UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas

MARINA DE FREITAS MAGALHÃES GOMES

BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE DE INFLUÊNCIA SOBRE O TRIPLE BOTTOM LINE

BARRIERS TO THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE PRACTICES IN CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS: AN INFLUENCE ANALYSIS ON THE TRIPLE BOTTOM LINE

LIMEIRA

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas

MARINA DE FREITAS MAGALHÃES GOMES

BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE DE INFLUÊNCIA SOBRE O TRIPLE BOTTOM LINE

BARRIERS TO THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE PRACTICES IN CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS: AN INFLUENCE ANALYSIS ON THE TRIPLE BOTTOM LINE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNA MARINA DE FREITAS MAGALHÃES GOMES, E ORIENTADA PELO PROF. DR. ANTÔNIO CARLOS PACAGNELLA JUNIOR.

LIMEIRA

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

G585b

Gomes, Marina de Freitas Magalhães, 1991-
Barreiras para implementação de práticas sustentáveis em projetos de construção civil : uma análise de influência sobre o *Tripple Bottom Line* / Marina de Freitas Magalhães Gomes. – Limeira, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Antônio Carlos Capagnella Júnior.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Construção civil. 2. Sustentabilidade. 3. Modelos de equações estruturais. I. Pacagnella Júnior, Antônio Carlos, 1977-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Barriers to the implementation of sustainable practices in civil construction projects : an influence analysis on the Tripple Bottom Line
Palavras-chave em inglês:
Building
Sustainability
Structural equation modeling
Área de concentração: Gestão e Sustentabilidade
Titulação: Mestra em Administração
Banca examinadora:
Antônio Carlos Pacagnella Júnior
Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
Fernando Ferrari Putti
Data de defesa: 06-12-2023
Programa de Pós-Graduação: Administração

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0003-3425-903X
- Currículo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/6638398786352093

Folha de Aprovação

Autor(a): Marina de Freitas Magalhães Gomes

Título: Barreiras para implementação de práticas sustentáveis em projetos de construção civil: uma análise de influência sobre o Triple Bottom Line

Natureza: Dissertação

Área de Concentração: Administração

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Data da Defesa: Limeira-SP, 06 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior
(orientador) Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Paulo Sergio de Arruda Ignácio (membro) Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Fernando Ferrari Putti
(membro) Universidade Estadual Paulista - UNESP

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo a todas as pessoas que, de alguma forma, me apoiaram e acreditaram na construção desta pesquisa e de sua conclusão.

Dedico a todos os profissionais ligados a engenharia e gestores de projetos, pois o tema escolhido como objeto de estudo, propõe agregar novos conhecimentos na sua área de atuação, orientando a uma tomada de decisão mais sustentável para seus projetos.

Dedico a todos os pesquisadores e acadêmicos para que, se sintam estimulados e queiram seguir na estruturação de novas linhas de pesquisas e avanços sobre a temática abordada.

Por fim, dedico a FCA / Unicamp, por ser o espaço e o meio, do qual permitiu dar seguimento a estruturação e conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A cada oportunidade e desafio que surge em nossa vida, cabe a nós sabermos aproveitar o momento.

Diante de um cenário complexo em vida e beirando ao medo, tive a clareza, a determinação e a coragem necessária para mudar de Belo Horizonte e dar início a uma nova etapa da minha vida, marcada pelo meu ingresso na pós-graduação de mestrado em Administração da Unicamp.

Desta forma, inicialmente, agradeço ao apoio integral que tive dos meus pais e familiares, que tornaram essa nova jornada possível.

Agradeço a Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp, pelo acolhimento, mesmo a distância, de todos os seus professores e funcionários, que lecionaram e nos orientaram, tornando possível essa experiencia.

Ao meu orientador Prof. Antônio Carlos, engenheiro e colega de profissão, que se mostrou sempre atencioso, didático e paciente, tratando de forma objetiva e prática a construção de cada etapa desta pesquisa.

Aos meus colegas de turma das disciplinas realizadas ao longo do programa, pelas trocas de experiencias enriquecedoras e iterações, conduzidas de forma leve e descontraída.

Aos meus amigos, colegas e conhecidos, em especial aos meus antigos professores do Departamento de Materiais e Construção Civil da UFMG, que se mobilizaram para indicar possíveis respondentes e para responder o questionário da minha pesquisa, permitindo obter um número adequado, de modo a seguir com a análise dos resultados.

Por fim, ao longo de todo o processo e ao seu final, agradeço ao meu antigo “Eu” que, diante de diversos erros e acertos, soube progredir e evoluir, a fim de experimentar uma transformação pessoal adquirindo novas habilidades e conhecimento: a melhoria é contínua.

EPÍGRAFE

“Os problemas não podem ser resolvidos com o mesmo nível de consciência que os criou.” **–** Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho objetiva analisar as barreiras de sustentabilidade aplicadas em projetos de construção civil (CC) direcionados pelo Triple Bottom Line (TBL). Apesar da existência de alternativas e soluções sustentáveis neste setor, no Brasil, mesmo com o avanço recente das discussões sobre o assunto, o termo "sustentabilidade" ainda se encontra em estágio inicial com muitos impeditivos que permitam quebrar paradigmas dos gestores de projetos que adotam processos convencionais. As barreiras e constructos identificados foram apoiados no artigo (DURDYEV et al., 2018), por meio de uma revisão bibliográfica da literatura, em um estudo bibliométrico. A pesquisa foi conduzida por meio de dados primários coletados por um questionário "survey", aplicado em engenheiros ou gestores de projetos de CS no Brasil. A modelagem estatística utilizada para a análise foi a Modelagem Equações Estruturais (SEM).

Essa pesquisa validou o modelo estrutural estatístico utilizado, permitindo analisar a influência das barreiras sobre o desempenho do TBL e constatando que os constructos "Governo" e "Conhecimento e Informação", foram os que obtiveram real significância para impedir a adoção de práticas sustentáveis.

Além disso, foi observado o fenômeno de atuação das barreiras em conjunto e de forma sinérgica sobre cada pilar do TBL, observando que o eixo "Ambiental" foi o mais afetado, seguido pelo "Social" e "Econômico".

Desta forma, este trabalho permite validar a hipótese principal: "as barreiras impactam negativamente na adoção de práticas sustentáveis para a CC", verificando que a ausência de algumas exigências governamentais para adoção de projetos sustentáveis no contexto Brasil, assim como a não priorização do tema na cadeia produtiva da CC junto a alta gestão, são elementos que favorecem o baixo desempenho da sustentabilidade na perspectiva do TBL.

Palavras-chave: triple bottom line (TBL), construção civil (CC), projetos, sustentabilidade, barreiras, SEM

ABSTRACT

This research aims to analyze the sustainability barriers applied in civil construction projects (CC) by the Triple Bottom Line (TBL). Despite having sustainable alternatives and solutions in this sector, in Brazil, even with the recent advancement discussions about this topic, the term “sustainability” stills in it’s initial stage, with many impediments that allow breaking paradigms of project managers, who usually adopt conventional processes. The barriers and constructs identified were supported in the article (DURDYEV et al., 2018) and through a bibliographic review, based on a bibliometric study. The research was conducted from primary collected data by a survey questionnaire applied to project managers in Brazil. The chosen statistical analysis model was the Structural Equations Model (SEM).

This research validated the statistics structural model used, allowing to analyze the influence of barriers on TBL performance and obtaining as a results that the constructs “Government” and “Knowledge and Information” were those that had real significance in preventing the adoption of sustainable practices.

Furthermore, the phenomenon of barriers acting together and synergistically on each pillar of the TBL was observed, resulting that the “Environmental” axis was the most affected, followed by “Social” and “Economic”.

Therefore, this work valitaded the main hypothesis: “barriers negatively impact the adoption of sustainable practices for CC”, verifying that the absence of some governmental requirements for the adoption of sustainable projects in the Brazilian context, as well as the non-prioritization of this topic in the CC production chain by senior management, are elements that does not favor sustainability performance.

Keywords: triple bottom line (TBL); construction; projects; sustentability; sustainable; barrier; SEM

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Práticas sustentáveis na área Ambiental 42
Tabela 2 Práticas sustentáveis na área Econômica 44
Tabela 3 Práticas sustentáveis na área Social 45
Tabela 4 Práticas sustentáveis na área Stakeholders 48
Tabela 5 Práticas sustentáveis na área de Projeto / Processo 51
Tabela 6 Barreiras pela área do "Governo" para implantação de projetos de construção civil 53
Tabela 7 Barreiras pela área de "Custo" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis 57
Tabela 8 Barreiras pela área de "Conhecimento e Informação" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis 59
Tabela 9 Barreiras pela área de "Força de Trabalho" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis 62
Tabela 10 Barreiras pela área de "Cliente e Mercado" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis 64
Tabela 11 Variáveis do Modelo Conceitual 77
Tabela 12 Análise de Validade Convergente da Primeira Parte 87
Tabela 13 Análise Discriminante HTMT da Primeira Parte 88
Tabela 14 Análise Confiabilidade da Primeira Parte 88
Tabela 15 Análise Multicolinearidade (VIF) da Primeira Parte 89
Tabela 16 Análise de Validade Convergente da Segunda Parte 90
Tabela 17 Análise Discriminante HTMT da Segunda Parte 91
Tabela 18 Análise Confiabilidade da Segunda Parte 91
Tabela 19 - Análise Multicolinearidade (VIF) da Segunda Parte 92
Tabela 20 Poder Explicativo R2 da primeira parte do modelo 93
Tabela 21 Análise das Inferências dos Efeitos Diretos - P- Valor (P-Value) na primeira parte do modelo 94
Tabela 22 - Poder Explicativo R2 da segunda parte do modelo 98
Tabela 23 - Análise das Inferências dos Efeitos Diretos - P- Valor (P-Value) primeira na parte do modelo 99
Tabela 24 Seleção dos 12 artigos mais co-citados 118
Tabela 25 Os 4 autores mais co-citados pelo menos 10 vezes 121
Tabela 26 Ranking das revistas mais representativas 124

Tabela 27 Número de citações pela posição de cada revista 125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Etapas de Desenvolvimento da Pesquisa 70
Figura 2 Fluxograma Estudo Bibliográfico 72
Figura 3 Cálculo da amostra mínima 73
Figura 4 Modelo Estrutural Estatístico PLS-SEM 75
Figura 5 Modelo de Hipótese direto TBL 81
Figura 6 Modelo Estrutural da Primeira Parte 85
Figura 7 Modelo Estrutural da Segunda Parte 86
Figura 8 Nuvem de palavras-chaves 116
Figura 9 Número de ocorrências das palavras-chaves 117
Figura 10 Palavras chaves mais citadas 117
Figura 11 Ligação palavra barreira com as palavras chaves mais citadas e seus clusters 118
Figura 12 Número de artigos em cada país 122
Figura 13 Número de citações em cada país 122
Figura 14 Países mais representativos no estudo bibliométrico por ano 123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Gestão de projetos sustentáveis nas fases do ciclo dos projetos construção civil.....34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Formação Profissional.....82
Gráfico 2 - Anos de Experiência.....83
Gráfico 3 - Tipo de Obra 83
Gráfico 4 - Tamanho do Projeto 84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACE Associação de Conservação de Energia
- ACV Life Cycle Assessment
- Aneel Agência Nacional de Energia Elétrica
- BDMG Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
- BID Banco Interamericano de Desenvolvimento
- BID Bonificações de despesas indiretas
- BIM Building Information Modeling
- BNDES Banco Nacional do Desenvolvimento
- BREEAM Building Research Establishment Environmental
- BREEAM Métodos de Avaliação Ambiental de Estabelecimentos de Pesquisa de Edifícios
- CBCS Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
- CC Construção Civil
- CIMGC Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
- CMA/CBICD Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- EIAS Sistema de Avaliação Ambiental
- GEE Gases do Efeito Estufa
- GP Gestão de Projetos
- GPCC Gestão de Projetos de Construção Civil
- GPS Gestão de projetos sustentável
- GR Gerenciamento de Risco
- GRI Global Reporting InitiativeI
- HCFCs Hidroclorofluorcarbonos
- IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- ICB4 Individual Competence Baseline
- IFC International Finance Corporation
- IPMA International Project Management Associate
- ISE Índice de Sustentabilidade Empresarial
- ISO International Organization for Standardization
- LC Life Cycle
- LEED Leadership in Energy and Environmental Design

- NIBS National Institute of Building Sciences
- OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- ODS Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU
- ONU Organização das Nações Unidas
- OSCIP Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
- PBQP-H Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
- PCMAT Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- PCMSO Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- PDTI Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial
- PMBOK Project Management Body of Knowledge
- PMCMV Programa Minha Casa, Minha Vida
- PMI Project Management Institute
- PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PPRA Programa de Prevenção de Riscos
- Proinfa Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
- QUALIHAB Qualidade da Construção Habitacional
- RT Responsável Técnico
- SAS Sistemas de aquecimento solar de água
- SCEE Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE)
- Senai Serviço Nacional da Indústria
- SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
- SiAC Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras
- SiMaC Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes
- SiNAT Sistemas Construtivos e Sistema Nacional de Avaliação Técnica
- TBL Triple Bottom Line
- UICN Conservação da Natureza e dos Recurso Naturais
- USGBC Green Building Council

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS ____ 8

LISTA DE FIGURAS ____ 10

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS ____ 13

1. INTRODUÇÃO ____ 19

2. GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL ____ 24

2.1. A Sustentabilidade nos Projetos de Construção Civil ____ 30

2.2. A Sustentabilidade nos Projetos de Construção Civil no contexto Brasil ____ 35

2.3. Práticas sustentáveis nos projetos de CC ____ 41

2.4. Barreiras para implantação de práticas sustentáveis na CC ____ 53

2.4.1. Governo ____ 53

2.4.2. Custos ____ 56

2.4.3. Conhecimento e informação ____ 59

2.4.4. Força de trabalho ____ 62

2.4.5. Cliente e Mercado ____ 64

3. METODOLOGIA ____ 67

3.1. Esquematização da Pesquisa ____ 67

3.2. Classificação da Pesquisa ____ 68

3.3. Etapas da Pesquisa ____ 69

3.4. Técnica de análise de dados, modelo conceitual e hipóteses ____ 73

4. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA ____ 82

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS ____ 85

5.1. Validade e Confiabilidade do modelo ____ 85

5.1.1. Análise da primeira parte do modelo ____ 86

5.1.2. Análise da segunda parte do modelo ____ 90

5.2. Análise do modelo estrutural ____ 93

5.2.1. Análise da primeira parte do modelo ____ 93

5.2.2. Análise da segunda parte do modelo ____ 98

5.3. Implicações acadêmicas ____ 102

5.4. Implicações gerenciais _____ *103*

6. CONCLUSÕESSUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS _____ 104

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ 106

Apêndice A – Análise Bibliométrica _____ 116

Apêndice B – Mapeamento das barreiras identificadas na literatura para implantação de projetos de CCS _____ 126

Apêndice C – Questionário aplicado: ferramenta de pesquisa _____ 134

1. INTRODUÇÃO

O mercado de construção civil (CC) contribui para o desenvolvimento da economia, além de promover melhorias sociais aos países desenvolvidos e em desenvolvimento. O setor é responsável por aumentar 7% a 10% do Produto Interno Bruto (PIB) às economias desenvolvidas, e entre 3% e 6% para os países em desenvolvimento (STASIAK-BETLEJEWSKA; POTKÁNY, 2015).

Apesar dos benefícios trazidos, também gera diversos impactos nas áreas do meio ambiente, economia e na sociedade, a partir de suas práticas não sustentáveis (KABIRIFAR et al., 2020).

Em média, a indústria de CC consome 40% da energia produzida no mundo e é responsável pela emissão de 30% de gases poluentes na atmosfera (IEA AND UNEP, 2019) (BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018) (NIKMEHR et al., 2017). Dessa quantidade produzida, o cimento, um insumo muito utilizado como subproduto para produção de concreto e demais compostos aglomerantes (como argamassas), consome cerca 70% durante seu processo de produção. O aço, outro insumo muito utilizado em estrutura de concreto armado e metálicas, é responsável por consumir 25% (WANG et al., 2020) dessa demanda energética.

A energia usada em construções para produzir concreto, aço, e o alumínio representam mais de 4% da energia necessária para gerar e operar o produto. Outros materiais utilizados na construção de edifícios, como tijolos e vidro, também contribuem ao consumo global de energia e, juntamente com os demais insumos, representam cerca de 5% (ELIANG, 2022).

Além disso, ela está diretamente relacionada ao custo de vida e a inflação, que tendem a reduzir as emissões de gases poluentes, na medida que os efeitos econômicos não se apresentam favoráveis a economia mundial. Por exemplo, com a pandemia do COVID-19, foi constatado que, à medida que os países começavam a abrir suas econômicas e as pessoas voltavam com suas atividades locais e a demanda reprimida por novos empreendimentos começou a ressurgir, a emissão de poluentes atmosféricos, que até então havia sofrido uma queda de 3% de 2019 para 2020, voltou a aumentar em 5% de 2020 para 2021 (ELIANG, 2022).

Além disso, o mercado de CC gera taxas de desperdício de material de pelo menos 20% (BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018) (NIKMEHR et al., 2017).

Diante deste contexto, nas últimas décadas, o mercado de construção global tem incentivado o desenvolvimento de projetos de construção civil sustentáveis (PCCS) em todo o mundo (MASKIL-LEITAN; REYCHAV, 2018)(SALEH; ALALOUCH, 2015)(SERPELL; KORT; VERA, 2013)(WU et al., 2014). Desta forma, devido as potenciais contribuições

socioeconômicas que este investimento pode trazer, juntamente com os impactos que são gerados, é atribuído maior importância e foco a esta temática como objeto de pesquisa para a exploração e o desenvolvimento de estratégias que permitam a indústria alinhar as suas metas e objetivos, junto ao desenvolvimento sustentável (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020)(GOEL; GANESH; KAUR, 2019).

O conceito de "sustentabilidade" na área de CC foi definido pela primeira vez em 1994, como o desenvolvimento e a gestão responsável de um ambiente construído saudável que faz uso dos recursos de forma eficiente e ecológica ("Key figures on European business", 2012) (KIBERT, 2007). O termo "construção sustentável" é dado pela responsabilidade geral da indústria da construção para alcançar a "sustentabilidade", ou seja, "criar um ambiente construído saudável usando recursos de forma eficiente e ecológica" (HILL; BOWEN, 1997).

Sob a perspectiva da teoria do Triple Bottom Line (TBL), surgida no relatório do World Commission on Environment and Development (WCED), foram definidos como tripé da sustentabilidade, as dimensões econômica, social e ambiental de um projeto (ELKINGTON, 1997).

Maiores alertas e atenção estão sendo dados para a adoção de PCCS. O foco é dado, não apenas nos fatores ligados ao ambiental, mas também as dimensões sociais e econômicas (CHAN et al., 2018).

Os governos mundiais estão cada vez mais compromissados com a importância de promover um ambiente construído sustentável para os cidadãos, a fim de aumentar a resiliência do seu sistema energético, trazendo maior segurança e combater as alterações climáticas. Por exemplo, a Comissão Europeia, trabalhando com a União Europeia (EU) governos, lançou o *REPowerEU*, que visa reduzir a sua dependência energética da UE dos combustíveis fósseis russos, em uma política de poupança de energia para a diversificação do fornecimento e aceleração da implantação de energias renováveis (ELIANG, 2022).

As metas propostas pelo Acordo de Paris e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS) ainda estão distantes de serem alcançados. Além disso, a cada ano, maior é a necessidade por mudança, pois, conforme observado, a demanda energética e a emissão de poluentes atmosféricos oriundos da área das atividades de construção e operacionalização dos empreendimentos aumentam. Por exemplo, em 2021, o setor foi responsável por cerca de 37% das emissões de CO^2 e 34% da demanda energética a nível mundial. Em 2021, as emissões de poluentes, atingiram o seu máximo histórico, com um aumento de 5%, que excede o nível de 2020 e o pico pre-pandemia de 2019, em 2%. E, em 2021, a demanda enérgica, também resultou em seu máximo histórico, com o aumento de 4%

em relação ao período de 2020 e excedendo o pico anterior de 2019, em mais de 3% (ELIANG, 2022).

No Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) (UNEP, 2009), para a promoção da Sustentabilidade no setor da CC, são apresentadas novas políticas e incentivos pelo governo para apoiar projetos e novas práticas de construção civil sustentável (CCS). Nele investidores, seguradoras, proprietários, incorporadoras e compradores / inquilinos de edifícios estão cientes da importância deste papel para o alcance deste objetivo. De acordo com a ISO (Organização Internacional de Normalização), os PCCS criam o desempenho necessário e maior funcionalidade, gerando o mínimo de impacto ambiental possível, além de incentivar melhorias nos aspectos econômicos e sociais (e culturais) locais, em diversas regiões a nível regional e global, de modo a promover uma maior qualidade no processo em geral (HÄKKINEN; BELLONI, 2011).

Desta forma, é visto a nível global, a promoção de investimentos para adoção de alternativas sustentáveis. Por exemplo, em 2021, no setor de CC, o investimento global vinculado a área de eficiência energética aumentou cerca de 16% em relação a 2020, representando um total de, aproximadamente, . Este movimento ocorreu principalmente entre países europeus, por meio de programas realizados pelo setor público ao investimento, como a Alemanha, Reino Unido e Itália, sustentado pelo EUA, Canadá e Japão. Além disso, devido ao seu crescimento, foram obtidos diversos investimentos para a construção de edifícios mais eficientes e sustentáveis, com certificações “verdes”, representando um aumento de 19% de certificações, comparadas com 2020 (ELIANG, 2022).

Como exemplo de incentivos trazidos pelo governo, Cingapura direcionou, aproximadamente, US$100 milhões de capital para os proprietários de edifícios reformarem seus prédios e os EUA investiram US$20 milhões para ajudar empreendedores a implementar tecnologias e práticas de construções sustentáveis. Além disso, nos governos dos Estados Unidos, Reino Unido e Canadá, foram fornecidos empréstimos (a juros baixos), para promover novos recursos e tecnologias verdes (CHAN et al., 2018).

Para a adoção de PCCS é necessário realizar uma análise mais criteriosa do escopo e dos processos pelos quais são realizados (HUEMANN; SILVIUS, 2017) (SILVIUS, 2017). Desta forma, novas práticas de gerenciamento de projetos, assim como a abertura dos gestores a mudanças, são fundamentais para o sucesso do projeto (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020) (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015)(SILVIUS; DE GRAAF, 2019).

Com base neste contexto, muitas são as barreiras e desafios identificados na gestão, na operação, nas políticas de governo e mercado que impedem o desenvolvimento sustentável na CC. Por exemplo, o elevado custo dos projetos inviabiliza algumas práticas sustentáveis (EL-SAYEGH et al., 2021). Desta forma, os gerentes tornam uma peça-chave importante com habilidades necessárias para conseguir gerenciar projetos com menores margens de lucro e orçamentos mais ajustados, adotando novas estratégias, quando comparadas as convencionais no gerenciamento de projetos (GP) (ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011). Integrar a sustentabilidade nos projetos de CC é ainda visto como um processo em evolução (BANIHASHEMI et al., 2017).

Neste cenário, torna-se um desafio incorporar a sustentabilidade na área de gerenciamento de projetos (GP) (NAWAZ; KOÇ, 2018)(DET UDOMSAP; HALLINGER, 2020). Identificar e compreender as principais barreiras que impedem este avanço torna-se relevante para área de pesquisa da CC, uma vez que na literatura a exploração de tal estudo ainda está recente e em desenvolvimento (BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018).

A adoção de uma CCS depende da ocorrência de uma transição que promova práticas sustentáveis durante as etapas de GP, de forma a identificar as barreiras e os desafios que serão encontrados, analisandos os riscos, a viabilidade, além de buscar soluções para amenizar os possíveis impeditivos do processo como um todo. (BANIHASHEMI et al., 2017)(BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018)(ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011).

Compreender as barreiras de forma integrada, inseridas em um contexto econômico, social e ambiental do TBL são fundamentais para promover o real entendimento dos impeditivos encontrados. Os diversos estudos encontrados na literatura, têm tratado as barreiras como fatores isolados, independentemente de seu contexto (HÄKKINEN; BELLONI, 2011) (SHEN et al., 2010). Considerando que tais barreiras estão inter-relacionadas, o estudo deve ser feito adotando uma metodologia que integre cada setor na área (BANIHASHEMI et al., 2017)(GOEL; GANESH; KAUR, 2019).

Desta forma, nesta pesquisa, o estudo objetiva realizar uma análise de cada barreira existente para a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC, a fim de responder à pergunta de pesquisa: “qual é a influência das barreiras à adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC no desenvolvimento sustentável?”.

Considerando os argumentos previamente citados, este trabalho tem por objetivo central analisar e compreender a influência das barreiras relativas à adoção de práticas sustentáveis na sustentabilidade de projetos da construção civil.

Este objetivo principal pode ser desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- Identificar na literatura científica quais são as principais barreiras à adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC;
- Propor um modelo que relacione estas barreiras ao desempenho dos projetos de CC em termos de sustentabilidade;
- Analisar a influência das barreiras sobre a sustentabilidade dos projetos de CC.

Para atingir estes objetivos, o presente trabalho está estruturado da seguinte forma: após a introdução, será apresentado um referencial teórico que identifica na literatura as principais barreiras para implantação de práticas sustentáveis na CC e que farão parte de modelo estatístico utilizado na pesquisa. Em seguida, a terceira parte corresponde a metodologia que classifica o tipo de pesquisa, as etapas envolvidas, as técnicas utilizadas para a análise bibliométrica e o modelo estatístico escolhido: Modelagem de Equações Estruturais (SEM). Posteriormente, serão apresentados os resultados do modelo, cujos dados serão obtidos a partir da aplicação de um questionário junto aos gestores de projetos de CC, finalizando com as implicações e conclusões adquiridas, juntamente com as limitações e sugestões futuras de estudos para sequenciar o tema da pesquisa proposto.

2. GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

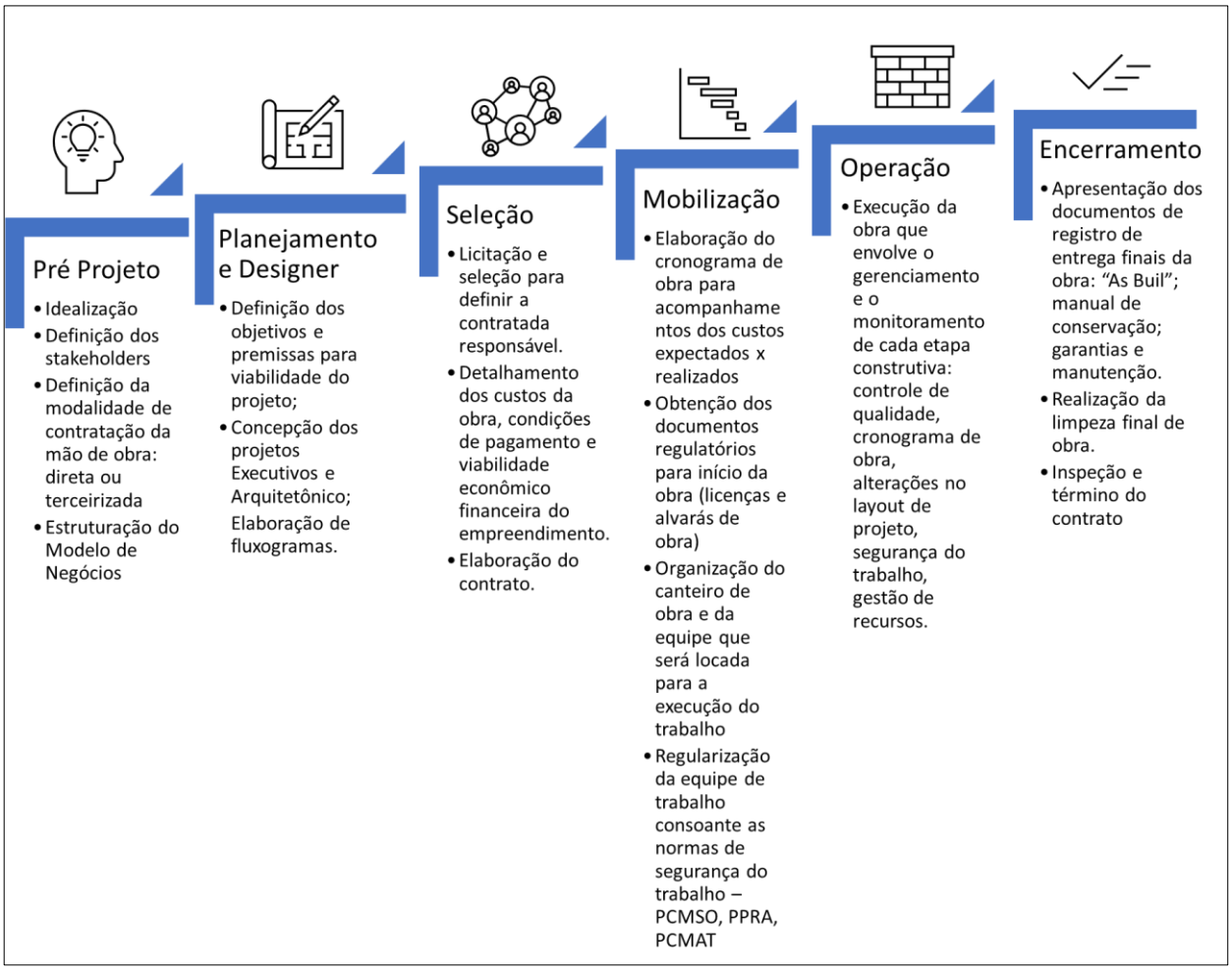
De acordo com o Project Management Institute (PMI), uma das maiores associações de profissionais de gerenciamento de projetos do mundo, o projeto é definido como um conjunto de atividades temporárias, realizadas por um grupo de pessoas, destinadas a produzir um produto, um serviço ou para obter algum resultado específico. Ele possui um tempo determinado, é marcado por ciclos com início, meio e fim, além de apresentar um escopo detalhado com o planejamento dos recursos necessários. Cada projeto é classificado como único, pois não faz parte do um processo operacional e administrativo comum e diário de uma empresa. Desta forma, são criados para suprir algum objetivo ou propósito específico. Esta característica permite envolver diferentes tipos de stakeholders, de modo a trabalharem em conjunto e com foco na entrega final.

Para conduzir um projeto, foram definidas no "Project Management Body of Knowledge" (PMBOK) (BORGES; ROLLIM, 2017), as boas práticas de Gerenciamento de Projetos que abordam os conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto, com objetivo de atender aos seus requisitos. Os conceitos apresentados podem ser aplicados a qualquer tipo de projeto. Com base no PMI, cada projeto possui seu ciclo de vida, composto por várias etapas: o início do projeto, organização/preparação, execução e encerramento.

De acordo com (LUNDIN; SÖDERHOLM, 1995), o "projeto" representa um "planejamento" que serve como um elemento de mudança para uma organização e sociedade, desempenhando um papel importante para o seu desenvolvimento (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015).

A Gestão de Projetos de Construção Civil (GPCC) (BENNETT, 2003) apresenta 6 fases no ciclo de vida: pré-projeto, planejamento e designer, processo de contratação, mobilização, operação, encerramento / término. O autor detalha as fases conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 Fases do ciclo de projeto de construção civil



Fonte: elaborado pelo autor

Na fase Pré-Projeto as ideias são estruturadas e é pensado sobre quem serão os stakeholders envolvidos: empreiteiros, construtoras, empresas gestoras, escritório de arquitetura e projeto. Além disso, são definidas quais as possíveis modalidades de contratação: prestação de serviço direto ou terceirizado, se englobam material e/ou mão de obra, as cláusulas contratuais determinando prazos e responsabilidades, a forma de pagamento (medições ou valores pré-fixados) e os valores das multas e rescisões. Além disso, nesta etapa, é identificado o responsável pelo projeto: se terá um único responsável pela execução e a gestão da obra ou, se as partes serão contratadas separadamente, ficando a cargo de um terceiro em realizar a compatibilização e integração dos serviços.

Na fase de Planejamento e Designer, a ideia do projeto estará definida e pronta para ser estruturada. Nesta etapa são definidos os principais objetivos e premissas que compõe o projeto, de modo a realizar um estudo sobre a viabilidade financeira para uma tomada de decisão mais assertiva sobre dar ou não continuidade ao processo. Após essas análises, são arquitetados

fluxogramas e projetos específicos e detalhados (arquitetura, estruturais, elétricos, hidrossanitários etc.) que nortearão a execução da obra.

Na fase de Seleção da contratada, são definidas quais empresas farão parte do processo de contratação e de que forma serão escolhidas. Nesta etapa, os custos dos itens de materiais e serviços, subcontratações, encargos, taxas administrativas e bonificações de despesas indiretas (BID) são detalhados e precificados conforme o escopo da obra. Ao final do processo, com base nos critérios técnicos e financeiros do contratante, determina-se qual a melhor proposta e são findados os aspectos contratuais entre as partes.

Na fase de Mobilização é realizado um cronograma detalhado da obra, de modo a servir como orientação e controle na execução das atividades. Desta forma, é permitido, ao longo do projeto, rastrear os custos e fazer o acompanhamento do real x expectado, reduzindo a diferença entre esses dois indicadores. Além disso, para dar início a execução da obra, é necessário a obtenção de documentos (licenças e alvarás de construção, definido o responsável técnico da obra - RT), a organização e montagem do canteiro de obras, a compra de materiais e locação de equipamentos. A elaboração de documentos de segurança do trabalho, também são importantes para essa etapa inicial da obra. Podemos citar: o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e as Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) ou Programa de Prevenção de Riscos (PPRA). O PCMSO é uma importante ferramenta para a preservação da saúde dos colaboradores de uma empresa. O PCMAT e o PPRA são ferramentas utilizadas para mapear os riscos do ambiente de trabalho, podendo ser realizado consoante cada etapa da obra prevista, ou de forma geral. De acordo com a Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (NR 9) (NBR, 1978), o PPRA é obrigatório para todas as empresas, independente de quantidade de funcionários ou segmento da mesma. Porém, o PCMAT, de acordo com a Norma Regulamentadora (NR 18) (NBR, 2015), é própria para a o setor de CC, obrigatória para locais que tenham mais de 19 funcionários.

Na fase de Operação, é importante considerar importantes aspectos como o monitoramento e controle da obra quanto à qualidade, cronograma, segurança do trabalho, a gestão dos recursos, de formar de minimizar os impactos ambientais e evitar custos não expectados. As documentações devem estar organizadas, de modo a facilitar a consulta e administração dos projetos e licenças, além de facilitar o controle para possíveis alterações em projetos, ocorridas durante a execução da obra. A comunicação e os registros de obras são feitos por e-mails e demais ferramentas online que permitem uma comunicação eficaz.

Na última fase de Encerramento, são concluídas as atividades propostas pela contratada, apresentando os documentos de registro de entrega do projeto final, manuais de conservação,

garantias e manutenção, além da certificação final do empreendimento. A entrega do “As Built” atribui maior confiabilidade no processo de entrega final da obra, pois representa a planta do empreendimento após a finalização com as alterações observadas e realizadas, de modo a atualizar o projeto executivo concebido na etapa anterior de Planejamento e Designer. Além disso, nesta fase é realizada a limpeza final e a retirada dos materiais no local. E, por fim, é feita a inspeção final sobre a execução da obra e o projeto, de modo a formalizar o término contratual.

Conforme mencionado anteriormente e abordado por (S.KEOKI SEARS; SEARS; CLOUGH, 2008), os projetos de modo geral, incluindo os de CC, apesar de poderem apresentar estruturas semelhantes, são caracterizados como únicos. No caso do ramo da CC, não é possível construir projetos idênticos, pois cada um possui suas especificidades adaptadas para atender a um ambiente, função, particularidades e preferências. De acordo com o autor, elementos, desde os canteiros de obras até a ampla gama de produtos que podem ser utilizadas de forma criativa na construção, quando combinados, tornam para cada empreendimento e estrutura uma nova experiência.

Outro motivo relacionado a essa peculiaridade são os diferentes tipos de personas e stakeholder que participam do projeto. O empreiteiro estabelece em sua linha de fabricação “in loco” a construção de elementos sob medida que podem sofrer diversas interferências e imprevisibilidades ao longo da sua produção. Além disso, equipes compostas por arquitetos, engenheiros, construtores, subempreiteiros, fornecedores de materiais e insumos, também podem sofrer alterações trazendo variações ao projeto. Essas variáveis, juntamente com outras condições como o tipo de solo, topografia, clima, transporte, materiais, equipamentos, serviços, subcontratações, condições de trabalho e tecnologias disponíveis, são exemplos de elementos que tornam a CC como um projeto complexo.

Sobre a ótica dos diferentes tipos de modelos de contratação de um projeto de CC, a saber: os contratos de construção que partem de projetos já concebidos, os de elaboração conjunta de projeto e construção e os de contrato “turnkey” que englobam um pacote de execução, projeto e manutenção durante um período de tempo (utilizado em concessões, por exemplo), o autor (S.KEOKI SEARS; SEARS; CLOUGH, 2008) também cita o modelo de “gestão de construção”. Nesta modalidade são contratados pelo proprietário, serviços profissionais de gestão para gerir a obra com o objetivo de alcançar maior qualidade a baixo custo. Tais serviços abrangem, em parte ou total, a responsabilidade do gestor, integrando o planejamento, o design e a execução em um único sistema construtivo. Ou seja, neste modelo, as partes envolvidas trabalham em um interesse comum durante toda a etapa do projeto. Normalmente estes custos são mensurados por meio de uma taxa fixa estipulada sobre o custo

geral da obra. Outro ponto que pode ser citado sobre as possíveis variações dos projetos é a forma de pagamento destes contratos para os empreiteiros: alguns com valores fixos, outros com valores variáveis e taxas sobre atividade extras realizadas ou bônus. Além disso, podem incluir apenas os serviços de execução ou contemplar o material e mão de obra no contrato.

A finalidade do empreendimento é outra variável que deve ser considerada na CC. O proprietário pode ser de origem publica, composta por entidades federais, municipais ou órgãos próprios, dos quais seus projetos passam por estatutos e diretivas administrativas do governo local. Além disso, também podem ser proprietários privados, abrangendo indivíduos ou grupos diversos da sociedade, dos quais projetam o empreendimento para o seu próprio uso (negócios e habitação) ou para a venda, arrendamento e aluguel de outros usuários (S.KEOKI SEARS; SEARS; CLOUGH, 2008).

De acordo com (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015), a área de GP possui um papel importante para o alcance da sustentabilidade, pois permite integrar na gestão, a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas de suas atividades a serem executadas, considerando os aspectos socais, econômicos e ambientais do projeto.

Em outra visão, (SILVIUS, 2017) aborda sob uma perspectiva contrataria, atribuindo à sustentabilidade a importância do papel em gerar um impacto na área de GP, pois é a partir dela que surgem novas exigências para a estruturação, modelagem e integração, conduzindo a uma “Gestão de Projetos Sustentáveis” (GPS): o planejamento, o monitoramento, o controle na entrega, o suporte nos processos o ciclo de vida dos recursos do projeto, orientados sob os aspectos ambientais, econômicos e sociais, com o objetivo de conseguir beneficiar e promover toda a cadeia de stakeholders, de forma mais transparente, justa e ética (SILVIUS; SCHIPPER, 2014).

O gerente de projetos tem como função entregar as metas definidas de forma pontual, garantindo que o trabalho seja realizado dentro do prazo, no orçamento prospectado e com qualidade. Esses três conceitos, também conhecidos o "triângulo de ferro", são fundamentais para uma GP eficiente. No contexto da CC o papel do gerente pode ser subdividido em várias tarefas, abrangendo todo o ciclo de construção do empreendimento, desde a fase pré-construção até a finalização (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020).

Os principais atributos apresentados por (S.KEOKI SEARS; SEARS; CLOUGH, 2008) para um GP são a experiência prática de construção, ter contatos e uma equipe de profissionais com expertise e experiência na aplicação de técnicas especializadas em gestão, planejamento, programação e no controle das operações. Além disso, é considerada a capacidade de analisar

os detalhes complexos das operações diárias e criar planejamentos futuros para garantir a entrega de materiais, a contratação de mão de obra qualificada e proporcionar treinamentos para cobrir possíveis falhas e ser aberto a mudanças. Por fim, é importante ter uma personalidade e percepção que permita trabalhar harmoniosamente com outras pessoas, mesmo em um ambiente sob pressão. De acordo com alguns autores, como (MALTZMAN; SHIRLEY, 2010), os gerentes de projetos sempre aderiram, indiretamente, condutas com propósito "sustentável". Eles desempenham um papel fundamental de liderança e facilitador do escopo. Os requisitos do seu papel surgiram desde o início da década de 1950, no período após a revolução industrial, devido aos avanços obtidos nos métodos de construção e na tecnologia dos materiais. Desta forma, ao longo dos anos, houve a necessidade de criar mecanismos mais eficientes para a gestão dos recursos dos projetos, com o objetivo de reduzir custos, aumentar o valor do negócio e proteger a escassez dos insumos.

Nesse cenário com novos "projetos verdes" e eficientes, surgiram avanços que promoveram o conceito de "sustentabilidade" na área de GP e, em destaque no mercado de CC. De acordo com (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020), são vários os desafios e oportunidades que existem neste campo, porém ainda faltam reconhecimentos internacionais e diretrizes padronizadas para integrar essas práticas no projeto. Desta forma, o tipo de liderança adotada pelo gestor é importante para a promoção da sustentabilidade ao longo da entrega do projeto (MALTZMAN; SHIRLEY, 2010). Os gerentes devem passar por treinamentos para transformar, promover e entregar projetos mais sustentáveis: melhor gestão das partes interessadas, aplicação de padrões de sustentabilidade da construção, uso de ferramentas (softwares) que auxiliem na avaliação e nos processos decisórios (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015).

Um ponto importante que envolve um desafio para a o gestor, envolve o Gerenciamento de Risco (GR) para garantir a continuidade do projeto ao longo de todo o seu ciclo de vida. A atividade de avaliação de risco, que se inicia desde a fase de concepção do projeto até sua conclusão, é atualizada constantemente, consoante ao novo cenário que está inserido. Para contornar essa situação, o cenário incerto deve ser visto como uma oportunidade, uma vez que os gestores não possuem certeza dos benefícios obtidos e os investidores não possuem a garantia da lucratividade e sucesso do negócio. Deste modo, conforme mencionado anteriormente, o ingresso da sustentabilidade na área de GP é visto como algo novo, que gera dúvidas e, portanto, com maior risco e com maior probabilidade de apresentar resultados diferentes aos expectados pelos stakeholders na fase inicial.

De acordo com (SILVIUS, 2017) o conceito da “sustentabilidade” não é apenas uma questão pertinente a todo o processo do projeto, mas por se tratar de uma temática importante atual, deve ser considerada como uma “nova escola de pensamento para a área de gerenciamento de projetos”.

2.1. A Sustentabilidade nos Projetos de Construção Civil

O conceito de sustentabilidade vem sendo desenvolvido ao longo dos anos sob diversos contextos. Inicialmente, foi visto sob uma perspectiva ambiental, sendo ampliado para outras áreas como a econômica e social. Diante disso, a literatura aborda os diversos marcos que promoveram o avanço do conceito da sustentabilidade no meio corporativo e organizacional, nas relações entre stakeholders, em diversos setores, incluindo a área de projetos de CC.

O equilíbrio entre o crescimento económico e o bem-estar social tem sido um desafio político e gerencial por mais de 150 anos (DYLLICK; HOCKERTS, 2002). Em um dos primeiros estudos em 1972, com o livro “The Limits to Growth” (MEADOWS et al., 1972) foram abordados os impactos do crescimento econômico e da população global sobre os diversos ecossistemas do planeta Terra. Além disso, destacaram as consequências que tais interferências humanas podem causar, como o esgotamento dos recursos naturais, predicando as gerações futuras.

Neste contexto, foi criada a “World Comission on Environment and Development” em 1987, pela ONU, surgindo o relatório de Brundtland que tinha como objetivo introduzir e definir o desenvolvimento sustentável como: "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para atender às suas próprias necessidades”.

O desenvolvimento sustentável é visto como um processo de mudança que tem como objetivo harmonizar a exploração dos recursos, além de impulsionar novos investimentos e o desenvolvimento tecnológico. Seus princípios alteram alguns aspectos institucionais e de governança, obrigando-os a se adaptarem a nova realidade. De acordo com a World Comission on Environment and Development: “Promove a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e natureza”. Partindo deste conceito, John Elkington, também conhecido como o pai da sustentabilidade, criou os três pilares da sustentabilidade: Pessoas, Planeta e Lucro, definidos como “Triple Bottom Line” (TBL). Esse novo conceito trabalha a essência da sustentabilidade (SAVITZ, 2012), como o equilíbrio entre a sustentabilidade econômica, sustentabilidade social e sustentabilidade ambiental (ELKINGTON, 1999)(SILVIUS; SCHIPPER, 2014).

Na área da CC um dos primeiros autores a conceituar “sustentabilidade” foi (KIBERT, 1994), afirmando que o mercado da indústria de construção deveria avançar na adoção de práticas que conservassem o meio ambiente e otimizassem o uso dos recursos escassos. Além disso, afirmou que, para o alcance desses objetivos, é necessário promover mudanças significativas em todas as fases dos projetos de construção (DET UDOMSAP; HALLINGER, 2020).

Neste contexto, surgiu uma reorientação no conceito e práticas da CC, sendo direcionada para os aspectos da sustentabilidade e gerando outros propósitos de desenvolvimento do mercado para além dos fins econômicos (BON; HUTCHINSON, 2000) (HILL; BOWEN, 1997).

Uma variedade de outros termos podem ser usados para representar uma construção sustentável, como: design sustentável, construção de alto desempenho, projeto integrado de construção e “construção verde”. Esse conjunto surgiu em um movimento que ocorre nos últimos 40 anos, ocasionando uma mudança no entendimento na maneira de pensar sobre o desenvolvimento da arquitetura, do projeto, a construção, uso e descomissionamento (FATHALIZADEH et al., 2021). De acordo com (KIBERT, 2016), os edifícios são artefatos predominantes da sociedade moderna e são importantes símbolos culturais que impactam diversas populações, conforme a tipologia do projeto, cor, localização e função.

Com o avanço nos assuntos relacionados ao meio ambiente na década de 1970 e o movimento de “construção verde” em 1990, as práticas de CC sustentável podem ser caracterizadas como uma evolução cultural da sociedade sobre o seu relacionamento com o ambiente construído.

O conceito de “construção verde”, praticado nos últimos 20 anos, criou o desafio para as empresas construtoras desenvolverem uma “mentalidade sustentável” para os seus projetos de CC e a sua gestão (BON; HUTCHINSON, 2000). Maior atenção e preocupação foi dada a alguns aspectos do projeto que anteriormente não eram tratados com foco e prioridade, por exemplo: o local da construção, o uso e ocupação do solo, o processo do ciclo do projeto, a seleção e aplicação de materiais, o gerenciamento e o engajamento das partes interessadas. Desta forma, para promover o desenvolvimento de projetos de CC de forma sustentável, o mercado passou a exigir a participação de uma equipe multifuncional, com o objetivo de integrar as diversas área necessárias de projeto arquitetônico, ciência dos materiais, gerenciamento de projetos, imobiliário, finanças, compras, tecnologia e engenharia (DET UDOMSAP; HALLINGER, 2020).

De acordo com “Greening Project Management Practices for Sustainable Construction” (ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011), podemos definir as práticas sustentáveis como ações que objetivam: minimizar os impactos ao meio ambiente, de modo a reduzir a utilização dos recursos naturais e fontes de energia não renováveis para promover a sustentabilidade do ambiente construído; promover melhorarias na saúde e bem-estar dos ocupantes e das comunidades; desenvolver economicamente as regiões locais, apresentar retorno financeiro para as construtoras e implantadoras; e, por fim, adotar um ciclo de vida - “life cycle” (LC) – para o planejamento e desenvolvimento das comunidades.

Neste contexto, visando incentivar e promover o desenvolvimento de projetos de CC com práticas sustentáveis, organizações como o USGBC nos EUA, realizaram pesquisas e análises que comprovaram os benefícios da construção verde nos país nos setores ambientais, sociais e econômicos.

No ano de 2014, o USGBC lançou o programa (“Leadership in Energy and Environmental Design”, 2010) LEED, com o objetivo de treinar e certificar profissionais em Liderança Energia e Projeto Ambiental. A ferramenta foi projetada para definir padrões construtivos e medir a sustentabilidade na construção durante todo o ciclo de vida do projeto, além de analisar o desempenho nas áreas de: desenvolvimento local, economia de água, eficiência energética, seleção de materiais e qualidade do ambiente construído (ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011).

Outras organizações como a (“Global Reporting Initiative”, 1997) GRI e a (“International Organization for Standardization”, 1946) ISO, também definiram normas, critérios operacionais e indicadores para as empresas criarem e apresentarem os melhores relatórios e práticas globais de impacto, de forma transparente, sob a perspectiva dos TBL: economia, meio ambiente e pessoas. Por exemplo, a norma ISO 14001 (NBR, 2004), criada com o objetivo de estabelecer diretrizes para o sistema de gestão ambiental em empresas e organizações e a norma ISO 26000 (NBR, 2010), orientanda sobre a conduta das empresas e das organizações para operarem de maneira socialmente responsável, ou seja, com ética e transparente para a saúde e o bem-estar da sociedade.

Sob a perspectiva de aplicar os requisitos exigidos pelo TBL na área de projetos, é considerado como um desafio definir e mensurar as práticas sustentáveis, apesar da existência de diversas ferramentas e indicadores criados para o desenvolvimento sustentável (ADAMS; FROST, 2008).

A área de GP carece de informações e menções especificas relativas à sustentabilidade (SILVIUS; SCHIPPER, 2014). Porém, na versão 4 do (“International Project Management

Associate", 2015) (IPMA), esta situação mudou. O "Guia de Competências Individuais" – IPMA Standards – *Individual Competence Baseline* (ICB4), surgiu como um elemento regulatório de "compliance" e normas que incluem o indicador: "identificar e garantir que o projeto esteja em conformidade com as normas de sustentabilidade relevantes princípios e objetivos". Nele são referenciadas as competências do gerente de projeto: ser capaz de "avaliar os impactos do projeto no meio ambiente e sociedade" e ser aquele que "pesquisa, recomenda e aplica medidas para limitar ou compensar consequências negativas". Desta forma, o guia reconhece a relação entre projetos e sustentabilidade, além de estabelecer um papel para o gerente de projeto nesta relação.

Além disso, a norma ISO 21505 (ISO, 2017), recentemente publicada sobre governança de gerenciamento de projetos, programas e portfólio, faz referência explicitamente à sustentabilidade em projetos e afirma que: "a governança de projetos, programas e portfólios devem refletir o compromisso com os valores éticos e com a sustentabilidade".

Outra metodologia criada em resposta às demandas de CC mais sustentáveis, foi o sistema Building Information Modeling (BIM), surgido na área da tecnologia da informação, que integra critérios da sustentabilidade no processo de gerenciamento de projetos. De acordo com o "National Institute of Building Sciences" (NIBS, 2012) a modelagem de informações de construção (BIM) é "uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação". É uma ferramenta que permite compartilhar o conhecimento de informações sobre uma construção, formando uma base confiável para decisões durante todo o seu ciclo de vida.

Em pesquisas recentes realizadas de 2010 a 2023, a taxa de crescimento da adoção do BIM tem se mostrado significativa para os países desenvolvidos localizados na Ásia (52%), América do Norte (36%) e Europa (29%). Para o países subdesenvolvidos, ainda se encontra no processo de desenvolvimento e implantação, como nas regiões da América do Sul e Central (5%) e na África (2%) (PAN et al., 2024).

De acordo com (SARVARI et al., 2020), a implantação do BIM exerce uma grande influência em um projeto em termos de cumprimento dos objetivos de prazo, custo e qualidade ao longo de toda a vida e ciclo de um projeto de construção: fases de pré-construção, construção e pós-construção.

Mesmo com a criação de normas e ferramentas que auxiliem a concepção de um projeto de CC com práticas sustentáveis, ainda existe uma dificuldade por parte dos gerentes de projetos em adotarem práticas sustentáveis (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020). Diversos estudos foram conduzidos para estudar a importância do papel do gerente nas etapas de todo o ciclo de projeto (MALTZMAN; SHIRLEY, 2010), tanto na área de GR e suas possíveis intervenções

(SILVIUS; SCHIPPER, 2014), quanto na sua capacidade de conseguir gerenciar de forma sustentável qualquer tipo de projeto (MORGESE, 2014). Em sua pesquisa, (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020) apresenta as atividades desempenhadas por um GP nas fases do ciclo de vida do projeto de CC e as intervenções que devem realizar para promover uma GPS, conforme ilustrado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 Gestão de projetos sustentáveis nas fases do ciclo dos projetos construção civil

Fase 1 do Projeto - Pré-Construção	
1a	Definir claramente os objetivos do projeto sustentável definidos e acordados com o cliente
1b	Aconselhar a adequação dos projetos conforme os regulamentos e padrões acordados
1c	Engajamento das partes interessadas para conscientização dos aspectos da sustentabilidade
1d	Engajamento da equipe de projeto para conscientização dos aspectos da sustentabilidade
1e	Análise do negócio / investimento sustentável com custo do ciclo de vida
1f	Garantir um design de projeto sustentável
1g	Programação de projetos para sustentabilidade
1h	Gerenciamento de suprimentos sustentável
1i	Gestão de riscos para a sustentabilidade
1j	Verificação da documentação do projeto quanto à conformidade com os padrões acordados
Fase 2 do Projeto - Construção	
2a	Reuniões iniciais junto as partes interessadas para transmitir os planos sustentáveis
2b	Cronograma dos projetos para sustentabilidade
2c	Monitoramento para atender os regulamentos, padrões ou requisitos acordados
2d	Identificação de riscos e implementação da gestão da sustentabilidade
Fase 3 do Projeto - Operação	
3a	Coordenar a mobilização, encerramento do projeto, certificações e conformidades
3b	Coordenar a entrega do manual de operação e treinamento aos operadores
3c	Coordenar a entrega dos planos de gestão, operação e manutenção
3d	Obter feedbacks de valiação pós-ocupação para promover o aprendizado e aplicar em projetos futuros

(continuação)

Fase 4 do Projeto - Finalização	
4a	Coordenar estudos de viabilidade do projeto para ações que promovam readaptações e evitem a demolição
4b	Coordenar planos de descomissionamento do projeto de forma ecológica
4c	Monitoramento da conformidade com os regulamentos, padrões ou requisitos acordados
4d	Coordenar e implementar um plano de política de gestão de resíduos do local

Fonte: Adaptado (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020)

Pode ser observado que para aderir uma linha sustentável do projeto, o gestor precisa de adotar uma postura proativa na tomada de decisão, impondo tarefas e atribuindo ordens de relevância para outros assuntos diferentes das práticas tradicionais. Desafios podem ser encontrados para essa postura intervencionista, demandando treinamentos e políticas de conscientização para trabalhar o entendimento e o apoio de outras áreas e autoridades sobre a adoção de novas práticas sustentáveis nos processos (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020).

2.2. A Sustentabilidade nos Projetos de Construção Civil no contexto Brasil

No Brasil, o governo foi criando políticas incentivadoras, a fim de atender e acompanhar as exigências e as tendências mundiais da Europa, EUA e China sobre o desenvolvimento sustentável e as práticas sustentáveis, principalmente ligadas a indústria da CC (MMA, 2014). Neste sentido, podemos citar alguns dos projetos, planos, decretos, leis, normas, criados:

- O Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993 – dispõe sobre a criação do Selo de Eficiência Energética.
- A Constituição Federal de 1988 no artigo 182 e a regulamentação pela Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada “Estatuto da Cidade”, que estabelece diretrizes gerais da política de desenvolvimento e expansão urbana, obrigando a elaboração do Plano Diretor Municipal, suportado por instrumentos legais, Transporte Urbano, Código de Obras e Edificações, Perímetro Urbano, Uso e Ocupação do Solo/Zoneamento e Parcelamento do Solo e Cadernos de Encargos de Compras de Equipamentos.
- O Decreto Presidencial, de 7 de julho de 1999, que cria a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), com a preocupação em regulamentar os mecanismos do Protocolo de Kioto, aprovar os projetos considerados elegíveis do

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e definir critérios adicionais de elegibilidade que são considerados na regulamentação do Protocolo de Kioto.

- A Lei de Eficiência Energética nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando à alocação de recursos energéticos e à preservação do meio ambiente.
- Decreto Federal nº 5.472/2005 que promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes
- Decreto nº 7.390/2010, oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020;
- Decreto 7.343, de 26/10/2010, instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima e vinculado ao Ministério do Meio Ambiente: o Programa Fundo Clima, da qual aplica uma parcela das reservas dos recursos reembolsáveis em projetos, desenvolvimento tecnológico, empreendimentos e aquisição de máquinas e equipamentos, com o objetivo de reduzir emissões de gases do efeito estufa e as mudanças climáticas e seus efeitos.
-
- Decreto nº 9.178, de 23/10/2017, impondo a obrigatoriedade de adoção de práticas e critérios de sustentabilidade nas contratações públicas
- O Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída, a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, que permite às unidades consumidoras já existentes e às que protocolarem a solicitação de acesso na distribuidora em 2022, a continuar, por mais 25 anos, a obter os benefícios concedidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Além disso, nela são estabelecidas as regras que serão mantidas após 2045 e as normas aplicáveis durante o período de transição.
- O Programa Brasileiro GHG Protocol - Programa Brasileiro de Inventários dos Gases de Efeito Estufa para a elaboração e publicação de inventários de emissões de gases do efeito estufa (GEE), disponibilizando o acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional.
- O Programa Brasileiro de Eliminação dos Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), sobre substâncias que destroem a camada de ozônio e o alto potencial de aquecimento global, definindo metas para eliminação.

- A Câmara de Compensação Ambiental, como um exemplo de ferramenta para aplicação da compensação ambiental e florestal.
- O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), com cunho social, para garantir a aquisição de terrenos e construção ou requalificação de imóveis para famílias de baixa renda mensal.
- O Plano Nacional de Mineração 2030, para a regulamentação e planejamento das atividades de mineração, devido aos potenciais riscos e impactos ambientais gerados.
- A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a fim de trabalhar em metas para combater os desafios impostos pela problemática da gestão de resíduos sólidos no âmbito econômico, social e ambiental.
- Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (PDTI), criado em 24 de fevereiro de 2003, pela Eletrobrás, com o objetivo de definir estratégias para modernização do sistema elétrico brasileiro e incentivar a nacionalização progressiva da produção de equipamentos e materiais.
- A PROCEL EDIFICA, que objetiva a eficiência energética nas edificações, considerando um potencial de redução de consumo de energia elétrica em edifícios (50% construções novas e 30% em unidades reformadas) e promover o uso racional da energia elétrica nos empreendimentos em quase 45% do consumo faturado no país.
- O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa, fomentada pela Lei nº 10.438/2002 que instituiu um programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica do mundo, com a possibilidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em, aproximadamente, 2,5 milhões de toneladas de CO2 eq/ano.
- O QUALISOL BRASIL, o Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar, que agrupa os atores estratégicos vinculados aos sistemas de aquecimento solar, como fabricantes, revendas, projetistas, instaladores e serviços de manutenção, com o objetivo de garantir ao consumidor a qualidade dos fornecedores.
- O Aquecedor Solar de Água – CAIXA, uma linha de financiamento criada em 2009, dentro da Ação do Programa Construções Sustentáveis da CAIXA, de sistemas de aquecimento solar de água (SAS). O item também pode ser substituído por sistemas de microgeração de energia via sistemas fotovoltaicos.

- O Programa Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho para a Indústria da Construção, destinado a inovação tecnológica em segurança e saúde no trabalho, de abrangência nacional para a divulgação de métodos, soluções e conhecimento, com o propósito de reduzir os acidentes e doenças no trabalho na indústria da construção.
- O Sistema de Capacitação e Certificação Profissional na Construção Civil, coordenado pelo Ministério das Cidades em 2013, em parceria com grupos institucionais como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), com objetivo em atuar na desqualificação técnica, informalidade e rotatividade excessiva da mão de obra da CC, de modo a repercutir na redução de perdas, na utilização adequada dos materiais de construção e dos sistemas construtivos, nas melhorias da concepção e execução das unidades habitacionais e na melhoria dos padrões de produção e de comercialização, tanto dos materiais de construção como do produto final (a habitação).
- O Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB – CDHU), precursora do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), instituído pelo Decreto N.º 41.337, de 25 de novembro de 1996, visa o envolvimento de toda a cadeira produtiva do estado na provisão habitacional, de modo a garantir uma moradia de boa qualidade, durável e ampliável, para as famílias de baixa renda. Com efeito em nível nacional, repercutiu o programa estadual, e, em julho de 2001, a Caixa Econômica Federal passou a exigir nos financiamentos habitacionais a certificação de qualidade das empresas construtoras. Neste programa, a empresa deve atender aos três sistemas de avaliação e qualificação do PBQP-H: Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC), Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) e Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT).
- O Programa Construção Sustentável da Caixa Econômica Federal, que passaram a incorporar nas normas dos seus programas habitacionais, variáveis socioambientais, atribuindo Selo Casa Azul CAIXA - Classificação Socioambiental de Projetos de Empreendimentos Habitacionais. Dentre esses elementos são trazidos como pauta: a qualidade urbana; o projeto e conforto; a eficiência energética; a conservação de recursos materiais; a gestão da água; e as práticas sociais.
- O Projeto Habitare, conhecido como o Programa de Tecnologia de Habitação, com suporte financeiro da FINEP, Caixa Econômica e CNPq, que investiu em pesquisas na área de tecnologia do ambiente construído para melhoria dos processos,

desenvolvimento ou o aperfeiçoamento de produtos, melhoria na qualidade dos projetos e tipologias construtiva e a geração e transferência de conhecimento do setor.

- O Projeto InfoHab, em resposta ao Projeto Habitare, como uma ferramenta de sistematização e socialização da informação na área do ambiente construído, tornando-se no Centro de Referência e Informação em Habitação, de modo a promover a difusão das informações tecnológicas para todos os atores do setor construtivo, proporcionando a integração entre a as partes: pesquisadores, estudantes e o privado (construtoras, incorporadoras e fornecedores).
- O Projeto Construa Brasil, com o objetivo de melhorar o ambiente de negócio do setor da construção, incentivando as empresas a se modernizarem. Foram estruturadas metas alinhadas com os Códigos de Obras e Edificações, para promover melhoria do processo de concessão de alvará para construção, à difusão do BIM no Brasil e incentivar a construção modular e industrializada, como as estruturas pré-fabricadas (GOVBR, 2023).
- O Programa de Aceleração do Crescimento de 2023, o PAC 2023, que traz nove Eixos de Investimento, dentre eles a Transição e Segurança Energética, ou seja, atribuindo maior ênfase em fontes de energia renovável (GOVBR, 2023).

Além disso, podemos citar iniciativas do Governo Federal, por meio de sua empresa pública e federal, o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), que atua como uma ferramenta de intermediação financeira, de longo prazo, da economia em diversos setores. Ele é responsável por apoiar projetos de saneamento, gestão de resíduos, eficiência energética e conservação de biomas, considerando o impacto ambiental dos projetos financiados e oferecendo o apoio financeiro para empreendimentos e iniciativas sustentáveis, por meio de fundos ou como investidor direto. Outra forma de atuação do banco é por meio do apoio sem a necessidade de reembolso e disponibilidade de linhas de crédito e financiamento aos projetos. Como exemplo, no que tange a indústria da CC, podemos citar as seguintes formas:

- O Fundo Tecnológico - BNDES Funtec, destinado ao apoio de projetos estratégicos de desenvolvimento tecnológico e inovação, que objetiva acelerar a busca de soluções para gargalos e oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do país;
- O Fundo Socioambiental – BNDES, com o objetivo de apoiar investimentos de caráter social, nas áreas de geração de emprego e renda, saúde, educação, meio ambiente e/ou vinculadas ao desenvolvimento regional e social.

- O Fundo Clima - Subprograma Cidades Sustentáveis e Mudança do Clima - BNDES, que apoia projetos que aumentem a sustentabilidade das cidades, melhorando sua eficiência global e reduzindo o consumo de energia e de recursos naturais.
- A Emissão de green bonds (títulos verdes) no mercado internacional e Letras financeiras verdes no mercado doméstico - BNDES.

Representando umas das principais fontes de financiamento do desenvolvimento para a América Latina e o Caribe, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com escritório alocado em diversos países e, dentre eles, no Brasil, tem como objetivo apoiar projetos que promovam o desenvolvimento sustentável, auxiliando o governo a se desenvolver em diversos setores estratégicos. Como uma proposta de desafios para 2019-2022, por exemplo, foram trazidos como pauta: o gênero e diversidade; a sustentabilidade ambiental e mudança climática; e a inovação e transformação digital.

Neste sentido, em parceria com demais bancos, como, por exemplo o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), em dezembro de 2020, efetivou a primeira emissão de Títulos Sustentáveis (ou "Sustainable Bonds") por meio de um banco público brasileiro. O objetivo foi viabilizar o financiamento, por parte do banco mineiro, de projetos com enfoque ambiental e social de empresas de todos os portes e municípios do estado. O BID adquiriu a totalidade dos títulos, de modo que, os recursos provenientes destes títulos se transformaram em linhas de crédito para projetos alinhados as ODS da ONU (BDMG, 2023).

No Brasil, em um estudo realizado pela "Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico" (OCDE, 2022) sobre a responsabilidade e a conduta política empresarial, desenvolvida pelo Ministério da Economia e pelo Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos do Brasil, foi observado que, desde 2019, o desenvolvimento do país e das empresas é prejudicado pela carência de condutas sustentáveis. De acordo com a ("Agência Brasil", 2022) o documento apresenta 25 recomendações ao governo e empresas para atuarem de forma responsável em áreas como: o combate ao desmatamento; proteção de comunidades tradicionais; combate ao trabalho "escravo" e infantil. Incentiva a parte social, abordando impactos sociais e ambientais dos negócios e criando acessibilidade para as vítimas de violações dos direitos trabalhistas.

Engajado com a OCDE desde 1994, o Brasil, em 16 de maio de 2007, tornou-se um parceiro ativo da organização, por meio de um programa de engajamento aprimorado, seguindo a resolução do Conselho da OCDE (em nível ministerial), para fortalecer a sua cooperação junto a China, Índia, Indonésia e África do Sul, definido estes países como "parceiros-chave".

A Bolsa de Valor do Brasil, conhecida como (“Brasil, Bolsa, Balcao”, 2022) (B3), foi pioneira na América Latina para o desenvolvimento de um indicador, o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), com o objetivo de acompanhar e incentivar a postura sustentável por parte das companhias, ressaltando as empresas alinhadas com a ideia de investir em condutas sustentáveis. O ISE, conhecido como o quarto índice de sustentabilidade no Mundo, foi criado em 2005, com financiamento inicial pela *International Finance Corporation* (IFC), alinhado com o Banco Mundial.

Em 2007, para o setor de CC, foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2022), uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), de abrangência nacional, para integrar empresários, pesquisadores, consultores, profissionais atuantes e formadores de opinião, com o objetivo de contribuir para a geração e difusão de conhecimentos e boas práticas de sustentabilidade no setor.

Em um estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente, pela Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), conhecido como: “Projeto PNUMA 61-P7 (Brazil Project): Produção e Consumo Sustentáveis” (MMA, 2014), foi apresentado um Plano de Ação para a Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) com o objetivo de traçar como meta para 2020, o aumento em 20% do desempenho ambiental em obras, utilizando como critério o índice de sustentabilidade definido por indicadores de consumo de água, energia, geração de resíduos e compra responsável. Neste trabalho, o setor de CC foi segmentado em três grupos principais: Edificações, Construção pesada e Montagem industrial (MMA, 2014).

O estudo tratou da cadeia produtiva da CC em quatro fases: Extração, Indústria de Materiais de Construção ou Processamento, Comércio e Serviços ou Difusão e a Construção ou Montagem, de modo a analisar o Ciclo de Vida – ACV (do inglês de Life Cycle Assessment) da cadeia produtiva dos projetos de CC, a fim de apontar quais os possíveis impactos da cadeia produtiva no meio ambiente.

Outro ponto mencionado foi o cenário informal do setor de CC no Brasil, devido a existência de construções e empreendimentos irregulares, o que dificulta a fiscalização por parte dos órgãos responsáveis e o não atendimento as normas e procedimentos técnicos padrões e legais existentes.

2.3. Práticas sustentáveis nos projetos de CC

Para realizar o estudo das barreiras existentes para a implantação de práticas sustentáveis em projetos de CC, é preciso analisar os elementos que caracterizam uma

construção sustentável. O conceito de “construção verde” não parte apenas dos aspectos ambientais ligados a uma gestão eficiente da energia, água, materiais e uso do solo, mas também aos aspectos sociais, como o conforto do ambiente construído, a saúde e os benefícios do negócio junto aos proprietários e investidores do projeto (BERAWI et al., 2020).

Na literatura podemos identificar diversos exemplos de práticas sustentáveis na CC que podem ser agrupadas em cinco categorias: Ambiental, Econômica, Social, Stakeholders (subcontratadas, gestores de projetos, clientes e investidores) e Projeto (ferramentas de modelagem, controle e planejamento).

As práticas ligadas a área Ambiental, podem ser representadas pela Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 Práticas sustentáveis na área Ambiental

Práticas	Referência
Gestão dos resíduos	TORGAUTOV et al., 2021; KABIRIFAR et al., 2020
Utilização de materiais ecológicos	TORGAUTOV et al., 2021 KABIRIFAR et al., 2020
Benchmarking	TAN; SHEN; YAO, 2011
Reutilização de água	SHI et al., 2013; LEED,2014
Otimização dos processos que liberam gases tóxicos	TORGAUTOV et al., 2021 KABIRIFAR et al., 2020; LEED,2014

Fonte: elaborado pelo autor

Dentre as práticas citadas anteriormente, a gestão dos resíduos de CC gerados em obra, permite otimizar a utilização de recursos não renováveis por meio de processos como a reciclagem de metais, plásticos, papel e papelão, o coprocessamento de entulhos (restos de material cerâmico, argamassas e cimento), o reaproveitamento da madeira para outras finalidades ou geração de energia e o destino adequado dos resíduos perigosos (TORGAUTOV et al., 2021)(KABIRIFAR et al., 2020).

Neste sentido, o gerenciamento de resíduos, em escala de prioridade, deve ser tratado, primeiramente, com políticas de minimização de utilização de resíduos e, em caso de impossibilidade, partir para outras soluções como a reutilização, reciclagem e recuperação (ZHAO et al., 2021).

A utilização de energia renovável como a solar, por meio de painéis fotovoltaicos e eólica, originaria dos ventos para o funcionamento das instalações elétricas, serve como

alternativa para suprir a demanda crescente de energia que o mercado demanda (SHI et al., 2013).

Em seguida, a utilização de materiais ecológicos, como o bambu, reciclados ou originários de outros tipos de resíduos, substitui os materiais cimentícios: responsáveis por utilizar em seu processo de fabricação insumos não renováveis e eliminar durante seu processo de fabricação grandes concentrações de monóxido de carbono (TORGAUTOV et al., 2021)(KABIRIFAR et al., 2020).

A atividade de benchmarking, é uma prática que permite realizar uma pesquisa de mercado identificando novas e melhores práticas de gestões ambientais e novos processos / produtos que podem ser utilizadas (TAN; SHEN; YAO, 2011).

A reutilização de recursos hídricos atribuo maior sustentabilidade ao projeto, pois otimiza o consumo de água durante o processo de construção no funcionamento do estabelecimento, como a construção e instalação de reservatórios alternativos para captação de água pluvial (SHI et al., 2013) (LEED,2014).

Por fim, pode-se citar a otimização dos processos que liberam grandes poluentes atmosféricos, a partir da adoção de melhores logísticas de transporte e práticas de gestão operacional e administrativa (TORGAUTOV et al., 2021) (LEED,2014).

Neste contexto, em sua pesquisa, (TORGAUTOV et al., 2021) aborda o conceito de economia circular (EC) na área de CC como um modelo inovador no mercado de CC que objetiva manter e restaurar o valor dos materiais e das estruturas de construção, minimizando o desperdício e a geração de resíduos sólidos de obra e de demolição. Este modelo de negócios engloba todo os processos e fases da obra, prometendo reduzir as emissões de carbono, além de abordar outros aspectos sustentáveis, como o consumo energético mais eficiente (BAO et al., 2019).

A gestão eficiente de um canteiro de obras é um requisito importante para alcançar o desempenho exigido pelos projetos de construção (AJAYI; OYEDELE, 2017). Nesse sentido, é importante realizar um benchmarking, ou seja, avaliar as tendências de mercado e as práticas de outras empresas e gestores a fim de promover novos materiais e processos para melhorar as práticas e o desempenho na área ambiental (TAN; SHEN; YAO, 2011).

Na ideia de adotar um modelo construtivo diferenciado, o processo de pré-fabricação proporciona diversos benefícios ambientais na CC, bem como a fase do ciclo de vida dos edifícios (JAILLON; POON, 2008) (BELLENFANT et al., 2013) (TAM, 2002). A retirada de alguns processos de fabricação de produção in loco, deslocando para a área industrial, permite obter um maior controle quanto ao número de insumos e materiais utilizados, além de permitir

um destino mais adequado aos resíduos gerados. Em sua pesquisa, (TAM et al., 2005) revelou que o uso de pré-fabricados podem reduzir cerca de 60 à 100% dos passivos ambientais resultantes de materiais cimentícios (argamassas e concreto) e madeira, além de reduzir 65 à 70% dos desperdícios quando produzidos na obra.

Para as práticas sustentáveis ligadas a área Econômica, estão representados na Tabela 2, conforme apresentado abaixo:

Tabela 2 Práticas sustentáveis na área Econômica

Práticas	Referência
Otimização de processos	ZUO; ZHAO, 2014
Utilização de tecnologias e equipamentos eficientes	JAILLON; POON, 2008
Estudo de viabilidade e análise do projeto	BSI Brasil, 2008
Utilização de indicadores financeiros	ZHONG; WU, 2015; ALWAER; CLEMENTS-CROOME, 2010

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme citado, a otimização de processos permite reduzir o tempo de execução de um projeto e, consequentemente o seu custo (ZUO; ZHAO, 2014).

Além disso, a utilização de tecnologias e equipamentos eficientes, permite reduzir o custo energético dos maquinários, como a energia elétrica, combustível e água (JAILLON; POON, 2008).

Na Romênia (JAILLON; POON, 2008) foram avaliados os benefícios obtidos no desenvolvimento e adoção de métodos que promoviam maior eficiência energética ao empreendimento nos sistemas de climatização e iluminação, como o retrofit. Desta forma, foram obtidos resultados satisfatórios sobre o período de retorno dos investimentos da economia gerada versus o custo do projeto. Tal medida também proporcionou um aumento de valor agregado ao imóvel.

O conceito de prática sustentável está associado a uma definição ampla abordando os aspectos do TBL. Desta forma, podemos dizer que as práticas econômicas estão associadas as práticas ambientais e sociais, integradas em todo o processo do ciclo de vida dos projetos de CC (ALWAER; CLEMENTS-CROOME, 2010)(SHI et al., 2013). Desta forma, a adoção de quaisquer tecnologias que proporcionem melhorias no processo e no desempenho da construção

impactam diretamente ao fator econômico, pois otimizam a operação e reduzem o custo (ZUO; ZHAO, 2014).

O estudo de viabilidade e análise do projeto permite realizar uma projeção do empreendimento, de modo avaliar o valor total do investimento, juntamente com o custo de manutenção e seu retorno financeiro (“BSI Brasil”, 2008).

A utilização de indicadores financeiros para o acompanhamento, ao longo do ciclo de vida do projeto, do custo expectado versus o realizado (ZHONG; WU, 2015)(ALWAER; CLEMENTS-CROOME, 2010) é fundamento para controlar os índices econômicos.

Alguns indicadores normalmente utilizados para a análise de custo e viabilidade do projeto, como o *payback* e a taxa interna de retorno (TIR) podem ser utilizados a tomada de decisão sobre a rentabilidade do empreendimento, porém eles não são representativos para avaliar questões especificas relacionadas aos custos ambientais (HAMNER; STINSON, 1995). Desta forma, de acordo com a British Standards Institution (“BSI Brasil”, 2008), o custo do ciclo de vida (LCC) é uma ferramenta útil, pois analisa o custo de um ativo ao longo de seu ciclo de vida, conforme os requisitos e normas de desempenho. Os custos contemplados incluem o da construção, manutenção, operacionais, ocupação, fim de vida do projeto e os indiretos.

Para promover a sustentabilidade econômica, a CC deve mudar a conduta em relação a outros setores: a troca do uso de recursos não renováveis para renováveis, da geração de resíduos para a reutilização e reciclagem, além de focar em uma análise do custo o ciclo de vida do projeto, incluindo os custos provenientes na área ambiental: emissões de poluentes e o valor materiais, não se limitando apenas ao custo inicial do projeto (KIBERT, 2016). No estudo (ALWAER; CLEMENTS-CROOME, 2010) foram identificados como principais indicadores econômicos que caracterizavam uma construção sustentável: a previsibilidade, o custo de manutenção e os custos do ciclo de vida do projeto.

Outro conjunto de práticas identificadas na literatura científica da área são as ligadas à gestão de pessoas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 Práticas sustentáveis na área Social

Práticas	Referência
Treinamento e capacitação dos colaboradores	HILL; BOWEN, 1997 FREITAS et al., 2020
Saúde ocupacional e bem-estar dos colaboradores	HILL; BOWEN, 1997 WILLIAMS; DAIR, 2007

(continuação)

Inclusão e acessibilidade para PCD (pessoas com deficiência)	HILL; BOWEN, 1997 MCLELLAN et al., 2011
Contratação de mão de obra local	HILL; BOWEN, 1997 WILLIAMS; DAIR, 2007
Engajamento de seus colaboradores	HILL; BOWEN, 1997 AHMED et al., 2020 ZHAO et al., 2021
Projetos de CC com maior qualidade habitacional	HILL; BOWEN, 1997) FABRIC; SHELL; CYCLE, 1994 WILLIAMS; DAIR, 2007

Fonte: do autor

De acordo com a União Internacional de Conservação da Natureza e dos Recurso Naturais (IUCN, 2022) o conceito de sustentabilidade no setor Social é mais difícil de ser abordado e avaliado em projetos. De modo geral, podemos dizer que as práticas sociais sustentáveis objetivam promover a melhoria na qualidade de vida humana, mantendo a integridade dos ecossistemas.

O treinamento e capacitação dos colaboradores para o desenvolvimento de novas práticas sustentáveis para os projetos de CC (HILL; BOWEN, 1997)(FREITAS et al., 2020), permite conscientizar sobre os conceitos e apresentar as possíveis medidas que podem ser adotadas.

Uma empresa socialmente responsável é aquela que se preocupa com o reflexo de suas ações sobre a sociedade e meio ambiente (ISO 26000)(NBR, 2010). Desta forma, ela possui consideração com seus colaboradores e comunidade, agindo conforme as leis e regulamentações nacionais e internacionais. Além disso, ela considera os interesses de todas as partes envolvidas, buscando a melhor solução que agrade todas as partes, além de reconhecer a importância dos direitos humanos.

A garantia as saúdes ocupacionais dos colaboradores é um critério fundamental, desta forma, o controle dos aspectos ligado a engenharia e segurança do trabalho, como o nível de ruídos do ambiente, a utilização de EPIs adequados, a realização de exames médicos periódicos capacitando o colaborador ao exercício da atividade, treinamentos e NRs, devem ser realizados periodicamente, conforme as normativas vigentes (HILL; BOWEN, 1997)(WILLIAMS; DAIR, 2007).

No ambiente de trabalho, são mencionados os cuidados com a segurança da saúde humana, o planejando e os riscos de acidentes. O treinamento é importante, pois permite aprimorar a capacidade dos colaboradores para projetos futuros, garantindo um desenvolvimento no setor recursos humanos com uma mão de obra cada vez mais qualificada e engajada às práticas sustentáveis (AHMED et al., 2020).

Os aspectos ligados a diversidade e inclusão, como a contratação e integração de pessoas com deficiência (ISO 26000)(HILL; BOWEN, 1997)(MCLELLAN et al., 2011) é um tema recente que está sendo incluído como um indicador importante nas agendas das grandes empresas.

Outro ponto, é o fornecimento de uma remuneração adequada e alinhada com o mercado de trabalho e seus benefícios, conforme previsto na legislação e sindicato trabalhista (transporte, alimentação, férias, 13º salário, adicional noturno, e de insalubridade) (HILL; BOWEN, 1997)(AHMED et al., 2020)(ZHAO et al., 2021).

A criação de redes habitacionais e novos empreendimentos deve estar atrelado ao desenvolvimento econômico local. Desta forma, por meio da priorização de contratações de mão de obra da região (HILL; BOWEN, 1997) (WILLIAMS; DAIR, 2007), essa medida cria oportunidades de empregos na região, aumentando a capacidade de consumo e consequentemente aquecendo a economia.

O engajamento do colaborador é importante para manter a sustentabilidade da empresa e evitar elevados índices de demissões e a rotatividade de funcionários. Logo, uma forma de contornar tais problemas é a criação de sistemas de bonificação como mecanismo de reconhecimento profissional dos colaboradores (HILL; BOWEN, 1997) (AHMED et al., 2020) (ZHAO et al., 2021).

Por fim, o planejamento de um projeto, de forma bem executada e que promova os elementos ligados ao conforto do ambiente construído e entorno, gerando melhorias na qualidade de vida na habitação populacional (HILL; BOWEN, 1997)(HILL; BOWEN, 1997) (FABRIC; SHELL; CYCLE, 1994) (WILLIAMS; DAIR, 2007), é um critério que está sendo cada vez mais exigido no mercado, principalmente no que tange a obter financiamentos para construção.

Esses critérios priorizam os aspectos de comodidade e aconchego do ambiente em comparação aos estéticos. O conforto e a qualidade do ambiente construído das edificações garantem as necessidades básicas de instalações para habitação, saúde e educação. Os projetos de revitalização urbana para a reconstrução de bairros que integram novos espaços e aumentam a acessibilidade (FABRIC; SHELL; CYCLE, 1994) são pontos que, também são considerados

para o desenvolvimento suburbano (RAWLINGS, 1999) e a melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Para as práticas ligadas a área dos Stakeholders (governo, clientes, investidores, gestores e mercado), estão representadas na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 Práticas sustentáveis na área Stakeholders

Práticas	Referência
Benefícios e promoções por parte do governo	ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011
Adotar de um comportamento normativo ético	SILVIUS; DE GRAAF, 2019
Regulamentações governamentais que incentivem a análise de critérios sustentáveis no processo licitatório	TORGAUTOV et al., 2021 BANDOW et al., 2018 ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011 BR GROUP, 1990 LEED KABIRIFAR et al., 2020
Adoção de um gerenciamento sustentável dos projetos	KABIRIFAR et al., 2020 BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020
O desenvolvimento de parcerias interdisciplinares e multissetoriais entre toda a cadeia de stakeholders	HILL; BOWEN, 1997

Fonte: do autor

No mercado de CC para os países em desenvolvimento, as preocupações ligadas ao crescimento econômico sobressaem como prioridade quando comparadas a introdução de práticas sustentáveis. Em uma pesquisa com mais de 400.000 arquitetos, engenheiros e empreiteiros conduzidos pela McGraw-Hill Construction 2006 (WAHL, 2006), foi demonstrado que o fator de redução de custo energético é visto como a principal razão dos gestores adotarem práticas sustentáveis, correspondendo a 54% dos respondentes (ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011).

Desta forma, percebe-se como a percepção dos ganhos obtidos com os critérios da sustentabilidade ainda são pouco percebidos pelos stakeholders. Em resposta a essa tendência, o governo precisa adotar uma política de divulgação e incentivadora que empregue práticas sustentáveis aos projetos para gerar mais competitividade, quando comparado aos projetos tradicionais.

Por exemplo, em alguns países já são inseridos no regulamento e no objeto dos seus processos licitatórios, exigências relacionadas a utilização de ferramentas e metodologias, como o BIM e EC, se tornando como obrigatórias para obter licenças pré-construtivas e de certificação do empreendimento que promovam a inclusão de práticas sustentáveis nos projetos (TORGAUTOV et al., 2021) (BANDOW et al., 2018)(ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011). Os Métodos de Avaliação Ambiental de Estabelecimentos de Pesquisa de Edifícios no Reino Unido - *Building Research Establishment Environmental* (BREEAM) (BRE GROUP, 1990), o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), dos EUA e o Green Star (KABIRIFAR et al., 2020) são ferramentas referências internacionais de práticas sustentáveis que englobam todas as fases de um projeto sustentável.

Como exemplo, o governo federal dos EUA, juntamente com outras organizações terceirizadas, como o USGBC em 2006, apresentaram relatórios e análises para comprovar os benefícios da "construção verde" nos EUA. Além disso, lançaram um programa de treinamento e certificação de profissionais para se tornarem familiarizados com os padrões do programa LEED e seus critérios de certificação que padronizam e mensuram a sustentabilidade na CC.

A demanda do cliente em exigir que o fornecedor siga os critérios estabelecidos por leis ambientais e as políticas regulatórias, definidas em cláusulas contratuais, além de exigir a inserção de práticas sustentáveis no escopo do projeto (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015), também são pontos fundamentais para gerar essa mudança de comportamento dos gestores e do mercado (BANIHASHEMI et al., 2017).

A adoção de um gerenciamento sustentável incorpora ferramentas específicas que permitem coordenar as diversas atividades do projeto e atribui a responsabilidade devida a cada parte envolvida, promovendo melhores contratações, previsões e uma gestão estratégica do projeto (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015).

A instituição e adesão de normas e regulamentos ambientais, sociais ou econômicos, distribui melhor as responsabilidades aos stakeholders, proporciona mais transparência na GP, de modo a fazer com que as organizações prestem contas sobre os impactos gerados (sociais, ambientais) gerados (SILVIUS; DE GRAAF, 2019).

A cadeia de stakeholder envolvida: governo, indústria, consultores, empreiteiros, organizações não governamentais e o público em geral, está integrada e, portanto, o desenvolvimento de parcerias interdisciplinares e multissetoriais é fundamental para obter o apoio de todas as partes e promover o avanço com sinergia no gerenciamento do projeto sob uma visão sustentável (HILL; BOWEN, 1997).

Neste sentido, destaca-se o papel do gestor na GP para aderir e disseminar a cultura sustentável junto as demais partes interessadas (KABIRIFAR et al., 2020)(BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020).

Em uma pesquisa apresentada por (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020) foi demonstrado a importância do papel dos gerentes de projeto na realização de projetos de CC sustentáveis. Em seu estudo, a partir de uma análise qualitativa, identificou-se uma tendencia crescente dos gestores em aderirem a nova tendencia de projetos mais sustentáveis.

Por exemplo, em seu estudo, (DING et al., 2016) afirmou que a otimização da geração de resíduos de construção no Vietnã é manipulada pela força de trabalho envolvida no processo. A força de trabalho inclui: os gerentes, supervisores e pessoas na parte operacional, que reúnem suas habilidades em uma força tarefa conjunta, com o propósito de reduzir o número de resíduos gerados em obra (NIKMEHR et al., 2017). Este argumento foi reforçado na Turquia e no Irã, nos quais indicaram que a maioria dos resíduos gerados em obra são originados de mão de obra terceirizada de baixo padrão e pouco qualificada. A utilização de uma mão de obra direta foi vista como uma alternativa de minimizar os desperdícios, considerando importante a realização de treinamentos junto aos colaboradores, para criar consciência sobre as práticas sustentáveis (GHODDOUSI; HOSSEINI, 2012)(ESIN; COSGUN, 2007).

A “igualdade”, também é vista com um valor da sustentabilidade a ser disseminados pelos gestores, pois permite atender aos interesses de toda a cadeia de stakeholders, assim como mencionado na Teoria dos Stakeholders de (FREEMAN; HARRISON; WICKS, 2008). Este princípio sugere a necessidade de cooperação entre as partes para acelerar a conquista da sustentabilidade. Além disso, podemos encontrar outros valores associados que também farão parte do processo e da GPCC sustentáveis, como a participação, justiça, respeito, honestidade e transparência.

Além disso, outro exemplo que reflete a cultura da sustentabilidade é a norma ISO 21505 (ISO, 2017) que trata os aspectos de governança no gerenciamento de projetos, programas e portfólio, referindo-se explicitamente à sustentabilidade e afirmando que: “A

governança de projetos, programas e portfólios devem refletir o compromisso com os valores éticos e com a sustentabilidade".

Ou seja, todos os aspectos necessários para uma gestão sustentável emergem nas áreas de gerenciamento definidas pelos padrões de Gerenciamento de Projetos: stakeholders, processos e aprendizagem (MARCELINO-SÁDABA; GONZÁLEZ-JAEN; PÉREZ-EZCURDIA, 2015).

Para as práticas ligadas a área de Projeto / Processo, podemos apresentar na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 Práticas sustentáveis na área de Projeto / Processo

Práticas	Referência
A definição de um designer adequado de projeto	HILL; BOWEN, 1997
Mapeamento dos processos no ciclo de vida do projeto	BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020
Seleção de materiais e fornecedores adequados	HILL; BOWEN, 1997
Gerenciamento de resíduos gerados no processo de construção	BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018

Fonte: do autor

A etapa de pré-construção, na qual são definidos os critérios e o designer do projeto, desempenha um papel importante para a garantia da sustentabilidade. O arquiteto precisa realizar um detalhamento adequado que contemple os critérios fundamentais para a sustentabilidade como: o conforto, a qualidade do ambiente construído e a maior vida útil do empreendimento (HILL; BOWEN, 1997).

Por exemplo, na literatura foi percebido o quanto alguns designers não consideram, durante a elaboração do projeto, o reaproveitamento dos materiais, a redução do desperdício e a utilização dos materiais sustentáveis "verdes". Além disso, não consideram a diferença do ciclo de vida útil de diferentes materiais utilizados, o que dificulta a reutilização e reciclagem de determinados produtos. Em termos monetários, significa uma negligência quanto a redução de uma parcela significativa de 50 a 60% do custo de materiais utilizados de um projeto de CC. Desta forma, qualquer redução na taxa de desperdício gera grandes economias (KHANH; KIM, 2015).

Além disso, outra função importante de um gestor é saber gerenciar os resíduos gerados durante as etapas do processo de construção e, principalmente durante a demolição (HILL; BOWEN, 1997). De acordo com (BANIHASHEMI et al., 2017), a gestão de resíduos faz parte do plano estratégico do processo de um projeto que vise a sustentabilidade. Desta forma, é importante o interesse pelas partes de impor um controle rígido sobre as atividades para reduzir os possíveis riscos da operação (SILVIUS; SCHIPPER, 2014). Isso inclui a seleção de empreiteiros e empresas que se familiarizem com o tema sustentabilidade e que tenham uma cultura organizacional voltada aos pilares do TBL.

Da mesma forma, é importante ao gestor realizar o mapeamento de todo o processo ao longo do ciclo de vida do projeto (BORG; DALLI GONZI; BORG, 2020) para promover uma gestão mais adequada dos projetos. O uso de recursos tecnológicos como softwares e programas especializados, incluindo reuniões por vídeo conferências e o armazenamento de dados em redes ou nuvem, permite um melhor compartilhamento das informações e controle sobre o desenvolvimento das etapas de cada projeto.

Uma ferramenta muito citada em diversas pesquisas que promove integrações desde o processo de designer até a execução é a plataforma BIM. No Reino Unido por exemplo, o uso do BIM se tornou obrigatório em obras do setor público. Além disso, os Métodos de Avaliação Ambiental de Estabelecimentos de Pesquisa de Edifícios no Reino Unido (BREEAM) ou as práticas ligadas ao sistema LEED, dos EUA, também são referências internacionais de práticas sustentáveis que englobam todas as fases de um projeto sustentável, se tornando para alguns países, como obrigatórias para obter licenças pré-construtivas e de certificação do empreendimento.

Estes recursos permitem realizar uma análise completa e holística do ciclo de vida de todo o projeto, do que apenas na operação específicas de alguns elementos da sustentabilidade na CC. Neste contexto, vários países reforçaram em seu processo construtivo a implantação de regulamentos específicos para cada fases do projeto, a fim de garantir a integração, implementação e entrega dos projetos sustentáveis constituídos pelas fases de planejamento inicial, gerenciamento e a construção. Nesta linha, surgiram alguns pesquisadores como (CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017)(WANG et al., 2019)(DARKO; ZHANG; CHAN, 2017) que estudaram os principais fatores e estratégias que impedem a disseminação de projetos de CC sustentáveis ou “construções verdes”.

A adoção de uma construção modular, ou seja, com medidas pré definidas e exatas, cria uma facilidade construtiva para adaptar espacialmente o projeto e fabricar os elementos que

compõe algumas das estruturas contidas no processo de construção (BANIHASHEMI; TABADKANI; HOSSEINI, 2018).

Durante a etapa operação, a adoção de novas metodologias e tecnologias, como os pré-fabricados, são alternativas que promovem benefícios ambientais e econômicos aos projetos. Dentre os benefícios identificados, podemos citar a possibilidade de entregar peças montadas, moduladas conforme a definição do designer, a redução de desperdícios e a necessidade de locar menos espaço para montagem e fabricação em obra, além de permitir maior agilidade, qualidade e uniformidade da construção (HONG et al., 2018) .

Desta forma, este método viabiliza a criação de projetos com medidas modulares padrão, de modo que, quando utilizadas juntamente com a metodologia BIM, sistematiza as informações durante todo o ciclo de vida do projeto e facilita o acompanhamento, a comunicação e a gestão de cada etapa construtiva da obra. O BIM promove maior transparência nas mudanças e atualizações que ocorrem ao longo do designer e na execução do projeto, de forma mais eficiente e trazendo melhor eficiência ao processo: maior velocidade, maior qualidade, maior velocidade, menor custo e menos desperdício (SARVARI et al., 2020).

2.4. Barreiras para implantação de práticas sustentáveis na CC

Após a identificação das principais práticas sustentáveis a CC, nesta seção serão exploradas as principais barreiras encontradas na literatura e suas principais referências.

2.4.1. Governo

As políticas e intervenções que o governo adota em determinado país refletem diretamente no desenvolvimento das práticas sustentáveis. Tal situação justifica as diferentes performances dos projetos de CC entre os países e em cada região, principalmente entre os emergentes ou desenvolvidos. Conforme mencionado anteriormente, no Brasil, esses incentivos ocorreram de forma tardia, quando comparado aos países desenvolvidos, o que justifica se tratar de um assunto relevante e recente. Na Tabela 6 podemos sintetizar as principais barreiras pela falta de ação do governo nos projetos de CC.

Tabela 6 Barreiras pela área do "Governo" para implantação de projetos de construção civil

Barreiras	Autor (es)
Falta de promoção do uso de práticas sustentáveis por parte do governo	(DURDYEV et al., 2018)

Ausência de códigos e regulamentos relacionados a práticas sustentáveis	(continuação)
Poucos incentivos governamentais para o uso de práticas sustentáveis	
Falta de fiscalização sobre o uso de práticas sustentáveis	)
Falta de sistemas de ranqueamento e classificação de práticas sustentáveis por parte do governo	(ZULU et al., 2022)
Burocracia excessiva em aspectos relacionados à sustentabilidade	(SERPELL; KORT; VERA, 2013)

Fonte: do autor

Em uma pesquisa bibliométrica realizada por (DURDYEV et al., 2018), foram identificadas barreiras ligadas a dimensão do governo. Em seus resultados foi observado que a ausência de regulamentos e códigos é a mais significativa para implementar as práticas sustentáveis na CC..

De acordo com os autores, a promoção do uso de práticas sustentáveis, devido a uma mudança comportamental de pensamento pelas partes envolvidas, cria motivações entre as partes envolvidas para aderi-las. Em alguns países desenvolvidos como os EUA, Reino Unido e Canadá, por exemplo, o governo fornece vários incentivos. Porém, em países em desenvolvimento como a Malásia (SAMARI et al., 2013), notou-se a falta de promoções. Em demais pesquisas realizadas em outros países como a Austrália, percebeu-se uma dificuldade na implementação de "tecnologias verdes", assim como no Japão, na cidade de Hong Kong, foi identificada uma resistência para a implantação de telhados verdes (ZHANG et al., 2012).

De acordo com (HÄKKINEN; BELLONI, 2011) as autoridades e órgãos governamentais exercem o papel de impulsionadores, pois podem estabelecer metas de práticas sustentáveis em seus processos licitatórios para obras públicas, além de influenciar a construção privada a aderir à ideia de adotar projetos mais sustentáveis. Alguns órgãos federais trabalham como incentivadores de pesquisa e desenvolvimento para promover novas tecnologias, criando parcerias público privadas, incentivos financeiros e desenvolvendo novos produtos no mercado, mais sustentáveis e mais competitivos. A influência do governo gera o comprometimento para uma responsabilidade social e corporativa das empresas. Por exemplo, a análise do ciclo de vida das edificações se tornou um critério de competitividade entre as edificações.

De acordo com (SHI et al., 2013) os incentivos fiscais podem ser dados por meio de retornos, premiações e empréstimos para as construtoras adotarem práticas sustentáveis. Além disso, o governo pode, como medida fiscalizatória, avaliar se a construção e projeto atendem aos requisitos obrigatórios e políticas locais. Conforme mencionado anteriormente, essa política de fiscalização, principalmente nas licitações, já é implementada em muitos países do mundo.

No Brasil, por exemplo, na tentativa de criar incentivos fiscais para a adoção de práticas sustentáveis na CC, foi aprovado em 2014 o Projeto de Lei do Senado n° 252 (PLS 252/2014) para os empreendimentos adotarem medidas de redução de recursos hídricos e energéticos. O objetivo era incluir essas premissas na política urbana no Estatuto das Cidades (Lei 10.257/2001).

Em um estudo de um mapeamento realizado pela Comissão de Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CMA/CBICD), apoiada pelos órgãos: Serviço Nacional da Indústria (SENAI) e Buzaglo Dantas Advogados, foram levantados os incentivos à indústria da CC no país e no âmbito internacional, construindo uma base de dados que auxilie na tomada de decisão para novas ações incentivadoras federais, estaduais e municipais. Nesta análise, diversas medidas intervencionistas foram citadas colocando a diferença na política de incentivo do Brasil versus demais regiões e países localizados na Europa e nos EUA. Neste contexto, a Europa foi a pioneira nos incentivos fiscais ambientais para práticas sustentáveis na CC, surgidas na década de 1980 e sendo inseridas na legislação a partir de 1989 e 1994.

Na realidade atual, observou-se o quanto o governo brasileiro está em estágio inicial para promoção da sustentabilidade na CC, o que justifica o recente crescimento nessa área. Como algumas medidas, foram citadas a criação de projetos de leis federais, estaduais e municipais que visam: a adoção de materiais ecológicos, o aproveitamento de energia solar e água pluvial, a reutilização de águas, a implantação de telhados verdes, a gestão de entulhos e outros resíduos gerados na construção, além da incorporação de novas práticas e tecnologias construtivas.

De acordo com (PITT et al., 2009), a falta de regulamentos da construção foi citada como uma das barreiras responsáveis para as práticas sustentáveis. A Associação de Conservação de Energia em Londres (ACE, 2003) afirmam que os incentivos financeiros impulsionam uma demanda por projetos mais sustentáveis, criando requisitos mais rigoroso que motivam o surgimento de uma legislação mais rígida com regulamentos e códigos para as práticas de CC sustentáveis.

De acordo com (ZULU et al., 2022), assim como o excesso de políticas e regulamentos rígidos por parte do governo podem dificultar o impulsionamento de projetos de CC, a sua implantação, de forma eficaz, pode promover a construção de uma cultura de benchmarking que estabelece um padrão de CC sustentável para futuros projetos. Por exemplo, nos estudos de barreiras realizado na Nova Zelândia (BOND; PERRETT, 2012), também foi citado a importância das mudanças no código e legislação dos empreendimentos, juntamente com incentivos financeiros, para reduzir o consumo de energia e água, por meio do aumento de taxas.

No contexto Chile, a implementação de incentivos financeiros, como a redução de impostos proporcional ao nível de investimento que as empresas se propõem a investir na sustentabilidade de seus projetos, é vista como uma política fundamental para promoção de práticas sustentáveis. Porém, foi observado que as regulamentações e políticas governamentais são escassas e não possuem uma posição ativa que criem benefícios para as indústrias da CC se tornarem mais sustentáveis. Nesta pesquisa (SERPELL; KORT; VERA, 2013), identificou como uma barreira a burocracia do governo ao criar novas leis e regulamentos que visavam o desenvolvimento sustentável na CC. A política adotava um Sistema de Avaliação Ambiental (EIAS) que estabelecia procedimentos para obter autorizações ambientais, do qual apenas os grandes projetos conseguiam cumprir.

2.4.2. Custos

A CC tradicional adota critérios que avaliam as melhores práticas, o custo-benefício e a qualidade do empreendimento a longo prazo (DURDYEV; ISMAIL, 2016). Desta forma, o fator econômico é visto como uma premissa fundamental para a introdução de novas prática sustentáveis, principalmente nos países emergentes (CHANG et al., 2016) (SERPELL; KORT; VERA, 2013). Na Tabela 7, podemos identificar as principais barreiras ligadas a implantação de projetos CC sustentáveis.

Tabela 7 Barreiras pela área de "Custo" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis

Barreiras	Autor (es)
Os custos das opções relacionadas ao uso de práticas sustentáveis de construção eram mais altos	(DURDYEV et al., 2018)
O período de payback relacionado ao uso de práticas sustentáveis era maior	
Existe uma priorização das necessidades econômicas em relação às ambientais	
Falta de incentivos financeiros para a adoção de práticas sustentáveis	
Existem muitos riscos e incertezas associados à adoção de práticas sustentáveis	(ZULU et al., 2022)
Falta de formas de financiamento (como empréstimos bancários) para a adoção de práticas sustentáveis	

Fonte: do autor

O aumento dos custos é uma das principais barreira para a adoção de práticas sustentáveis em diversos países. Por exemplo, um material ecológico que substituiria um material tradicional, pode em alguns casos, custar 10 vezes mais (HWANG; TAN, 2012).

Muitos gestores acreditam que um projeto sustentável pode ter um custo a maior de 10 a 20% (WorldGBC, 2013) (CHAN et al., 2018). O maior custo está relacionado a baixa oferta e opções de materiais e tecnologias sustentáveis, além do tempo extra necessário para garantir a sustentabilidade do projeto (ZULU et al., 2022).

Conforme mencionado no tópico anterior, essa barreira de custo está intimamente relacionada a outras barreiras, como a falta de incentivos governamentais e de financiamentos para promoção de práticas sustentáveis. A obtenção de incentivos permite driblar os possíveis custos extras, além de demonstrar os benefícios obtidos com essas novas práticas. Desta forma, permitem aos gestores uma nova visão e conhecimento para avaliar o custo-benefício deste novo processo na CC (CHAN et al., 2018).

Em sua pesquisa (HWANG; TAN, 2012) estudou as barreiras encontradas na GPS em Cingapura. Nesse estudo, também foram identificados como obstáculos, o maior custo dos materiais sustentáveis, juntamente com os equipamentos utilizados para sua aplicação e a incerteza dos benefícios que estes poderiam trazer a CC. De modo a contorna-las, os incentivos

fiscais foram vistos como um fator e estratégia de incentivo para os donos do projeto e investidores utilizarem insumos diferenciados em seu empreendimento, quando comparados ao da construção tradicional.

De acordo com (ZULU et al., 2022), os fatores econômicos possuem maior prioridade quando comparado aos demais pilares da sustentabilidade: ambiental e social. Tal fato se deve, pois o objetivo principal do negócio e o que o mantém é a sua capacidade de gerar de lucros. O longo retorno do investimento (payback) ficou como a principal barreira para a implementação da sustentabilidade no ambiente construído, juntamente com a falta de incentivos financeiros, além da falta de empréstimos bancários e financiamentos.

Na pesquisa sobre as barreiras existentes na Malásia para adoção de práticas sustentáveis na CC sustentável (SAMARI et al., 2013), envolvendo 167 profissionais, foi descoberta a importância do governo em fornecer recursos financeiros (créditos) para cobrir os elevados custos iniciais, o risco do investimento e o maior valor do empreendimento sustentável.

No Brasil, em um estudo realizado com duas Universidades de Engenharia em São Paulo, (KASAI; JABBOUR, 2014) constatou que no país, os assuntos ligados a mudanças que promovam benefícios ambientais são considerados menos importantes entre os arquitetos, projetistas e engenheiros, tomando como mais interesse os quesitos econômicos do projeto.

Nos países desenvolvidos, foi identificado nos EUA, como umas das cinco principais barreiras, o aumento do custo e o elevado retorno do capital (payback time) dos projetos de sustentabilidade. Desta forma, é observado o medo que os investidores, gestores e clientes possuem em adotar práticas sustentáveis, devido ao maior risco ao custo final do projeto. A utilização de técnica desconhecidas, a falta de experiência e conhecimento por parte dos designers e gestores, juntamente com a utilização de novas ferramentas, métodos e tecnologias são exemplos das incertezas que podem comprometer o desempenho do projeto (AHN et al., 2013).

Embora existam vários estudos que apresentam como risco aderir a essas novas práticas, existem evidências de que as práticas sustentáveis promovem melhorias na eficiência energética do projeto, sem provocar aumentos significativos no custo total do projeto. De acordo com esses estudos, a eficiência energética de edifícios pode oferecer grandes economias de custos durante o processo de execução (HÄKKINEN; BELLONI, 2011). As pesquisas apontam que existe uma percepção errada na visão do ciclo de vida do projeto sobre os investimentos iniciais versus o potencial de redução no custo operacional que a utilização de mecanismos de eficiência energética pode promover.

2.4.3. Conhecimento e informação

A falta de conscientização e conhecimento sobre as práticas sustentáveis foi vista como uma barreira existente principalmente em países em desenvolvimento, conforme apresentado na Tabela 8. O conhecimento sobre os critérios que abrangem uma construção sustentável e sua importância é um pré-requisito para alcançar um desenvolvimento sustentável no setor (DURDYEV et al., 2018).

Tabela 8 Barreiras pela área de "Conhecimento e Informação" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis

Barreiras	Autor (es)
Os stakeholders não possuem conhecimento sobre práticas sustentáveis	(DURDYEV et al., 2018)
Os stakeholders possuem uma compreensão limitada sobre o uso de práticas sustentáveis	
Os stakeholders possuem um conhecimento limitado sobre os benefícios trazidos pelo uso de práticas sustentáveis	
Falta de informação sobre os fornecedores sustentáveis (ou "verdes")	
Falta de projetos anteriores que demonstrassem o uso de práticas sustentáveis em projetos	
Ausência de base de dados com informações sobre a utilização de práticas sustentáveis	(ZULU et al., 2022)

Fonte: do autor

Em sua revisão bibliométrica (DARKO; CHAN, 2017), a necessidade de se obter informação foi observada como vital para o crescimento da sociedade do conhecimento, além de ser o meio do qual o público permite criar consciência e aceitação, quebrando paradigmas. A falta de informação está atrelada a uma educação ineficiente ou inadequada dentro do contexto atual. Desta forma, em sua pesquisa, conforme observado nos 35 artigos diferentes, ela foi apresentada como a principal barreira global.

De acordo com o estudo das barreiras realizada no Chile (SERPELL; KORT; VERA, 2013), a falta de conhecimento sobre as regulamentações é um obstáculo que impede as ações

sustentáveis. Nos resultados encontrados, foi observado que as empresas de grande porte da indústria de CC, adotavam conceitos sustentáveis com mais frequência do que as pequenas. Tal fato é justificado, devido ao diferente comportamento dos clientes das obras de infraestrutura de grande porte, cujos projetos são mais robustos, e exigem mais abertura e conscientização para novas práticas e seus benefícios.

Também foi observado por (ZAINUL ABIDIN, 2010) que, na Malásia, as grandes empresas, por serem mais estáveis e com maior capital, possuem maior interesse no conhecimento sobre as práticas sustentáveis, quando comparadas as pequenas e médias empresas. As empresas de pequeno porte não estão prontas para uma mudança de comportamento e uma quebra de paradigma, por possuírem medo de construir edifícios sustentáveis, devido ao risco de tornar o seu empreendimento mais caro e pouco competitivo. Por fim, foi observado que a maioria das partes está satisfeita com a responsabilidade de cumprir apenas os requisitos mínimos e legais exigidos por lei, enquanto uma minoria está disposta e motivada a enfrentar a competição do mercado e aderir as novas inciativas de melhorias, seguindo as tendencias para obter: capital, boa reputação, ampla experiência e expertise, melhor qualidade no design, clientes de alta renda e investidores estrangeiros interessados em promover os conceitos sustentáveis.

Em uma pesquisa realizada com empreiteiros dos EUA (HOLLOWAY; PARRISH, 2015) foi observado uma diferença de comportamento entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos. Nos países desenvolvidos, os profissionais de CC acreditam que o desenvolvimento de projetos sustentáveis está em um estágio mais avançado, deixando de ser uma exigência do proprietário, para se tornar um padrão dos negócios de CC. Neste estudo, o "pouco de interesse ou consciência" e a "falta de dados convincentes que comprovem a eficiência sobre a LEED", foram citados como possíveis barreiras por 9,5% dos empreiteiros, sugerindo que a decisão de aderir uma "construção verde" está diretamente ligada à uma escolha das equipes de projeto e aos critérios e exigências do proprietário.

Em sua pesquisa, a maioria dos profissionais entrevistados concordaram que o nível de conhecimento sobre os conceitos de sustentabilidade na CC é de baixo a moderado. Tal fato foi justificado, pois os gestores, proprietários e empresários são orientados pelo lucro. O foco na sustentabilidade é visto como uma necessidade, apenas para atender os requisitos mínimos exigidos legais ou quando se torna uma exigência por parte dos clientes (ZAINUL ABIDIN, 2010).

De acordo com (ZULU et al., 2022), a conscientização e conhecimento foi classificada como a última barreira para implantação de práticas sustentáveis na CC. Neste fator, foram

destacados a resistência à mudança para novas práticas em substituição das tradicionais, a falta de preocupação para questões do meio ambiente, a falta de consciência sobre as práticas e materiais sustentáveis, a falta de conhecimento sobre os benefícios trazidos das práticas e tecnologias sustentáveis, a falta de treinamento e educação para novas práticas da construção sustentável. A escassez de profissionais capazes de seguir os critérios sustentáveis obteve menor representatividade.

Em outros estudos, também foi constatado o fato da não adoção de práticas sustentáveis estar mais relacionada a uma resistência na mudança de comportamento, comparada a falta de conhecimento. Apesar disso, na Zâmbia, os profissionais foram vistos como conscientes para os aspectos ligados a sustentabilidade (SERPELL; KORT; VERA, 2013).

Em outra pesquisa realizada sobre as práticas sustentáveis, no contexto Brasil (LIMA et al., 2021), também foi apontada a falta de conhecimento e treinamento como uma barreira representativa. A maioria das empresas não possuem em seu corpo técnico especialistas ou tempo para treinar e capacitar pessoas envolvidas na operação. Portanto, surge a necessidade de criar uma conexão entre empresas e centros de ensino (universidades) para criar programas que forneçam novos conhecimentos e habilidades aos profissionais para o desenvolvimento de novos processos e o gerenciamento adequado dos recursos nos projetos sustentáveis. Como exemplo: a gestão de resíduos sólidos, mitigação de poluição sonora, visual, água e solo, a redução do consumo de energia e água. Além disso, foi colocada a importância do sindicato de CC para orientar com novas medidas estratégicas de uso e consumo na CC.

No estudo (AHN et al., 2013) a falta de conhecimento para estratégias e tecnologias sustentáveis foi considerada uma barreira genérica para o mercado da indústria de CC. Os resultados afirmam a necessidade de promover uma educação e treinamento de subcontratados e colaboradores orientada para os critérios da sustentabilidade, a fim de compreender e integrar em suas atividades diárias, conceitos que promovam mudanças na condução dos processos de CC tradicionais. O sistema LEED foi importante para estabelecer um padrão de referência de construção sustentável e de alto desempenho. Além disso, esse sistema que atribui a classificação de “edifício verde”, também serviu para educar o público e promover essas mudanças de paradigmas para combater as barreiras: “tendência em manter as práticas convencionais” e a “limitação no conhecimento e compreensão dos aspectos sustentável”. Por fim, os indicadores: “ausência de estudos de caso e de fornecedores que compõe uma cadeia de suprimentos confiável e que possam fornecer materiais e produtos sustentáveis”, juntamente com “a preocupação com as garantias e riscos de implantar materiais e métodos sustentáveis”, obtiveram menos representatividade na pesquisa. Tal fato foi justificado, devido a visão madura

do mercado dos EUA em relação aos produtos e serviços sustentáveis ofertados no mercado de CC, uma vez que já que se encontram em estágio avançado de nível de uso e confiança.

2.4.4. Força de trabalho

A forma que a força de trabalho é conduzida durante o processo de CC, influencia diretamente a adoção de práticas sustentáveis. De acordo com (DURDYEV et al., 2018), os projetos de CC carecem de mão de obra habilidosa para o desenvolvimento de práticas sustentáveis. Em seu artigo foi identificado que não há uma formação e educação orientada para o conhecimento e especialização sobre os aspectos e critérios da sustentabilidade nos projetos de CC. Além disso, destacam a importância de uma postura proativa pelo governo, juntamente com demais profissionais mais experientes para certificar e treinar a força de trabalho, de modo introduzir e aumentar a receptividade sobre novas ideias e tecnologias relacionadas as práticas sustentáveis. Na Tabela 9 podemos identificar as principais barreiras encontradas pelos colaboradores que compões a "força de trabalho" para a aceitação e execução de projetos de CC sustentáveis.

Tabela 9 Barreiras pela área de "Força de Trabalho" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis

Barreiras	Autor (es)
Falta de treinamento/educação para práticas sustentáveis nos profissionais do projeto	(DURDYEV et al., 2018)
Os profissionais do projeto não possuem expertise em práticas sustentáveis	
Falta de profissionais competentes para projetar construções civis utilizando práticas sustentáveis	
A alta gestão da empresa não dava importância para o uso de práticas sustentáveis no projeto	(ZULU et al., 2022)
De maneira geral os profissionais da construção não possuem familiaridade com as práticas sustentáveis	(ZULU et al., 2022)

Fonte: do autor

A forma de gerenciamento tradicional de projetos não é adequada para conduzir a dinâmica diferenciada e complexa dos projetos sustentáveis que envolvem maior sinergia de

diversas partes envolvidas. Além disso, a sustentabilidade não é vista como uma prioridade pela equipe. De acordo com (SERPELL; KORT; VERA, 2013), no Chile, no processo de aderir uma política direcionada a criação de novos conjuntos habitacionais, os aspectos ligados a sustentabilidade socioambiental foram colocados em segundo plano, quando comparados ao custo do projeto. Além disso, identificaram problemas relacionados a gestão e a qualidade do empreendimento foram agravados pela falta de mão de obra treinada e experiente no setor de CC. Não houve uma integração adequada das partes envolvidas durante todas as fases do ciclo do projeto, o que impossibilitou a participação efetiva dos colaboradores, tomadores de decisão e, principalmente, os projetistas. Neste tipo de operação, os empreiteiros possuíam acesso ao projeto apenas na fase da execução.

De acordo com (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014) a falta de uma capacitação e conhecimento da mão de obra no setor de CC foi vista como uma barreira crítica para implementar práticas sustentáveis, considerando que tal falha pode colocar em risco a implantação de empreendimentos sustentáveis (HÄKKINEN; BELLONI, 2011). Em sua referência, foi citada a perda de confiança do trabalho dos projetistas quando precisam introduzir e abordar assuntos relacionados a sustentabilidade no design do projeto. Desta forma, tal fato demonstra que não existe uma familiaridade dos envolvidos no projeto sobre os princípios e práticas sustentáveis de CC.

Conforme mencionado anteriormente, (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014) também cita a importância de integrar as equipes dos diversos setores, como o proprietário, gerente, empreiteiro, arquiteto, os engenheiros, analistas de custos e o topógrafo, sobre o assunto, em todas as etapas do projeto: no início, na concepção até a conclusão. As informações precisam estar disponíveis em livre acesso para consultas, devido à falta de informação por parte dos colaboradores e a necessidade de se desenvolver novas competências para lidar com tecnologias, materiais e ferramentas sustentáveis.

Em sua pesquisa (CHAN et al., 2018) cita a falta experiência e expertise por parte dos gestores e colaboradores do projeto como uma barreira significativa no desenvolvimento de práticas sustentáveis dos EUA. Assim como nos países desenvolvidos, nos subdesenvolvidos o autor também identifica a pouca familiaridade pelos profissionais de construção com o assunto, inibindo a adoção de práticas sustentáveis, ocasionando dificuldades técnicas e, consequentemente, atrasos no projeto. Devido a essas questões, os profissionais da CC não arriscam a efetuar tais mudanças.

Na pesquisa desenvolvida no Brasil, em que foram realizados questionários para investigar as principais barreiras relacionadas a implantação de construções sustentáveis dentro

de duas universidades de engenharia, observou-se que o nível técnico e o caráter de inovação entre os arquitetos, projetistas e engenheiros era menor do que o desejável (KASAI; JABBOUR, 2014). Em seu estudo é observada uma falha no mercado de trabalho de profissionais qualificados e especializados no uso de técnicas e materiais sustentáveis que vão além da execução do projeto, abrangendo a manutenção e a garantia da vida útil do empreendimento. Outro ponto em destaque, é a falta de treinamento para incluir técnicas e materiais sustentáveis, uma vez que este estágio é recente e está em processo de desenvolvimento e implementação no Brasil.

2.4.5. Cliente e Mercado

Em diversos estudos é observado que existe uma demanda relativamente baixa do mercado por práticas sustentáveis na CC e que representa uma barreira crítica para o desenvolvimento sustentável, conforme apresentado na Tabela 10. O nível de representatividade desse comportamento pode mudar de acordo com o desenvolvimento do país. Por exemplo, (DURDYEV et al., 2018) observou que essa barreira é mais representativa para os países em desenvolvimento, devido ao estágio recente de conhecimento, legislação adequada e apoio financeiro. Desta forma, conclui-se que os clientes e o mercado não são conscientizados e instruídos para propor tal demanda.

Tabela 10 Barreiras pela área de "Cliente e Mercado" para implantação de projetos de construção civil sustentáveis

Barreiras	Autor (es)
Sustentabilidade não é um critério considerado pelos clientes durante à avaliação para compra	(DURDYEV et al., 2018)
Falta de interesse nas práticas sustentáveis do projeto por parte dos clientes	
O mercado possui resistência em mudar suas práticas tradicionais	
O mercado não dá importância para as questões ambientais	(ZULU et al., 2022)
Os benefícios do uso de práticas sustentáveis em projetos de construção são limitados por parte do mercado	
Existe um elevado grau de desconfiança no mercado sobre o uso de práticas sustentáveis	(DARKO; CHAN, 2017)

Fonte: do autor

Em uma pesquisa realizada pela Associação para a Conservação da Energia (ACE), foram investigadas as principais barreiras que impediam uma maior eficiência energética nos escritórios comerciais. O estudo identificou como gargalo a baixa demanda por parte dos clientes e do mercado (usuário e investidores) para promover uma melhor eficiência energética no empreendimento. Além disso, foi observada a importância de conscientizar os clientes, por meio de uma política educadora orientada para o desenvolvimento sustentável, como um mecanismo importante para contornar tal comportamento. Criar a consciência da importância, permite que as práticas sustentáveis sejam colocadas como requisitos básicos, juntamente com os demais regulamentos da CC. Além disso, a baixa demanda das partes envolvidas por projetos sustentáveis, conforme abordado anteriormente, também foi relacionada à percepção de que uma construção sustentável torna o empreendimento mais caro, devido ao maior custo.

De acordo com o estudo realizado por (DARKO; CHAN, 2017), a falta de informação, educação, pesquisa, conhecimento, conscientização e experiência dificultam a implantação de práticas sustentáveis. Desta forma, não criam o engajamento necessário para atingir os clientes e mercado, pois não possuem as orientações sobre os requisitos da sustentabilidade. Por exemplo, em um estudo realizado na Malásia, a maioria dos consultores, clientes e arquitetos, citaram tais fatores como um dos principais desafios para construções sustentáveis. Da mesma forma, em demais países como os EUA Cingapura, foram obtidos os mesmos resultados. Na Suécia, também observou a falta de conhecimento tecnológico sobre os benefícios na eficiência do consumo energético. Por fim, o fenômeno falta de interesse foi visto como a quarta barreira mais relatada na literatura e identificada em 17 artigos diferentes.

Em sua pesquisa (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014) relaciona a baixa demanda de produtos sustentáveis no mercado e de fornecedores neste setor, com as práticas sustentáveis. Associa que, como não são disponibilizados recursos e alternativas suficientes para práticas sustentáveis, a demanda não ocorre. Por outro lado, existe uma linha dos construtores que contrapõe tal argumento e defendem que não há um interesse, exigência e demanda pelos clientes, no estágio inicial do projeto, para promover um empreendimento sustentável.

No estudo sobre as principais barreiras encontradas na Inglaterra (WILLIAMS; DAIR, 2007), também foi observado que os clientes, definidos como o “mercado”: compradores, locatários e usuários finais, não exigiram em seus projetos medidas sustentáveis. A falta de demanda é justificada devido a percepção de que casas, escritórios ou prédios públicos sustentáveis possuem maior custo, ou seja, praticam um valor mais elevado do que comparado

aos empreendimentos convencionais. Portanto, mesmo que exista o interesse por parte dos desenvolvedores do projeto em incorporar tais práticas, sem o interesse do cliente, torna-se inviável. Em sua pesquisa, foi observado que, em três estudos de caso, a demanda dos clientes apenas se direcionava para as práticas que continham no regime de normas estatutárias e de desempenho ambiental básicas e regulatórias, além das melhores práticas que promoviam melhores resultados e eficiência energética.

De acordo com (ZULU et al., 2022), o cliente é responsável por apresentar algumas barreiras para a adoção de práticas sustentáveis. Em seu estudo, a baixa demanda é justificada, devido a pouca preocupação relacionada aos fatores do meio ambiente e a não consciência sobre os benefícios de uma construção sustentável. Desta forma, foi evidenciado a importância do cliente de ser um agente incentivador para o desenvolvimento sustentável. Além disso, novamente foi observado que, em países em desenvolvimento, existe uma relação confusa entre o cliente e a sustentabilidade, devido a crença e percepção de que os critérios sustentáveis remetem a maiores custos, de modo a não serem aplicados na realidade dos empreendimentos.

Em sua pesquisa (AHN et al., 2013) também afirmou que essa visão também existe por parte dos empreiteiros e que os empreendimentos sustentáveis se tornam mais caros do que o mercado está disposto pagar. Foi utilizada a mesma justificativa, relacionando ao maior custo inicial do projeto e pressupondo que as construtoras não estão dispostas a arcar tais valores. Porém, esta visão é vista como não confiável, uma vez que não é possível estimar os reais benefícios trazidos ao projeto a longo prazo, como a melhoria e performance dos empreendimentos.

Em Gana, o mercado de CC desencoraja a utilização de outro tipo de material diferente dos tradicionais, como blocos e concreto armado, devido a um elevado grau de desconfiança para adotar métodos alternativos sustentáveis (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014).

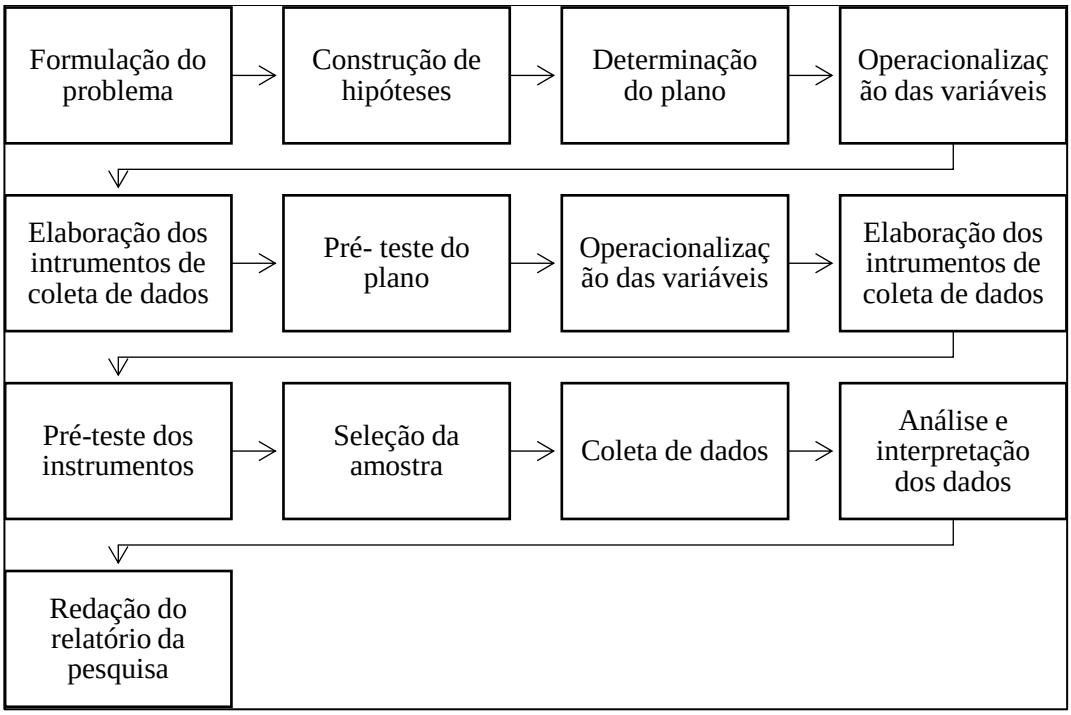
Por fim, como uma forma de contornar tais obstáculos, o governo pode romper com a descrença do mercado, por meio da criação de parcerias, campanhas de comunicação e oficinas junto as construtoras, a fim de apresentar ao mercado as vantagens competitivas e os benefícios quanto a adoção de práticas sustentáveis na CC. Os contratantes e os desenvolvedores avaliam os aspectos positivos trazidos para a reputação da marca, com “selo verde”, incentivando ainda mais tais práticas. As pesquisas permitem apresentar maiores informações sobre a durabilidade dos “materiais verdes” e os resultados trazidos em estudos de caso e nos novos empreendimentos sustentáveis (DARKO; CHAN, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1. Esquematização da Pesquisa

A pesquisa propôs seguir o fluxo de atividades apresentado na Figura 1. O diagrama representa as principais etapas, em ordem cronológica e que foram seguidas, conforme a ideia de estruturação de pesquisa apresentada por (GIL, 2010).

Figura 1 Etapas de Pesquisa



Fonte: Gil adaptado, 2020

A primeira etapa de “formulação do problema” seguiu as premissas estabelecidas pelo autor: elaborar uma pergunta que seja clara e concisa, empírica e possível de ser solucionada. Neste sentido, foi feito incialmente uma pesquisa na literatura, por meio de uma análise bibliográfica, encontrando artigos semelhantes sobre a temática: “as barreiras que impedem uma GPS”. Nesta análise, foram identificados poucos estudos sobre o assunto, que permitiram justificar a relevância da pesquisa proposta. Além disso, o problema de pesquisa foi estruturado com base nas referências dos artigos encontrados e suas similaridades a fim de mapear as principais barreiras que impedem a adoção de práticas sustentáveis na CC e, de forma prática, responder qual a sua influência no desenvolvimento sustentável.

Outra caracterização importante do problema foi identificar se é ele é puro ou aplicado. Neste caso, a pesquisa proposta é apresentada como um problema aplicado, pois permite

identificar os reais motivos das organizações e outros stakeholders demorarem para aderir um plano de projeto sustentável.

De acordo com (YIN, 2013) a pergunta de pesquisa foi classificada como quantitativa descritiva e comparativa, trazendo o elemento “qual” e criando uma relação e associação entre o objeto de estudo e algo, além de fazer um paralelo entre dois ou mais tipos de elementos (barreiras).

Com base em uma leitura criteriosa dos principais artigos selecionados na literatura e na revisão bibliográfica da pesquisa, as hipóteses foram formuladas a partir de indicadores (barreiras) e os resultados apresentados por diferentes autores.

Na estruturação do plano da pesquisa, foi utilizado como referência o artigo: “A partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) of barriers to sustainable construction in Malaysia (DURDYEV et al., 2018)”, a fim de readaptar e testar o modelo apresentado no artigo para o tempo presente, sob a perspectiva do TBL e utilizando a mesma análise estatística do PLS-SEM. As informações para testar o modelo foram coletadas via “survey”, a partir de um questionário, desenvolvido com base nos indicadores (as barreiras e as características de um projeto de CC sustentável) selecionados na literatura, aplicado em gestores de projetos de diversos seguimentos da CC.

3.2. Classificação da Pesquisa

Com o objetivo de esclarecer a proposta metodológica da pesquisa, podemos classificá-la quanto ao gênero, objetivo, abordagem e método.

De acordo com (GIL, 2010) a primeira decisão mais importante para elaboração do projeto consiste em definir o nível da pesquisa como: exploratória, descritiva ou explicativa. O estudo em questão propõe uma pesquisa explicativa que tem por objetivo investigar a realidade de determinados fenômenos: o motivo e o porquê, para criar as hipóteses da pesquisa. Por se tratar de um modelo mais flexível, a pesquisa está submetida a uma maior margem de erro e, desta forma, foi conduzida de forma mais sistemática para obter mais confiabilidade das observações obtidas de forma empírica / descritiva, ou seja, com base na experiência dos gestores de projeto.

Para o delineamento da pesquisa, podemos definir o processo como um “levantamento de dados”, ou seja, são recolhidas informações de uma amostra populacional, no caso os gestores de projeto, pertencentes a um universo definido: a indústria da CC.

A definição do número da amostra foi feita com base no procedimento estatístico aplicado e os integrantes foram selecionados de forma não aleatória, identificados através de

grupos em mídias sociais (LinkedIn) e por indicações, seguindo como critério o perfil profissional e a experiencia de terem participação na gestão e execução de algum projeto na área de CC. Esta amostragem representa uma totalidade do universo, considerando uma margem de erro, obtido mediante cálculos estatísticos.

Neste sentido, de acordo com (GIL, 2010), a pesquisa descritiva têm como objetivo básico descrever as características de populações e de fenômenos. Nos levantamentos, o pesquisador visa descrever com precisão o comportamento e essas características, através de instrumentos mais criteriosos de coleta de dados, como os questionários, que conduzem para uma análise de natureza quantitativa dos resultados.

Seguindo a ideia do autor, para uma análise quantitativa é importante definir os fatores que compõe a origem dos dados coletados, o tamanho da amostra, os instrumentos de pesquisa utilizados e o referencial teórico utilizado para referenciar e embasar o estudo. Tal processo é criterioso e pode ser definido como uma sequência de etapas bem definidas como: a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a conclusão.

A redução dos dados é um filtro que permite selecionar e simplificar os dados originais provenientes das observações de campo com base nos objetivos propostos. A categorização organiza os dados para nortear uma tomada de decisão e conclusão. Por fim, a interpretação dos dados parte para uma visão abstrata para explicar certos fenômenos de causa e efeito com base no conhecimento adquirido sobre o assunto e exigindo uma contínua consulta e retomada às antigas e novas bases de pesquisa. Tal etapa ultrapassa a ideia concreta dos números e exige um maior esforço por parte do pesquisador.

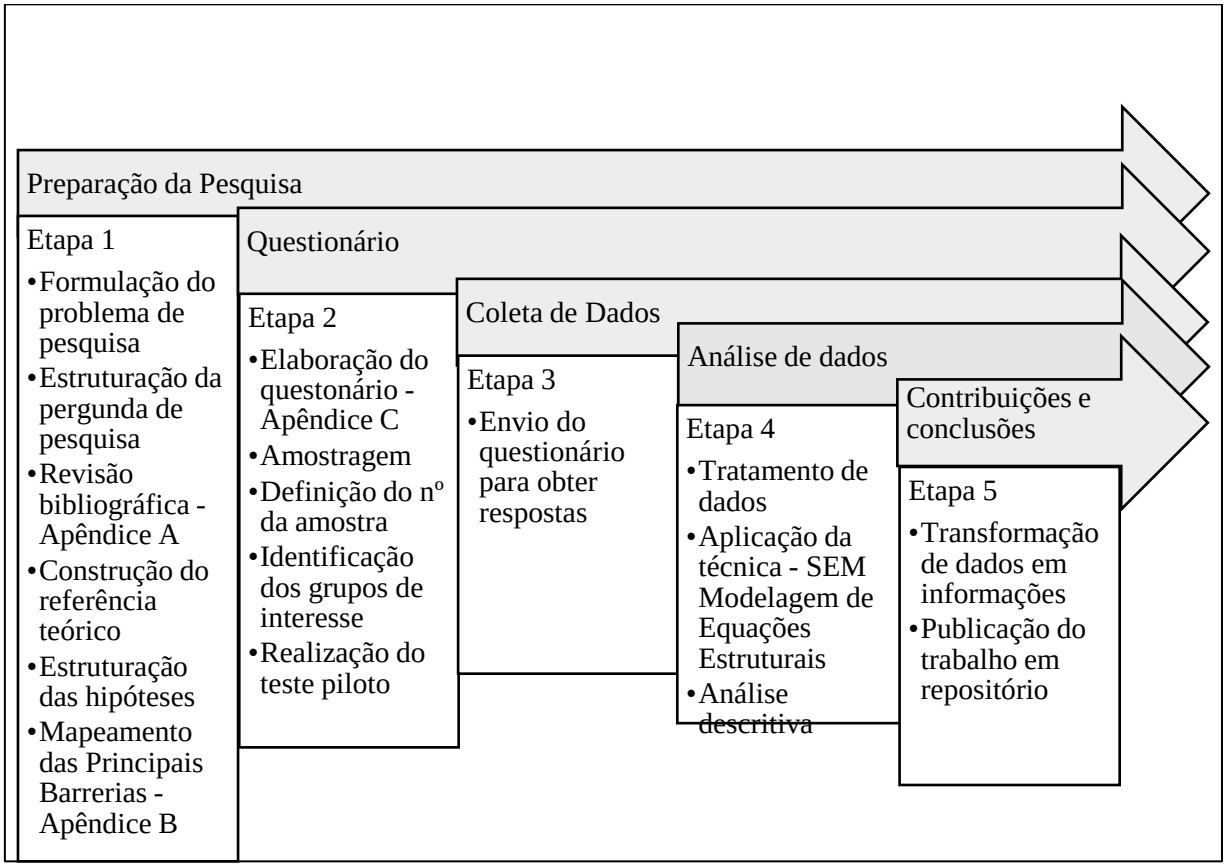
3.3. Etapas da Pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa foi norteado com base nas etapas sugeridas por (GIL, 2010).

Para estruturar o plano da pesquisa, foi utilizado como referência o artigo: “A partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) of barriers to sustainable construction in Malaysia (DURDYEV et al., 2018)”, a fim de readaptar e testar o modelo apresentado no artigo para o tempo presente, sob a perspectiva do TBL e utilizando a mesma análise estatística do PLS-SEM. As informações para testar o modelo foram coletadas via “survey”, a partir de um questionário, desenvolvido com base nos indicadores (as barreiras e as características de um projeto de CC sustentável) selecionados na literatura, aplicado em gestores de projetos de diversos seguimentos da CC. As etapas da pesquisa estão apresentadas na Figura 1 abaixo. Com

base no esquema apresentado nos tópicos anteriores, podemos apresentar um modelo que simplifica cada etapa de desenvolvimento da pesquisa, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 1 Modelo de Pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor

O referencial teórico foi construído com base em uma análise bibliométrica apresentada no Apêndice A e utilizando as referências citadas no artigo (DURDYEV et al., 2018), escolhido como um elemento norteador quanto a temática e a metodologia desta pesquisa.

Na revisão bibliográfica, a análise bibliométrica prévia permitiu identificar as tendências da literatura. A partir da introdução das palavras chaves nas bases de pesquisa da Web of Science, foram utilizados os programas StArt e VOSWIER para a seleção e triagem dos artigos encontrados, além de criar as relações de clusters de artigos, autores, palavras-chaves e países mais referenciados.

O (“StArt”, 2013) é um programa utilizado para facilitar o pesquisador na execução das diversas etapas que norteiam uma revisão sistemática da literatura e pode ser adquirido pelo site Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPEs) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

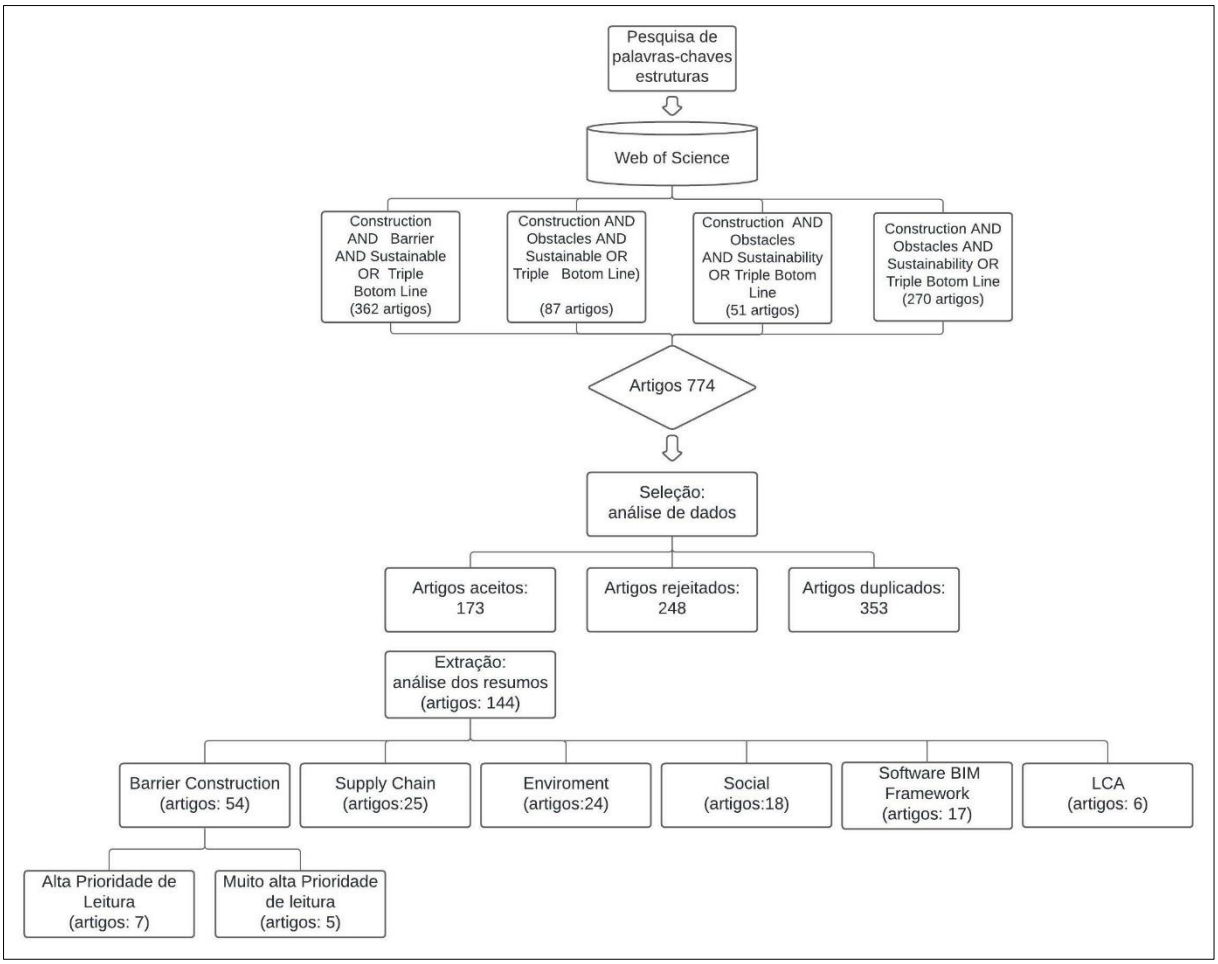
O (“VOSviewer”, 2022) é uma ferramenta utilizada para construir e visualizar redes e relações bibliométricas, a partir da inclusão de periódicos, criando relações de citação, acoplamento bibliográfico, cocitação ou coautoria dos autores. Além disso, ela permite avaliar a co-ocorrência de palavras-chaves e termos importantes obtidos na literatura dos artigos. Esse software foi criado pela Universidade de Leiden localizada nos Países Baixos.

Os critérios de busca foram definidos para o período de 4 anos (2017 a 2021), selecionando o “artigo” como o tipo de documento e o idioma inglês. O período determinado foi curto, pois, por se tratar de um tema novo, o objetivo foi focar nos estudos mais recentes sobre o assunto. As palavras-chave utilizadas foram: “sustainable OR sustentability OR triple bottom line”, “building OR construction”, “barrier OR obstacles”, realizando 4 buscas interpoladas com cada uma das palavras contidas em cada um dos grupos. Foi definida uma única base de dados, a “Web of Science”, devido a limitação do software VOSVIWER em trabalhar com mais de uma base, bem como por ser uma das principais bases utilizadas em pesquisas bibliométricas.

Conforme apresentado na Figura 2, foram obtidos 774 artigos, dos quais 144 foram selecionados, a partir de uma leitura exploratória da pesquisa. De acordo com (GIL, 2010), esse método de leitura é um critério inicial para avaliar se a obra atende ou não aos interesses da pesquisa. Ela serve como uma primeira triagem para conduzir para a segunda etapa: a leitura seletiva, cujo critério de avaliação se estende de forma mais profunda para identificar quais os elementos que correspondem aos objetivos e objeto de pesquisa e, ainda passando por um processo de seleção.

Dos artigos selecionados, estes foram subdivididos por 6 temas: “Barrier Construction”, “Supply Chain”, “Enviroment”, “Social”, “Software BIM, Framework” e “LCA”. Para o mapeamento das principais barreiras, foram obtidos 54 artigos. Por fim, foi realizada uma leitura analítica de cada artigo, a fim de ordenar as informações escolhidas, para subsidiar o referencial teórico e fundamentar a escolha das principais barreiras e das práticas sustentáveis em projetos de CC.

Figura 2 Fluxograma Estudo Bibliográfico



Fonte: elaborado pelo autor

A partir de uma das ferramentas disponibilizadas pelo software dos artigos selecionados no programa StArt, foi possível gerar um relatório que apresenta, de forma sintetizada, os artigos selecionados, as principais palavras-chaves identificadas e dentre outras informações.

O conjunto de resultados obtidos foram exportados no formato CSV para o programa VOSWIER, permitindo realizar outras análises dos artigos selecionados.

A bibliometria está intimamente relacionada ao termo mais amplo “infometria” (EGGHE; ROUSSEAU, 1990) e o termo mais restrito “cienciometria” (BAR-ILAN, 2008). Os estudos bibliométricos permitem prever tendências de pesquisa e pesquisadores, por meio de uma coleta de informações e interpretações, de forma qualitativa, em um determinado período (JENSEN; ROUQUIER; CROISSANT, 2009). Desta forma, são importantes, pois fazem parte da metodologia de avaliação de uma pesquisa, especialmente dentro dos campos científicos e aplicados. A partir de diversos estudos realizados, concluídos e disponíveis na literatura, foi possível analisar o método bibliométrico usando metodologias próprias, utilizando ferramentas

estatísticas propriamente desenvolvidas para realizar este tipo de análises (ELLEGAARD; WALLIN, 2015).

Os dados coletados permitiram analisar a evolução das publicações nos últimos 4 anos, investigar as áreas e temas de pesquisa mais frequentes, as palavras-chave, artigos, autores, países e instituições, além de contribuir para a construção do embasamento teórico da literatura desta pesquisa e investigar suas principais tendências.

A partir desse estudo, foi possível realizar o mapeamento das principais barreiras identificadas na literatura, dando origem a matriz apresentada no Apêndice B. Nesta matriz, a coluna de autores foi correlacionada com a linha dos indicadores barreiras (G, C, KI, CM, WF) e das práticas sustentáveis mais citados na literatura (SC). As principais práticas que caracterizem projetos sustentáveis identificada foram segmentadas pelos três pilares do TBL: Ambiental (ENV), Social (SOC) e Econômico (ECO).

Esta análise permitiu estruturar os indicadores que formariam as variáveis: “Custo”, “Conhecimento e Informação”, “Governo”, “Cliente e Mercado”, “Força de Trabalho”, “Ambiental”, “Social” e “Econômico” que iriam compor o modelo estatístico de Equações Estruturais.

3.4. Técnica de análise de dados, modelo conceitual e hipóteses

As primeiras técnicas de análise multivariada de dados, como a regressão múltipla, regressão logística e análise de variância, pertencem a um conjunto de métodos criados para testar empiricamente as relações hipotéticas entre as variáveis de interesse. Porém, essas técnicas possuem limitações, exigindo a adoção de um modelo simplificado, que todas as variáveis sejam observáveis e supondo que não possuem erros (HAENLEIN; KAPLAN, 2004). Portanto, adotando os métodos de regressão múltipla, por exemplo, é permitido apenas uma análise individual dos eventos causais, não sendo possível realizar em simultâneo um conjunto de redes com diversas variáveis e relações.

De modo a sobrepor as limitações apresentadas anteriormente, os pesquisadores aderiram novas técnicas ditas de segunda geração, surgindo os métodos chamados de Modelagem de Equações Estruturais (SEM). Esse novo modelo permite que os pesquisadores estimem simultaneamente as relações existentes entre múltiplas variáveis dependentes e independentes. Os conceitos podem ser não observáveis ou observáveis e medidos de forma indireta por vários indicadores. Além disso, considera os erros das variáveis observadas,

obtendo um resultado mais preciso para mensurar o conceito teórico em questão (COLE; PREACHER, 2014).

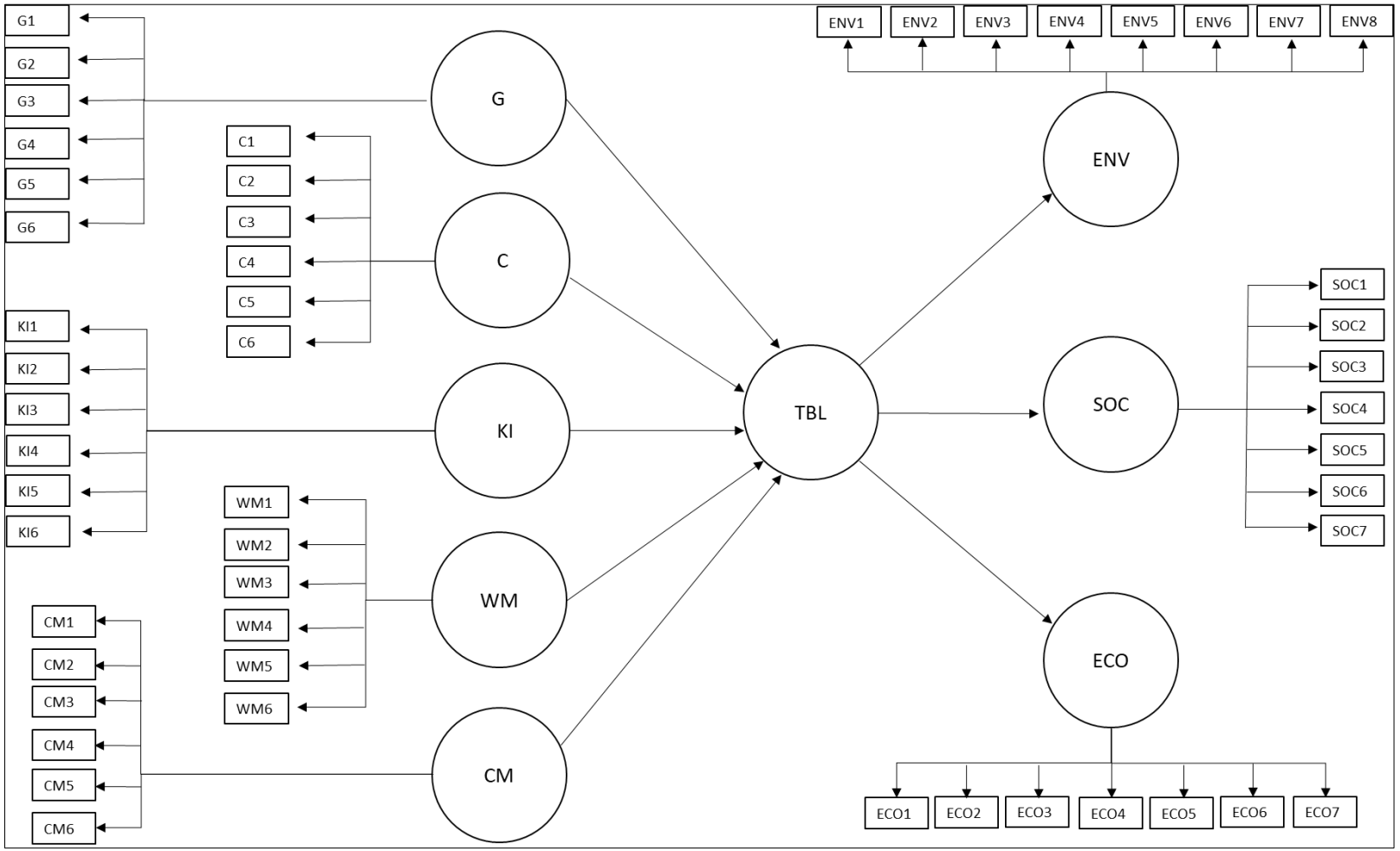
Dos métodos desta nova geração podemos citar dois que se tornaram mais usuais na prática entre pesquisadores. O SEM baseado em covariância (CB-SEM) e o SEM de mínimos quadrados parciais (PLS-SEM). O CB-SEM é usado para confirmar ou rejeitar hipóteses de uma teoria e modelo já bem consolidado e estruturado. Em contra partida, o PLS foi introduzido como um método preditivo de causalidade que objetiva explicar a variância das variáveis dependentes do modelo, ou seja, o quanto elas se divergem de um suposto valor esperado (HAIR et al., 2021).

Para a pesquisa, foi utilizado o modelo de Equações Estruturais de Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) muito popularizado por diversos pesquisadores, por permitir, em modelos muito complexos com vários constructos e variáveis indicadoras, a validação de hipóteses, além de ser mais flexível "soft modeling" para a utilização dos dados e de fácil acesso aos programas (softwares) estatísticos. A técnica estima os parâmetros de um conjunto de equações, em um modelo de equação estrutural, combinados por uma análise de caminho através de regressão (SARSTEDT; RINGLE; HAIR, 2020).

Para a utilização do modelo são criados diagramas para exibir visualmente as hipóteses e as relações entre as variáveis que serão examinas no SEM. Na pesquisa, utilizamos o modelo de caminho conforme apresentado na Figura 4.

Os constructos, ou seja, as variáveis que não são diretamente mensuráveis, também chamadas de variáveis latentes, são representadas em modelos de caminho, por um círculo, como identificado: WM, G, C, KI, CM, TBL, SOC, ECO, ENV. Os indicadores, também chamados de itens ou variáveis, são medidas diretas, representadas por um retângulo, como por exemplo: WM1, WM2, C1, C2, etc. As relações entre os constructos e entre constructos com indicadores são representadas por setas. As setas simples são consideradas relações preditivas, embasadas teoricamente, representando relações causais. No caso do modelo apresentado, elas interligam cada constructo das barreiras, divididos pelos setores: "Custo", "Conhecimento e Informação", "Governo", "Cliente e Mercado" e "Força de Trabalho" ao constructo "TBL". Além disso, ela interliga com demais constructos que representam as práticas sustentáveis dos projetos de CC, subdivididos pelo TBL: "Econômico", "Social" e "Ambiental". Desta forma, representam uma relação de causa e efeito para mensurar o grau de influência que uma determinada barreira infere sobre a implantação de uma determinada prática sustentável na CC e quais as que possuem maior representatividade.

Figura 4 Modelo Estrutural Estatístico PLS-SEM



Fonte: do Autor

A teoria que rege sobre como medir as variáveis latentes está embasada em dois tipos de diferentes: a reflexiva e a formativa. A medição reflexiva relaciona diretamente com os indicadores, podendo estar propenso a erros e precisando ter um mínimo grau de correlação entre si (BOLLEN, 1989). Esta relação pode ser descrita como uma equação em que X é a variável indicadora observada e Y é a variável latente, acompanhada por um coeficiente de regressão que mensura a força de uma variável em relação a outra. A medição formativa, se trata de uma combinação linear de um conjunto de indicadores que formam um constructo (HOOD, 2013). Desta forma, a variação dos indicadores precede a das variáveis latentes, não sendo necessário correlacionar fortemente entre si.

No modelo de PSL-SEM os indicadores de medição formativas são tratados como compostos, logo não apresentam em sua equação o termo de erro. Outro ponto sobre esse modelo é, quando a covariância dos indicadores definirem a natureza dos dados, ocorre uma tendencia em desviar dos valores pre-especificados. Uma forma de reduzir essa diferença é aumentando a amostra ou o número de indicadores do constructo. Por fim, o modelo apresenta um conjunto de valores de pesos únicos que são utilizados em uma série de regressões de mínimos quadrados comuns, estimando e maximizando a variância explicada dos construtos endógenos. (HAIR et al., 2021).

Os constructos exógenos, também chamado de independente, geram mudanças em outras variáveis do modelo (endógenas) e são definidas por fatores externos como: sexo, idade etc. Já os constructos endógenos, dependem dos exógenos. Desta forma, podemos dizer que os exógenos não possuem setas apontando para elas em relações causais, diferentemente dos endógenos que possuem setas entrantes. Os resultados obtidos do instrumento de pesquisa são definidos como variáveis exógenas, pois não são explicados pelo modelo.

O modelo de variáveis latentes é denominado completo quando contempla dois tipos de modelo: o de medida e o estrutural. O de medida interliga as variáveis latentes e as medidas observadas, o estrutural representa as ligações entre as variáveis latentes.

Na pesquisa, o modelo conceitual apresentado, é composto pelo modelo de medida, que liga as barreiras relacionadas a implantação de práticas sustentáveis em projetos de CC, denominadas por variáveis exógenas ou por resultados e indicadores observáveis, em constructos formativos, e as variáveis, também ditas observadas, que apresentam indicadores das práticas sustentáveis para projetos de CC, formando os constructos formativos endógeno.

De forma sucinta, o modelo estrutural, apresenta os constructos exógenos, ou seja, as barreiras sustentáveis divididas em segmentos, relacionadas com o endógeno, o TBL,

segmentado por cada eixo da sustentabilidade (Ambiental, Social e Econômico) formado por constructos exógenos com variáveis mensuráveis, as práticas sustentáveis de CC. Os indicadores exógenos e observáveis que compõe os constructos estão referenciados teoricamente pelos elementos identificados na literatura do Capítulo 2 e, conforme apresentado na matriz do Apêndice B deste trabalho.

Podemos representar abaixo, a lista das variáveis que compõe o modelo conceitual vide Tabela 11.

Tabela 11 Variáveis do Modelo Conceitual

Constructos	**Indicadores**	**Descrição**
Governo	G1	Falta de promoção do uso de práticas sustentáveis por parte do governo
	G2	Ausência de códigos e regulamentos relacionados a práticas sustentáveis
	G3	Incentivos governamentais para o uso de práticas sustentáveis
	G4	Falta de fiscalização sobre o uso de práticas sustentáveis
	G5	Falta de uma sistemas de ranqueamento e classificação de práticas sustentáveis por parte do governo
	G6	Burocracia excessiva em aspectos relacionados à sustentabilidade
Custos	C1	Elevados custos das opções relacionadas ao uso de práticas sustentáveis
	C2	Maior período de payback relacionado ao uso de práticas sustentáveis
	C3	Priorização das necessidades econômicas em relação às ambientais
	C4	Falta de incentivos financeiros para a adoção de práticas sustentáveis
	C5	Elevados riscos e incertezas associados à adoção de práticas sustentáveis
	C6	Falta de financiamento (como empréstimos bancários) para a adoção de práticas sustentáveis

(continuação)

Conhecimento e informação	KI1	Falta de conhecimento dos stakeholders sobre práticas sustentáveis
	KI2	Os stakeholders possuíam uma compreensão limitada sobre o uso de práticas sustentáveis
	KI3	Conhecimento limitado dos stakeholders sobre os benefícios trazidos pelo uso de práticas sustentáveis
	KI4	Pouca informação sobre fornecedores sustentáveis (ou "verdes")
	KI5	Falta de projetos anteriores que demonstrassem o uso de práticas sustentáveis em projetos
Força de trabalho	WM1	Falta de treinamento/educação sobre práticas sustentáveis nos profissionais do projeto
	WM2	Falta de expertise em sustentabilidade nos profissionais que trabalharam no projeto
	WM3	Falta de projetistas e outros profissionais com competências em práticas sustentáveis
	WM4	Pouca importância da alta gestão da empresa para o uso de práticas sustentáveis no projeto
	WM5	Falta de coordenação entre as partes interessadas no projeto
	WM6	Pouca familiaridade dos profissionais da construção com as práticas sustentáveis
Cliente e mercado	CM1	Sustentabilidade não é um critério considerado pelos clientes durante à avaliação para compra
	CM2	Falta de interesse nas práticas sustentáveis do projeto por parte dos clientes
	CM3	Maior resistência do mercado em mudar suas práticas tradicionais
	CM4	O mercado não dá importância para as questões ambientais

	CM5	Os benefícios do uso de práticas sustentáveis em projetos de construção são limitados por parte do mercado
	CM6	Elevado grau de desconfiança no mercado sobre o uso de práticas sustentáveis
Ambiental	ENV1	Foco em problemas ambientais
	ENV2	Utilização eficiente dos recursos
	ENV3	Monitoramento constante dos aspectos ambientais
	ENV4	Priorização da reciclagem, o reuso e a redução de desperdícios dos resíduos gerados
	ENV5	Utilização eficiente da energia elétrica
	ENV6	O projeto teve foco em energia renovável
	ENV7	Substituição de materiais e produtos químicos tóxicos por outros menos tóxicos
	ENV8	Utilização de agências reguladoras para descartar resíduos
Social	SOC1	Consideração das necessidades atuais da sociedade
	SOC2	Consideração sobre o bem estar da comunidade próxima
	SOC3	Cumprimento de todos os direitos trabalhistas dos seus funcionários
	SOC4	Consideração da igualdade de gênero
	SOC5	Promoção da equidade e segurança para a comunidade próxima
	SOC6	Contribuição para a educação dos trabalhadores participantes
Econômico	ECO1	Ênfase na eficiência e produtividade
	ECO2	Nível esperado de retorno sobre o investimento realizado
	ECO3	Foco no sucesso de longo prazo
	ECO4	Contribuição para melhorar o desempenho financeiro da empresa do projeto
	ECO5	Contribuição para a competitividade da empresa do projeto no longo prazo
	ECO6	Pagamento de salários justos para seus trabalhadores
	ECO7	Contribuição para o resultado econômico final da empresa

Fonte: do autor

As variáveis observáveis, representadas pelas barreiras, formam os constructos de primeira ordem, estimados por um instrumento de coleta de dados, apresentado no questionário do Apêndice C, utilizando a escala “Likert” de sete pontos.

Conforme dito anteriormente, o modelo SEM-PLS é composto por diagramas, exibindo visualmente as hipóteses, representadas na Figura 5, e os relacionamentos entre as variáveis (PAGE; BRUNSVELD; JR, 2019). Para o modelo proposto, existem várias hipóteses, dentre elas, a principal a ser testada:

- *H1: “As barreiras possuem impacto negativo sobre os pilares do TBL”;*

Com base na H1 e na atuação sinérgica das barreiras sobre cada um dos pilares do TBL, originam-se três hipóteses, a saber:

- *H1a: O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Ambiental no TBL.*

- *H1b: O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Social no TBL.*

- *H1c: O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Econômico no TBL.*

Além disso, estão apresentadas as hipóteses que representam a influência de cada barreira sobre a sustentabilidade do projeto, o TBL, a saber:

- *H2: As barreiras que compõe o constructo Governo, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL;*

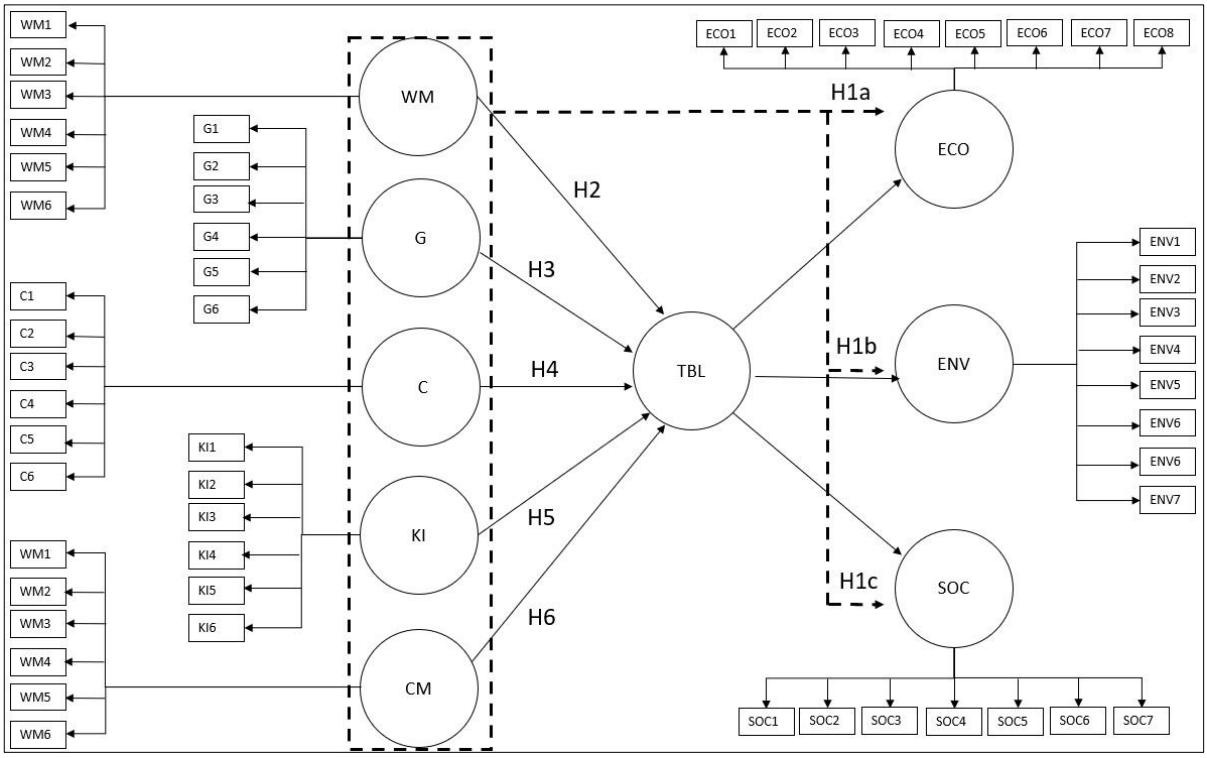
- *H3: As barreiras que compõe o constructo Custos, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL;*

- *H4: As barreiras que compõe o constructo Conhecimento e Informação, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL;*

- *H5: As barreiras que compõe o constructo Força de Trabalho, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL;*

- *H6: As barreiras que compõe o constructo Cliente e Mercado, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL;*

Figura 5 Modelo de Hipótese direto TBL



Fonte: do autor

Portanto, sob análise de um constructo de segunda ordem, o constructo “TBL”, as hipóteses: H1a, H1b e H1c, objetivam mensurar a influência que as barreiras atuando em conjunto, exercem sobre cada pilar do TBL: econômico, social e ambiental.

Para as demais hipóteses: H2, H3, H4, H5 e H6, buscam verificar, quais das barreiras, representadas por constructos de primeira ordem, compostos por variáveis diretas, são mais

representativas para impedir o desenvolvimento de práticas sustentáveis em projetos de CC no Brasil, ou seja, impactam de forma significativa ao “TBL”.

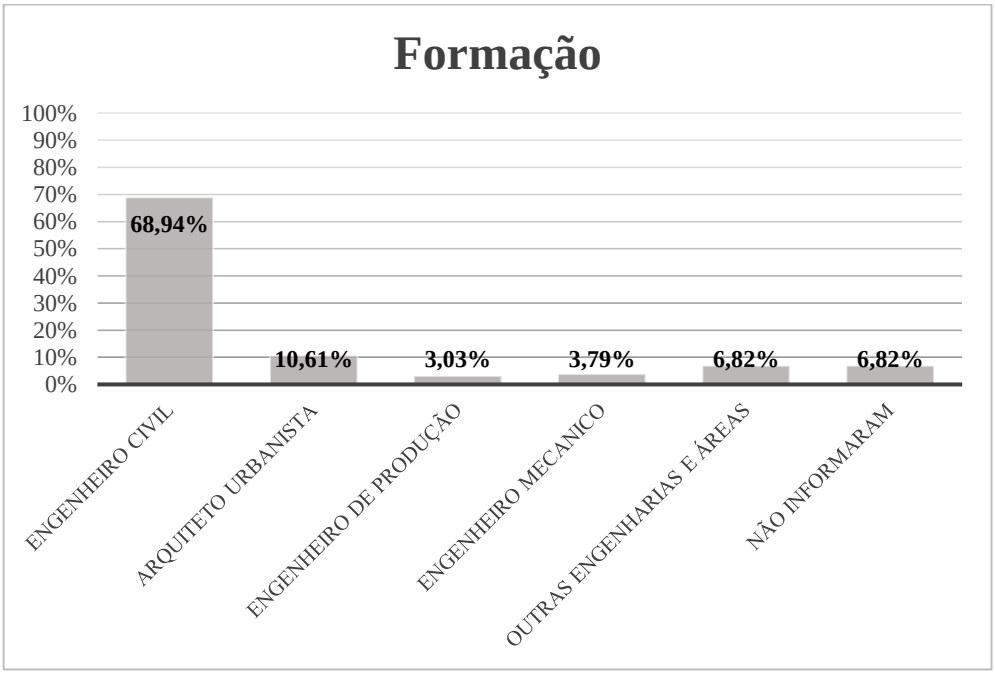
4. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Para envio do questionário foram selecionados profissionais, com experiência prática e profissional, na área de gestão de projetos de engenharia. Com o objetivo de descrever as características da amostra, foram realizadas perguntas para análise do perfil profissional e o tipo de projeto que estava sendo utilizado como referência. Foi obtida uma amostra de 132 respondentes,.

O primeiro aspecto a ser observado foi a formação e o tempo, dado em anos, de experiência na área de projetos de CC, conforme apresentado no Gráfico 1 e

Gráfico 2, respectivamente

Gráfico 1 - Formação Profissional

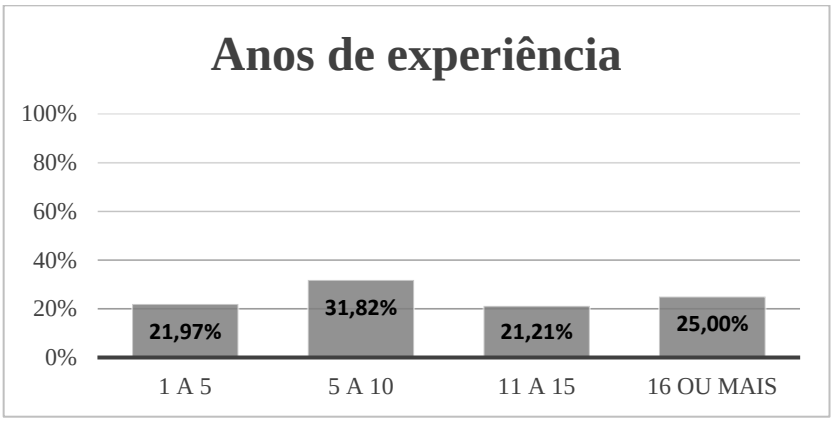


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Pode-se observar no critério de formação, que a amostra teve como predominância profissionais engenheiros civis com 69% e, em segundo, arquitetos e urbanistas, com 10%. Em terceiro e quarto, a amostra, com 7%, foi composta por outras áreas e engenharias e respondentes que não informaram. Por fim, responderam engenheiros mecânicos e de produção com, respectivamente, 3% e 4%. Se tratando de uma pesquisa, cujo tema aborda diretamente

os projetos direcionados a área de CC, o objetivo era obter respondentes com estes perfis profissionais.

Gráfico 2 - Anos de Experiência

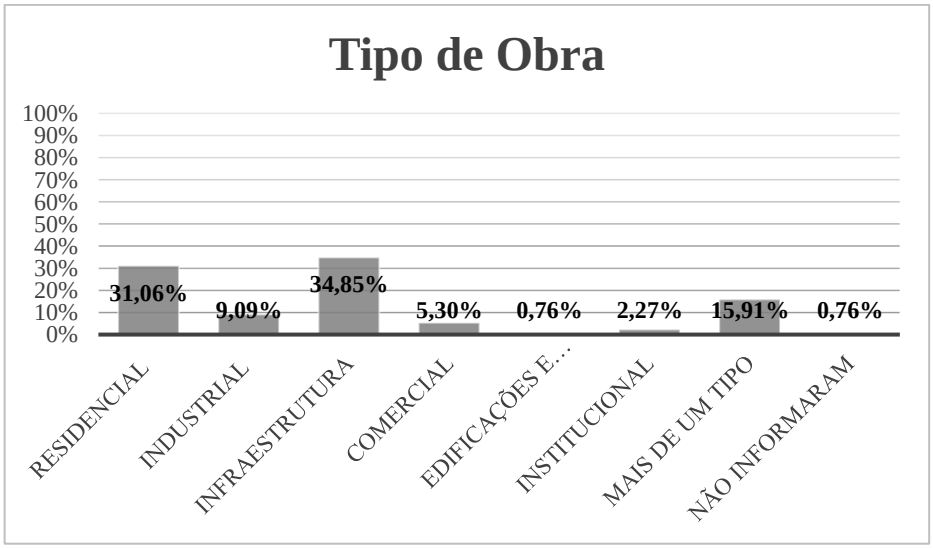


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Além disso, conforme apresentado acima, em relação aos anos de experiência, a amostra se apresentou heterogênea, com predominância de “5 a 10 anos”, com 32%, “16 ou mais anos”, com 25%, “1 a 5” anos com 22% e “11 a 15” com 21% de experiência na área de gestão de projetos.

Outro aspecto importante, foi a análise geral do projeto, sendo solicitado ao respondente que escrevesse o tipo de obra executada (Residencial, Comercial, Infraestrutura e etc) e o tamanho do projeto, dado em milhões, conforme apresentado no Gráfico 3 e Gráfico 4.

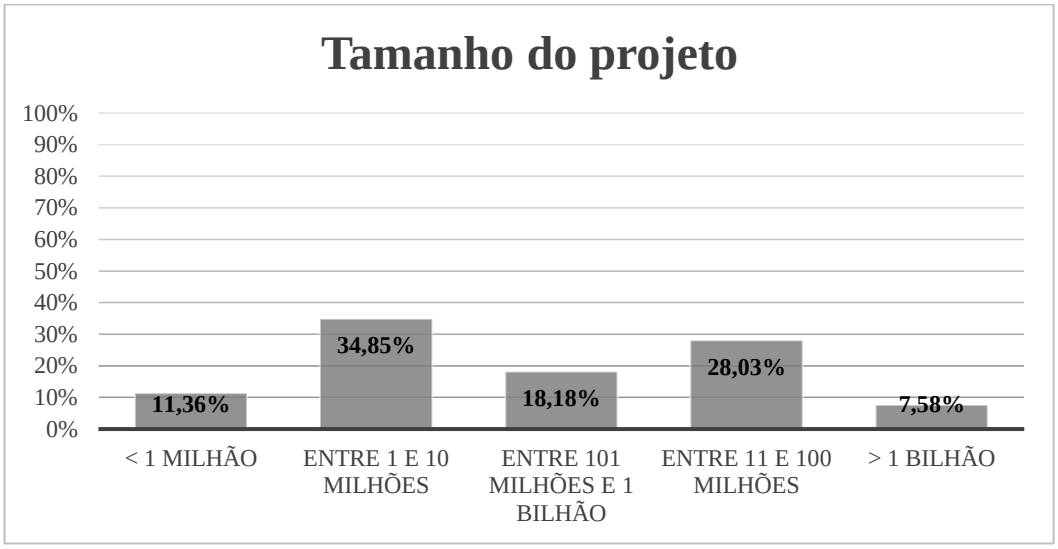
Gráfico 3 - Tipo de Obra



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

No tipo de amostra, observou-se que a maioria dos projetos referenciados foram de Infraestrutura, com 35% e de Infraestrutura e Edificação, com 31%. Em terceiro, com 16%, o projeto foi definido como “mais de um tipo”, seguido com 9%, como Industrial e, 5%, como Comercial. Por fim, 2% foram classificados como residencial e 1% não foram informados.

Gráfico 4 - Tamanho do Projeto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

No tamanho da amostra, observou-se que a maior parte dos projetos balizados, foram classificados com valores entre 1 e 10 milhões, com 35%. Em segundo, foram definidos entre 11 e 100 milhões, terceiro entre 101 milhões e 1 bilhão, quarto menores que 1 milhão e, por fim, em quinto os maiores que 1 bilhão. Desta forma, através desta análise pode-se observar que a maioria dos projetos escolhidos foram de alta magnitude, ou seja, grandes valores de investimento.

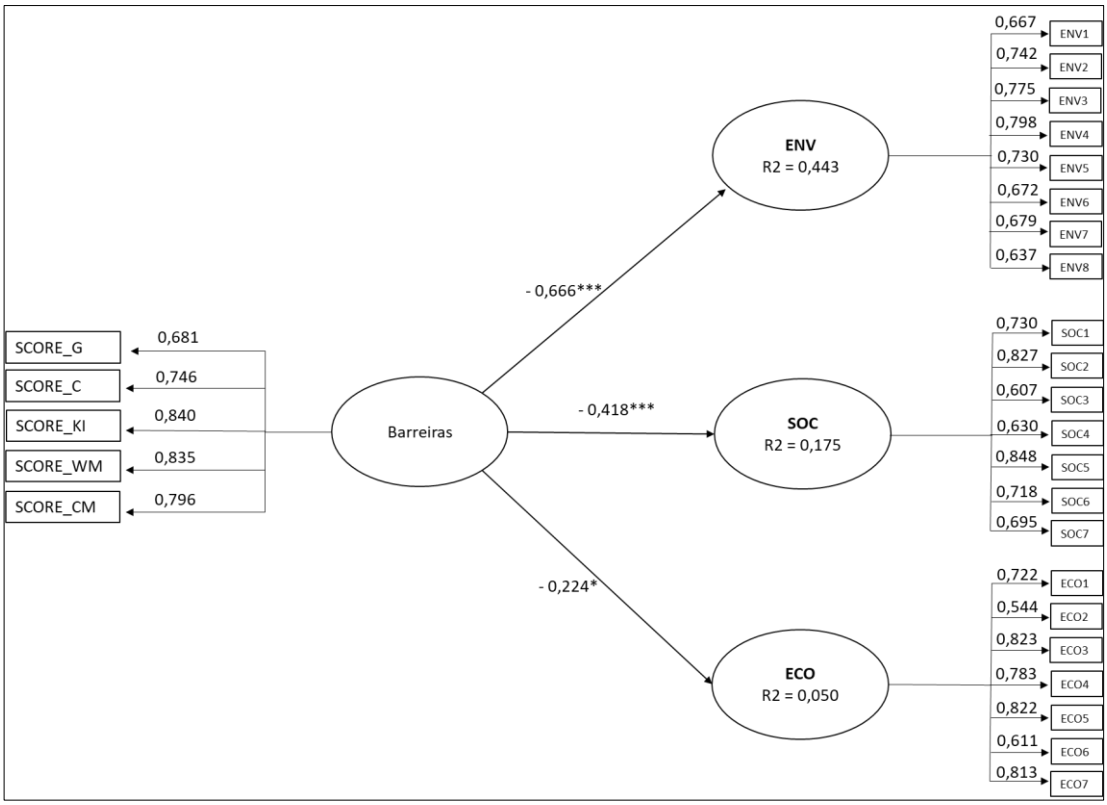
Desta forma, a identificação do tipo de respondentes e do projeto escolhido foram fundamentais para triar o nível profissional, tipologia e dimensão do projeto, a fim de compreender o universo dos gestores de projetos que está sendo contemplado na pesquisa. Além disso, a maioria dos respondentes gestores de projetos que atuam no mercado brasileiro em multinacionais, empresas nacionais e autônomos. Desta forma, pode-se afirmar que os resultados apresentados espelham, em sua maioria, o contexto Brasil na análise das barreiras para práticas sustentáveis em Projetos de CC.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. Validade e Confiabilidade do modelo

Para análise dos resultados e validação das hipóteses apresentadas, com uso do software (ADANCO), foi necessário dividir o modelo estrutural apresentado na Figura 4 em duas análises: a primeira com o constructo de segunda ordem o "TBL" e os constructos de primeira ordem, representados pelos pilares da sustentabilidade, conforme Figura 6, e a segunda, com os constructos de primeira ordem, identificados pelas barreiras que impedem as práticas sustentáveis e o constructo de segunda ordem o "TBL", conforme Figura 7 (HENSELER; RINGLE; SARSTEDT, 2015).

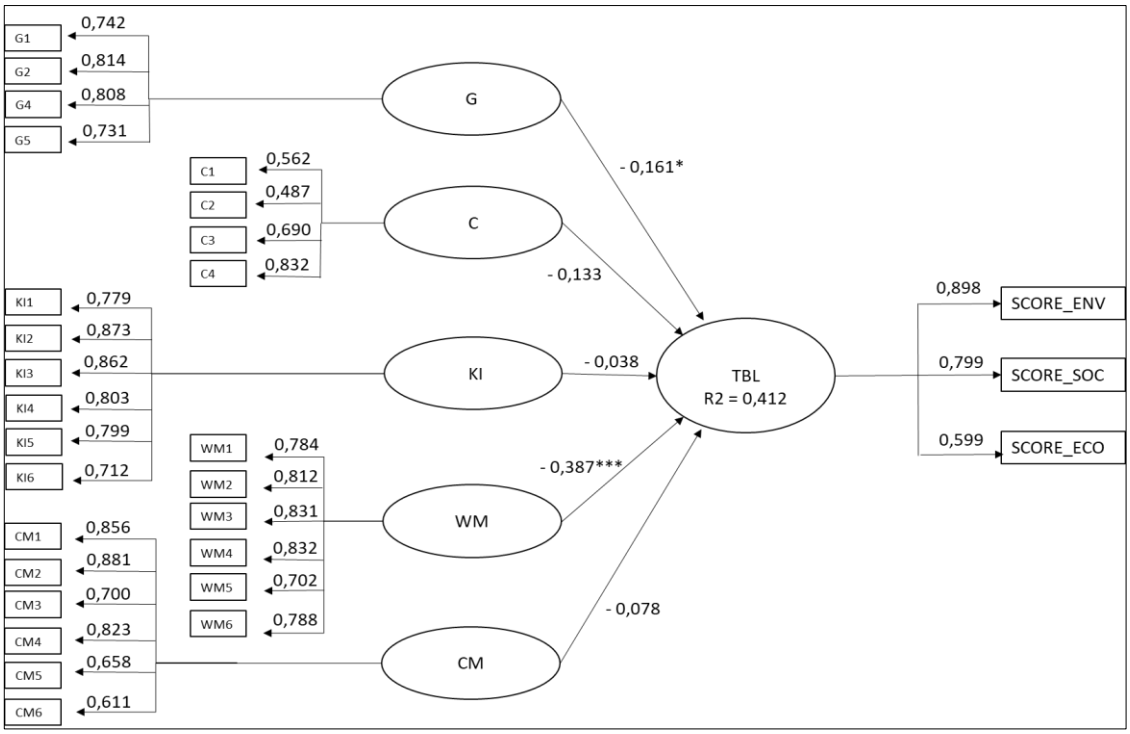
Figura 6 Modelo Estrutural da Primeira Parte



Fonte: ADANCO, 2023

Na primeira parte do modelo, pode-se observar que, o efeito e a causa, estão definidos por setas direcionadas, indicando um modelo reflexivo (setas saindo dos constructos). Além disso, estão apresentadas as variáveis independentes (indicadores de cada pilar da sustentabilidade e o score total de cada barreira) e suas cargas fatoriais, assim como a relação entre as variáveis independentes e dependentes, as barreiras, e os pilares que compõe o TBL.

Figura 7 Modelo Estrutural da Segunda Parte



Fonte: ADANCO, 2023

Na segunda parte do modelo, o posicionamento e a direção das setas, também indicam um modelo reflexivo, pois elas saem dos constructos. Da mesma forma, estão apresentadas as variáveis independentes (indicadores de cada barreira e o score de cada eixo da sustentabilidade) e suas cargas fatoriais, assim como a relação entre as variáveis independentes e dependentes, as barreiras e o TBL.

5.1.1. Análise da primeira parte do modelo

Na primeira parte do modelo, estão discriminados os constructos da sustentabilidade e as variáveis independentes que o compõe, sob a causa e efeito ao constructo de segunda ordem “TBL”, composto pelo conjunto dos indicadores das barreiras, apresentadas na segunda parte do modelo.

Como condicionante para dar sequência a análise dos resultados apresentados no relatório, foi necessário realizar o ajuste e a validação do modelo. Neste sentido foram avaliados os modelos de mensuração e, após os ajustes destes, o modelo de caminhos (HENSELER; RINGLE; SARSTEDT, 2015).

Como primeira análise foram realizadas as validades das cargas fatoriais dos indicadores (variáveis independentes), a validade convergente obtidas pelas observações das Variâncias Médias Extraídas (AVEs) e a Validade Discriminante (HTMT).

Conforme recomendado por (HAIR et al., 2021), estas cargas envolvem a variância compartilhada entre os indicadores e constructos, indicando que, quanto maior a carga, mais forte é a relação entre os construtos e indicadores. O valor desejável, segundo (TRUONG; MCCOLL, 2011), é que sejam superiores a 0,7, porém é aceitável valores acima de 0,5, caso contrário devem ser excluídos. No modelo apresentado, as cargas fatores não apresentaram valores inferiores a 0,5, não sendo necessário excluir nenhum indicador.

Para a análise dos valores de AVE usa-se o critério de Fornell e Larcker, isto é, valores maiores que 0,50 (FORNELL; LARCKER, 1981). Ela representa o quanto as variáveis se correlacionam com seus respectivos constructos, ou variáveis latentes.

Tabela 12 Análise de Validade Convergente da Primeira Parte

Constructo	AVE
Barreiras	0,6116
ENV	0,5103
SOC	0,5286
ECO	0,5453

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Desta forma, conforme apresentado na Tabela 12, nas análises da primeira parte do modelo, observou-se que foram obtidos AVE > 0,50, admitindo converge para um lado satisfatório.

A Validade Discriminante, representada pelo Heterotrait-Monotrait Ratio of Correlations (HTMT), avalia a similaridade entre variáveis latentes e possui como valor desejável ser abaixo de 0,95, porém aceitável ser abaixo de 0,90 (HENSELER; RINGLE; SARSTEDT, 2015).

Tabela 13 Análise Discriminante HTMT da Primeira Parte

Validade Discriminante (HTMT)				
Constructos	**Barreiras**	**ENV**	**SOC**	**ECO**
Barreiras				
ENV	0,7723			
SOC	0,4594	0,5586		
ECO	0,1941	0,3673	0,5183	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Conforme apresentado na Tabela 13, os valores apresentados atenderam aos parâmetros exigidos.

Após a fase de validação do modelo, foi avaliada a validade convergente, a partir da Alfa de Cronbach (AC) e Confiabilidade Composta (CC) (ρ-rho de Dillon Goldstein). O AC avalia as intercorrelações das variáveis. Tanto o AC como CC, são usados para se avaliar se a amostra está livre de vieses, ou se o conjunto das respostas são confiáveis (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014), além disso possuem como valores desejáveis serem maiores que 0,7 e aceitável serem maiores que 0,6 (HAIR et al., 2021)(HENSELER; RINGLE; SARSTEDT, 2015).

Tabela 14 Análise Confiabilidade da Primeira Parte

Constructo	**Dijkstra-Henseler's rho (ρ_A)**	**Jöreskog's rho (ρ_c)**	**Cronbach's alpha(α)**
Barreiras	0,8517	0,8867	0,8398
ENV	0,8693	0,8924	0,8620
SOC	0,8795	0,8856	0,8536
ECO	0,9334	0,8917	0,8683

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Conforme apresentado na Tabela 14, os valores se apresentaram de forma adequada.

Como última análise para validar o modelo, deve ser avaliado o Variance Inflation Factor (VIF) que indica a presença ou não de multicolinearidade no modelo. A multicolinearidade indica o grau de correlação entre duas ou mais variáveis independentes. Para isso, é desejável que os valores estejam abaixo 4,0 e aceitável abaixo de 5,0 (SUN; JI; YE, 2018), pois o elevado grau de correlação entre as variáveis pode atrapalhar os resultados do modelo (HAIR et al., 2021).

Tabela 15 Análise Multicolinearidade (VIF) da Primeira Parte

Multicolinearidade VIF				
Indicator	**Barreiras**	**ENV**	**SOC**	**ECO**
ENV1		1,6122		
ENV2		1,8853		
ENV3		1,9767		
ENV4		2,0317		
ENV5		2,1339		
ENV6		2,0188		
ENV7		1,5964		
ENV8		1,5642		
SOC1			2,9003	
SOC2			3,3919	
SOC3			1,4366	
SOC4			2,1854	
SOC5			2,9098	
SOC6			2,2872	
SOC7			2,2033	
ECO1				2,0012
ECO2				1,7936
ECO3				1,8710
ECO4				3,7285
ECO5				2,8826
ECO6				1,4103
ECO7				2,9093
Score_G	1,4521			
Score_C	1,6135			
Score_KI	2,2283			
Score_WM	2,1108			
Score_CM	1,8442			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

No caso observado da Tabela 15, os valores obtidos foram bem inferiores os limites estabelecidos.

Desta forma, após a análise destes indicadores, o modelo estrutural da primeira parte foi validado.

5.1.2. Análise da segunda parte do modelo

Na segunda parte do modelo, estão discriminadas as variáveis independentes que representam as barreiras, juntamente com seus respectivos constructos. Eles estão relacionados por causa e efeito ao constructo de segunda ordem o "TBL", que é composto por três indicadores que representam o conjunto das práticas sustentáveis de cada pilar da sustentabilidade: social, ambiental e econômico, apresentado na primeira parte do modelo.

Em sequência, também foi necessário realizar o ajuste e validação do modelo, seguindo os mesmos critérios adotados para a primeira parte do modelo.

Primeiramente, também foram analisadas as validades das cargas fatoriais dos indicadores (variáveis independentes), a validade convergente obtidas pelas observações das Variâncias Médias Extraídas (AVEs), na Tabela 16 e a Validade Discriminante (HTMT), na na Tabela 17, apresentadas a seguir:

Tabela 16 Análise de Validade Convergente da Segunda Parte

Constructo	AVE
G	0,6003
C	0,4309
KI	0,6503
WM	0,6286
CM	0,5802
TBL	0,6013

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Tabela 17 Análise Discriminante HTMT da Segunda Parte

Validade Discriminante (HTMT)						
Constructo	**G**	**C**	**KI**	**WM**	**CM**	**TBL**
G						
C	0,4593					
KI	0,5736	0,727				
WM	0,4479	0,6221	0,7494			
CM	0,5507	0,5866	0,5816	0,6564		
TBL	0,4874	0,5116	0,5313	0,683	0,4988	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Desta forma, observou-se que os valores estabelecidos para os indicadores de AVE > 0,50, quanto para HTMT < 0,90, foram atendidos, admitindo que a segunda parte do modelo converge para um lado satisfatório.

Seguindo o segundo critério de análise, foi avaliada a validade convergente, a partir da Alfa de Cronbach (AC) e Confiabilidade Composta (CC) (ρ-rho de Dillon Goldstein), de acordo com a Tabela 18.

Tabela 18 Análise Confiabilidade da Segunda Parte

Constructo	**Dijkstra-Henseler's rho (ρ_A)**	**Jöreskog's rho (ρ_c)**	**Cronbach's alpha(α)**
G	0,8028	0,857	0,7814
C	0,6802	0,7441	0,6018
KI	0,8986	0,9174	0,8915
WM	0,8926	0,9101	0,8816
CM	0,9003	0,8906	0,8589
TBL	0,849	0,8151	0,694

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Conforme observado, os valores de AC e CC apresentaram maiores que 0,6, atendendo os parâmetros necessários.

Por fim, foi avaliada a multicolinearidade no modelo, na Tabela 19, o Variance Injlation Factor (VIF).

Tabela 19 - Análise Multicolinearidade (VIF) da Segunda Parte

Multicolinearidade VIF						
Indicator	**G**	**C**	**KI**	**WM**	**CM**	**TBL**
G1	1,6042					
G2	1,6075					
G4	1,6693					
G5	1,5990					
C1		1,4330				
C2		1,3822				
C3		1,1885				
KI1			2,2749			
KI2			4,2156			
KI3			3,8243			
KI4			2,2666			
KI5			1,9818			
KI6			1,7692			
WM1				2,4628		
WM2				2,7629		
WM3				2,3951		
WM4				2,1768		
WM5				1,6734		
WM6				2,1695		
CM2					5,1887	
CM3					1,6484	
CM4					2,2124	
CM5					1,7392	
CM6					1,6119	
Score_ENV						1,3872
Score_SOC						1,4924
Score_ECO						1,2667

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Conforme apresentado na Tabela 19, os valores de VIF, tambem apresentaram menores que 5,0, apresentando baixo grau de correlação entre as variáveis.

Desta forma, foi possível também validar a segunda parte do modelo e dar sequência a análise das correlações entre os constructos, a fim de testar as hipóteses propostas nesta pesquisa.

5.2. Análise do modelo estrutural

Esta etapa de análise do modelo estrutural, consiste em analisar as relações entre os construtos (ou variáveis latentes). Desta forma, são analisados os valores obtidos para o coeficiente de determinação R2. Este indicador mede a variância total explicada pelos construtos endógenos em relação aos construtos exógenos, ou seja, é uma maneira de medir o seu poder explicativo.

5.2.1. Análise da primeira parte do modelo

Na primeira do modelo, conforme apresentado na Tabela 20 , foram obtidos três poderes explicativos para cada constructo endógeno que representa um pilar da sustentabilidade do TBL: o Ambiental (ENV) com R2 = 0,4433, o Social SOC) com R2 = 0,1749 com e o Econômico (ECO) com R2 = 0,0501. Esses constructos foram explicados pelo constructo exógeno “Barreiras”, que representa o conjunto das barreiras presentes na primeira parte do modelo, atuando de forma sinérgica.

Tabela 20 Poder Explicativo R2 da primeira parte do modelo

Constructo	**R2**
ENV	0,4433
SOC	0,1749
ECO	0,0501

Fonte: elaborado pelo autor

Desta forma, podemos afirmar que o modelo pode explicar 44,33% da variância das barreiras sobre as práticas sustentáveis ligadas aos aspectos ambientais, 17,49% para o social e 5,01% para o econômico. Tais valores são moderados para o eixo ambiental e fracos para os eixos social e econômico, porém, ao considerar que se trata de uma análise da primeira parte do modelo, com constructo de segunda ordem, há uma perda natural de informação dos indicadores que formam os constructos de primeira ordem, podendo considerar um valor satisfatório.

Assim, o pilar da sustentabilidade que sofreu maior influência sobre o efeito das barreiras foi o “Ambiental”, sendo quatro vezes maior que o social e oito vezes maior que o econômico.

Na segunda etapa da análise, foi feita a avaliação da significância das relações causais entre constructos e entre indicadores e os valores atribuídos aos coeficientes de caminho. Esses valores podem variar de -1 até 1, dos quais, quanto maior o valor, maior o efeito de um construto endógeno ou preditor sobre o construto exógeno. Eles são responsáveis por testar as hipóteses elaboradas, que correspondem ao objetivo principal deste estudo.

Neste sentido, conforme observado na Tabela 21, é possível avaliar a significância de cada constructo no modelo.

Na primeira parte do modelo, conforme apresentado na Tabela 21, foi possível observar que o eixo Ambiental (ENV) e o Social (SOC) são os que sofreram maior impacto sobre a atuação das barreiras que impedem as práticas sustentáveis, com 0% de significância. O Econômico (ECO), com 4,33% obteve a significância necessária, porém com o menor valor do modelo.

Tabela 21 Análise das Inferências dos Efeitos Diretos - P- Valor (P-Value) na primeira parte do modelo

Relação	Coeficiente	P-Value	Significância (%)
Barreiras -> ENV	-0,6658	0,0000	0
Barreiras-> SOC	-0,4182	0,0000	0
Barreiras -> ECO	-0,2237	0,0433	4,33

Fonte: elaborado pelo autor

Outro ponto observado é que todos os coeficientes apresentados possuem valores negativos. Desta forma, é possível validar a teoria de que as barreiras em conjunto impactam negativamente, a sustentabilidade do projeto sobre o eixo “Ambiental”, “Social” e “Econômico” do TBL: quanto mais negativo o valor do coeficiente, maior o efeito sobre os pilares da sustentabilidade.

Nesse sentido, o pilar “Ambiental” foi o mais afetado na atuação conjunta das barreiras para adoção de práticas sustentáveis, com o fator de -0,6658.

Por fim, na etapa de validação das hipóteses, foi possível verificar a hipótese principal:

- H1: *“As barreiras, atuando de forma conjunta, tem impacto negativo em todos os pilares do TBL”.*

Conforme mencionado anteriormente, os coeficientes estruturais de caminho que apresentam a relação entre s constructo endógeno “Barreiras” e os exógenos “Ambiental”, “Social” e “Econômico”, apresentaram valores negativos para todos os eixos do TBL.

Além disso, com base nessa hipótese, foi possível identificar e avaliar o impacto das barreiras atuando de forma sinérgica sob cada pilar do TBL, representadas pelas hipóteses H1a, H1b e H1c.

- H1a: *“O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Ambiental no TBL”*

A partir dos valores apresentados, a H1a obteve a significância necessária (P-Value = 0,00) ou seja (P Value < 0,05), sendo possível certificar que o constructo das barreiras, que compõe os indicadores de “Governo”, “Custo”, “Conhecimento e Informação”, “Força de Trabalho” e “Cliente e Mercado”, impactam de forma sinérgica e mais significativamente na adoção de práticas sustentáveis sobre o eixo Ambiental.

Desta forma, podemos comprovar que as barreiras atuam de forma sinérgica e exercem influência sobre o pilar “Ambiental”. Conforme mencionado pelos autores (TORGAUTOV et al., 2021) e (KABIRIFAR et al., 2020), analisando no contexto Brasil, na área de resíduos sólidos já existe uma política governamental de gestão trazida pela lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos. Neste sentido, abordando o assunto sob os aspectos do “Custo”, da “Força de Trabalho” e de “Informação e Conhecimento” do projeto, é possível perceber a influência que este indicador do “Governo”, exerce na tomada de decisão do gestor do projeto, sobre a necessidade de ter de incluir novos processos, equipamentos de coleta e destino, assim como contratar mão de obra ou serviços de terceiros especializado para este fim e para atender as exigências legais. Além disso, esta medida é responsável por impactar outras variáveis do projeto como: o tempo, a logística e no cronograma físico-financeiro. Sobre a análise do “Cliente e Mercado”, pode-se abordar a ótica do investidor, de não se sentir confortável em investir em um empreendimento que não esteja alinhado a uma política ambiental adequada.

Seguindo esta linha, a adoção de energias renováveis (SHI et al., 2013) também está diretamente ligada aos incentivos trazidos pelo governo para promover a sustentabilidade do projeto sobre o eixo ambiental. Com o marco legal do micro e minigeração de energia, por exemplo, ocorreu uma crescente demanda por parte das empresas em aderirem painéis solares e a investirem em outras fontes de energias renováveis como a eólica e a de biomassa em suas

estruturas e terrenos. Essa medida, impactou na análise de viabilidade econômica do projeto, pois remete a necessidade de aportar valores significativos de investimento, além de criar uma mudança de comportamento dos clientes e investidores em quererem se beneficiar dos ganhos trazidos pelo crédito de energia e o autoconsumo energético de sua operação.

Diversos incentivos no Brasil foram trazidos para comprovar a tentativa do governo em promover práticas sustentáveis nos projetos do setor público e privado. Porém, é importante destacar que, inicialmente, a maior parte dos incentivos ligados a área de sustentabilidade abordavam, principalmente, o eixo "Ambiental", ou seja, a mitigação dos impactos diretos que a indústria de CC trazia ao meio ambiente na sua cadeira produtiva: a emissão de poluentes na atmosfera, contaminação dos solos e águas, desmatamento e geração excessiva e destinação inadequada de resíduos. Em segundo ponto, o aspecto socioambiental também era visto com grande importância, uma vez que se pautava garantir a qualidade de vida da população, com o direito à moradia de famílias em habitações construídas em uma estrutura durável e adequada e com conforto térmico e acústico.

Por fim, o aspecto "Econômico" sempre esteve incorporado na ideologia do projeto, uma vez que, a continuidade do projeto está diretamente ligada à sua sustentabilidade financeira. O conceito do eixo Econômico no TBL, visa em garantir a viabilidade econômica com as novas incorporações trazidas pelos aspectos socioambientais, assim como obter maiores investimentos e retorno sobre a aplicação dessas novas práticas.

Desta forma, pode-se justificar a força do impacto das barreiras atribuído ao pilar "Ambiental" na pesquisa, uma vez que elas estão mais ligadas às pautas da sustentabilidade, contrariando, em parte, a afirmação trazida pelos autores (KASAI; JABBOUR, 2014), do qual afirmam que os assuntos ligados às mudanças que promovam benefícios ambientais são considerados menos importantes entre arquitetos, projetistas e engenheiros, do que quando comparados aos econômicos do projeto.

- H1b: *"O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Social no TBL"*

A partir dos valores apresentados, a H1b obteve a significância necessária (P-Value = 0,00) ou seja (P Value < 0,05), sendo possível certificar que o constructo das barreiras, que compõe os indicadores de "Governo", "Custo", "Conhecimento e Informação", "Força de Trabalho" e "Cliente e Mercado", impactam de forma sinérgica e mais significativamente na adoção de práticas sustentáveis sobre o eixo Social.

Nesta situação, foi o segundo pilar impactado pelas barreiras. Conforme mencionado anteriormente, tanto o pilar “Ambiental”, quanto o “Social”, foram pioneiros nas iniciativas governamentais para atribuir maior sustentabilidade aos projetos. Neste sentido, a importância de se estruturar projetos que proporcionem qualidade habitacional, infere no aumento da qualidade de vida dos cidadãos, conforme previsto nas premissas básicas do desenvolvimento sustentável. Desta forma, normativas e instrumentos de regulamentação, alguns de caráter obrigatório e outros de adesão voluntária, já estão sendo solicitados por parte do governo e demais órgãos para garantir os aspectos mínimos de qualidade e conforto do ambiente construído aos cidadãos, como o Programa Construção Sustentável da Caixa Econômica Federal.

Além disso, sobre a ótica de “Custo”, a adoção de um projeto que se adeque a essas premissas, geram possíveis impactos na tipologia construtiva, nos seus processos e nos materiais e equipamentos utilizados. Nas demais visões de “Conhecimento e Informação”, “Força de Trabalho” e “Cliente e Mercado”, com essa demanda, a alta gestão se sente pressionada para adquirir a qualificação de “Habitação Sustentável” de seus empreendimentos, a fim de obter dos investidores, o capital necessário para custear seus negócios. Além disso, é importante aos gestores terem conhecimento sobre essas normas e regulamentos e como aplicá-los, para repassar aos seus subordinados, através de treinamentos e capacitação. Por fim, é necessário que toda a cadeia de stakeholder esteja interligada para promover o sucesso da sustentabilidade do empreendimento e, neste sentido, grupos de autoria e fiscalização surgem com essa demanda, para inspecionar e chancelar, dentro dos parâmetros exigidos, a qualidade e o conforto do ambiente construído.

- H1c: *“O conjunto das barreiras impactam negativamente e sinérgica para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, sob o aspecto Econômico no TBL”*

A partir dos valores apresentados, a H1c obteve a significância necessária (P-Value = 0,0433) ou seja (P Value < 0,05), sendo possível certificar que o constructo das barreiras, que compõe os indicadores de “Governo”, “Custo”, “Conhecimento e Informação”, “Força de Trabalho” e “Cliente e Mercado”, impactam de forma sinérgica e mais significativamente na adoção de práticas sustentáveis sobre o eixo Econômico.

O fato de ser o pilar que menos foi impactado com a atuação das barreiras, pode ser justificado uma vez que, os elementos trazidos ao aspecto Econômico como: a otimização de processos e o estudo de viabilidade e análise do projeto, sempre estiveram na pauta da alta governança, independentemente das abordagens surgidas sobre as práticas sustentáveis, a fim de garantir a sobrevivência do projeto e o sucesso da empresa. Sobre essa ótica, é possível justificar a afirmação trazida pelos autores (KASAI; JABBOUR, 2014), que o aspecto econômico, é considerado mais importantes entre arquitetos, projetistas e engenheiros.

Outro ponto em destaque, é a convergência do resultado obtido com a ideia que associa a adoção de práticas sustentáveis com o aumento do custo do projeto (EL-SAYEGH et al., 2021). Visto que, como as barreiras não foram significativas sobre esse eixo, logo não estão diretamente relacionadas ao impacto financeiro do projeto.

Por fim, o fato de, a redução do custo energético e hídrico do projeto (ROBICHAUD; ANANTATMULA, 2011), ser realizada através de investimentos em práticas sustentáveis ambientais, serve como justificativa ao resultado obtido de o eixo Econômico sofrer menos impacto do que o Ambiental, uma vez que ele é impactado, em segundo plano, pelas barreiras que impedem a adoção de práticas sustentáveis.

5.2.2. Análise da segunda parte do modelo

Na segunda parte do modelo foi obtido um valor R2 = 0,412 para o constructo endógeno "TBL", de segunda ordem, explicado pelos constructos exógenos, as barreiras: "Governo", "Custo", "Conhecimento e Informação", "Força de Trabalho" e "Cliente e Mercado", que impedem a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC, conforme apresentado na Tabela 22 abaixo:

Tabela 22 - Poder Explicativo R2 da segunda parte do modelo

Constructo	**R2**
TBL	0,412

Fonte: elaborado pelo autor

Desta forma, podemos afirmar que o modelo pode explicar 41,2% da variância da influência das barreiras sobre o TBL.

Seguindo a segunda análise de avaliação da significância das relações causais entre constructos e entre indicadores e os valores atribuídos aos coeficientes de caminho, conforme apresentado na Tabela 23, pode-se observar que os constructos que obtiveram maior relevância

sobre o TBL, ou seja, as barreiras que mais impactaram diretamente, foram as categorias do Governo (G) com 0,05% e a Força de Trabalho (WM) com 4,6%. As demais barreiras de Custo (C), com 25,85%, Conhecimento e Informação (KI), com 76,48% e Cliente e Mercado (CM), com 30,78%, não obtiveram a significância necessária ao modelo.

Tabela 23 - Análise das Inferências dos Efeitos Diretos - P- Valor (P-Value) primeira na parte do modelo

Relação	Coeficiente	P-Value	Significância (%)
G -> TBL	-0,1606	0,046	4,6
C -> TBL	-0,1335	0,2585	25,85
KI -> TBL	-0,0384	0,7648	76,48
WM -> TBL	-0,3871	0,0005	0,05
CM -> TBL	-0,0776	0,3078	30,78

Fonte: elaborado pelo autor

Neste sentido, conforme apresentado nos resultados, a barreira "Força de Trabalho" foi a que mais influenciou a adoção das práticas sustentáveis nos projetos de CC com o fator de 0,3871.

Na etapa de validação das hipóteses, os valores de P-Value < 0,05, também foram avaliados. Neste sentido, ao analisar as H2, H3, H4, H5, H5, H6, verificou-se que a apenas a H2 e H5 foram validadas. A saber:

- H2: *"As barreiras que compõe o constructo Governo, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL";*

A partir dos valores apresentados, a H2 obteve a significância necessária (P-Value = 0,046) ou seja (P Value < 0,05), sendo possível certificar que as barreiras representadas pelo constructo "Governo" e mencionadas por (DURDYEV et al., 2018), (ZULU et al., 2022) e (SERPELL; KORT; VERA, 2013), contribuem negativamente para a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC. Conforme mencionado por (DURDYEV et al), tal valor pode ser justificado, pois a maioria das respostas obtidas no questionário refletem projetos de CC implantados no contexto Brasil, desta forma, é válida a ideia de que aos incentivos governamentais, programas à sustentabilidade, códigos e regulamentos à adoção de práticas sustentáveis ainda estão em fase de desenvolvimento e implantação e ainda não estão definidas

de forma assertiva e fiscalizatória para a maioria dos projetos. Além disso, conforme mencionado por (ZULU et al., 2022), na lei, não são especificados de forma clara os indicadores de mensuração das práticas sustentáveis nos projetos, o que dificulta a mensuração do grau de sustentabilidade do projeto, sendo limitada, principalmente, a adoção de medidas de eficiência energética e hídrica dos projetos. Por fim, sem esses parâmetros bem definidos, a maioria dos projetos se limitam a aderir apenas aos critérios legais ambientais, que exigem uma série de regulamentações, dos quais, em sua maioria, apenas os grandes projetos conseguem cumprir (SERPELL; KORT; VERA, 2013).

- H3: *"As barreiras que compõe o constructo Custos, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL";*

A partir dos valores apresentados, a H3 não obteve a significância necessária (P-Value = 0,2585) ou seja (P Value > 0,05), não sendo possível certificar que as barreiras apresentadas pelo constructo Custo e mencionadas por (DURDYEV et al., 2018) e (ZULU et al., 2022), contribuem negativamente para a adoção de práticas sustentáveis em "projetos de CC". Nesta análise, o aumento do custo gerado pela utilização de materiais sustentáveis ou outras tecnologias, assim como o aumento do risco do projeto, de modo a comprometer a sustentabilidade financeira, não foram vistos como significantes pelos gestores para aderir as práticas sustentáveis.

- H4: *"As barreiras que compõe o constructo Conhecimento e Informação, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL";*

A partir dos valores apresentados, a H4 não obteve a significância necessária (P-Value = 0,7648) ou seja (P Value > 0,05), não sendo possível certificar que as barreiras apresentadas pelo constructo Conhecimento e Informação, mencionadas por (DURDYEV et al., 2018) e (ZULU et al., 2022), contribuem negativamente para a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC. A resistência a mudança para a adoção de prática sustentáveis e a falta de conhecimento sobre os tipos de práticas e os benefícios trazidos, não foram observados com importância. O fato de não existirem indicadores e critérios sustentáveis bem definidos, as práticas sustentáveis não são vistas como um elemento obrigatório para a maioria dos projetos de edificações e infraestrutura, conforme representado na amostra. Desta forma, a busca de

informações adicionais e existentes sobre o tema não é considerada como uma pauta relevante e necessária ao projeto.

- H5: *"As barreiras que compõe o constructo Força de Trabalho, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL"*

A partir dos valores apresentados, a H5 obteve a significância necessária (P-Value = 0,0005) ou seja (P Value < 0,05), sendo possível certificar que as barreiras apresentadas pelo constructo "Força de Trabalho", mencionadas por (DURDYEV et al., 2018) e (ZULU et al., 2022), contribuem negativamente para a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC.

Esta barreira foi apresentada com maior força sobre a sustentabilidade no TBL, e certifica que a falta de treinamento e de profissionais capacitados (DURDYEV et al., 2018), assim como a importância que é dada pela alta gestão (ZULU et al., 2022), a falta de coordenação (DURDYEV et al., 2018) e a familiaridade com o assunto (ZULU et al., 2022), impactam diretamente nas fases de decisão do pré-projeto, planejamento, estruturação e execução.

No contexto Brasil, como a maioria dos aspectos sustentáveis não são apresentados de forma clara, com critérios bem estabelecidos e obrigatórios a todos os projetos, a alta gestão, entendendo da necessidade de alinhamento prévio para tomada de decisão, a compatibilização de projetos, a mobilização e o reajuste do cronograma físico e financeiro, ou seja, remetendo a uma remodelagem do projeto, para aderir as práticas sustentáveis, tomam como inviável a sua adoção.

Além disso, em um caráter inibitório, o despreparo e ausência de profissionais da CC com domínio sobre tais práticas sustentáveis, limitam a sua adoção como mitigação para possíveis riscos gerados durante na sua implantação.

- H6: *"As barreiras que compõe o constructo Cliente e Mercado, existentes para a adoção das práticas sustentáveis em projetos de construção civil, influenciam negativamente seu desempenho no TBL";*

A partir dos valores apresentados, a H6 não obteve a significância necessária (P-Value = 0,3078) ou seja (P Value > 0,05), não sendo possível certificar que as barreiras apresentadas pelo constructo Cliente e Mercado, mencionadas por (DURDYEV et al., 2018), (ZULU et al., 2022) e (DARKO; CHAN, 2017).

A visão do mercado e do cliente de forma negativa e indiferente para a adoção de práticas sustentáveis não se apresentou de forma representativa para a tomada decisão dos gestores em aderir ou não às práticas sustentáveis. Tal fato pode ser observado, uma vez que, no contexto Brasil, outros critérios poderiam ser avaliados como mais relevantes pelas empresas para atrair potenciais clientes e investidores aos seus empreendimentos. Além disso, a falta de clareza das empresas e do mercado sobre quais os potenciais critérios ligados a sustentabilidade que poderiam ser implantados e seus benefícios, também justificam este resultado.

5.3. Implicações acadêmicas

Este estudo permite retratar a visão de diferentes gestores de projetos de CC, como engenheiros civis com experiência diversificada em obras de edificação e infraestrutura, em sua maioria, e, principalmente, inseridos no contexto Brasil, sobre as barreiras que impedem as práticas sustentáveis.

Desta forma, o seu formato e metodologia, traz uma relevância na pesquisa, uma vez que foram identificados poucos estudos na literatura, sobre a temática envolvida e que abordassem de forma quantitativa, através da estruturação de um modelo e da aplicação de um método estatístico. Assim, as barreiras identificadas puderam ser avaliadas e mensuradas sob o fenômeno de causa e efeito, analisando seu grau de significância e o poder de impacto na sustentabilidade do projeto TBL.

Além disso, apesar do modelo estrutural utilizado ter sido baseado em estudos anteriores, ao criar a variável de segunda ordem “TBL”, permitindo analisar as barreiras sob a ótica dos três pilares da sustentabilidade, atribuiu um caráter original e com inovações ao estudo.

Neste sentido, através de um questionário aplicado aos gestores de projeto, em uma amostra não aleatória, da qual foram selecionados os respondentes com base no perfil profissional, abordados em grupo específicos da área e individualmente, foi possível observar, de forma prática e analisando os projetos na área de engenharia que os gestores haviam participado, a influência das barreiras mencionadas nas práticas sustentáveis.

A falta de promoção, incentivos e de fiscalização, a ausência de códigos e regulamentos e o excesso de burocracia por parte do governo, juntamente os aspectos ligados a ausência de treinamentos, de conhecimento, assim como a experiencia de profissionais qualificados e a importância atribuída pela alta gestão sobre o tema, são os fatores primordiais que dificultam as práticas sustentáveis. Esse fato torna-se relevante, pois contradiz a ideia, trazida por autores,

de que a barreira “Custos” seria a mais impactante e responsável para a tomada de decisão do gestor quanto ao desempenho sustentável do projeto.

Neste sentido, ao identificar que as práticas sustentáveis no âmbito ambiental são as mais afetadas pela atuação do conjunto de barreiras, sobressaindo sobre as práticas sustentáveis econômicas (a produtividade, o retorno e desempenho financeiro, o sucesso do projeto, o aumento da competitividade da empresa no mercado e de seus resultados) e que esta não é observada como relevante, implica que, mesmo com a presença ou a ausência destas barreiras, a economicidade do projeto não será alterada significativamente.

Além disso, o estudo revela através dos fatores negativos apresentados pelos indicadores ao constructo, que, de fato, as barreiras identificadas impactam negativamente para o desempenho sustentável do projeto, podendo assim, chancelá-las e considerá-las no modelo.

5.4. Implicações gerenciais

A nível gerencial, o estudo permite nortear o planejamento e a tomada de decisão dos gestores, de modo que, tendo um consenso da alta gestão, em promover as práticas sustentáveis em seus projetos, possam avaliar as barreiras mencionadas e promover um plano de ação, a fim de mitigá-las.

A construção de uma cultura organizacional interna na empresa, focada no fomento a sustentabilidade, fornecendo treinamento e conscientização aos seus colaboradores, poderia, por exemplo, se tornar uma forma de contenção a atuação das barreiras representadas pela “Força de Trabalho”. Além disso, a pesquisa implica na necessidade de os gestores estudarem o contexto político inserido para compreender as exigências legais atuais e futuras do governo e quais os possíveis benefícios e incentivos que poderia obter com os programas e investidores.

Outro ponto, é a validação do fato que a sustentabilidade não apresenta risco financeiro e que não compromete os resultados e o sucesso do projeto de forma representativa, podendo assim, ser implantada sem ser considerada como um elemento de alto risco.

Por fim, se tratando do contexto mundial e a forma que vêm sendo conduzido ao longo dos anos, o estudo releva a necessidade de as empresas adequarem os seus projetos às práticas sustentáveis, uma vez que elas estão se tornando vez mais frequentes nas abordagens políticas, nas exigências, metas, marcos legais e na tendencia do mercado.

6. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Este estudo teve como objetivo identificar e analisar as barreiras existentes para a adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma análise bibliométrica e identificado na literatura científica quais são as principais barreiras à adoção de práticas sustentáveis em projetos de CC. Em seguida, foi realizada uma pesquisa com profissionais gestores de projetos de CC que possuíam experiencia em algum tipo de projeto da área, resultando em um total de 132 respostas válidas. Os dados foram tratados com a técnica conhecida como Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM) e os resultados nos permitiram avaliar e aprovar duas hipóteses propostas sobre a influência das barreiras nas práticas sustentáveis e permitiram criar e validar mais duas hipóteses.

A partir dos resultados encontrados, foi possível obter três conclusões. A primeira conclusão é que o modelo de equação estrutural elaborado e proposto é valido e adequado para analisar o fenômeno de interesse neste estudo, uma vez que atendeu a todos os critérios necessários de validade e confiabilidade, além de ser capaz de possuir um poder explicativo de 41,2% da variância do construto representativo do "TBL", identificado na primeira parte de análise do modelo e 44,33% da variância do construto representativo do "Ambiental", identificado na segunda parte de análise do modelo. Esses valores são satisfatórios diante da complexidade do modelo e da presença do constructo de segunda ordem.

O uso do constructo de segunda ordem, o "TBL", permitiu unir todas as barreiras que impedem a adoção de práticas sustentáveis, de modo a analisar a influência elas atuando de forma sinérgica sobre o TBL e sobre cada pilar da sustentabilidade: "Ambiental", "Social" e "Econômico". Essa mensuração sobre a ótica do TBL, trouxe uma contribuição original metodológica ao modelo de estudo.

A segunda conclusão importante é que as barreiras identificadas na literatura possuem impacto negativo significativo nos três eixos do tripé da sustentabilidade, sendo este impacto mais forte no eixo Ambiental, depois no eixo Social e, por fim, no eixo Econômico.

A terceira conclusão é que individualmente apenas as barreiras "Força de Trabalho" e "Governo" tem impacto negativo significativo sobre o triple bottom line, sendo o maior impacto da barreira "Força de Trabalho" e depois na barreira "Governo".

Este estudo apresenta algumas limitações. A primeira está relacionada ao processo de amostragem. Mesmo abordando em grupos específicos e de forma individual, existe a possibilidade de se obter algum erro de amostragem. A segunda limitação é que, por se tratar de um modelo complexo, não foi possível avaliar a influência de cada constructo de barreira sobre cada pilar do TBL.

Como sugestões para pesquisas futuras, indica obter um aumento do número da amostra, de modo a certificar, se de fato, apenas duas das barreiras apresentadas nos constructos possuem significância. Além disso, propõe a condução de estudos qualitativos, como estudos de caso e pesquisa-ação, em organizações do setor de construção civil, buscando compreender em profundidade como ocorre a influência destas barreiras em maiores detalhes: na tomada de decisão e no comportamento das empresas e gestores, ao longo de todo o ciclo de vida projeto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. A.; FROST, G. R. Integrating sustainability reporting into management practices. **Accounting Forum**, v. 32, n. 4, p. 288–302, 2008.

Agência Brasil. , 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-04/ocde-sugere-politicas-publicas-para-governo-e-setor-produtivo>

AHMED, M. et al. Impact of CSR and environmental triggers on employee green behavior: The mediating effect of employee well-being. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 27, n. 5, p. 2225–2239, 2020.

AHN, Y. H. et al. Drivers and barriers of sustainable design and construction: The perception of green building experience. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, v. 4, n. 1, p. 35–45, mar. 2013.

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L. O. Policy imperatives for diverting construction waste from landfill: Experts' recommendations for UK policy expansion. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 57–65, 20 mar. 2017.

ALWAER, H.; CLEMENTS-CROOME, D. J. Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings. **Building and Environment**, v. 45, n. 4, p. 799–807, 2010.

BANDOW, N. et al. Evaluation of the impact of construction products on the environment by leaching of possibly hazardous substances. **Environmental Sciences Europe**, v. 30, n. 1, 2018.

BANIHASHEMI, S. et al. Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 6, p. 1103–1119, 1 ago. 2017.

BANIHASHEMI, S.; TABADKANI, A.; HOSSEINI, M. R. Integration of parametric design into modular coordination: A construction waste reduction workflow. **Automation in Construction**, v. 88, p. 1–12, 1 abr. 2018.

BAO, Z. et al. Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: Lessons learnt from Suzhou, China. **Waste Management**, v. 99, p. 12–21, 1 nov. 2019.

BAR-ILAN, J. Informetrics at the beginning of the 21st century—A review. **Journal of Informetrics**, v. 2, n. 1, p. 1–52, 1 jan. 2008.

BDMG. **BDMG**. Disponível em: <https://www.bdmg.mg.gov.br/us-50-milhoes-bdmg-

conclui-emissao-de-titulo-sustentavel-inedito-na-bolsa-de-ny/>.

BELLENFANT, G. et al. Reprocessing of mining waste: combining environmental management and metal recovery? **Proceedings of the Eighth International Seminar on Mine Closure**, p. 571–582, 2013.

BENNETT, F. L. **The Management of Construction**. Oxford: ButterWorth HeineMann, 2003.

BOLLEN, K. A. **Structural Equations with Latent Variables**. [s.l: s.n.].

BON, R.; HUTCHINSON, K. Sustainable construction: some economic challenges. **Building Research & Information**, v. 28, n. 5–6, p. 310–314, 18 set. 2000.

BOND, S.; PERRETT, G. The Key Drivers and Barriers to the Sustainable Development of Commercial Property in New Zealand. **Journal of Sustainable Real Estate**, v. 4, n. 1, p. 48–77, 2012.

BORG, R.; DALLI GONZI, R.; BORG, S. Building Sustainably: A Pilot Study on the Project Manager's Contribution in Delivering Sustainable Construction Projects—A Maltese and International Perspective. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 10162, 5 dez. 2020.

BORGES, C.; ROLLIM, F. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK**. 6. ed. [s.l.] PMI, 2017.

Brasil, Bolsa, Balcao. , 2022. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise-b3.htm>

BRE GROUP. **BREEAM**. Disponível em: <https://bregroup.com/products/breeam/>.

BSI Brasil. 2008.

CBCS. **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**, 2022. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/>

Cement and Concrete Products Market. **The Business Research Company - Global Market Report**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/cement-and-concrete-market>.

CHAN, A. P. C. et al. Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 1067–1079, 2018.

COLE, D. A.; PREACHER, K. J. Manifest variable path analysis: Potentially serious and misleading consequences due to uncorrected measurement error. **Psychological Methods**, v. 19, n. 2, p. 300–315, jun. 2014.

DARKO, A.; CHAN, A. P. C. Review of Barriers to Green Building Adoption. **Sustainable Development**, v. 25, n. 3, p. 167–179, 2017.

DET UDOMSAP, A.; HALLINGER, P. A bibliometric review of research on sustainable construction, 1994–2018. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 120073, 2020.

DING, Z. et al. A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. **Waste Management**, v. 51, p. 130–141, 1 maio 2016.

DJOKOTO, S. D.; DADZIE, J.; OHEMENG-ABABIO, E. Barriers to sustainable construction in the ghanaian construction industry: Consultants perspectives. **Journal of Sustainable Development**, v. 7, n. 1, p. 134–143, 2014.

DURÃES, C. N.; RIBEIRO, M. D. F. O Compliance No Brasil E a Responsabilidade Empresarial No Combate À Corrupção. **Revista Direito em Debate**, v. 29, n. 53, p. 69–78, 2020.

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, p. 564–572, 10 dez. 2018.

DYLLICK, T.; HOCKERTS, K. Beyond the business case for corporate sustainability. **Business Strategy and the Environment**, v. 11, n. 2, p. 130–141, mar. 2002.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. **Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and information science**. Nova York: Elsevier B.V., 1990.

EL-SAYEGH, S. M. et al. Risk identification and assessment in sustainable construction projects in the UAE. **International Journal of Construction Management**, v. 21, n. 4, p. 327–336, 2021.

ELIANG, J. **Global Status Report for Building and Construction**. [s.l: s.n.].

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks**. Oxford: CAPSTONE, 1997.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. [s.l.] Capstone Publishing Ltd, 1999.

ELLEGAARD, O.; WALLIN, J. A. The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 1809–1831, 2015.

ESIN, T.; COSGUN, N. A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. **Building and Environment**, v. 42, n. 4, p. 1667–1674, 1 abr. 2007.

FABRIC, P.; SHELL, R.; CYCLE, C. M. L. F. E. GUIDELINES FOR MASTERPLANNING SUSTAINABLE BUILDING COMMUNITIES Defining

Sustainability in the Built Environment Land , Infrastructure Intensive Land & Water Management. p. 817–826, 1994.

FATHALIZADEH, A. et al. Barriers impeding sustainable project management: A Social Network Analysis of the Iranian construction sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 318, n. July, p. 128405, 2021.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39, fev. 1981.

FREEMAN, R. E.; HARRISON, J. S.; WICKS, A. C. **Managing for Stakeholders Survival, Reputation, and Success**. Yale: Yale University Press, 2008.

FREITAS, W. R. DE S. et al. Green human resource management and corporate social responsibility: Evidence from Brazilian firms. **Benchmarking**, v. 27, n. 4, p. 1551–1569, 2020.

GCCA. **Global Cement and Concrete Association**. Disponível em: <https://gccassociation.org/news/global-cement-and-concrete-industry-announces-roadmap-to-achieve-groundbreaking-net-zero-co2-emissions-by-2050/>.

GHODDOUSI, P.; HOSSEINI, M. R. **A survey of the factors affecting the productivity of construction projects in IranTechnological and Economic Development of Economy**, 2012.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Global Construction Industry Forecast - Market Size, Growth Rate And Leading Region, By The Global Market Model. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-construction-industry-forecast---market-size-growth-rate-and-leading-region-by-the-global-market-model-301875304.html>.

GOEL, A.; GANESH, L. S.; KAUR, A. Sustainability integration in the management of construction projects: A morphological analysis of over two decades' research literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 236, p. 117676, 1 nov. 2019.

GOVBR. **GOV.BR**. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/metas/incentivo-a-construcao-industrializada>.

HAENLEIN, M.; KAPLAN, A. M. A Beginner ' s Guide to Partial Least Squares Analysis. v. 3, n. 4, p. 283–297, 2004.

HAIR, J. **Analise Multivariada de Dados**. 5ª Edição ed. São Paulo: Bookman, 2005.

HAIR, J. F. et al. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An

emerging tool in business research. **European Business Review**, v. 26, n. 2, p. 106–121, 2014.

HAIR, J. F. et al. **Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R**. Cham: Springer International Publishing, 2021. v. 38

HÄKKINEN, T.; BELLONI, K. Barriers and drivers for sustainable building. **Building Research and Information**, v. 39, n. 3, p. 239–255, 2011.

HAMNER, B.; STINSON, C. Managerial accounting and environmental compliance costs. **Journal of Cost Management**, 1995.

HENSELER, J.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 43, n. 1, p. 115–135, 2015.

HILL, R. C.; BOWEN, P. A. Sustainable construction: Principles and a framework for attainment. **Construction Management and Economics**, v. 15, n. 3, p. 223–239, 1997.

HOLLOWAY, S.; PARRISH, K. The contractor's role in the sustainable construction industry. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability**, v. 168, n. 2, p. 53–60, 2015.

HONG, J. et al. Barriers to promoting prefabricated construction in China: A cost–benefit analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 649–660, 20 jan. 2018.

HOOD, S. B. Psychological Measurement and Methodological Realism. 2013.

HUEMANN, M.; SILVIUS, G. Projects to create the future: Managing projects meets sustainable development. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 6, p. 1066–1070, 2017.

HWANG, B. G.; NG, W. J. Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 2, p. 272–284, 1 fev. 2013.

HWANG, B. G.; SHAN, M.; LYE, J. M. Adoption of sustainable construction for small contractors: major barriers and best solutions. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 20, n. 10, p. 2223–2237, 2018.

HWANG, B. G.; TAN, J. S. Green building project management: Obstacles and solutions for sustainable development. **Sustainable Development**, v. 20, n. 5, p. 335–349, 2012.

IEA AND UNEP. **2019 Global Status Report for Buildings and Construction**. [s.l: s.n.]. v. 224

ISO. **ISO 21505:2017 - Project, programme and portfolio management - Guidance**

on governance, 2017.

IUCN. **União Internacional para a Conservação da Natureza**. Disponível em: <https://www.iucn.org/pt>.

JAILLON, L.; POON, C. S. Sustainable construction aspects of using prefabrication in dense urban environment: a Hong Kong case study. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 9, p. 953–966, set. 2008.

JENSEN, P.; ROUQUIER, J. B.; CROISSANT, Y. Testing bibliometric indicators by their prediction of scientists promotions. **Scientometrics**, v. 78, n. 3, p. 467–479, 2009.

KABIRIFAR, K. et al. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121265, 2020.

KAPPEL, A.; OTTOSEN, L. M.; KIRKELUND, G. M. Colour, compressive strength and workability of mortars with an iron rich sewage sludge ash. **Construction and Building Materials**, v. 157, p. 1199–1205, 30 dez. 2017.

KASAI, N.; JABBOUR, C. J. C. Barriers to green buildings at two Brazilian Engineering Schools. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 3, n. 1, p. 87–95, 2014.

Key figures on European business. In: **EuroStat Pocketbook**. 2011. ed. Luxembourg: EuroStat European Commission, 2012. p. 118.

KHANH, H. D.; KIM, S. Y. Development of waste occurrence level indicator in Vietnam construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 22, n. 6, p. 715–731, 2015.

KIBERT, C. J. **Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16**. Tampa: Center for Construction and Environment, 1994.

KIBERT, C. J. The next generation of sustainable construction. **Building Research and Information**, v. 35, n. 6, p. 595–601, 2007.

KIBERT, C. J. **Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery**. 4. ed. [s.l: s.n.].

LUNDIN, R. A.; SÖDERHOLM, A. A theory of the temporary organization. **Scandinavian Journal of Management**, v. 11, n. 4, p. 437–455, 1 dez. 1995.

MALTZMAN, R.; SHIRLEY, D. **Green Project Management**. [s.l.] CRC Press, 2010.

MARCELINO-SÁDABA, S.; GONZÁLEZ-JAEN, L. F.; PÉREZ-EZCURDIA, A. Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a

framework definition. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 1–16, 15 jul. 2015.

MASKIL-LEITAN, R.; REYCHAV, I. A sustainable sociocultural combination of building information modeling with integrated project delivery in a social network perspective. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 20, n. 5, p. 1017–1032, 1 jul. 2018.

MCLELLAN, B. C. et al. Costs and carbon emissions for geopolymer pastes in comparison to ordinary portland cement. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 9–10, p. 1080–1090, 1 jun. 2011.

MEADOWS, D. et al. **The Limits To Growth**. Nova York: Universe Books, 1972.

MMA. **Projeto PNUMA 61-P7 (Brazil Project): Produção e Consumo Sustentáveis**, 2014. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/estudos-em-pcs.html>

MORGESE, P. **Handbook for sustainable projects Global sustainability and project management**. [s.l: s.n.].

NAWAZ, W.; KOÇ, M. Development of a systematic framework for sustainability management of organizations. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 1255–1274, 10 jan. 2018.

NBR. NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 1978.

NBR. **NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**, 2004.

NBR. **NBR ISO 26000 - Diretrizes de Responsabilidade Social**, 2010.

NBR. **NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**, 2015.

NIBS. **https://www.nibs.org**.

NIKMEHR, B. et al. An integrated model for factors affecting construction and demolition waste management in Iran. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 6, p. 1246–1268, 2017.

OCDE. **No Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: <https://www.oecd.org/latin-america/countries/brazil/>.

PAGE, M.; BRUNSVELD, N.; JR, J. H. **Essentials of Business Research Methods**. [s.l: s.n.].

PAN, X. et al. BIM adoption in sustainability, energy modelling and implementing using ISO 19650: A review. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 15, n. 1, p. 102252, jan. 2024.

PITT, M. et al. Towards sustainable construction: Promotion and best practices. **Construction Innovation**, v. 9, n. 2, p. 201–224, 2009.

RAWLINGS, H. S. P. Environmental code of practice of buildings and their services. p. Environm, 1999.

RINGLE, C. M.; DA SILVA, D.; BIDO, D. D. S. Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do Smartpls. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13, n. 2, p. 56–73, 2014.

ROBICHAUD, L. B.; ANANTATMULA, V. S. Greening Project Management Practices for Sustainable Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 1, p. 48–57, 2011.

S.KEOKI SEARS; SEARS, G. A.; CLOUGH, R. H. **Constrution Project Management**. [s.l: s.n.].

SALEH, M. S.; ALALOUCH, C. Towards Sustainable Construction in Oman: Challenges & Opportunities. **Procedia Engineering**, v. 118, p. 177–184, 2015.

SAMARI, M. et al. The Investigation of the Barriers in Developing Green Building in Malaysia. **Modern Applied Science**, v. 7, n. 2, 15 jan. 2013.

SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M.; HAIR, J. F. **Handbook of Market Research**. [s.l: s.n.].

SARVARI, H. et al. Evaluating the impact of building information modeling (BIM) on mass house building projects. **Buildings**, v. 10, n. 2, 2020.

SAVITZ, A. **The Triple Bottom Line: How Today's Best-Run Companies Are Achieving Economic, Social - and Environmental Success and How You Can Too**. [s.l.] Jossey Bass, 2012.

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, 17 jun. 2013.

SHEN, L. YIN et al. Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 3, p. 254–259, 1 fev. 2010.

SHI, Q. et al. Identifying the critical factors for green construction - An empirical study in China. **Habitat International**, v. 40, p. 1–8, 2013.

SILVIUS, A. J. G.; DE GRAAF, M. Exploring the project manager's intention to address sustainability in the project board. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 1226–1240, 20 jan. 2019.

SILVIUS, A. J. G.; SCHIPPER, R. P. J. Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. **Social Business**, v. 4, n. 1, p. 63–96, 1 jun. 2014.

SILVIUS, G. Sustainability as a new school of thought in project management. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 1479–1493, 2017.

StArt. , 2013. Disponível em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool>

SUN, L.; JI, S.; YE, J. **Partial Least Squares**. [s.l: s.n.].

TAM, C. M. Impact on structure of labour market resulting from large-scale implementation of prefabrication. **Advances in Building Technology**, p. 399–403, 1 jan. 2002.

TAM, C. M. et al. Use of Prefabrication to Minimize Construction Waste - A Case Study Approach. **International Journal of Construction Management**, v. 5, n. 1, p. 91–101, jan. 2005.

TAN, Y.; SHEN, L.; YAO, H. Sustainable construction practice and contractors' competitiveness: A preliminary study. **Habitat International**, v. 35, n. 2, p. 225–230, 1 abr. 2011.

TORGAUTOV, B. et al. Circular economy: Challenges and opportunities in the construction sector of Kazakhstan. **Buildings**, v. 11, n. 11, 2021.

TRUONG, Y.; MCCOLL, R. Intrinsic motivations, self-esteem, and luxury goods consumption. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 18, n. 6, p. 555–561, 1 nov. 2011.

VOSviewer. , 2022. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/>

WAHL, I. **Building Anatomy (McGraw-Hill Construction Series): An Illustrated Guide to How Structures Work (English Edition)**. [s.l.] McGraw-Hill Professional Publishing, 2006.

WANG, H. et al. Material consumption and carbon emissions associated with the infrastructure construction of 34 cities in northeast China. **Complexity**, v. 2020, 2020.

WILLIAMS, K.; DAIR, C. What Is Stopping Sustainable Building in England? Barriers Experienced by Stakeholders in Delivering Sustainable Developments. **English**, v. 147, n. September 2006, p. 135–147, 2007.

WU, P. et al. The past, present and future of carbon labelling for construction materials - A review. **Building and Environment**, v. 77, p. 160–168, 2014.

YIN, R. **Case Study Research: Design and Methods**. 5. ed. [s.l.] Sage Publications, Inc, 2013.

ZAINUL ABIDIN, N. Investigating the awareness and application of sustainable

construction concept by Malaysian developers. **Habitat International**, v. 34, n. 4, p. 421–426, out. 2010.

ZHANG, X. et al. Barriers to implement extensive green roof systems: A Hong Kong study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 314–319, 1 jan. 2012.

ZHAO, F. et al. Influencing mechanism of green human resource management and corporate social responsibility on organizational sustainable performance. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 16, 2021.

ZHONG, Y.; WU, P. Economic sustainability, environmental sustainability and constructability indicators related to concrete- and steel-projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 748–756, 1 dez. 2015.

ZULU, S. L. et al. Drivers and barriers to sustainability practices in the Zambian Construction Industry. **International Journal of Construction Management**, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2022.

ZUO, J.; ZHAO, Z. Y. Green building research-current status and future agenda: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 271–281, 2014.

Apêndice A – Análise Bibliométrica

1. Análise Bibliométrica

Os dados coletados, conforme observado na Figura 1, permitiram analisar sobre a evolução das publicações nos últimos 4 anos, as áreas e temas de pesquisa mais frequentes, as palavras-chave, artigos, autores, países e instituições, além de contribuir para construir o embasamento teórico na literatura de uma pesquisa que objetiva obter informações sobre as barreiras existentes para implantação de projetos de construção civil sustentáveis, assim como as principais tendências e atividades ligadas a este tema e suas lacunas de pesquisa.

1.1. Análise das publicações: evolução nas áreas de pesquisa frequentes, palavras-chave e artigos mais citados

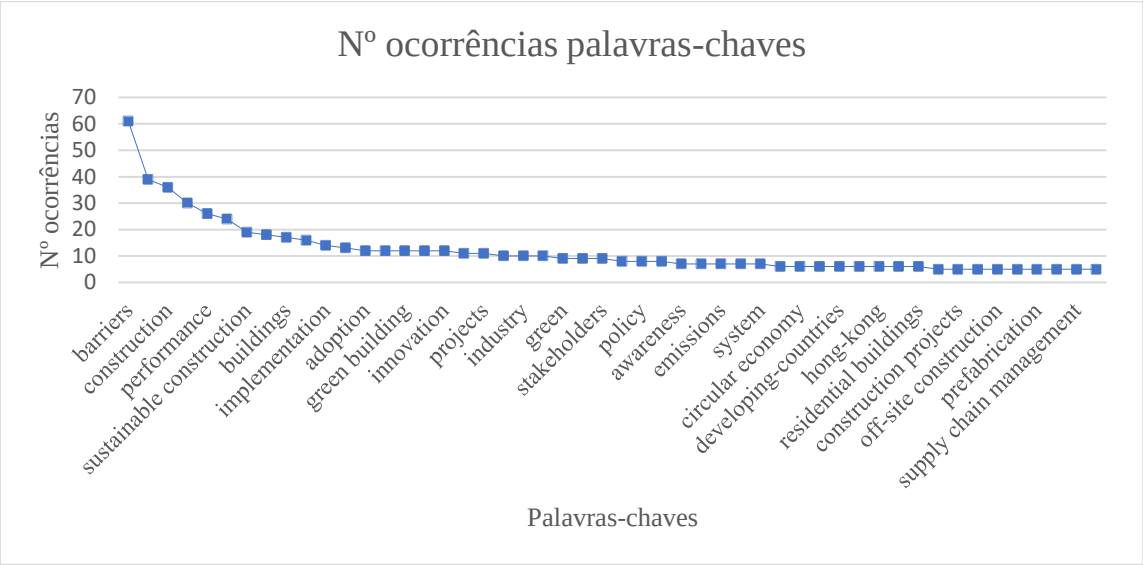
Durante a seleção dos artigos no programa StArtfoi gerado um relatório que apresenta, de forma sintetizada, uma nuvem de palavras-chaves relacionadas aos artigos de nosso estudo bibliométrico.

Figura 8 Nuvem de palavras-chaves

Fonte: do autor (software StArt)

A partir da ferramenta do VOSVIWER, foi realizada uma análise de co-ocorrência das palavras chaves mais encontradas nos artigos e citadas pelo menos 5 vezes. O resultado encontrou 52 palavras e seu número de citações conforme gráfico da Figura 9.

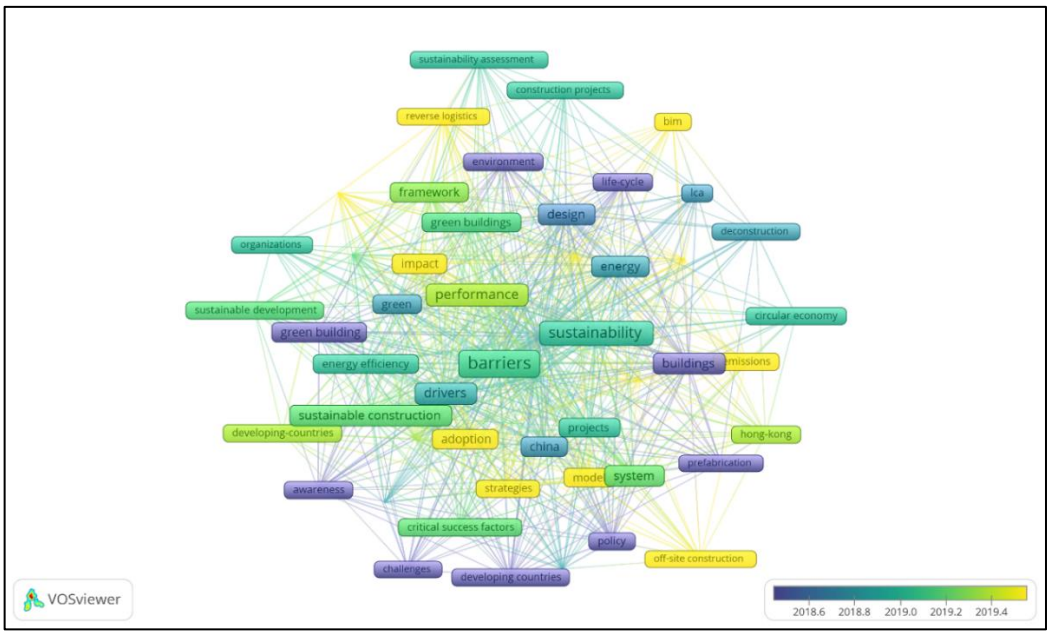
Figura 9 Número de ocorrências das palavras-chaves



Fonte: elaborado pelo autor

Foi observada a evolução do crescente início de interesses por parte dos pesquisadores na área de sustentabilidade desde o ano de 2018 abordando, ao longo dos anos, as palavras ligadas a este tema como: barreiras, construções verdes, inovação e tecnologias construtivas verdes, eficiência energética, economia circular, mudança climática, inclusive conceitos mais recentes como: logística reversa e BIM, conforme apresentado na Figura 10 .

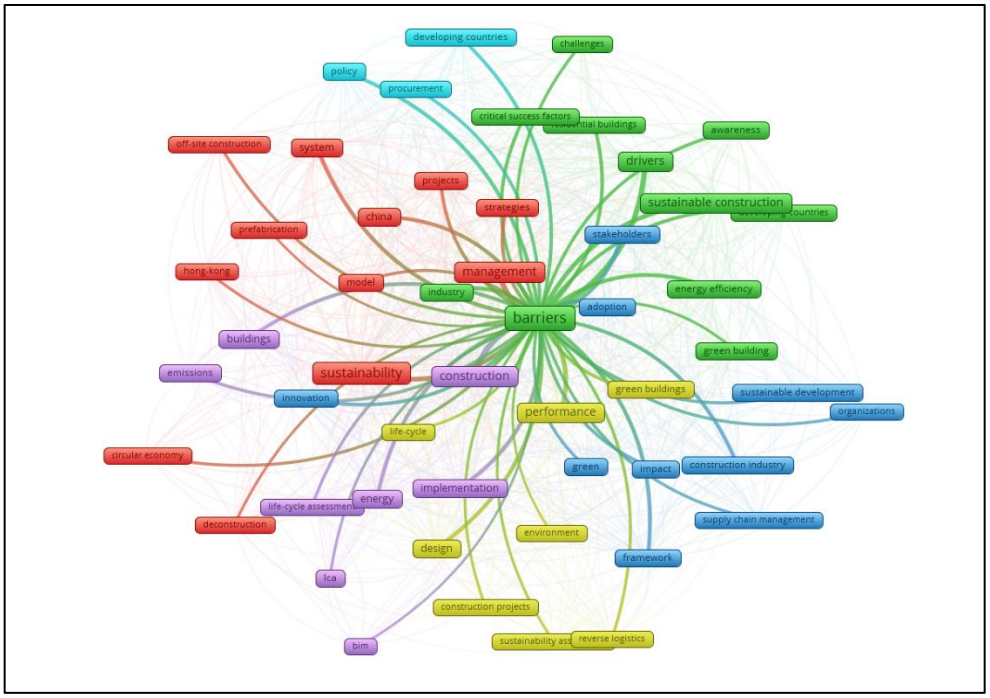
Figura 10 Palavras chaves mais citadas



Fonte: VOSVIWER

Na Figura 11, focamos na palavra barreiras, objeto de nosso estudo, e as ligações que formam com os demais termos. Foi observado que ela está conectada com todos os elementos encontrados na pesquisa, porém está contida no conjunto dos elementos em verde, agrupados por similaridades (5 clusters), a partir da diferença de cores apresentadas no mapa (vermelho, azul, roxo, amarelo, verde, anil).

Figura 11 Ligação palavra barreira com as palavras chaves mais citadas e seus clusters



Fonte: VOSVIWER

O segundo passo se deu pela análise de cocitações das referências dos artigos selecionados em pesquisa. Foi delimitado no programa os artigos citados em, pelo menos, 10 vezes. Nesta pesquisa de 7495 arquivos, foram selecionados os 13 artigos mais relevantes e suas citações. A Tabela 24 apresenta de forma resumida este resultado, colocando em ordem descrente com o ranking dos mais citados, detalhando a revista em que foi publicado, o ano e o número de citações.

Tabela 24 Seleção dos 12 artigos mais co-citados

Nome do artigo	Nº citações	Ano	Autores	Revista

					(continuação)
1	Barriers and drivers for sustainable building	20	2011	Tarja Häkkinen & Kaisa Belloni	Building Research & Information
2	Identifying the critical factors for green construction – An empirical study in China	18	2013	Qian Shi, Jian Zuo, Rui Huang, Jing Huang, Stephen Pullen	Habitat International
3	Adoption of sustainable construction for small contractors: major barriers and best solutions	18	2018	Bon-Gang Hwang, Ming Shan & Jun-Ming Lye	Clean Technologies and Environmental Policy
4	Adoption of sustainable construction for small contractors: major barriers and best solutions	14	2018	Bon-Gang Hwang, Ming Shan & Jun-Ming Lye	Clean Technologies and Environmental Policy
5	Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: a China study	13	2011	Xiaoling Zhang, Liyin Shen, Yuzhe Wu	Journal of Cleaner Production
6	Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case	13	2018	Amos Darko, Albert Ping Chuen Chan, Yang Yang, Ming Shan, Bao-Jie He, Zhonghua Gou	Journal of Cleaner Production

					(continuação)
7	Green building research–current status and future agenda: A review	12	2013	Jian Zuo, Zhen-Yu Zhao	Renewable and Sustainable Energy Reviews
8	What is stopping sustainable building in England? Barriers experienced by stakeholders in delivering sustainable developments	11	2005	Katie Williams and Carol Dair	Wiley InterScience
9	Major Barriers to Off-Site Construction: The Developers' Perspective in China	11	2014	Chao Mao; Qiping Shen, M.ASCE; Wei Pan and Kunhui Ye	American Society of Civil Engineers
10	Achieving the Green Building Council of Australia's World Leadership Rating in an Office Building in Perth	10	2012	Peter E. D. Love; Michael Niedzweicki; Peter A. Bullen; and David J. Edwards	American Society of Civil Engineers
11	Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings	10	2010	Ying Chen, Gül E. Okudan, David R. Riley	Automation in Construction

					(continuação)
12	Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana	10	2017	Albert Ping Chuen Chan, Amos Darko, Ayokunle Olubunmi Olanipekun, Ernest Effah Ameyaw	Journal of Cleaner Production

Fonte: elaborado pelo autor

Podemos observar que o primeiro artigo mais citado (HÄKKINEN; BELLONI, 2011), foi publicado em 2011 e traz no seu título, no tema e no objeto de estudo, as barreiras para construções sustentáveis.

1.2. Análise dos autores com co-citados

Para analisar os autores mais co-citados, servindo como uma referência dos mais influentes relativos a este tema de pesquisa, foram selecionados os 4 principais que haviam sido citados em, pelo menos, 10 vezes. No resultado apresentado na Tabela 25.

Tabela 25 Os 4 autores mais co-citados pelo menos 10 vezes

Ranking	Autores	Nº citações
	Bon-Gang (BG)	
1	HWANG	1270
2	Amos Darko	1157
3	XL Zhang	862
4	Albert Chan	703
5	LY Shen	465

Fonte: elaborado pelo autor

O autor mais citado, de acordo com informações do Google Scholar, possui 5385 citações totais e é classificado com o Índice H 36, com a maior parte de suas contribuições de pesquisa no ano de 2020. Avaliando o seu artigo que compõe o nosso portfólio selecionado em pesquisa, (HWANG; SHAN; LYE, 2018), também apresenta em seu título, tema e no objeto de

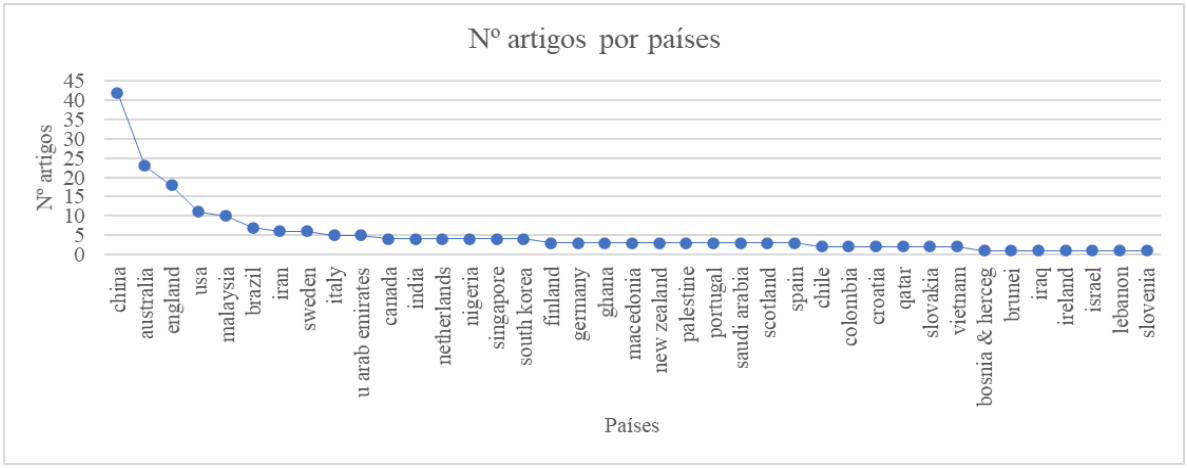
estudo, as barreiras para o desenvolvimento sustentável na construção civil. Além disso, o artigo mais citado no acervo das publicações do autor (HWANG; NG, 2013) apresenta um total de 481 citações, produzido no ano de 2013.

1.3. Análise de países e instituições de pesquisa por quantidade de artigos publicados

Outra análise desenvolvida foi a representatividade dos países com os artigos identificados. No software utilizado foram delimitados os países que possuíam pelo menos 1 documento e 3 citações, selecionando de 55 países, 38 países, resultando 206 documentos e 1926 citações neste conjunto.

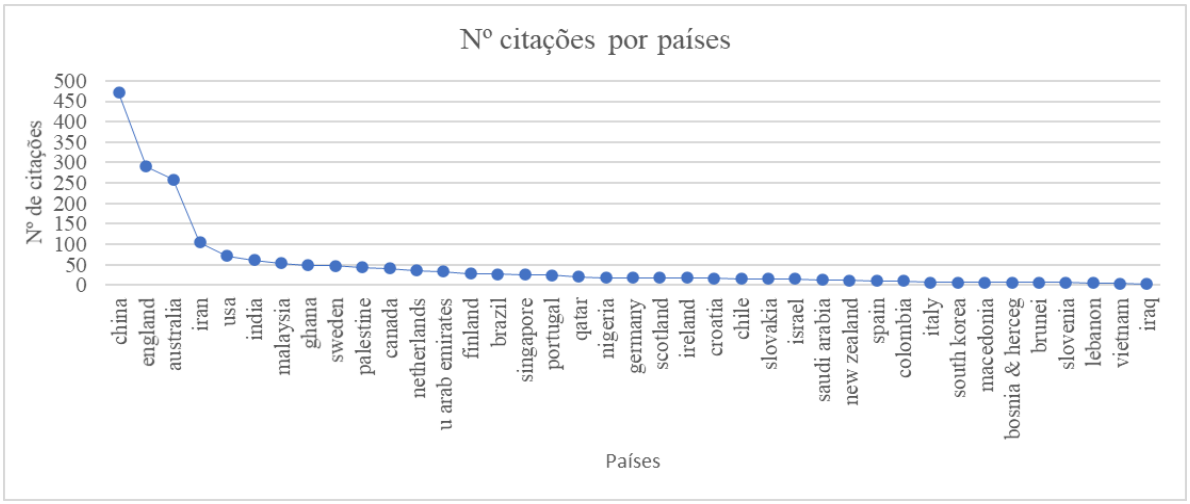
Podemos observar no gráfico da Figura 12 e Figura 13, a relação de documentos e citações por países.

Figura 12 Número de artigos em cada país



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 13 Número de citações em cada país

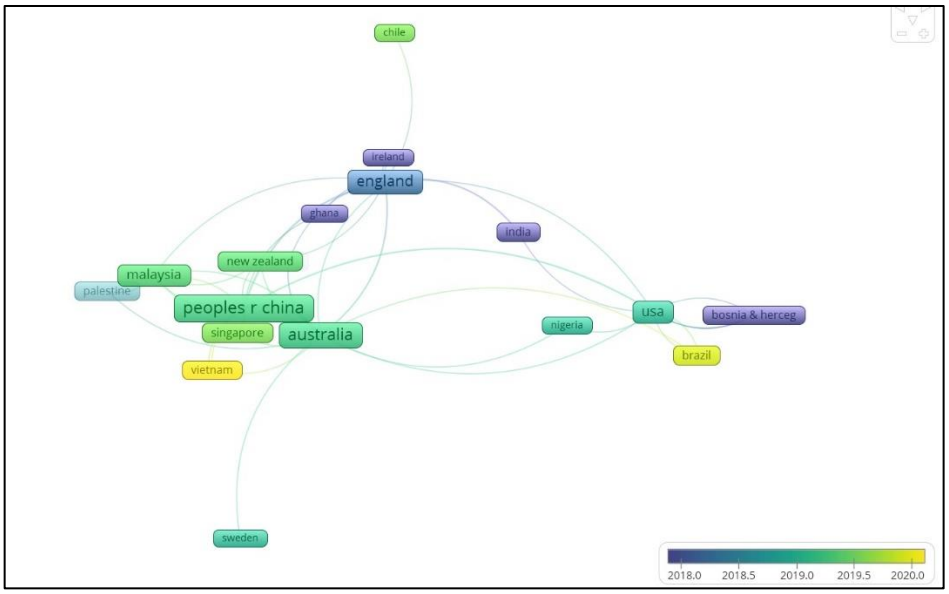


Fonte: elaborado pelo autor

Podemos observar pelos resultados obtidos, que a China é o país com mais representatividade, com 42 documentos e 471 citações. O Brasil apresenta uma posição inferior com 7 documentos, na 5ª posição do ranking, e com 27 citações, se posicionando em 15º.

Neste processo, foi gerado um mapa na Figura 14, aderindo o critério de retirada os países que não obtinham nenhuma ligação entre si.

Figura 14 Países mais representativos no estudo bibliométrico por ano



Fonte: VOSVIWER

A partir deste mapa, foi possível comprovar o quanto a temática investigada nesta análise bibliométrica ainda está em estado inicial no Brasil, sendo representada, conforme a legenda, na cor amarela, referente ao período entre os anos de 2019 e 2020.

Para investigar as revistas mais representativas, foi realizado um estudo das co-citações das fontes citadas, utilizando como critério, ser citadas em, pelo menos, 20 vezes. Como resultado, foi obtido 52 fontes, de modo que foram selecionados as 18 primeiras para análise. A partir desses resultados, construiu-se a Tabela 27 que apresenta o ranking das revistas mais citadas neste estudo bibliométrico. Além disso, no gráfico da Figura 9 foi apresentada a quantidade de citações com base na posição de cada revista.

Tabela 26 Ranking das revistas mais representativas

Ranking	Publicações
1	Journal of Cleaner Production
2	Journal of Construction Engineering and Management
3	Automation in Construction
4	Building and Environment
5	Renewable & Sustainable Energy Reviews
6	Sustainability
7	Building Research & Information
8	Construction Management and Economics
9	Resources, Conservation & Recycling Advances
10	Journal of Management in Engineering
11	Energy and Buildings
12	Habitat International
13	Engineering, Construction and Architectural Management
14	International Journal of Project Management
15	Sustainable Cities and Society
16	Energy Policy
17	Sustainable Development
18	Procedia Engineering

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 27 Número de citações pela posição de cada revista

Fonte: elaborado pelo autor

Podemos observar que a revista Journal of Cleaner Production domina a primeira posição comparada as demais fontes com 641 publicações. Um ponto a ser destacado é que os artigos referenciados como o mais citado pelas referências bibliométricas e do autor mais citado nas referências, não pertencem a esta revista. A Journal of Cleaner Production pertence a ELSEVIER e é uma revista Open Acess, com fator de impacto 9.297; grau de citação: 13.1; ISSN: 0959-6526. Conforme apresentado no descritivo da revista, aborda assuntos ligados as áreas de:

- Produção e processos técnicos mais limpos
- Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade
- Consumo Sustentável
- Avaliação ambiental e de sustentabilidade
- Produtos e serviços sustentáveis
- Sustentabilidade corporativa e responsabilidade social corporativa

  Educação para o Desenvolvimento Sustentável

  Governança, legislação e política de sustentabilidade

Apêndice B – Mapeamento das barreiras identificadas na literatura para implantação de projetos de CCS

Referências	G1 Lack of promotion by government	G2 Lack of codes and regulations that cover sustainable procurement	G3 Lack of government incentives	G4 Lack of enforcement	G5 Lack of connection between the innovation policy and sustainability policy	G6 Lack of local institutes and facilities for research and development (R&D) of GBTs	G7 Unequal distribution of benefits	G8 Lack of public awareness
Ahn et al. (2013)								
Akadiri et al. (2012)								
Berawi et al (2020)								
Bin Esa et al. (2011)								
Djokoto et al. (2014)								x
Hakkinen and Belloni (2011)		x	x		x			
Holloway and Parrish (2015)			x					
Persson and Gr€onkvist (2015)								
Rodriguez-Nikl et al. (2015)								
Samari et al. (2013)	x	x						
Serpell et al. (2013)								
Williams and Dair (2007)				x				
Zhang and Wang (2013)			x					
Abidin (2010)								
Akadiri (2015)								
AlSanad (2015)	x	x						
Bartlett e Howard (2000)								
Berawi et al (2020)b								
Bin Esa et al. (2011)								
Bond (2011)								
Chan et al. (2016)								
Chan et al. (2017)	x		x					
Chan et al (2018)								
Chan et al. (2009)	x	x	x					
Darko and Chan (2017)	x	x	x			x		
Darko et al. (2017a)	x	x	x				x	x
Darko et al. (2017b)			x					
Darko et al. (2017c)								
Djokoto et al. (2014)			x					
Du et al. (2014)								
Durdyev et al. (2018)	x	x	x					
Durdyev et al. (2018a)								
Eisenberg et al. (2002)								
Gou et al. (2013)								
Hwang and Ng (2013)								
Hwang and Tan (2012)	x	x				x	x	x
Hwang et al (2018)	x	x	x				x	x
Hydes and Creech (2000)								
Kasai and Jabbour (2014)								
Lam et al. (2009)								
Lam et al. (2010)								
Larsson and Clark (2000)								
Love et al. (2012)	x	x						
Luthra et al. (2015)	x	x	x					
Meryman and Silman (2004)								
Nelms et al. (2005)								
Nguyen et al. (2017)	x	x	x				x	x
OECD (2015)				x				
Osmani and Reilly (2009)				x				
Perini and Rosasco (2013)								
Pitt et al. (2009)	x	x						
Potbhare et al. (2009)			x					
Robichaud and Anantatmula (2010)								x
Ruparathna and Hewage (2015)			x					x
Sahlol et al., 2020								
Serpell et al. (2013)			x					x
Sev (2009)								
Shafii et al. (2006)								
Shi et al. (2013)	x							
Sodagar and Fieldson (2008)								
Tagaza and Wilson (2004)					x			
Tan (2012)								
USGBC (2003)						x		
Whang and Kim (2015)								
Williams and Dair (2007)		x						
Winston (2010)		x						
Zhang et al. (2011b,c)		x		x	x			
Zhang et al. (2012)	x		x	x				
Sayce et al. (2007)						x		
Bon and Hutchinson (2000)								
Zhou and Lowe (2003)								
Darko and Chan (2016b)								
Aktas and Ozorhon (2015)								
Shen et al. (2017b)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020a								
Berawi et al (2020)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020b								
Zeng et al (2018)								

	C Cost							
Referências	C1 The higher cost of sustainable building option	C2 Longer pay back periods	C3 Higher priority is given to economic needs	C4 Lack of financial incentives	C5 New kinds of solutions are risks with regard to costs and quality	C6 Overestimating costs of energy-efficient measures and underestimating the potential cost savings	C7 Increased Schedule	C8 Adoption of GBTs is time consuming and causes project delays
Ahn et al. (2013)	x	x						
Akadiri et al. (2012)								
Berawi et al (2020)								
Bin Esa et al. (2011)								
Djokoto et al. (2014)								
Hakkinen and Belloni (2011)	x	x	x		x	x		
Holloway and Parrish (2015)								
Persson and Gr€onkvist (2015)								
Rodriguez-Nikl et al. (2015)								
Samari et al. (2013)								
Serpell et al. (2013)								
Williams and Dair (2007)								
Zhang and Wang (2013)			x	x				
Abidin (2010)								
Akadiri (2015)								
AlSanad (2015)								
Bartlett e Howard (2000)						x		
Berawi et al (2020)b								
Bin Esa et al. (2011)								
Bond (2011)								
Chan et al. (2016)	x				x			
Chan et al. (2017)		x	x	x	x		x	
Chan et al (2018)		x						
Chan et al. (2009)	x							
Darko and Chan (2017)	x	x					x	x
Darko et al. (2017a)		x	x	x	x		x	
Darko et al. (2017b)	x							
Darko et al. (2017c)	x							
Djokoto et al. (2014)			x	x				
Du et al. (2014)								
Durdyev et al. (2018)	x	x	x	x				
Durdyev et al. (2018a)		x	x					
Eisenberg et al. (2002)								
Gou et al. (2013)		x						
Hwang and Ng (2013)								x
Hwang and Tan (2012)	x							
Hwang et al (2018)		x	x	x	x		x	
Hydes and Creech (2000)		x			x			
Kasai and Jabbour (2014)								
Lam et al. (2009)	x						x	
Lam et al. (2010)	x							x
Larsson and Clark (2000)					x			
Love et al. (2012)								
Luthra et al. (2015)			x	x				
Meryman and Silman (2004)								
Nelms et al. (2005)					x			
Nguyen et al. (2017)		x	x	x	x		x	
OECD (2015)								
Osmani and Reilly (2009)								
Perini and Rosasco (2013)								
Pitt et al. (2009)								
Potbhare et al. (2009)			x	x				
Robichaud and Anantatmula (2010)		x	x	x				
Ruparathna and Hewage (2015)			x	x				
Sahlol et al., 2020								
Serpell et al. (2013)			x	x				
Sev (2009)								
Shafii et al. (2006)								
Shi et al. (2013)	x							x
Sodagar and Fieldson (2008)	x							
Tagaza and Wilson (2004)	x				x			x
Tan (2012)			x	x				
USGBC (2003)								
Whang and Kim (2015)								
Williams and Dair (2007)	x				x			
Winston (2010)								
Zhang et al. (2011b,c)	x				x			
Zhang et al. (2012)	x							
Sayce et al. (2007)	x							
Bon and Hutchinson (2000)		x						
Zhou and Lowe (2003)		x						
Darko and Chan (2016b)								
Aktas and Ozorhon (2015)								
Shen et al. (2017b)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020a								
Berawi et al (2020)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020b								
Zeng et al (2018)								

	K&I Knowledge and Information							
Referências	KI1 Lack of stakeholders' awareness	KI2 Limited understanding from stakeholders	KI3 Limited knowledge on clear benefits of sustainable practices	KI4 Lack of knowledge on sustainable technologies	KI5 Shortage in green suppliers and information	KI6 Lack of demonstration projects	KI7 Difficulty to define measurable requirements	KI8 Complex and rigid requirements involved in adopting GBTs
Ahn et al. (2013)				x	x			
Akadiri et al. (2012)							x	
Berawi et al (2020)								
Bin Esa et al. (2011)								
Djokoto et al. (2014)								
Hakkinen and Belloni (2011)		x					x	
Holloway and Parrish (2015)								
Persson and Gr€onkvist (2015)						x		
Rodriguez-Nikl et al. (2015)							x	
Samari et al. (2013)							x	
Serpell et al. (2013)								
Williams and Dair (2007)	x	x		x			x	
Zhang and Wang (2013)								
Abidin (2010)	x	x		x				
Akadiri (2015)								
AlSanad (2015)			x					
Bartlett e Howard (2000)								
Berawi et al (2020)b								
Bin Esa et al. (2011)			x				x	
Bond (2011)							x	
Chan et al. (2016)		x	x	x			x	x
Chan et al. (2017)		x		x				
Chan et al (2018)								
Chan et al. (2009)			x					
Darko and Chan (2017)		x	x	x		x	x	x
Darko et al. (2017a)		x		x				
Darko et al. (2017b)			x			x		
Darko et al. (2017c)		x	x			x		
Djokoto et al. (2014)		x						
Du et al. (2014)						x		
Durdyev et al. (2018)	x	x		x	x	x		
Durdyev et al. (2018a)	x	x						
Eisenberg et al. (2002)		x		x				
Gou et al. (2013)					x			
Hwang and Ng (2013)								x
Hwang and Tan (2012)		x						x
Hwang et al (2018)		x		x			x	
Hydes and Creech (2000)								
Kasai and Jabbour (2014)						x		
Lam et al. (2009)				x	x			
Lam et al. (2010)								
Larsson and Clark (2000)								
Love et al. (2012)				x				
Luthra et al. (2015)								
Meryman and Silman (2004)								
Nelms et al. (2005)								
Nguyen et al. (2017)		x		x			x	
OECD (2015)								
Osmani and Reilly (2009)								
Perini and Rosasco (2013)								
Pitt et al. (2009)								
Potbhare et al. (2009)						x		
Robichaud and Anantatmula (2010)		x						
Ruparathna and Hewage (2015)							x	
Sahlol et al., 2020								
Serpell et al. (2013)		x						
Sev (2009)								
Shafii et al. (2006)	x							
Shi et al. (2013)				x	x		x	
Sodagar and Fieldson (2008)							x	
Tagaza and Wilson (2004)		x		x				
Tan (2012)								
USGBC (2003)								
Whang and Kim (2015)								
Williams and Dair (2007)		x	x				x	
Winston (2010)				x				
Zhang et al. (2011b,c)		x	x	x				
Zhang et al. (2012)		x						
Sayce et al. (2007)								
Bon and Hutchinson (2000)								
Zhou and Lowe (2003)								
Darko and Chan (2016b)								
Aktas and Ozorhon (2015)								
Shen et al. (2017b)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020a								
Berawi et al (2020)								
Mohammed Ali Berawi et al 2020b								
Zeng et al (2018)								

	WM Workforce and Management								
Referências	WM1 Lack of training and education for professionals	WM2 Lack of professional expertise in sustainability	WM3 Lack of professional capabilities/designers	WM4 Lack of coordination among stakeholders	WM5 Lack of strategy to promote sustainable construction	WM6 Lack of manufacturer and supplier support	WM7 Poor relationship between project team and manufacturers	WM8 Technical difficulty during the construction process	WM9 Additional responsibility for construction maintenance
Ahn et al. (2013)									
Akadiri et al. (2012)									
Berawi et al (2020)									
Bin Esa et al. (2011)									
Djokoto et al. (2014)	x								
Hakkinen and Belloni (2011)	x	x		x		x			
Holloway and Parrish (2015)									
Persson and Gr€onkvist (2015)									
Rodriguez-Nikl et al. (2015)									
Samari et al. (2013)									
Serpell et al. (2013)									
Williams and Dair (2007)									
Zhang and Wang (2013)									
Abidin (2010)									
Akadiri (2015)									
AlSanad (2015)	x	x							
Bartlett e Howard (2000)									
Berawi et al (2020)b									
Bin Esa et al. (2011)									
Bond (2011)									
Chan et al. (2016)									
Chan et al. (2017)	x				x				
Chan et al (2018)									
Chan et al. (2009)									
Darko and Chan (2017)	x		x	x	x	x			
Darko et al. (2017a)	x				x	x			
Darko et al. (2017b)									
Darko et al. (2017c)									
Djokoto et al. (2014)			x	x	x				
Du et al. (2014)									
Durdyev et al. (2018)		x	x						
Durdyev et al. (2018a)		x	x						
Eisenberg et al. (2002)									
Gou et al. (2013)	x		x						
Hwang and Ng (2013)						x			
Hwang and Tan (2012)				x					
Hwang et al (2018)	x			x	x				
Hydes and Creech (2000)		x							
Kasai and Jabbour (2014)									
Lam et al. (2009)						x			
Lam et al. (2010)									
Larsson and Clark (2000)									
Love et al. (2012)							x		
Luthra et al. (2015)									
Meryman and Silman (2004)									
Nelms et al. (2005)									
Nguyen et al. (2017)	x				x				
OECD (2015)									
Osmani and Reilly (2009)									
Perini and Rosasco (2013)									
Pitt et al. (2009)									
Potbhare et al. (2009)									
Robichaud and Anantatmula (2010)									
Ruparathna and Hewage (2015)				x					
Sahlol et al., 2020									
Serpell et al. (2013)	x			x					
Sev (2009)									
Shafii et al. (2006)									
Shi et al. (2013)	x	x				x			x
Sodagar and Fieldson (2008)									
Tagaza and Wilson (2004)								x	
Tan (2012)									
USGBC (2003)									
Whang and Kim (2015)									
Williams and Dair (2007)									
Winston (2010)									
Zhang et al. (2011b,c)								x	
Zhang et al. (2012)									
Sayce et al. (2007)									
Bon and Hutchinson (2000)									
Zhou and Lowe (2003)									
Darko and Chan (2016b)									
Aktas and Ozorhon (2015)									
Shen et al. (2017b)									
Mohammed Ali Berawi et al 2020a									
Berawi et al (2020)									
Mohammed Ali Berawi et al 2020b									
Zeng et al (2018)									

	C&M Client and Market								
Referências	CM1 Sustainability criteria is not considered in the bid evaluation	CM2 Lack of clients' interest	CM3 Resistance to change from the use of traditional methods	CM4 Lacks an actor who supports the client in setting targets for SB and in interpreting these targets as design requirements and procurement criteria	CM5 Lack of performance information (Lack of assessment methods that enable the comparison of buildings in terms of sustainability	CM6 High degree of distrust about GBTs (green buildings and technology)	CM7 Conflicts of interests among various stakeholders in adopting GBTs	CM8 Unavailability of GBTs in the local market	CM9 Reduction of aesthetics
Ahn et al. (2013)			x						
Akadiri et al. (2012)									
Berawi et al (2020)									
Bin Esa et al. (2011)									
Djokoto et al. (2014)									
Hakkinen and Belloni (2011)	x	x		x	x				
Holloway and Parrish (2015)									
Persson and Gr€onkvist (2015)									
Rodriguez-Nikl et al. (2015)									
Samari et al. (2013)									
Serpell et al. (2013)									
Williams and Dair (2007)						x	x	x	
Zhang and Wang (2013)									
Abidin (2010)									
Akadiri (2015)									
AlSanad (2015)									
Bartlett e Howard (2000)									
Berawi et al (2020)b									
Bin Esa et al. (2011)									
Bond (2011)									
Chan et al. (2016)									
Chan et al. (2017)	x	x							
Chan et al (2018)			x						
Chan et al. (2009)									
Darko and Chan (2017)	x	x	x				x	x	x
Darko et al. (2017a)	x	x							
Darko et al. (2017b)									
Darko et al. (2017c)									
Djokoto et al. (2014)		x							
Du et al. (2014)	x		x						
Durdyev et al. (2018)	x	x	x						
Durdyev et al. (2018a)									
Eisenberg et al. (2002)									
Gou et al. (2013)		x						x	
Hwang and Ng (2013)							x		
Hwang and Tan (2012)	x	x							
Hwang et al (2018)		x							x
Hydes and Creech (2000)									
Kasai and Jabbour (2014)									
Lam et al. (2009)									
Lam et al. (2010)					x				
Larsson and Clark (2000)									
Love et al. (2012)							x		
Luthra et al. (2015)						x			
Meryman and Silman (2004)									
Nelms et al. (2005)									
Nguyen et al. (2017)	x	x							x
OECD (2015)	x								
Osmani and Reilly (2009)									
Perini and Rosasco (2013)									
Pitt et al. (2009)	x	x							
Potbhare et al. (2009)								x	
Robichaud and Anantatmula (2010)	x								
Ruparathna and Hewage (2015)	x								
Sahlol et al., 2020									
Serpell et al. (2013)	x	x							
Sev (2009)									
Shafii et al. (2006)									
Shi et al. (2013)	x				x		x	x	
Sodagar and Fieldson (2008)									
Tagaza and Wilson (2004)									
Tan (2012)									
USGBC (2003)									
Whang and Kim (2015)									
Williams and Dair (2007)	x	x					x	x	
Winston (2010)						x	x		
Zhang et al. (2011b,c)		x					x		
Zhang et al. (2012)									
Sayce et al. (2007)									
Bon and Hutchinson (2000)									
Zhou and Lowe (2003)									
Darko and Chan (2016b)	x	x							
Aktas and Ozorhon (2015)								x	
Shen et al. (2017b)								x	
Mohammed Ali Berawi et al 2020a									
Berawi et al (2020)									
Mohammed Ali Berawi et al 2020b									
Zeng et al (2018)									

Referências	SC1 Sustaining the economic growth	SC2 Long term cost efficiency	SC10 Reduction construction taxes (material, land and building)	SC13 Periodic performance monitoring and building management technical assistance	SC14 Transfer partial on-site activities into off-site, e.g., prefabrication
Ahn et al. (2013)					
Akadiri et al. (2012)					
Berawi et al (2020)					
Bin Esa et al. (2011)					
Djokoto et al. (2014)					
Hakkinen and Belloni (2011)					
Holloway and Parrish (2015)					
Persson and Gr€onkvist (2015)					
Rodriguez-Nikl et al. (2015)					
Samari et al. (2013)					
Serpell et al. (2013)					
Williams and Dair (2007)					
Zhang and Wang (2013)					
Abidin (2010)					
Akadiri (2015)	x				
AlSanad (2015)					
Bartlett e Howard (2000)					
Berawi et al (2020)b					
Bin Esa et al. (2011)					
Bond (2011)					
Chan et al. (2016)					
Chan et al. (2017)					
Chan et al (2018)					
Chan et al. (2009)					
Darko and Chan (2017)					
Darko et al. (2017a)					
Darko et al. (2017b)					
Darko et al. (2017c)					
Djokoto et al. (2014)					
Du et al. (2014)					
Durdyev et al. (2018)	x	x			
Durdyev et al. (2018a)	x				
Eisenberg et al. (2002)					
Gou et al. (2013)					
Hwang and Ng (2013)					
Hwang and Tan (2012)					
Hwang et al (2018)					
Hydes and Creech (2000)					
Kasai and Jabbour (2014)					
Lam et al. (2009)					
Lam et al. (2010)					
Larsson and Clark (2000)					
Love et al. (2012)					
Luthra et al. (2015)					
Meryman and Silman (2004)					
Nelms et al. (2005)					
Nguyen et al. (2017)					
OECD (2015)					
Osmani and Reilly (2009)					
Perini and Rosasco (2013)					
Pitt et al. (2009)					
Potbhare et al. (2009)					
Robichaud and Anantatmula (2010)					
Ruparathna and Hewage (2015)					
Sahlol et al., 2020					
Serpell et al. (2013)					
Sev (2009)		x			
Shafii et al. (2006)					
Shi et al. (2013)					
Sodagar and Fieldson (2008)					
Tagaza and Wilson (2004)					
Tan (2012)					
USGBC (2003)					
Whang and Kim (2015)		x			
Williams and Dair (2007)					
Winston (2010)					
Zhang et al. (2011b,c)					
Zhang et al. (2012)					
Sayce et al. (2007)					
Bon and Hutchinson (2000)					
Zhou and Lowe (2003)					
Darko and Chan (2016b)					
Aktas and Ozorhon (2015)					
Shen et al. (2017b)					
Mohammed Ali Berawi et al 2020a			x		
Berawi et al (2020)					
Mohammed Ali Berawi et al 2020b				x	
Zeng et al (2018)					x

Referências	SC3 Energy efficiency	SC4 Water efficiency	SC5 Material efficiency	SC6 Efficiency in land usage	SC7 Preservation of natural condition
Ahn et al. (2013)				x	
Akadiri et al. (2012)					
Berawi et al (2020)					
Bin Esa et al. (2011)					
Djokoto et al. (2014)					
Hakkinen and Belloni (2011)					
Holloway and Parrish (2015)					
Persson and Gr€onkvist (2015)					
Rodriguez-Nikl et al. (2015)					
Samari et al. (2013)					
Serpell et al. (2013)					
Williams and Dair (2007)					
Zhang and Wang (2013)					
Abidin (2010)					
Akadiri (2015)	x	x	x	x	
AlSanad (2015)					
Bartlett e Howard (2000)					
Berawi et al (2020)b					
Bin Esa et al. (2011)					
Bond (2011)					
Chan et al. (2016)					
Chan et al. (2017)					
Chan et al (2018)					
Chan et al. (2009)					
Darko and Chan (2017)					
Darko et al. (2017a)	x				
Darko et al. (2017b)					
Darko et al. (2017c)					
Djokoto et al. (2014)					
Du et al. (2014)					
Durdyev et al. (2018)	x	x	x	x	x
Durdyev et al. (2018a)					
Eisenberg et al. (2002)					
Gou et al. (2013)					
Hwang and Ng (2013)					
Hwang and Tan (2012)					
Hwang et al (2018)					
Hydes and Creech (2000)					
Kasai and Jabbour (2014)					
Lam et al. (2009)					
Lam et al. (2010)					
Larsson and Clark (2000)					
Love et al. (2012)					
Luthra et al. (2015)					
Meryman and Silman (2004)					
Nelms et al. (2005)					
Nguyen et al. (2017)					
OECD (2015)					
Osmani and Reilly (2009)					
Perini and Rosasco (2013)					
Pitt et al. (2009)					
Potbhare et al. (2009)					
Robichaud and Anantatmula (2010)					
Ruparathna and Hewage (2015)					
Sahlol et al., 2020					
Serpell et al. (2013)					
Sev (2009)	x	x	x	x	x
Shafii et al. (2006)					
Shi et al. (2013)					
Sodagar and Fieldson (2008)					
Tagaza and Wilson (2004)					
Tan (2012)					
USGBC (2003)					
Whang and Kim (2015)				x	
Williams and Dair (2007)					x
Winston (2010)					
Zhang et al. (2011b,c)					
Zhang et al. (2012)					
Sayce et al. (2007)					
Bon and Hutchinson (2000)					
Zhou and Lowe (2003)					
Darko and Chan (2016b)					
Aktas and Ozorhon (2015)					
Shen et al. (2017b)					
Mohammed Ali Berawi et al 2020a					
Berawi et al (2020)					
Mohammed Ali Berawi et al 2020b					
Zeng et al (2018)					

Referências	SC8 Conservation of cultural resources	SC9 Protection of health and comfort (Quality of life of building occupants)	SC11 Knowledge and awareness green building technology implementation by all stakeholders	SC12 Property (market) reputation	SC15 Joint decision-making decision-driven for implementation green buildings
Ahn et al. (2013)					
Akadiri et al. (2012)					
Berawi et al (2020)					
Bin Esa et al. (2011)					
Djokoto et al. (2014)					
Hakkinen and Belloni (2011)					
Holloway and Parrish (2015)					
Persson and Gr€onkvist (2015)					
Rodriguez-Nikl et al. (2015)					
Samari et al. (2013)					
Serpell et al. (2013)					
Williams and Dair (2007)					
Zhang and Wang (2013)					
Abidin (2010)					
Akadiri (2015)		x			
AlSanad (2015)					
Bartlett e Howard (2000)					
Berawi et al (2020)b					
Bin Esa et al. (2011)					
Bond (2011)					
Chan et al. (2016)					
Chan et al. (2017)					
Chan et al (2018)					
Chan et al. (2009)					
Darko and Chan (2017)					
Darko et al. (2017a)					
Darko et al. (2017b)					
Darko et al. (2017c)					
Djokoto et al. (2014)					
Du et al. (2014)					
Durdyev et al. (2018)	x	x			
Durdyev et al. (2018a)					
Eisenberg et al. (2002)					
Gou et al. (2013)					
Hwang and Ng (2013)					
Hwang and Tan (2012)					
Hwang et al (2018)					
Hydes and Creech (2000)					
Kasai and Jabbour (2014)					
Lam et al. (2009)					
Lam et al. (2010)					
Larsson and Clark (2000)					
Love et al. (2012)					
Luthra et al. (2015)					
Meryman and Silman (2004)					
Nelms et al. (2005)					
Nguyen et al. (2017)					
OECD (2015)					
Osmani and Reilly (2009)					
Perini and Rosasco (2013)					
Pitt et al. (2009)					
Potbhare et al. (2009)					
Robichaud and Anantatmula (2010)					
Ruparathna and Hewage (2015)					
Sahlol et al., 2020					
Serpell et al. (2013)					
Sev (2009)	x	x			
Shafii et al. (2006)					
Shi et al. (2013)					
Sodagar and Fieldson (2008)					
Tagaza and Wilson (2004)					
Tan (2012)					
USGBC (2003)					
Whang and Kim (2015)	x	x			
Williams and Dair (2007)	x				
Winston (2010)					
Zhang et al. (2011b,c)					
Zhang et al. (2012)					
Sayce et al. (2007)					
Bon and Hutchinson (2000)					
Zhou and Lowe (2003)					
Darko and Chan (2016b)					
Aktas and Ozorhon (2015)					
Shen et al. (2017b)					
Mohammed Ali Berawi et al 2020a			x		
Berawi et al (2020)			x	x	
Mohammed Ali Berawi et al 2020b				x	
Zeng et al (2018)					x

Apêndice C – Questionário aplicado: ferramenta de pesquisa

PRINCIPAIS BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Questionário

Este documento tem como objetivo coletar os dados sobre as Principais Barreiras para a Implantação de Práticas Sustentáveis em Projetos de Construção Civil sob a perspectiva do TBL (Social, Econômico e Ambiental).

Entende-se "práticas sustentáveis" ações que, durante o projeto, têm como objetivo construir um ambiente saudável baseado na eficiência econômica (custos e tempo), nos princípios ecológicos (seleção de materiais/ processos e desperdícios) e sociais (comunidade, colaboradores e clientes).

Como exemplos, podemos citar algumas medidas como: a gestão do ciclo de vida do projeto integrando as partes responsáveis; o gerenciamento da cadeia de suprimentos implantando recursos que promovam eficiência energética (uso de painéis solares ou qualquer outra energia renovável); a adoção de uma logística otimizada com os fornecedores; a gestão adequada dos resíduos sólidos gerados em obra: controle e destino adequado do entulho e adoção de logística reversa; design do projeto adequado para a utilização de pré-fabricados, materiais e estruturas ecológicas (tijolos, telhas, cimento, tintas, bambu, madeiras, telhado verde); adoção de softwares (SIM, MsProject) e planilhas para a gestão integrada de cada etapa do ciclo do projeto; utilização de mão de obra local na construção; garantia da segurança do trabalho e atendimento as normais junto aos colaboradores; atendimento às normativas, selos e certificados de construção civil sustentáveis - nacionais e internacionais (ISO, LEED AQUA-HQE AQUA SOCIAL, Selo Casa Azul, PROCEL Edifica, etc).

Instruções:

O questionário é composto majoritariamente por questões fechadas e leva de 1O a 15 minutos para ser respondido. Nosso único interesse é no fenômeno investigado, desta forma, ele aborda apenas elementos relacionados aos projetos de construção civil, no contexto da organização, no período em que foi executado, não sendo necessária a identificação dos respondentes.

Para respondê-lo, você deverá selecionar um projeto de construção civil que participou e que você considera que adotou uma ou mais práticas sustentáveis e definir em qual tipo de organização ele se enquadra para o detalhamento melhor da amostra.

É importante destacar que este questionário busca avaliar apenas a percepção das práticas sustentáveis em relação ao projeto considerado pelo respondente. Os dados são sigilosos e você não será identificado.

BLOCO I - Caracterização da amostra

Esta etapa possui o único objetivo de correlacionar as funções acadêmicas com a execução das metodologias.

1- Descrição da amostra

Esta seção tem por objetivo descrever a amostra com informações gerais sobre a empresa onde o projeto ocorreu, o projeto em destaque e o respondente. Observação: todas as informações serão confidenciais, você não será identificado.

1. Formação: _____

2. Tempo (anos) de experiência com projetos de construção:
   <1
   1 a 5
   6 a 10
   11 a 15
   16 ou mais

2- Sobre o Projeto de Construção Civil

Esta seção tem por objetivo descrever a amostra com informações gerais sobre a empresa onde o projeto ocorreu, o projeto em destaque e o respondente. Observação: todas as informações serão confidenciais, você não será identificado.

3. Tipo de obra executada (Residencial, Comercial, Infraestrutura e etc.): _____

4. Tamanho do projeto (orçamento aproximado em milhões):
   <1 milhão
   Entre 1 e 10 milhões
   Entre 11 e 100 milhões
   Entre 101 milhões e 1 bilhão
   > 1 bilhão

BLOCO II - Principais Barreiras

Esta seção busca identificar a presença de barreiras à adoção de práticas sustentáveis em projetos de construção civil.
Serão propostas afirmações sobre essas práticas, seguidas de uma escala de concordância do tipo Likert de 7 pontos que variam de "Discordo totalmente" a "Concordo totalmente". Assinale o nível de concordância mais adequado ao seu projeto.

Assinale a alternativa que você acredita que mais se ajusta à cada uma das afirmações.

GOVERNO

No que se refere à postura governamental sobre práticas sustentáveis, pode-se dizer que durante o projeto:

5. Não houve promoção do uso de práticas sustentáveis por parte do governo

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

6. Houve ausência de códigos e regulamentos relacionados a práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

7. Houveram incentivos governamentais para o uso de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

8. Não houve fiscalização sobre o uso de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

9. Não houve uma sistemas de ranqueamento e classificação de práticas sustentáveis por parte do governo.

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

10. Houve burocracia excessiva em aspectos relacionados à sustentabilidade

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

CUSTOS

No que se refere aos custos das práticas sustentáveis, pode se dizer que durante o projeto:

11. Os custos das opções relacionadas ao uso de práticas sustentáveis de construção eram mais altos

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

12. O período de payback (retorno financeiro) relacionado ao uso de práticas sustentáveis era maior

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

13. Houve uma priorização das necessidades econômicas em relação às ambientais

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

14. Não houveram incentivos financeiros para a adoção de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

15. Houveram riscos e incertezas associados à adoção de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

16. Não houveram financiamento (como empréstimos bancários) para a adoção de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

CONHECIMENTO E INFORMAÇÃO

No que se refere ao nível de conhecimento das partes interessadas (stakeholders) - como as subcontratadas, gestores de projetos, clientes e investidores do projeto - em relação às práticas sustentáveis:

17. Os stakeholders não possuíam conhecimento sobre práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

18. Os stakeholders possuíam uma compreensão limitada sobre o uso de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

19. Os stakeholders possuíam um conhecimento limitado sobre os benefícios trazidos pelo uso de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

20. Houve pouca informação sobre fornecedores sustentáveis (ou "verdes")

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

21. Não houveram projetos anteriores que demonstrassem o uso de práticas sustentáveis em projetos

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

22. Não há uma base de dados com informações sobre a utilização de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

FORÇA DE TRABALHO

Sobre a equipe de trabalho e a estrutura organizacional envolvida no projeto:

23. Não houve treinamento/educação para práticas sustentáveis nos profissionais do projeto

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

24. Os profissionais do projeto não possuíam expertise em práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

25. Não houveram profissionais competentes para projetar construções civis utilizando práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

26. A alta gestão da empresa não dava importância para o uso de práticas sustentáveis no projeto

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

27. Não houve coordenação entre as partes interessadas no projeto

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

28. De maneira geral os profissionais da construção não possuíam familiaridade com as práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

CLIENTES E MERCADO

Sobre os clientes e o mercado durante o projeto:

29. Sustentabilidade não era um critério considerado pelos clientes durante à avaliação para compra

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

30. Não houve interesse nas práticas sustentáveis do projeto por parte dos clientes

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

31. O mercado possui resistência em mudar suas práticas tradicionais

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

32. O mercado não dá importância para as questões ambientais

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

33. Os benefícios do uso de práticas sustentáveis em projetos de construção é limitado por parte do mercado

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

34. Houve um alto grau de desconfiança no mercado sobre o uso de práticas sustentáveis

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

BLOCO III - Sustentabilidade do Projeto

Esta seção busca identificar os principais benefícios e características trazidas pela aplicação de práticas sustentáveis em projetos de construção civil sob a perspectiva do tripie bottom line (TBL) - Ambiental, Social e Econômica, utilizando uma escala do tipo "Likert" de 7 pontos.

Em cada uma delas são propostas afirmações que deverão ser julgadas por você em relação ao seu nível de concordância com base no projeto vivido, conforme apresentado a seguir.

Assinale a alternativa que você acredita que mais se ajusta à cada uma das afirmações.

AMBIENTAL

Sobre o desempenho ambiental no projeto em relação ao tripé da sustentabilidade:

35. O projeto teve foco em problemas ambientais
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

36. O projeto utilizou eficientemente os recursos
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

37. Houve um monitoramento constante dos aspectos ambientais
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

38. O projeto priorizou a reciclagem, o reuso e a redução de desperdícios dos resíduos gerados
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

39. O projeto utilizou eficientemente a energia elétrica
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

40. O projeto teve foco em energia renovável

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente

41. Materiais e produtos químicos tóxicos foram substituídos por outros menos tóxicos

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente

42. O projeto seguiu as prescrições das agências reguladoras para descartar resíduos

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente

SOCIAL

Sobre o desempenho social no projeto em relação ao tripé da sustentabilidade:

43. O projeto levou em consideração as necessidades atuais da sociedade

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

44. O projeto levou em consideração o bem-estar da comunidade próxima
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

45. O projeto cumpriu com todos os direitos trabalhistas dos seus funcionários
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

46. O projeto promoveu igualdade de gênero
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

47. O projeto promoveu equidade e segurança para a comunidade próxima

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

48. O projeto contribuiu para a educação dos trabalhadores

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

49. O projeto contribuiu para a promoção dos direitos humanos e civis das pessoas que dele participaram

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

ECONÔMICO

50. O projeto manteve ênfase na eficiência e produtividade

( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

51. O projeto obteve o nivel esperado de retorno sobre o investimento realizado
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

52. O projeto manteve foco no sucesso de longo prazo
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

53. O projeto contribuiu para melhorar o desempenho financeiro da empresa
( ) Discordo Totalmente
( ) Discordo Moderadamente
( ) Discordo Ligeiramente
( ) Neutro Quanto A Questão
( ) Concordo Ligeiramente
( ) Concordo Moderadamente
( ) Concordo Totalmente

54. O projeto contribuiu para a competitividade da empresa no longo prazo

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente

55. O projeto pagou salários justos para seus trabalhadores

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente

56. O projeto contribuiu para o resultado econômico final da empresa

( ) Discordo Totalmente

( ) Discordo Moderadamente

( ) Discordo Ligeiramente

( ) Neutro Quanto A Questão

( ) Concordo Ligeiramente

( ) Concordo Moderadamente

( ) Concordo Totalmente