	Casa Azul	Const.	Eng.	11-15	1-2	4	Campo Grande	2	2
45	Leed, Well, Fiitwel	Const.	Ger.	>20	>10	5	São Paulo	1	1
46	Leed, Gbc, Well	Const.	Eng.	11-15	>10	5	São Paulo	4	3
47	Leed	Const.	Eng.	16-20	1-2	4	Belém	2	2
48	Leed	Const.	Ger.	>20	5-10	4	Belém		
49	-	Inst. Públ.	Anali.	16-20	1-2	1	-	1	1
50	Pbqp-h, Procel	Inst. Públ.	Sec.	>20	5-10	4	Belém	1	1
51	Casa Azul	Inst. Públ.	Téc.	>20	1-2	3	Belém	2	2
52	-	Inst. Públ.	Dir.	16-20	5-10	2	-	2	3
53	Leed, Well, Gbc Zero, SITES	Certifi.	Arq.	6-10	5-10	5	São Paulo	1	3
54	Aqua, Procel	Certifi.	Coord.	>20	>10	5	São Paulo	3	3
55	Aqua, Procel	Certifi.	Audi.	6-10	5-10	5	São Paulo	2	3
56	Casa Azul	Certifi.	Coord.	16-20	>10	4	Belém	1	1
57	Casa Azul	Certifi.	Arq.	>20	>10	4	Rio de Janeiro	1	1
58	Casa Azul	Certifi.	Ger.	>20	>10	5	Porto Alegre	2	2
59	NRE-Poli	Acad.	Coord.	>20	>10	4	São Paulo	3	3
60	Hqe, Leed, Casa Azul	Acad.	Prof.	16-20	5-10	3	São Carlos	1	1
61	Procel	Acad.	Arq.	11-15	5-10	4	Rio de Janeiro	2	2
62	Leed e Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	>10	4	São Paulo	1	1
63	Casa Azul	Acad.	Arq.	6-10	3-4	3	Presid. Prudente	1	1
64	Leed, Aqua e Casa Azul	Acad.	Prof.	6-10	3-4	4	Salvador	2	2
65	Leed, Breeam, Aqua, Procel, Casa Azul	Acad.	Eng.	>20	5-10	1	Brasília	2	2
66	Leed, Aqua, Breeam, Well	Acad.	Prof.	6-10	5-10	5	São Paulo	2	3
67	ESA Edificações, Leed, Green star, Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	>10	5	Florianópolis	3	3
68	Casa Azul, Aqua, Leed	Acad.	Arq.	>20	>10	4	Viçosa	2	2
69	Aqua, Leed, Procel e Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	5-10	4	Aracaju	1	2
70	Leed, Aqua, SBTool, Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	5-10	4	Juiz de Fora	1	2
71	Leed, Aqua, Procel	Acad.	Prof.	>20	>10	5	Belo Horizonte	2	2

Nº.	SCV Exp.	Atividade	Função	Exp. Const.	Exp. SCV	Consc. Const.	Atuação	Cons. Pop.	Inter. Pop.
72	Casa Azul, Leed e Aqua	Acad.	Arq.	1-5	3-4	5	São Paulo	3	3
73	Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	5-10	3	Araraquara	2	2
74	Leed	Acad.	Prof.	1-5	3-4	3	São Paulo	1	1
75	Leed e Aqua	Acad.	Aluno	16-20	>10	5	São Paulo	2	2
76	Procel, Casa Azul caixa, Aqua, Leed	Acad.	Prof.	>20	>10	3	Aracaju	1	2
77	Aqua.	Acad.	Prof.	>20	1-2	3	Recife	3	3
78	Casa Azul	Acad.	Prof.	>20	1-2	3	Belém	1	2

Nota: 5- muito alto;

4- alto;

3- moderado;

2- baixo;

1- muito baixo.

APÊNDICE E: Resultados das barreiras da 1ª survey

N°.	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16	B 17	B 18	B 19	B 20	B 21	B 22	B 23
1	5	3	4	3	4	5	5	2	1	1	1	2	2	2	1	2	4	4	4	3	2	1	3
2	4	1	4	2	3	3	2	1	1	2	5	2	2	3	1	2	2	2	3	2	1	3	2
3	4	2	5	2	2	4	4	1	1	1	4	2	1	4	2	4	2	4	1	2	2	2	1
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	3	3	1
5	4	4	5	3	4	4	4	2	2	2	4	2	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	2
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	4	2	1	1	1	1
7	2	2	1	2	5	5	2	5	5	2	4	5	5	2	4	3	4	5	4	5	2	5	4
8	2	5	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	2	3	2	2	2	2
9	1	3	2	1	4	4	2	1	2	3	4	4	2	2	2	3	2	4	3	4	4	4	3
10	2	4	2	2	4	4	2	1	5	3	2	4	3	2	4	4	5	5	5	5	1	5	2
11	4	4	5	3	4	2	2	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	5	4	4	5	5	4
12	3	4	3	4	4	5	4	1	3	5	4	4	2	2	4	2	4	5	5	4	5	4	1
13	4	3	4	3	2	5	3	2	4	5	2	4	2	3	3	3	2	5	3	1	3	3	1
14	4	3	3	3	3	4	4	2	5	3	4	1	2	3	3	3	1	3	3	4	4	4	1
15	3	2	1	1	1	4	2	5	5	4	3	5	5	3	2	5	5	5	5	5	5	5	4
16	5	2	1	1	4	4	4	5	1	2	1	1	1	2	4	1	4	5	4	5	1	5	1
17	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	2	3	2	1	2	1	1
18	3	3	3	3	4	4	3	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3
19	3	2	4	1	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	3
20	4	3	4	4	4	3	4	1	3	2	4	3	2	3	4	3	4	4	4	3	3	3	2
21	2	4	2	1	4	4	2	3	1	2	4	2	1	1	2	4	4	4	3	4	2	5	1
22	3	4	3	2	5	4	4	3	4	5	4	2	1	1	2	4	4	4	4	3	2	3	1
23	3	5	4	4	5	3	3	4	1	3	1	1	1	3	1	5	5	5	5	5	1	3	1
24	4	4	2	1	1	2	2	2	2	4	2	4	4	2	2	4	5	4	5	2	2	4	1
25	2	4	2	1	4	4	1	1	4	1	1	4	1	1	1	4	4	4	2	2	1	2	4
26	4	5	5	4	3	5	3	2	5	4	4	3	3	5	4	2	5	5	4	3	1	1	3
27	4	3	3	3	4	3	3	2	3	1	4	4	1	4	3	3	4	5	3	3	4	4	1
28	4	2	5	3	5	4	5	4	4	3	4	5	1	2	3	1	5	5	5	5	5	5	4
29	4	4	2	2	5	5	3	2	4	2	4	5	3	3	3	4	4	5	4	2	2	2	3
30	4	4	4	2	2	4	2	1	1	4	1	4	3	4	3	4	5	5	5	1	3	5	3

N°	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16	B 17	B 18	B 19	B 20	B 21	B 22	B 23
59	4	2	4	1	4	2	2	2	1	2	2	4	4	2	4	2	2	4	2	4	2	2	2
60	5	4	4	3	4	4	3	3	4	3	5	5	4	3	4	4	5	5	5	5	4	5	3
61	3	5	3	3	5	4	5	3	3	5	3	4	4	5	5	5	5	4	4	5	1	4	4
62	4	4	3	3	4	5	5	2	2	2	4	3	4	5	5	3	5	4	4	4	4	5	2
63	3	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
64	4	2	4	4	3	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
65	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
66	5	2	4	2	3	3	3	4	4	5	4	3	2	4	3	3	3	3	4	4	4	2	3
67	4	5	4	4	5	5	3	3	3	5	4	4	3	4	5	3	4	5	3	4	4	5	3
68	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
69	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	3
70	5	3	5	3	4	4	3	2	3	4	4	5	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4
71	4	5	4	4	3	3	2	2	4	4	3	3	3	4	2	4	4	3	3	3	3	3	2
72	4	3	4	4	3	4	3	2	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4
73	4	4	4	3	4	5	4	4	3	2	4	4	3	2	4	5	5	5	5	5	5	5	4
74	3	3	2	2	4	2	4	3	5	5	4	4	4	5	3	4	4	5	4	5	3	4	4
75	2	3	4	2	2	4	4	4	3	2	2	2	2	4	2	2	2	4	2	5	3	5	1
76	3	4	4	4	5	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	5	5	5	4	4	3	5	4
77	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	2	2	3	3
78	5	4	5	4	3	5	5	3	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5

Nota: 5- muito crítico;

4- crítico;

3- neutro;

2- pouco crítico;

1- não crítico.

APÊNDICE F: Resultados dos fatores impulsionadores da 1ª survey

N º	FI 1	FI 2	FI 3	FI 4	FI 5	FI 6	FI 7	FI 8	FI 9	FI 10	FI 11	FI 12	FI 13	FI 14	FI 15	FI 16	FI 17	FI 18	FI 19	FI 20	FI 21	FI 22	FI 23
1	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5
2	5	4	5	4	3	3	5	3	5	5	4	2	4	2	4	5	5	5	4	5	3	4	4
3	3	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4
6	5	2	4	4	4	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
7	5	5	5	5	2	4	5	2	4	5	4	3	3	5	2	5	5	4	5	5	4	4	5
8	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
9	4	4	5	5	5	5	4	2	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5
10	4	4	3	5	5	5	5	3	5	5	5	4	1	1	1	3	5	4	5	4	4	4	5
11	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	5	5	4	4	5	5	5	5	1	1	3	3	5	4	4	5	3	4	5	3	3	2	5
13	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	3	3	4	4	4	5	4	4
14	3	5	4	4	1	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	2	3	4	3	3	4
15	3	4	4	4	3	3	3	3	5	5	5	4	3	4	4	3	5	4	5	4	4	4	5
16	4	5	4	4	2	5	5	2	2	2	2	2	2	2	4	4	5	5	5	4	2	2	5
17	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	1	3	1	3	4	3	3
18	5	5	4	4	4	3	4	5	3	5	5	3	4	5	3	3	4	5	5	4	4	3	4
19	5	4	3	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
20	5	4	4	4	5	4	4	4	2	4	4	3	3	3	2	2	5	5	5	4	4	4	4
21	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
22	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
23	5	5	4	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5
24	5	4	4	4	2	2	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4
25	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
26	5	2	4	4	5	3	3	3	4	5	3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	3
27	5	3	4	4	2	4	3	3	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5
28	5	4	3	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4
29	4	4	3	2	2	2	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	5	3	3	4	5
30	5	4	3	1	4	1	1	4	4	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	3	1

N°	FI 1	FI 2	FI 3	FI 4	FI 5	FI 6	FI 7	FI 8	FI 9	FI 10	FI 11	FI 12	FI 13	FI 14	FI 15	FI 16	FI 17	FI 18	FI 19	FI 20	FI 21	FI 22	FI 23
31	4	4	5	4	4	3	3	3	5	5	4	5	5	4	3	4	4	5	4	5	5	4	5
32	4	5	4	4	2	3	3	1	3	5	5	3	1	1	1	1	5	5	5	4	3	2	3
33	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5
34	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5
35	5	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
36	3	2	4	4	1	1	1	2	5	5	3	3	3	3	4	4	4	5	4	5	4	4	3
37	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5
38	5	4	5	5	3	4	4	4	5	5	3	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5
39	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
40	4	3	4	4	5	5	2	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	3	3
41	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	3	4	4	3
42	4	3	2	3	3	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3
43	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5	4	4	3	4
44	5	4	5	5	4	4	3	4	4	5	4	5	5	4	4	4	2	4	4	4	5	5	4
45	5	5	4	4	2	4	4	5	5	5	4	4	5	4	1	2	5	4	5	5	5	4	5
46	5	4	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	3	4
47	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4
48	4	5	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	3	4	4	4	4	4	3	3	2	
49	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
50	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
51	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	4
52	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4
53	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	3	3	4	5	4	5	3	3	3	5
54	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4
55	5	5	4	4	5	4	4	2	5	5	5	5	5	4	4	5	3	4	4	5	5	4	4
56	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
57	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5
58	4	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	5	4	5

N º	FI 1	FI 2	FI 3	FI 4	FI 5	FI 6	FI 7	FI 8	FI 9	FI 10	FI 11	FI 12	FI 13	FI 14	FI 15	FI 16	FI 17	FI 18	FI 19	FI 20	FI 21	FI 22	FI 23
59	4	5	4	4	5	5	5	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5	5	4	4
60	4	4	2	3	3	3	3	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3
61	5	3	3	3	1	2	3	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4
62	5	2	4	4	4	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
63	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5
64	5	5	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
65	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
66	5	4	5	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	5	4	3	4	4	3	3
67	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
68	5	3	2	3	4	2	3	3	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3
69	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
70	5	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	5	5	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3
71	5	5	5	4	3	4	4	2	5	5	5	5	4	5	3	3	5	4	3	4	5	3	3
72	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
73	5	4	4	4	5	4	3	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
74	3	5	3	2	4	4	3	4	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	5	5	3	4
75	5	4	4	4	5	4	4	3	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3
76	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5
77	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	5	4	5	5	5	5	4
78	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5

Nota: 5-muito importante;

4-importante;

3- neutro;

2- pouco importante;

1- não é importante.

APÊNDICE G: Resultados das estratégias da 1ª survey

Nº.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
1	5	4	5	4	4	5	1	4	4	5	5	4	5
2	4	4	5	5	3	4	3	4	4	5	5	4	3
3	5	5	5	4	3	5	3	5	5	5	5	5	4
4	4	4	4	4	3	3	1	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4
6	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	4	1
7	3	5	4	4	4	4	3	5	3	4	4	4	4
8	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5
9	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5	5	5	4
10	5	5	3	3	3	3	2	3	1	5	5	4	5
11	5	5	5	5	5	5	2	4	4	4	4	4	4
12	5	4	5	5	5	3	1	4	4	4	4	5	4
13	5	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5
14	4	4	4	4	4	4	1	3	5	5	2	2	4
15	5	5	4	5	1	3	4	4	5	4	4	4	5
16	5	5	5	5	5	5	2	2	1	4	5	5	4
17	3	1	2	2	1	3	1	1	1	3	4	4	3
18	4	4	5	3	3	4	4	2	2	5	4	5	4
19	5	4	5	4	2	4	2	4	4	4	4	5	4
20	5	5	5	5	4	4	2	2	3	5	4	5	5
21	4	5	5	5	5	5	1	2	2	4	5	4	4
22	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
23	3	5	5	5	5	4	3	4	3	4	5	4	3
24	5	4	4	4	5	4	2	2	2	4	5	4	4
25	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
26	5	5	4	4	3	3	3	4	5	4	5	5	5
27	5	4	5	5	3	4	4	3	1	4	5	5	4
28	4	5	5	5	5	5	3	4	4	5	5	5	5
29	5	4	4	4	3	3	2	3	2	4	5	5	4
30	4	5	4	4	5	3	1	5	4	4	4	4	4
31	5	5	5	5	4	5	1	4	5	5	4	4	5
32	4	5	4	5	5	4	1	2	3	4	4	4	4
33	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4
34	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5
35	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
36	4	4	4	4	2	3	4	3	4	3	4	2	4
37	5	3	4	4	4	3	1	5	5	5	5	5	5
38	5	5	5	5	4	5	2	4	4	5	5	5	5
39	4	5	4	5	4	2	1	3	5	5	5	5	5
40	5	4	5	5	4	4	3	5	5	5	4	4	4
41	5	5	4	5	4	4	3	4	4	5	3	4	4
42	5	2	2	4	2	2	1	3	3	4	5	4	3
43	5	4	3	4	2	4	1	4	2	2	4	3	4

Nº.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
44	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5
45	4	5	5	4	5	4	3	4	3	4	5	5	4
46	5	5	5	5	4	5	1	5	5	5	5	5	5
47	5	5	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
48	3	4	3	4	4	4	1	4	4	4	5	3	3
49	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
50	5	5	5	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5
51	5	4	5	5	4	4	1	4	4	5	4	4	4
52	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
53	5	4	4	3	1	5	1	2	1	2	5	5	3
54	5	4	4	4	1	4	1	4	4	4	5	5	5
55	5	5	5	5	4	5	1	5	3	4	5	5	5
56	5	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4
57	4	4	5	4	3	5	1	4	4	4	5	5	5
58	4	4	4	4	5	4	3	4	5	5	4	4	4
59	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4
60	4	5	4	5	1	5	1	3	2	5	3	4	5
61	4	5	4	3	5	3	1	3	1	5	4	5	5
62	5	4	4	5	3	5	2	5	5	5	5	4	5
63	5	5	4	5	5	5	3	4	5	4	4	4	4
64	5	5	4	5	5	5	3	4	2	5	5	5	4
65	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
66	4	4	2	4	1	4	5	5	4	3	3	2	3
67	5	5	5	5	4	4	3	5	5	5	4	4	4
68	4	3	2	3	1	4	2	3	3	4	3	3	4
69	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5
70	4	3	3	3	3	3	2	4	4	5	3	4	3
71	3	5	4	4	3	4	1	4	3	3	3	3	5
72	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5
73	4	5	4	5	3	4	2	4	5	5	5	5	5
74	5	5	5	5	5	5	1	4	4	4	5	3	4
75	5	5	5	5	4	5	2	3	3	4	4	4	5
76	5	5	5	4	4	5	2	5	5	5	5	5	5
77	5	5	5	5	3	4	1	4	4	5	4	4	5
78	4	4	4	3	3	3	3	5	3	5	4	3	4

Nota: 5-muito importante;

4-importante;

3- neutro;

2- pouco importante;

1- não é importante.