

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO

**CONCEPÇÃO DE UMA BIBLIOTECA VIRTUAL DE MATERIAIS DE
CONSTRUÇÃO: UM EXERCÍCIO PARA O FORTALECIMENTO DO
PROCESSO DE SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO**



BRUNO MORAES GUIMARÃES
ORIENTADORA: RAQUEL NAVES BLUMENSCHEN
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO
BRASÍLIA/DF: MAIO – 2018

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**CONCEPÇÃO DE UMA BIBLIOTECA VIRTUAL DE MATERIAIS DE
CONSTRUÇÃO: UM EXERCÍCIO PARA O FORTALECIMENTO DO PROCESSO
DE SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO**

ARQ. BRUNO MORAES GUIMARÃES

DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

APROVADA POR:

Profª. Raquel Naves Blumenschein, Dra. (FAU/UnB)
(Orientadora)

Profª. Claudia Naves David Amorim, Dra. (FAU/UnB)
(Examinadora Interna)

Profª. Michele Tereza Marques Carvalho, Dra. (ENC/FT/UnB)
(Examinadora Externa)

BRASÍLIA/DF, 16 DE MAIO DE 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

GUIMARÃES, BRUNO MORAES

Concepção de uma biblioteca virtual de materiais de construção: um exercício para o fortalecimento do processo de seleção e especificação.

[Distrito Federal] 2018.

xvii, 208 f., 210 x 297 mm (PPG-FAU/UnB, Mestre, Arquitetura e Urbanismo, 2018).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

1. Materiais de construção

2. Seleção e especificação

3. Biblioteca virtual

4. Sustentabilidade

I. FAU/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GUIMARÃES, B. **Concepção de uma biblioteca virtual de materiais de construção: um exercício para o fortalecimento do processo de seleção e especificação.** 2018. 208 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Bruno Moraes Guimarães

TÍTULO: Concepção de uma biblioteca virtual de materiais de construção: um exercício para o fortalecimento do processo de seleção e especificação.

GRAU: Mestre ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Resiliência, sempre!

AGRADECIMENTOS

Expresso meus agradecimentos a todos aqueles que participaram, de alguma forma, na elaboração deste trabalho. Ofereço um agradecimento especial à minha orientadora, professora Dra. Raquel Naves Blumenschein, pelos ensinamentos ao longo do caminho e por acreditar no tema do meu trabalho, cujos desdobramentos repercutem em crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Às integrantes da banca, professoras Dra. Claudia Naves David Amorim (FAU/UnB) e Dra. Michele Tereza Marques Carvalho (ENC/FT/UnB), pelas contribuições na banca de qualificação e pela participação na banca de defesa.

Ao professor Dr. Caio Frederico e Silva (FAU/UnB), pelo apoio na divulgação do questionário de pesquisa entre seus alunos no curso de pós-graduação *lato sensu* em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística - REABILITA e à Secretaria do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - PPG FAU pela divulgação entre os alunos e ex-alunos do Programa. Estas iniciativas foram fundamentais para subsidiar o processo de avaliação dos critérios de sustentabilidade propostos para o trabalho. Estes agradecimentos são estendidos a todos que responderam às perguntas do questionário.

Aos colegas e professores do PPG FAU pelos inúmeros ensinamentos, assim como aos servidores da Secretaria que sempre prestaram um atendimento exemplar.

Aos meus amigos do Centro de Planejamento Oscar Niemeyer, que ofereceram palavras de incentivo nos momentos em que a conciliação entre o trabalho e as atividades acadêmicas parecia impossível.

À equipe do Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade (LACIS), pelo apoio técnico e pelas instâncias de discussão que contribuíram para consolidar as bases conceituais da biblioteca.

Por último, ofereço um agradecimento especial aos meus familiares e amigos pela compreensão nos momentos de ausência e, em especial, à minha esposa pelo apoio nos momentos mais difíceis e, sobretudo, pelo companheirismo nos momentos de alegria.

RESUMO

Os materiais de construção são definidos por processos de seleção e especificação. Embora sejam responsáveis por impactos ambientais, econômicos e sociais nas edificações, esses processos são realizados, na maioria dos casos, baseados apenas em experiências anteriores. Considerando a necessidade de fundamentar tecnicamente os processos de seleção e especificação de materiais, o objetivo deste trabalho é conceber as bases conceituais de uma Biblioteca Virtual de Materiais de Construção (BVMC) para subsidiar a tomada de decisão, considerando critérios de sustentabilidade. Assim, esta pesquisa contribui para a elaboração de um arcabouço teórico referente ao mapeamento dos processos de seleção e especificação de materiais; metodologias de levantamento, classificação e validação de critérios; ferramentas de apoio à tomada de decisão; e sistemas de classificação de informação. A partir do referencial teórico, propõe-se a Avaliação Integrada de Sustentabilidade como núcleo da biblioteca, que visa a definir um indicador do nível de Desempenho Ambiental, Econômico e Social (DAES) dos materiais como estratégia para triar e selecionar a melhor alternativa. Conclui-se que, para estruturar as bases conceituais da BVMC, são necessárias 145 atividades organizadas em 11 fluxos de processos, incluindo os fluxos primários de cadastramento, pesquisa, seleção e especificação. Além disso, é necessário elaborar seis produtos específicos – Ficha de Cadastramento de Materiais (FCM), Ficha de Cadastramento de Fornecedores (FCF), Relação de Critérios de Sustentabilidade (CS), Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS), Sistema de Classificação da Informação (SCI), e Ficha de Consulta de Materiais de Construção (FCMC) – com o objetivo de coletar as informações necessárias para alimentar os fluxos de processos com os dados pertinentes. Como desdobramento desta pesquisa, os resultados apresentados permitem viabilizar a elaboração de uma versão online da biblioteca para a plataforma digital do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído.

Palavras chave: Materiais de construção. Seleção e especificação. Biblioteca virtual. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Building materials are defined by selection and specification processes. Although they are responsible for environmental, economic and social impacts of buildings, in most cases these processes are carried out based exclusively on past experience. Considering the need to technically underpin the process of selection and specification of materials, the objective of this work is to define the conceptual bases of a Virtual Library of Construction Materials (VLCM) to support decision making, considering sustainability criteria. Thus, this research contributes to the elaboration of a theoretical framework regarding mapping of selection and specification processes of materials; methodologies for identifying, classifying and validating criteria; tools to support decision-making; and information classification systems. Based on the theoretical framework, an Integrated Sustainability Assessment is proposed as the core of the library, which aims to define an indicator of the level of environmental, economic and social performance of materials as a strategy to triage and select the best alternative. It is concluded that 145 activities are necessary to structure the conceptual bases of the VLCM, organized in 11 processes, including the primary flows of registration, research, selection and specification. In addition, it is necessary to design six specific products - Material Registration Form (MRF), Supplier Registration Form (SRF), Sustainability Criteria List (SCL), Integrated Sustainability Assessment Form (ISAF), Information Classification System (ICS), and Construction Materials Information Sheet (CMIS) - with the objective of collecting the necessary information to feed the process flows with the pertinent data. As an outcome of this research, the results presented in this work allow the development of an online version of the library for the digital platform of the Park of Innovation and Sustainability of the Built Environment.

Keywords: Construction materials. Selection and specification. Virtual library. Sustainability.

SUMÁRIO

I. Introdução.....	17
II. Objetivos.....	20
i. Objetivo geral.....	20
ii. Objetivos específicos.....	20
III. Estrutura de apresentação do trabalho.....	21
Capítulo 1 - Seleção e especificação de materiais de construção	23
1.1 O processo de seleção	24
1.1.1 Critérios de seleção de materiais de construção	26
1.2 O processo de especificação.....	29
1.2.1 Tipos de especificação	30
1.2.2 Sistemas de classificação de informação para a especificação	31
1.3 Fluxos de seleção e especificação de materiais.....	38
1.4 Síntese do capítulo	42
Capítulo 2 - Sustentabilidade na Indústria da Construção	46
2.1 Dimensões da sustentabilidade	46
2.1.1 Dimensão ambiental.....	47
2.1.2 Dimensão econômica	48
2.1.3 Dimensão social	48
2.2 Avaliação Integrada de Sustentabilidade para a construção mais sustentável...49	
2.3 Síntese do capítulo	55
Capítulo 3 - Subsídios para a seleção e especificação de materiais de construção .58	
3.1 Ferramentas para auxiliar no processo de tomada de decisão	59
3.2 Critérios de sustentabilidade para auxiliar no processo de tomada de decisão..62	
3.3 Síntese do capítulo	71
Capítulo 4 - Passos metodológicos para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção.....	74
4.1 Passo i: determinar as condicionantes necessárias para o funcionamento de uma biblioteca.....	75
4.1.1 Diretrizes para o funcionamento da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção	77

4.2 Passo ii: mapear e sistematizar o processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC).....	78
4.3 Passo iii: sistematizar o fluxo de referência do processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC).....	79
4.4 Passo iv: elaborar um fluxograma geral de concepção da BVMC	79
4.5 Passo v: identificar um método para mapear os passos necessários para conceber cada produto da BVMC.....	80
4.6 Passo vi: definir os fluxos necessários para o funcionamento da biblioteca.....	81
4.7 Passo vii: identificar e definir os perfis de usuário	82
4.8 Passo viii: mapear as etapas de elaboração de cada produto.....	83
4.9 Passo ix: elaborar produtos específicos para apoiar os fluxos de processos da BVMC	83
4.9.1 Produto 01: Ficha de cadastramento de fornecedores e materiais de construção – FCMC.....	83
4.9.2 Produto 02: Relação de Critérios de Sustentabilidade – CS	84
4.9.3 Produto 03: Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade - FAIS	87
4.9.4 Produto 04: Sistema de Classificação da Informação – SCI	88
4.9.5 Produto 05: Ficha de Consulta de Materiais de Construção – FCMC	89
4.10 Passo x: mapear os fluxos dos processos primários da BVMC.....	89
Capítulo 5 - Bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção:	
apresentação dos resultados	91
5.1 Sistematização do processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC).....	91
5.2 Fluxograma geral de concepção da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção	96
5.3 Perfis de usuário.....	101
5.4 Fluxos de processos.....	102
5.4.1 Fluxo de elaboração das fichas de cadastramento de fornecedores, de cadastramento de materiais, de Avaliação Integrada de Sustentabilidade e de consulta de materiais de construção	103
5.4.2 Fluxo de definição de Critérios de Sustentabilidade.....	104
5.4.3 Fluxo de elaboração da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade.	116
5.4.4 Fluxo de definição de um Sistema de Classificação da Informação – SCI...	117

5.4.5 Fluxo de alimentação das Fichas de Consulta de Materiais.....	119
5.5 Produtos elaborados para subsidiar as bases conceituais da BVMC.....	120
5.5.1 Ficha de cadastramento de fornecedores e materiais de construção	120
5.5.2 Critérios de Sustentabilidade – CS.....	122
5.5.3 Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade - FAIS.....	123
5.5.4 Sistema de classificação da informação.....	125
5.5.5 Fichas de consulta de materiais	128
5.6 Fluxos primários da BVMC	130
5.6.1 Cadastramento de fabricantes e fornecedores na BVMC.....	130
5.6.2 Cadastramento de materiais na BVMC	132
5.6.3 Pesquisa na BVMC.....	136
5.6.4 Seleção de materiais de construção na BVMC	139
5.6.5 Especificação de materiais de construção na BVMC	140
IV. Considerações finais.....	142
V. Referências bibliográficas.....	147
APÊNDICE A – FLUXOS DE PROCESSO DA BVMC.....	158
APÊNDICE B – FICHA DE AIS	169
APÊNDICE C – FICHA DE CADASTRAMENTO DE FABRICANTES E FORNECEDORES	190
APÊNDICE D – FICHA DE CONSULTA DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	194
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE.....	199

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Chiner.....	39
Figura 1.2 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Ashby	39
Figura 1.3 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo o CSI	40
Figura 1.4 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Farag.....	40
Figura 1.5 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Spiegel e Meadows	41
Figura 1.6 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Van Kesteren .	42
Figura 2.1 – Estrutura da Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS) proposta na pesquisa.....	54
Figura 4.1 – Condicionantes para o funcionamento de uma biblioteca.....	77
Figura 5.1 – Fluxo sistematizado das etapas do processo de seleção de materiais.	94
Figura 5.2 – Mapeamento geral dos processos para o desenvolvimento da BVMC .	99
Figura 5.3 – Encadeamento de fluxos da BVMC	100
Figura 5.4 – Passos metodológicos para a definição de critérios de sustentabilidade	106
Figura 5.5 – Exemplo da apresentação da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS)	123
Figura 5.6 – Exemplo da proposta de apresentação da Ficha de Consulta de Material	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Estrutura de classificação da informação na ISO 12006:2001	32
Quadro 1.2 – Estruturação da informação do <i>MasterFormat</i> em níveis	34
Quadro 1.3 – Exemplos do sistema de codificação do sistema <i>MasterFormat</i>	34
Quadro 1.4 – Exemplos de sistema de codificação do <i>Uniclass 2015</i>	35
Quadro 1.5 – Exemplos de codificação do sistema <i>Omniclass</i> , da Tabela 23	36
Quadro 1.6 – Exemplos de sistema de codificação do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI	37
Quadro 1.7 – Exemplos de sistema de codificação do Manual de obras públicas da Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio	38
Quadro 4.1 – Passos metodológicos, resultados e estruturação dos capítulos	74
Quadro 4.2 – Relação de tarefas, ações e produtos necessários para viabilizar os fluxos da BVMC	81
Quadro 5.1 – Sistematização do processo de seleção e especificação de materiais	92
Quadro 5.2 – Etapas e ações do fluxo genérico de seleção e especificação de materiais	94
Quadro 5.3 – Descrição das etapas, diretrizes e produtos para subsidiar as bases conceituais da BVMC	97
Quadro 5.4 – Etapas da elaboração das fichas de cadastramento: atividades e responsabilidade de cada agente	103
Quadro 5.5 – Etapas da definição de critérios de sustentabilidade: atividades e responsabilidade de cada agente	105
Quadro 5.6 – Sistematização de critérios de desempenho ambiental	107
Quadro 5.7 – Sistematização de critérios de desempenho econômico	108
Quadro 5.8 – Sistematização de critérios de desempenho social	109
Quadro 5.9 – Nível de importância atribuído a cada critério pelos participantes da pesquisa (%)	111
Quadro 5.10 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios ambientais	114
Quadro 5.11 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios econômicos	115
Quadro 5.12 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios sociais	115
Quadro 5.13 – Etapas da atribuição de pontuação conforme a AIS: atividades e responsabilidade de cada agente	116

Quadro 5.14 – Etapas da definição de um Sistema de Classificação da Informação: atividades e responsabilidade de cada agente	118
Quadro 5.15 – Etapas da alimentação das fichas de materiais: atividades e responsabilidade de cada agente	119
Quadro 5.16 – Relação de critérios de sustentabilidade definidos para compor a Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS).....	122
Quadro 5.17 – Relação de categorias propostas para integrar um Sistema de Classificação da Informação (SCI).....	126
Quadro 5.18 – Etapas do cadastramento de fabricantes e fornecedores: atividades e responsabilidade de cada agente	131
Quadro 5.19 – Etapas do cadastramento de materiais industrializados: atividades e responsabilidade de cada agente	133
Quadro 5.20 – Etapas do cadastramento de materiais naturais: atividades e responsabilidade de cada agente	135
Quadro 5.21 – Etapas do processo de pesquisa na BVMC	136
Quadro 5.22 – Etapas do processo de seleção de materiais na BVMC.....	139
Quadro 5.23 – Etapas do processo de especificação de materiais na BVMC	141

LISTA DE ABREVIações

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACCV – Avaliação do Custo do Ciclo de Vida

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AIA – *The American Institute of Architects*

AIS – Avaliação Integrada de Sustentabilidade

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BD – Base de dados

BNH – Banco Nacional de Habitação

BPMN – *Business Process Management Notation*

BRE – *Building Research Establishment*

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BSI – *British Standards Institution*

BVMC – Biblioteca Virtual de Materiais de Construção

CAES – Critérios Ambientais, Econômicos e Sociais

CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CIB – *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*

CO – Coordenador das equipes da BVMC

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

CPIC – Cadeia Produtiva da Indústria da Construção

CSI – *Construction Specifications Institute*

DAES – Desempenho Ambiental, Econômico e Social

DfE – *Design for the Environment*

ET – Equipe Técnica da BVMC

ETI – Equipe de Tecnologia da Informação da BVMC

FCM – Ficha de Consulta de Materiais

FF – Fornecedor ou Fabricante

GGs – *Green Guide to Specification*

IA – Inteligência artificial

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Indústria da Construção

IPA – Indicadores de Performance Ambiental

NCARB – *National Council of Architectural Registration Boards*

PISAC – Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído

PP – Processo Principal

PSE – Profissional Seleccionador e Especificador

RS – *Responsible Sourcing*

SCI – Sistema de Classificação da Informação

SEMC – Seleção e Especificação de Materiais de Construção

Sinduscon – Sindicato das Indústrias da Construção

SP – Subprocesso

TA – Tarefa de apoio

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

TI – Tecnologia da Informação

TP – Tarefa principal

LISTA DE SÍMBOLOS

CO₂ – Dióxido de carbono

M² – Metro cuadrado

I. Introdução

Ao contrário do senso comum, a produção arquitetônica não é exclusivamente fruto da criatividade. Embora o arquiteto possa ser considerado um artista, é, sobretudo, um técnico que enquadra o trabalho criativo dentro de parâmetros de racionalização que tratam de organizar processos intelectuais. Para tanto, estes profissionais utilizam metodologias de trabalho que conduzem o processo de projeto da problematização à solução final (KOWALTOWSKI et al., 2006).

Segundo Plowright (2014), a metodologia está presente no desenvolvimento de projetos, independentemente do nível de formação do indivíduo. Contudo, “[...] os métodos de design requerem a habilidade de gerar algo, propor, refinar, organizar e definir relações em um contexto com um propósito compartilhado ou intenção” (PLOWRIGHT, 2014, p.3, tradução nossa).

Assim, o arquiteto aplica determinada metodologia que é enquadrada no contexto da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC). Nela, os profissionais encontram uma multiplicidade de áreas de atuação que exigem conhecimentos de diversas disciplinas, seguindo uma concepção histórica que se mantém até os dias de hoje (POLLIO, 2007)¹.

Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (2013), as atribuições desses profissionais contemplam: elaborar projetos de arquitetura e urbanismo; arquitetura de interiores; arquitetura paisagística; patrimônio histórico, cultural e artístico; planejamento urbano e regional; e conforto ambiental.

Nesse contexto, seja qual for a área de atuação, a prática profissional do arquiteto exige constantes tomadas de decisão. Desde o início, o arquiteto deve decidir entre inúmeras opções que pautarão o amadurecimento da solução arquitetônica. Este processo implicará, necessariamente, em desdobramentos que passarão a constituir o cerne do projeto.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017), os projetos de arquitetura são estruturados em etapas sequenciais que alimentam o processo com informações que aumentam de complexidade e completude à medida que o projeto

¹ A primeira edição do *De Architectura Libri Decem*, de Marco Vitrúvio Pollio, data do século I a.C. Em 2007, foi publicada a primeira edição traduzida diretamente do latim para a língua portuguesa.

se aproxima de sua conclusão. Geralmente, as primeiras etapas implicam em um maior esforço criativo do arquiteto, pois nas concepções iniciais são gerados subsídios que conduzem à evolução das etapas subsequentes.

Cabe observar que as etapas embrionárias têm maior influência no projeto, haja vista a flexibilidade inerente ao processo de concepção (ANTÓN; DÍAZ, 2014). Durante os primeiros estágios existe maior potencial para avaliar diferentes alternativas visando a reduzir custos e otimizar o desempenho, uma vez que à medida que o projeto evolui, a probabilidade de incorporar alterações é drasticamente reduzida (BURKE, 2003).

No decorrer destas etapas, o arquiteto deve solucionar a materialização de suas ideias, passando de um objeto intangível (conceito) a um objeto tangível (produto), utilizando materiais de construção civil. De forma geral, esses materiais podem ser classificados em naturais, renováveis e não-renováveis e artificiais ou industrializados (BERGE, 2009).

Os materiais de construção naturais são aqueles constituídos primariamente por matéria-prima com baixo nível de processamento, como desbastamento, corte, colagem, polimento, etc. São enquadradas nesta categoria as madeiras, rochas, fibras, entre outras. Por sua vez, os materiais industrializados são o resultado de processos de fabricação que empregam quantidades significativas de energia para transformar e combinar as propriedades de diversas matérias-primas, de modo a atingir certo resultado em termos de desempenho.

Os materiais de construção são definidos através de processos de seleção e especificação. Nesse sentido, é importante destacar que “a escolha do elemento construtivo correto é uma importante etapa da arquitetura para a sustentabilidade” (CAVALCANTE, 2011, p.64), podendo implicar em uma redução significativa da energia incorporada na construção do edifício e, portanto, no seu impacto ambiental (SILVA; SILVA, 2015; THORMARK, 2006; TORGAL; JALALI, 2010).

Assim, inúmeros fatores devem ser avaliados por profissionais no momento de selecionar materiais de construção, pois é importante levar em consideração que todos os produtos e insumos que são aplicados em obras acumulam diversos impactos ambientais, econômicos e sociais (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Segundo Berge (2009), embora a importância dos materiais de construção seja relevante para a sustentabilidade das edificações, esta visão é relativamente recente e ainda não foi totalmente reconhecida pela maioria dos tomadores de decisão. Nesse contexto, a seleção e especificação de materiais de construção ainda são pautadas por decisões carregadas de subjetividade e com base em experiências anteriores.

Haja vista os desdobramentos de uma seleção inadequada em termos de impactos ambientais, econômicos e sociais, o arquiteto não deve desconsiderar a importância do embasamento técnico-científico. Trata-se de uma forma de ampliar seu domínio sobre os processos necessários para transformar matérias-primas em produtos e compreender seus respectivos impactos no meio ambiente e na saúde humana.

Portanto, esta pesquisa tem como foco a seleção e especificação de materiais como estratégia fundamental para a sustentabilidade das edificações, sendo o resultado direto do processo de tomada de decisão. Esta pesquisa parte da premissa de que este processo deve ser realizado com maior embasamento técnico e subsidiado por ferramentas que possam apoiar os tomadores de decisão.

Nesse contexto, considera-se uma Biblioteca Virtual de Materiais de Construção (BVMC) o formato mais adequado para armazenar e disponibilizar as informações técnicas relevantes para subsidiar este processo, constantemente atualizadas e acessíveis de qualquer local. Nesta dissertação, uma biblioteca virtual é entendida como um repositório de informação composto por dados referentes ao Desempenho Ambiental, Econômico e Social (DAES) de materiais e componentes construtivos, disponibilizados para consulta e acesso por múltiplos usuários desde que sejam inseridos parâmetros de pesquisa. Esta conceituação será utilizada ao longo de todo o trabalho.

Contudo, a elaboração de uma biblioteca virtual plenamente funcional requer o domínio de linguagens de programação que, somadas às particularidades do processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC), geram um elevado nível de complexidade para o trabalho, implicando, inclusive, na necessidade de capacitação. Assim, considerando a viabilidade da pesquisa, define-se como recorte do trabalho a elaboração das bases conceituais da BVMC.

Vinculação

Este trabalho é proposto como parte do projeto de pesquisa do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC), coordenado pelo LACIS/CDS/FAU-UNB, cujo objetivo é a promoção da construção sustentável.

No contexto desta pesquisa, as bases conceituais da BVMC serão utilizadas para desenvolver um sistema online na plataforma do parque, com o objetivo de auxiliar profissionais no processo de seleção e especificação de materiais, além de divulgar informações técnicas relevantes para subsidiar ações visando a incrementar a sustentabilidade das edificações.

II. Objetivos

i. Objetivo geral

Elaborar as bases conceituais² de uma Biblioteca Virtual de Materiais de Construção para auxiliar na tomada de decisão no processo de seleção e especificação, a fim de estruturar o desenvolvimento futuro de uma versão online no âmbito do PISAC³.

ii. Objetivos específicos

- Diferenciar a seleção e especificação de materiais de construção, mapeando as etapas que compõem o fluxo desses processos;
- Levantar as bases conceituais da construção sustentável, considerando a contribuição das dimensões ambiental, econômica e social para a definição do conceito;
- Levantar ferramentas e metodologias desenvolvidas para auxiliar no processo de projeto que visam à construção mais sustentável, identificando critérios relevantes para subsidiar o processo de tomada de decisão na seleção e especificação de materiais de construção;
- Identificar sistemas de classificação de informação que possam ser utilizados para estruturar bases de dados.

² Nesta dissertação, as bases conceituais são entendidas como os componentes necessários para estruturar um modelo teórico da biblioteca.

³ O Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC) é um projeto de pesquisa desenvolvido pelo Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade (LACIS), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB).

III. Estrutura de apresentação do trabalho

Esta dissertação é composta pela introdução, por cinco capítulos, além das considerações finais e de cinco apêndices.

O *Capítulo 1 - Seleção e especificação de materiais de construção* apresenta a conceituação dos processos de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC), que nesta dissertação são considerados processos distintos. Além disso, o capítulo apresenta o mapeamento de fluxos de seleção e especificação, identificados na literatura científica. Por fim, apresenta um fluxo sistematizado do processo de SEMC, necessário para subsidiar a definição das bases conceituais da BVMC.

O *Capítulo 2 - Sustentabilidade na Indústria da Construção* apresenta a conceituação da sustentabilidade segundo a literatura, abordando a definição das dimensões ambiental, econômica e social, necessárias para apresentar o enquadramento conceitual da construção sustentável. Diante da necessidade de integrar as dimensões em processos de avaliação de materiais como parte das ações necessárias para a construção mais sustentável, apresenta-se o conceito da Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS), considerado fundamental para o viabilizar o objetivo proposto para esta dissertação.

O *Capítulo 3 - Subsídios para a seleção e especificação de materiais de construção* apresenta uma revisão bibliográfica com o propósito de identificar metodologias e ferramentas⁴ concebidas por pesquisadores para auxiliar no processo de tomada de decisão na seleção de materiais. Além disso, a revisão contempla o levantamento de critérios de sustentabilidade em diferentes fontes, que possibilitam embasar tecnicamente as SEMC que são sistematizados em quadros segundo a dimensão ambiental, econômica e social. Para concluir o capítulo, são estabelecidos passos metodológicos para definir o conjunto de ações que podem viabilizar a AIS dos materiais de construção.

O *Capítulo 4 - Passos metodológicos para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção* descreve as etapas que orientaram a elaboração da pesquisa no desenvolvimento das bases conceituais da

⁴ Nesta dissertação, ferramentas são entendidas como recursos de projeto, digitais ou analógicos, que visam a auxiliar projetistas no processo de tomada de decisão.

biblioteca, subsidiadas por uma fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores.

O *Capítulo 5 - Bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção: apresentação dos resultados* expõe a sistematização do processo de seleção e especificação de materiais de construção; apresenta o fluxograma geral do processo de seleção e especificação; o fluxograma geral de concepção da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção (BVMC); e os fluxos de elaboração das bases conceituais. Neste capítulo, também são apresentados seis produtos que subsidiam as bases conceituais: Ficha de Cadastramento de Materiais (FCM); Ficha de Cadastramento de Fornecedores (FCF); Relação de Critérios de Sustentabilidade (CS); Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS); Sistema de Classificação da Informação (SCI); e Ficha de Consulta de Materiais de Construção (FCMC). Por fim, os cinco fluxos primários da BVMC são apresentados: i) cadastramento de fabricantes e fornecedores; ii) cadastramento de materiais; iii) pesquisa na base de dados da BVMC; iv) seleção; e v) especificação de materiais de construção.

Nas *Considerações finais* são apresentados os resultados obtidos, as limitações da pesquisa, além das sugestões para trabalhos futuros.

Os *Apêndices A, B, C, D e E* apresentam os produtos elaborados durante a pesquisa, cuja consulta é fundamental para compreender o trabalho apresentado nesta dissertação.

Capítulo 1 - Seleção e especificação de materiais de construção

Os materiais de construção são fundamentais para transformar o meio ambiente em ambiente construído, possibilitando ao homem desenvolver suas atividades econômicas, sociais e culturais (BLUMENSCHHEIN, 2004). Para isso, dispõe-se de uma variada gama de materiais com diferentes propriedades, que influenciam na forma de aplicação na construção civil.

Addington e Schodek (2005) argumentam que até a era pré-Revolução Industrial, a relação da arquitetura com os materiais é relativamente clara. Neste período, o pragmatismo pauta a escolha de materiais em função da sua utilidade, pela disponibilidade do material ou por suas qualidades ornamentais e estéticas.

Vitrúvio (2007)⁵ no livro II, capítulo II, do *Tratado de Arquitetura*, faz referência aos materiais de construção e ao processo de seleção, ressaltando a necessidade do domínio técnico sobre as propriedades de modo a definir o material mais adequado para cada tipo de obra.

Nesse contexto, o arquiteto especificador é entendido como aquele que projeta e define os materiais e componentes que serão utilizados para materializar o objeto que concebe, condicionado ao domínio das características dos materiais e técnicas construtivas. A compreensão dos materiais está relacionada ao domínio das propriedades dos insumos, uma vez que sua aplicação impactará diretamente na produção, manutenção e durabilidade das edificações.

Segundo Berge (2009), estas propriedades são classificadas em físicas e químicas. As primeiras descrevem a forma e estrutura, enquanto que as segundas descrevem a composição do material. O autor argumenta que “na construção convencional são principalmente as propriedades físicas que são consideradas e são praticamente estas propriedades que decidem quais materiais devem ser utilizados” (BERGE, 2009, p.57, tradução do autor).

Na prática profissional do arquiteto, os materiais de construção são definidos através de processos de seleção e especificação que implicam em avaliar as características e propriedades de insumos de forma a identificar a melhor alternativa.

⁵ Data da 1ª edição do *Tratado de Arquitetura*, traduzido diretamente do latim para a língua portuguesa.

Contudo, existe uma diferença conceitual entre selecionar e especificar, e para facilitar a compreensão desta pesquisa, é importante que essa distinção seja estabelecida.

1.1 O processo de seleção

A seleção de materiais é uma atividade comum a qualquer projeto de arquitetura, pois os materiais estão intrinsecamente ligados a aspectos necessários para concretizar ideias concebidas pelo profissional. Essa atividade ocorre ainda durante a concepção do projeto, juntamente com o estudo de viabilidade⁶.

Trata-se de um processo complexo em que diversos requisitos devem ser atendidos (TRUSTY, 2003b; WASTIELS; WOUTERS, 2009; RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010; YANG; OGUNKAH, 2013).

Sua característica é fundamentalmente experimental ou de pesquisa, visando a identificar a solução mais adequada para responder aos encargos do projeto, além de valores éticos e estéticos do profissional, devendo acontecer de forma estruturada, confiável e transparente (CINELLI; COLES; KIRWAN, 2014).

Este ato implica em compreender, comparar e avaliar as características e propriedades de cada material, dentro de um universo de possibilidades, de modo a identificar aqueles que se destacam entre as alternativas identificadas pelo profissional (CAVALCANTE, 2011).

Para classificar essas alternativas, o processo de seleção requer o emprego de múltiplos critérios e objetivos, definidos pelo selecionador, podendo ser categorizado como um problema de tomada de decisão multiatributo (DAVIM, 2008; DING, 2008; JAHAN et al., 2010; AKADIRI; OLOMOLAIYE, 2012; RAHMAN et al., 2012; RAO; TAKANO et al., 2015; ZHANG et al., 2017).

É importante observar que este processo é um desafio para o profissional, haja vista a necessidade de compatibilizar diversos requisitos de projeto em termos de seleção do material mais adequado e de harmonização de critérios que, por vezes, podem ser conflitantes e podem aumentar o nível de complexidade da tarefa (SENOS; AGUIAR, 2010; OGUNKAH; YANG, 2013; RAMALHETE).

⁶ Segundo a norma ABNT NBR 13531:95, o estudo de viabilidade é “a etapa destinada à elaboração de análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção da edificação e de seus elementos, instalações e componentes.” e antecede o estudo preliminar (ABNT, 1995: p.4).

A complexidade do processo de SEMC também está relacionada ao conhecimento e domínio da informação, pois existe uma grande quantidade de materiais disponíveis no mercado, variando entre 80 mil (FARAG, 2006) e 160 mil (RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010)⁷. Embora os valores apresentem uma variação expressiva, segundo a fonte, a questão a ser ressaltada é o elevado número de opções a serem escolhidas, que potencialmente podem gerar um gargalo na tomada de decisão.

Como estratégia para mitigar os riscos relacionados a materiais que têm seus comportamentos e suas propriedades desconhecidos, a seleção passa a estar intimamente ligada a experiências anteriores de projetos bem-sucedidos. Nesse cenário, soluções exitosas passam a fazer parte do arcabouço de materiais da maioria dos profissionais, que decide aplicá-las sistematicamente em novos projetos (PEARCE; HASTAK; VANEGAS, 1995; SPIEGEL; MEADOWS, 2006; ZHOU; YIN; HU, 2009; JAHAN et al., 2010; RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010; RAHMAN et al., 2012; AKADIRI; FLOREZ; CASTRO-LACOUTURE, 2013; OLOMOLAIYE; CHINYIO, 2013; YANG; OGUNKAH, 2013; KIM; KIM; TANG, 2014).

Embora esta tendência exista no meio profissional, não é possível afirmar que seja uma prática tecnicamente consistente. Ressalta-se o fato de que, ao utilizar soluções consagradas, corre-se o risco de eventualmente empregar técnicas construtivas ultrapassadas e de engessar o processo de inovação da Indústria da Construção.

Considerando que materiais mais modernos surgem com frequência, é fundamental que selecionadores abandonem o processo de tomada de decisão baseado na experiência e incorporem um procedimento sistemático e tecnicamente embasado no fluxo de projeto.

Uma vez tomada a decisão em relação à melhor alternativa para atender aos requisitos de projeto, este processo deve ser documentado. O registro do processo de seleção de materiais é informal, sendo realizado em apontamentos pessoais ou em um relatório interno do escritório ou da empresa de consultoria especializada contratada para este fim (CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE, 2005).

⁷ Esta relação considera as ligas metálicas, plásticos, cerâmicas, vidros, materiais compósitos e semicondutores.

1.1.1 Critérios de seleção de materiais de construção

É importante ressaltar que as construções são pensadas como sistemas compostos por materiais e que suas características influenciam no desempenho geral das edificações, inclusive em termos de sustentabilidade (CHAN; TONG, 2007; RAHMAN et al., 2012; FLOREZ; CASTRO-LACOUTURE, 2013; TAKANO; HUGHES; WINTER, 2014; TAKANO et al., 2015; GOVINDAN; SHANKAR; KANNAN, 2016).

Trusty (2003a), Ding (2008), Kim; Kim, Tang (2014) e Ogunkah (2015) argumentam que nas primeiras etapas de concepção do projeto, definições críticas são realizadas quanto aos componentes mais representativos da edificação, e que estes componentes influenciam diretamente nos impactos relacionados aos materiais de construção.

Segundo Trusty (2003b), as decisões tomadas durante estas primeiras etapas correspondem de 80 a 90% dos impactos ambientais relacionados aos materiais no ciclo de vida do projeto.

John, Clements-Croome e Jeronimidis (2005) argumentam que a correta seleção de materiais é a estratégia mais simples para lograr construções mais sustentáveis. Também é consenso na literatura que uma seleção inadequada de materiais implica na redução da eficiência das construções e em um impacto negativo no Desempenho Ambiental, Econômico e Social (DAES) da edificação (AGOPYAN; JOHN, 2011; CAVALCANTE, 2011; TAKANO et al., 2015; GOVINDAN; SHANKAR; KANNAN, 2016).

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de realizar a seleção de materiais visando a melhorar o nível de sustentabilidade das edificações, sendo fundamental que selecionadores se conscientizem da importância de seguir uma estrutura de avaliação definida, passando pela utilização de um conjunto de critérios preestabelecidos que permitam embasar tecnicamente a tomada de decisão desde o início do processo.

A tomada de decisão compartilhada entre clientes, contratantes, arquitetos e fornecedores é essencial para alinhar entendimentos quanto a requisitos de projetos de ordem econômica, técnica e estética, além do conforto, prestígio, entre outros. O envolvimento de todos os agentes fortalece o processo e é fundamental para validar

a seleção dos materiais de construção, além de distribuir responsabilidades entre os partícipes (SAMARASINGHE, 2014).

Segundo o *Construction Specifications Institute - CSI* (2011), existem diversos fatores que devem ser considerados para selecionar insumos. Contudo, quatro fatores podem ser destacados: i) produto; ii) fabricante; iii) instalação; e iv) custo. Assim, o selecionador tem como atribuições: avaliar se o produto atende aos requisitos funcionais e estéticos; avaliar se o fabricante é idôneo, uma vez que será responsável por fornecer informações técnicas relevantes para o projeto; verificar a compatibilidade das instruções de instalação dos produtos fornecidas pelo fabricante, além das especificidades do projeto; verificar se existem profissionais capacitados na região para instalar o material ou produto selecionado; e, ainda, avaliar a relação entre o custo do material, sua instalação, operação e manutenção.

Nesse sentido, Cavalcante (2011) realiza um estudo sobre os critérios que embasam a seleção de materiais de profissionais que atuam em São Paulo. A autora conclui que critérios como a busca por produtos que melhor se adaptem às necessidades dos clientes, o desempenho físico e químico dos materiais, os custos monetários, a estética, a confiança, a tradição e a familiaridade com o produto e, finalmente, a facilidade na obtenção do produto, são aspectos relevantes para os profissionais que atuam naquele estado.

Wastiels e Wouters (2009) realizam um estudo no contexto belga e chegam à conclusão de que os profissionais de arquitetura levam em consideração características relacionadas ao desempenho dos materiais, além de considerar aspectos como a experiência ou estimulação sensorial e estética dos usuários.

No contexto norte-americano, Chen, Okudan e Riley (2010) aplicam um questionário a profissionais da indústria da construção para identificar os fatores mais relevantes na seleção de materiais de construção. Os autores concluem que fatores como custo a longo prazo, exequibilidade, qualidade, custo inicial, impacto na saúde e comunidade, impacto na arquitetura e impacto ambiental são considerados mais relevantes, e demonstram que os critérios econômicos prevalecem.

Ainda no contexto americano, o *American Institute of Architects - AIA* (2013) sugere que sejam observados critérios técnicos como: manutenção estrutural, segurança contra incêndio, habitabilidade, durabilidade, praticidade, compatibilidade,

manutenção, impactos ambientais, custo, e estética dos materiais no processo de seleção.

No contexto holandês, Van Kesteren (2008) também aborda as propriedades intangíveis, especialmente aquelas que estimulam a interação do usuário com os materiais e as sensações que resultam deste contato.

Florez e Castro-Lacouture (2013) pesquisam a influência de fatores subjetivos, isto é, propriedades que não podem ser quantificadas e que influenciam na seleção de materiais sustentáveis. Os pesquisadores realizam um levantamento bibliográfico e identificam critérios aos quais são associados antônimos: *funcionalidade* - inútil/funcional, não-funcional/útil e ineficiente/eficiente; *apelo ao usuário* - pouco atrativo/atrativo, desapontado/satisfeito e indisposição a comprar/ disposição a comprar; *versatilidade* - ordinário/extraordinário, comum/ inovador e pouco versátil/muito versátil. Os autores demonstram que o critério *apelo ao usuário* apresenta maior peso, enquanto o critério de *versatilidade* apresenta o menor.

Assim, é possível concluir que profissionais selecionadores e especificadores recorrem a duas categorias de critérios de avaliação para selecionar materiais: técnicos e sensoriais. As propriedades técnicas são objetivas, portanto, possibilitam comparar as características de materiais, cujos resultados não devem apresentar variações significativas entre profissionais nos processos de seleção quando parâmetros claros forem estabelecidos. Contudo, no caso de considerações que incorporem aspectos sensoriais, as seleções de materiais podem apresentar variações significativas, uma vez que estas propriedades são subjetivas, isto é, variam de acordo com a formação sensorial e emocional do profissional.

Nesse sentido, embora aspectos subjetivos também sejam importantes contribuições para a qualidade espacial, devem apenas complementar o desempenho técnico dos materiais, cujo peso na tomada de decisão deve prevalecer. Segundo o ponto de vista defendido nesta dissertação, a seleção tecnicamente embasada implica em avaliar o Desempenho Ambiental, Econômico e Social dos materiais de construção.

1.2 O processo de especificação

A especificação ocorre após o processo de seleção, sendo iniciada ainda durante as etapas de estudo preliminar⁸ e consolidada ao longo de etapas posteriores, até sua definição no projeto executivo⁹. Trata-se de um procedimento técnico que implica em descrever ou explicar detalhadamente os materiais que serão utilizados na obra civil, requerendo do profissional conhecimento das propriedades físico-químicas dos materiais, de técnicas construtivas, modos de aplicação, acabamento, proteção e manutenção.

Segundo o *National Council of Architectural Registration Boards* (2013), “os materiais especificados para um determinado projeto comunicam os requerimentos e a qualidade esperada durante a construção” e devem responder a contento a determinados critérios preestabelecidos pelos requerimentos do cliente (NCARB, 2013, p. 292, tradução nossa).

As especificações definidas pelo profissional devem ser registradas em documentos formais – nos cadernos de especificações e de encargos - que serão disponibilizados a todos os agentes que participam do processo de avaliação, compra, construção e comissionamento da obra, isto é, do ciclo de vida da construção (ABNT, 1992; CAU, 2013; SEAP, 2000).

A NBR 12219:95 apresenta os procedimentos para elaborar cadernos de encargos para execução de edificações. Essa norma define o documento como o “conjunto de discriminações técnicas, critérios, condições e procedimentos estabelecidos pelo contratante para a contratação, execução, fiscalização e controle de serviços e/ou obras” (ABNT, 1992, p.1).

Segundo a Resolução CAU/BR nº 51:2013, o Caderno de Especificações é um “[...] instrumento que estabelece as condições de execução e o padrão de acabamento para cada tipo de serviço, indicando os materiais especificados e os locais de sua aplicação [...]”. Esse documento pode ser parte integrante do Caderno de Encargos, que é um “[...] instrumento que estabelece os requisitos, condições e diretrizes

⁸ O estudo preliminar é a “etapa destinada à concepção e à representação do conjunto de informações técnicas iniciais [...] necessários à compreensão [...] edificação.” (ABNT, 1995, p.4).

⁹ “Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obra correspondentes.” (Ibid., p.4).

técnicas e administrativas para a execução de obras ou serviço técnico de construção [...]” (CAU, 2013, p.7).

As especificações são parte de um conjunto de documentos legais que compõe o projeto. Em caso de divergência entre o documento redigido e as peças gráficas de desenho, prevalece a informação apresentada na especificação, registrada no Caderno de Encargos (DEMKIN, 2001; CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE, 2005; NATIONAL COUNCIL OF ARCHITECTURAL REGISTRATION BOARDS, 2013).

1.2.1 Tipos de especificação

Existem quatro tipos de especificação – descritiva, desempenho, proprietária e referencial-normativa – que devem ser utilizadas individualmente de modo a não gerar redundâncias e conflitos (CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE, 2005, 2011; DEMKIN, 2001).

Assim, a especificação *descritiva* inclui uma apresentação detalhada das propriedades do material ou produto, cuja preparação implica em pesquisar as características críticas do produto e selecionar quais devem ser incluídas na documentação (Ibid., 2005; 2011).

A especificação por *desempenho* identifica a performance que determinado produto ou sistema deve alcançar, sendo um processo composto por duas etapas. Contempla a preparação dos requisitos mínimos de desempenho e o estabelecimento de uma metodologia de avaliação para verificar o cumprimento destes requerimentos (Ibid., 2005; 2011).

Especificações do tipo *proprietária* identificam os produtos por fabricante, modelo ou características particulares, existindo a especificação proprietária aberta ou fechada. Assim, a última não permite substituições, enquanto que a primeira apresenta alternativas de fornecimento. No contexto brasileiro, o tipo de especificação proprietária dependerá do setor para o qual a especificação é preparada – as especificações fechadas são típicas do setor privado, enquanto que as abertas são características de obras públicas que, com raras exceções, possibilitam especificar o fornecedor (Ibid., 2005; 2011).

A especificação *referencial-normativa* recorre a especificações de referência definidas por associações, conselhos de classe, organizações de normatização,

instituições ou pelo próprio Estado, e que são incorporadas no projeto (CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE, 2005, 2011; DEMKIN, 2001).

É importante destacar a inexistência de referências técnicas nacionais que aprofundem a análise do processo de especificação nos mesmos moldes do documento produzido pelo *Construction Specifications Institute*. Contudo, ainda que estas categorias sejam definidas por uma associação internacional, é possível estabelecer um paralelo com a forma como as especificações são redigidas no contexto nacional.

1.2.2 Sistemas de classificação de informação para a especificação

Obras de engenharia envolvem diversos agentes que participam das atividades de planejamento, execução e manutenção das edificações ao longo de todo o ciclo de vida da construção. No desenvolvimento dessas ações, um volume substancial de informação tramita entre os envolvidos de modo a viabilizar os serviços na obra e documentar as tomadas de decisão. Nesse sentido, entende-se que é necessário empregar sistemas de classificação da informação visando a racionalizar os processos e a evitar que dados sejam comprometidos.

Segundo Afsari e Eastman (2016), a classificação é “um método para descrever elementos da construção de uma forma padronizada”, sendo normalmente composta por classes genéricas e específicas (AFSARI; EASTMAN, 2016, p.2, tradução nossa).

Um sistema contemporâneo de classificação de informação para a Indústria da Construção (IC) deve, como premissa básica, administrar e organizar dados de diferentes naturezas, segundo uma estrutura bem definida, visando ao armazenamento consistente e confiável (CPIC, 2015; ISO, 2001).

Segundo Saleeb, Marzouk e Atteya (2018), os sistemas de classificação de informação geralmente utilizam combinações que possibilitam classificar milhares de composições. A maioria destas codificações são compostas por um conjunto de pares numéricos que denotam sistemas, subsistemas e seções que representam especificações de produtos para aplicação na construção civil.

Segundo Gelder (2015), um sistema de classificação deve apresentar sete características principais: i) ser digital, fácil de usar e gratuito; ii) ser unificado; iii) ser multisetorial; iv) considerar o ciclo de vida do bem; v) considerar sistemas de

classificação anteriores; vi) atender à estrutura proposta na ISO 12006-2:2001; e vii) considerar a integração com sistemas de códigos de barras desenvolvidos por fabricantes.

A seguir são apresentados alguns sistemas de classificação da informação que visam a orientar o processo de especificação de serviços para a construção, incluindo a especificação de materiais de construção. É importante destacar que não é o intuito desta dissertação esgotar o presente tema, uma vez que não é o objetivo central do trabalho, contudo a informação é relevante como passo metodológico para a organização de um sistema de classificação da informação e necessário enquanto componente das bases conceituais da BVMC.

1.2.2.1 ISO 12006-2:2001

Esta norma apresenta uma estrutura de trabalho que visa a orientar a formulação de sistemas de classificação da informação, de modo a considerar as especificidades resultantes das diferenças culturais e regionais.

O documento estrutura as atividades relevantes ao ciclo de vida das edificações em quatro grupos: i) resultado da construção; ii) processo de construção; iii) recurso da construção; e iv) propriedades/características. Estes grupos são desdobrados em classes, que podem ser utilizadas para estruturar, por sua vez, sistemas de classificação, conforme o *Quadro 1.1*.

Quadro 1.1 – Estrutura de classificação da informação na ISO 12006:2001

Nº Grupo	Grupo	Classes	Princípio de especialização	Exemplos
i	Resultado da construção	Entidade	Forma	Edificações, pavimentação, túneis, pontes, viadutos, dutos, etc.
			Função	Hospitais, terminais de transporte, escolas, etc.
		Complexo	Função	Saúde, transporte, industriais, administrativos, etc.
		Espaço	Grau de enclausuramento	Ar livre, ar livre não coberto, coberto não enclausurado, espaço enclausurado

(continua)

				(conclusão)
		Função		Administrativo, hospitalar, entretenimento, esportivo, etc.
	Elemento	Característica predominante da função		Estrutural, vedação, serviços, acabamento, equipamento, etc.
	Processo de gestão	Tipo de processo		Gestão administrativa, pessoal, financeira, de projeto, etc.
	Processo de trabalho	Tipo de trabalho		Escavação, vedação, concretagem, assentamento de piso, drenagem, etc.
ii	Processo de construção	Etapa do ciclo de vida da entidade	Caráter geral	Idealização, projeto, produção, uso, manutenção, reforma, demolição.
		Etapa do projeto	Caráter geral	Concepção, viabilidade, estudo preliminar, projeto executivo, licitação, contratação, execução, entrega, etc.
	Produto da construção	Função		Contenção, estrutural, particionamento, sanitário, esgotamento, etc.
iii	Recurso da construção	Maquinário para a construção	Função	Equipamentos de corte e dobra de aço, elevadores e cremalheiras, retroescavadeira, etc.
		Agente da construção	Disciplina	Cliente, arquiteto, engenheiro, etc.
	Informação da construção	Meio		Livros, jornais, folhetos, fotografia, mídia eletrônica
	Propriedades/ características	-	Tipo	Método de montagem, dimensão, forma, massa, estrutural, acústico, térmico, etc.

Fonte: adaptado de ISO (2001).

1.2.2.2 MasterFormat

Publicado pelo *Construction Specifications Institute*, o *MasterFormat* é um sistema utilizado para formatar informações visando à especificação de produtos e serviços, orçamento, elaboração de catálogos técnicos, arquivamento, organização dos serviços de operação e manutenção e classificação de modelos de BIM para a Indústria da Construção. O objetivo do sistema é oferecer uma codificação única, utilizada por todos os agentes da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC)

norte-americana, facilitando a comunicação e reduzindo erros (ARCH MEDIA GROUP, 2016; CSI, 2016a).

A informação é estruturada em 2 grupos (aquisição e contratação; especificação), 5 subgrupos e 50 divisões (a divisão 0 é reservada ao primeiro grupo, enquanto as divisões de 1 a 50 são reservadas ao segundo) (CSI, [s.d.]).

Esta estrutura define o sistema de codificação, que é composto por seis dígitos, agrupados em três pares. O código 03 31 23, por exemplo, especifica um concreto de alto desempenho, que pertence à divisão concreto (03 00 00); ao grupo concreto moldado *in loco* (03 30 00); ao subgrupo do concreto moldado *in loco* para aplicação em estruturas (03 31 00); e, por fim, à característica específica do concreto de alto desempenho (03 31 23). O Quadro 1.2 e o Quadro 1.3 apresentam exemplos da classificação de alguns insumos para a construção civil.

Quadro 1.2 – Estruturação da informação do *MasterFormat* em níveis

Material	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Concreto	03 00 00			
Concreto moldado <i>in loco</i>		03 30 00		
Concreto estrutural			03 31 00	
Concreto de alto desempenho				03 31 23

Fonte: adaptado de CSI (2016).

Quadro 1.3 – Exemplos do sistema de codificação do sistema *MasterFormat*

Código	Divisão	Nível 1 (Grupo)	Nível 2 (Subgrupo)	Descrição
06 42 13	06	42	13	Painel de chapa de madeira
07 32 13	07	32	13	Telha cerâmica
09 62 23	09	62	23	Piso de bambu

Fonte: adaptado de CSI (2016).

1.2.2.3 Uniclass 2015

Conhecido anteriormente pela designação de *Uniclass 2*, o sistema é desenvolvido pelo *Construction Project Information Committee*, responsável pela elaboração do conteúdo e pela disseminação das melhores práticas do setor na Indústria da Construção do Reino Unido.

Segundo a CPIC (2015), o *Uniclass 2015* foi concebido para disponibilizar, gratuitamente, um sistema de classificação de informação disponível a todos os agentes envolvidos no ciclo de vida das edificações, que é endossado por corpo técnico e instituições profissionais.

O sistema é estruturado em nove macrocategorias: i) Atividades – Ac; ii) Complexos – Co; iii) Elementos – Ee; iv) Entidades – En/EF; v) Fases de projeto – PP; vi) Produtos – Pr; vii) Ambientes – Sp; viii) Sistemas – Ss; e ix) CAS – Zz.

As macrocategorias são utilizadas como base para elaborar códigos com o propósito de identificar elementos construtivos e são compostos por quatro ou cinco pares de caracteres. O primeiro par indica a categoria, enquanto que os pares seguintes representam, respectivamente, os grupos, subgrupos, seções e objetos (DELANY, 2018). O *Quadro 1.4* apresenta exemplos dos códigos gerados conforme o sistema.

Quadro 1.4 – Exemplos de sistema de codificação do *Uniclass 2015*

Código	Descrição	Código de referência
Pr_20_31_86_27	Resina epóxi	Pr_20_31_86
Pr_20_76_63_91	Tubulações de plástico	Pr_20_76_63
Pr_20_85_16_36	Madeira estrutural para pilar	Pr_20_85_16

Fonte: adaptado de Delany (2018).

1.2.2.4 Omniclass

O *Omniclass* é um sistema híbrido de classificação da informação desenvolvido com o objetivo de criar uma ferramenta padronizada de organização e obter informação referente a obras civis na Indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) norte-americana. O sistema recorre ao *MasterFormat* para organizar as informações referentes a resultados de serviços; ao *Unformat* para elementos; e ao *Electronic Product Information Cooperation* (EPIC) para produtos (OMNICLASS, 2017).

O sistema consiste em 15 tabelas definidas a partir da tabela da Seção 4, da norma ISO 12006-2:2001. Estas tabelas organizam a informação considerando parâmetros que servem para orientar o usuário no processo de identificar a codificação para a especificação (função, forma, elementos, fase, produtos, materiais, etc.).

Quadro 1.5 – Exemplos de codificação do sistema *Omniclass*, da Tabela 23

Código	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
23-13 21 11 11	Produtos de vedação estrutural/ exterior	Blocos e tijolos	Unidades em concreto	Blocos de concreto
23-15 11 11 11	Produtos interiores/ acabamento	Produtos de divisão de espaços	Partições fixas	Vedação em gesso acartonado
23-17 11 11 11	Aberturas, passagens e produtos de proteção	Portas	Componentes de portas	Portal

Fonte: adaptado de *Omniclass* (2012).

1.2.2.5 Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

No contexto brasileiro, o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é implementado em 1969 pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).

O SINAPI é o sistema utilizado para elaborar orçamentos de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos do orçamento da União, conforme estabelecido pelo Decreto nº 7.983/2013 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).

O sistema funciona como uma base de dados contendo insumos e composições que são utilizados para elaborar orçamentos de serviços de construção. Para organizar as informações, as composições do SINAPI possuem dois tipos de códigos que possibilitam identificá-las. O primeiro código é utilizado para identificar as composições, enquanto o segundo é gerado automaticamente pelo sistema da Caixa Econômica Federal, denominado SIPCÍ, quando um novo material é cadastrado (Id., 2017).

O primeiro grupo apresenta uma estrutura baseada em uma lógica de classificação da informação que é organizada em campos, considerando: i) número do lote; ii) classe; iii) grupo; iv) número; e v) sequencial.

Segundo a Caixa Econômica Federal (2017), as composições são distribuídas em três lotes: i) habitação, fundações e estruturas; ii) instalações hidráulicas e elétricas prediais e redes de distribuição de energia elétrica; e iii) saneamento e infraestrutura urbana. Assim, o número do lote identifica a natureza do serviço a que faz referência.

O sistema é estruturado em 29 *classes*, que correspondem às etapas ou serviços do ciclo de construção como, por exemplo, a execução de paredes e painéis (PARE), pavimentação (PAVI), pinturas (PINT), pisos (PISO) e revestimento e tratamento de superfícies (REVE).

O *grupo* é representado por uma sigla de quatro letras que descreve o serviço. O campo *num* é formado por três algarismos que correspondem ao número da composição em análise. Por fim, o *sequencial* é formado por dois algarismos, iniciado em 01, que corresponde à numeração sequencial de combinações entre a composição original e auxiliares.

Quadro 1.6 – Exemplos de sistema de codificação do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

Código	Classe	Grupo	Num	Sequencial	Descrição
01.PARE.ALVE.006/01	PARE	ALVE	006	01	Alvenaria de blocos de concreto 19x19x39cm
03.PAVI.INTE.001/001	PAVI	INTE	001	001	Pavimento intertravado pisograma 35x25 cm
01.FUES.ARMD.009/01	FUES	ARMD	009	01	Armação laje de estrutura de concreto armado

Fonte: adaptado de Caixa Econômica Federal (2017).

1.2.2.6 Manual SEAP

Com base na experiência de processos licitatórios, a Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio (2000) edita o Manual de obras públicas – práticas da SEAP, que apresenta informações para orientar o desenvolvimento de projetos para contratação na Administração Pública Federal.

Esse documento é estruturado em capítulos dedicados às disciplinas e serviços necessários para a execução de obras públicas, considerando: prática geral de projeto; serviços técnico-profissionais; serviços preliminares; fundações e estruturas;

arquitetura e elementos de urbanismo; instalações hidráulicas e sanitárias; instalações elétricas e eletrônicas; e instalações mecânicas e de utilidades (Id., 2000).

O documento apresenta, no Apenso 1, os códigos destinados à discriminação orçamentária, elaborada a partir de informações registradas no Caderno de Encargos e Especificações Técnicas. É evidente que, nos processos licitatórios, os documentos que compõem o projeto (projeto básico, projeto executivo, Caderno de Encargos e Especificações Técnicas e o orçamento analítico) devem ser compatibilizados de forma que a informação discriminada seja a mesma.

O manual apresenta onze grupos: i) serviços técnico – profissionais; ii) serviços preliminares; iii) fundações e estruturas; iv) arquitetura e elementos de urbanismo; v) instalações hidráulicas e sanitárias; vi) instalações elétricas e eletrônicas; vii) instalações mecânicas e de utilidades; viii) instalações de prevenção e combate a incêndio; ix) serviços complementares; x) serviços auxiliares e administrativos; e xi) serviços de conservação e manutenção.

Os códigos utilizados pelo manual são compostos por três campos numéricos: i) campo numérico formado por dois dígitos que definem o grupo dos serviços; ii) campo numérico formado por dois dígitos que definem o subgrupo dos serviços; e iii) campo numérico formado por três dígitos que definem o item que compõe o subgrupo.

Quadro 1.7 – Exemplos de sistema de codificação do Manual de obras públicas da Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio

Código	Grupo	Subgrupo	Item	Insumo
03.02.300	03	02	300	Concreto pré-moldado
04.01.702	04	01	702	Soleira
05.01.607	05	01	607	Junta de expansão

Fonte: adaptado de Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio (2000).

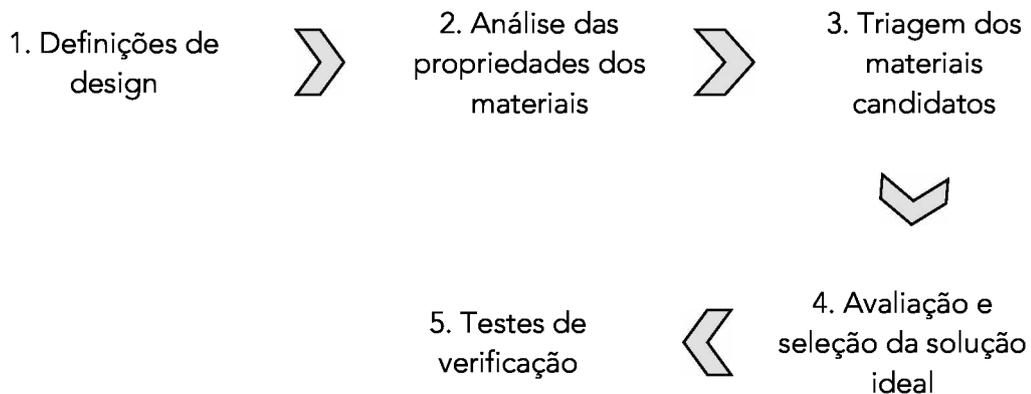
1.3 Fluxos de seleção e especificação de materiais

É evidente que o processo de seleção e especificação de materiais de construção é composto por diversos passos metodológicos que conduzem o processo de tomada de decisão. A complexidade desse processo depende da quantidade de variáveis consideradas pelo selecionador e especificador.

A seleção e especificação de materiais são temas comuns a diferentes áreas do conhecimento – arquitetura, engenharia industrial e design de produto – e têm como objetivo definir o melhor material, de acordo com as premissas de projeto, como resposta a um problema. Portanto, considerando essa afinidade, um paralelo entre os processos identificados na pesquisa bibliográfica pode ser estabelecido de forma a subsidiar a elaboração de um estado da arte no formato de fluxogramas.

Chiner (1988) argumenta que o processo de seleção de materiais ocorre em cinco etapas, conforme apresentado na *Figura 1.1*.

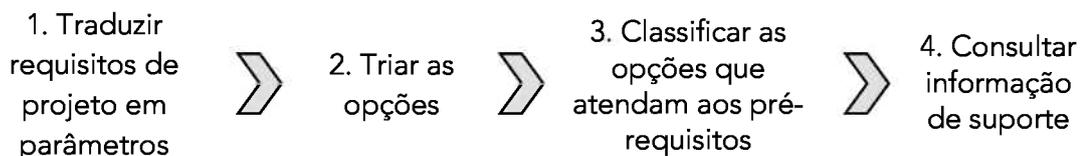
Figura 1.1 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Chiner



Fonte: Adaptado de Chiner (1988).

Segundo Ashby (2005), o processo de seleção de materiais ocorre em quatro etapas - *Figura 1.2*. A primeira corresponde à tradução dos requisitos de projeto em variáveis que expressam funções; a etapa seguinte consiste em triar as opções segundo condicionantes pré-definidas, de modo a eliminar as opções que não atendem aos parâmetros estabelecidos; em seguida, é necessário classificar os materiais que ainda atendem às variáveis; por fim, para finalizar a seleção, é preciso consultar informação técnica de suporte.

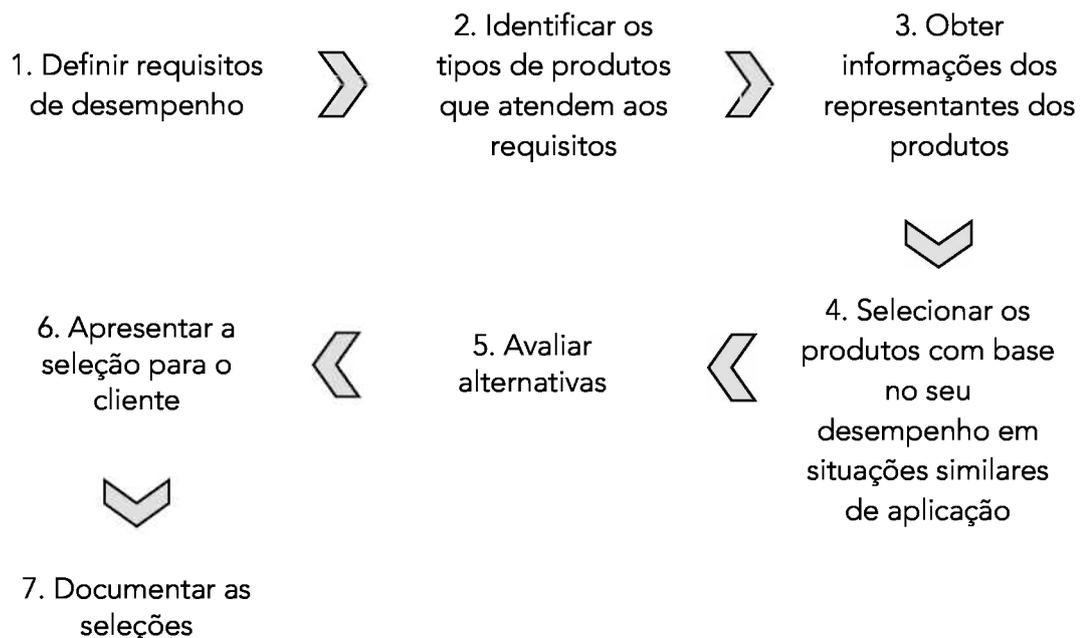
Figura 1.2 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Ashby



Fonte: Adaptado de Ashby (2005).

Segundo o CSI (2005), a seleção de materiais é um processo crucial para o desenvolvimento do projeto, pois a partir dele é possível desenvolver os produtos necessários para viabilizar a construção – desenhos, especificações e orçamento. Para o instituto, o processo de seleção ocorre em sete etapas - *Figura 1.3*.

Figura 1.3 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo o CSI



Fonte: Adaptado de *Construction Specifications Institute* (2005)

Segundo Farag (2006), a seleção de materiais é vinculada à uma etapa específica do processo de design. Para o autor, na etapa do design preliminar e conceitual, ocorrem as definições que norteiam a materialização das ideias e orientam a triagem inicial dos materiais. A etapa seguinte consiste em definir os primeiros elementos de design propriamente ditos, que permite comparar, selecionar alguns materiais que atendam aos pré-requisitos e ranquear os selecionados. Por fim, o processo de detalhamento dos componentes do produto requer a seleção do material ideal para cumprir a função no sistema - *Figura 1.4*.

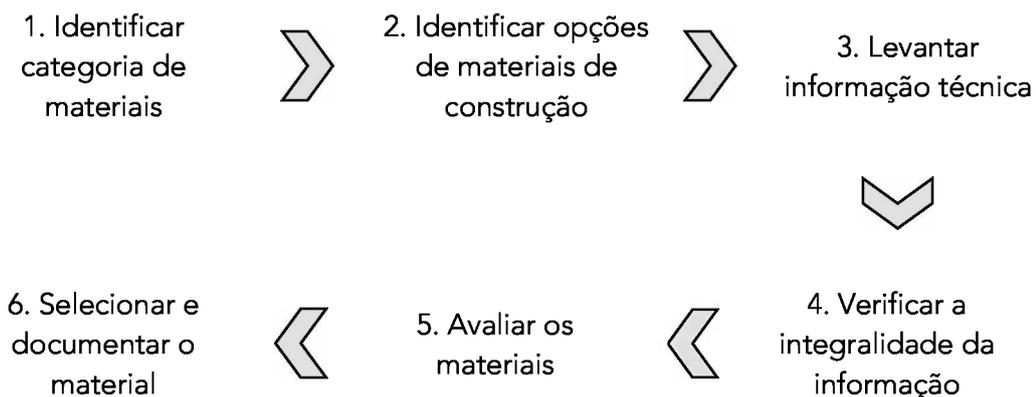
Figura 1.4 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Farag



Fonte: Adaptado de Farag (2006)

Spiegel e Meadows (2006) consideram que o processo padrão de seleção de materiais ocorre segundo seis passos, conforme ilustrado na *Figura 1.5*. Segundo os autores, é necessário um conhecimento mínimo em cada etapa de modo que as decisões sejam corretamente tomadas.

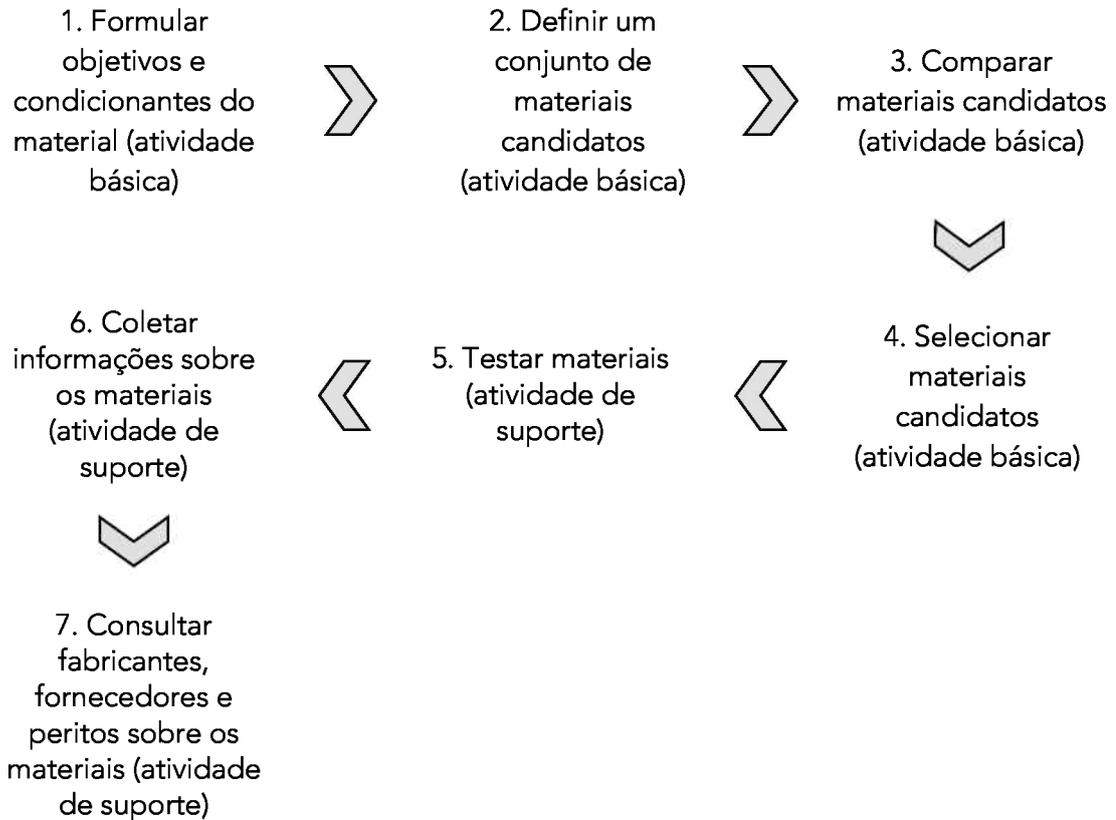
Figura 1.5 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Spiegel e Meadows



Fonte: Adaptado de Spiegel e Meadows (2006)

Para Van Kesteren (2010), o processo de seleção ocorre em sete etapas, classificadas em atividades básicas (etapas um a quatro) e de suporte (etapas cinco a sete) – *Figura 1.6*. As atividades básicas são aquelas que ocorrem em etapas sequenciais, enquanto que as de suporte ocorrem simultaneamente com outras atividades. Cabe destacar que a autora aponta a necessidade de integrar consultores, fabricantes, fornecedores e peritos no processo de seleção.

Figura 1.6 – Etapas do processo de seleção de materiais, segundo Van Kesteren



Fonte: Adaptado de Van Kesteren (2010).

1.4 Síntese do capítulo

Neste capítulo, é apresentada uma primeira aproximação do processo de seleção e especificação de materiais de construção no contexto da prática profissional do arquiteto. Inicialmente, é importante evidenciar que os objetivos de cada processo são distintos e, portanto, não devem ser confundidos.

A seleção implica em identificar o material mais adequado para determinada aplicação, sendo o resultado de um processo exploratório que requer a pesquisa de diversas bases de dados para identificar alternativas de materiais cujas características sejam compatíveis com os critérios estabelecidos inicialmente pelo cliente ou profissional. Evidentemente, esses processos de pesquisa implicam em despender tempo para realizar as atividades inerentes à seleção, variando de acordo com o nível de capacitação e a experiência do selecionador.

A especificação deve descrever detalhadamente o material selecionado no sentido de viabilizar sua aquisição, aplicação e manutenção futura. Essa atividade requer do profissional domínio das propriedades e características dos materiais, além

de conhecimentos referentes às técnicas construtivas necessárias para sua aplicação. Também é necessário que o profissional conheça os diferentes tipos de redação de especificação e que siga a recomendação de não utilizar mais de uma modalidade no mesmo documento.

Em relação à prática profissional do selecionador e especificador, constata-se que o processo de seleção e especificação é realizado, na maioria dos casos, com base em experiências anteriores, replicando especificações de projetos bem-sucedidos, por vezes oriundos de outros contextos climáticos, desconsiderando a necessidade de avaliar a aplicabilidade regional.

É evidente que esta prática desconsidera a contribuição dos materiais de construção para a sustentabilidade das edificações, e é fundamental que seja abandonada e substituída por uma tomada de decisão mais consciente.

Portanto, considerando a relevância dos materiais para a sustentabilidade das edificações, deduz-se que a ausência de maior embasamento técnico nas seleções de materiais de construção seja fundamentada pelo fato de que existe uma lacuna na formação da maioria dos profissionais que atua no mercado. Para selecionar materiais corretamente é necessário que os arquitetos selecionadores estejam capacitados para analisar as informações sobre os materiais de construção, uma vez que estas análises são fundamentais para orientar o processo de tomada de decisão.

Além disso, considera-se que o processo de seleção é comprometido pela falta de planejamento das etapas de projeto, que não prevê no cronograma atividades de pesquisas e consultorias para fundamentar as seleções. Também é possível ressaltar a ausência de ferramentas de projeto mais simples, que permitam auxiliar profissionais nesses processos. Por fim, este problema é reforçado pelo fato de que as informações sobre materiais não são concentradas em uma única base, sendo, portanto, necessário despender tempo adicional para levantar dados pertinentes à seleção.

Ademais, neste capítulo são apresentados fluxos que mapeiam o processo de seleção e especificação, cuja análise permite tecer considerações referentes a aspectos conceituais, formais e metodológicos.

Quanto aos aspectos conceituais, cabe destacar que praticamente todos os fluxos consideram a identificação do material como a etapa final do processo e que apenas dois autores contemplam a necessidade de *documentar a seleção*.

Em relação aos aspectos conceituais, também é possível observar que a maioria dos autores não realiza uma clara distinção entre o processo de seleção e especificação, diferença que é considerada nesta dissertação. Embora a especificação decorra naturalmente do processo de seleção, considerando que os fluxos têm objetivos distintos e que a relação de processamento de dados é diferente (*input* e *output*), é fundamental que isso seja evidenciado.

Em relação aos aspectos formais, é possível observar que o número de etapas varia de quatro a sete atividades, conforme o entendimento do autor e, geralmente, a primeira etapa do processo consiste em realizar uma definição dos requisitos de projeto que serão utilizados para triar as possibilidades de materiais que poderão ser selecionados e especificados.

Em termos metodológicos, embora todos os autores tenham identificado a necessidade de se estabelecer pré-requisitos ou condicionantes iniciais para auxiliar no processo de tomada de decisão, é possível observar que nenhum pesquisador aborda claramente a necessidade de se considerar aspectos ambientais, econômicos e sociais como requisitos obrigatórios para orientar a triagem das alternativas.

Também são apresentados sistemas de classificação de informação, nacionais e internacionais, que são utilizados no processo de especificação de materiais. Esses sistemas utilizam códigos únicos para identificar especificações de materiais que podem ser usados como sistemas de indexação de informações em bases de dados.

Em relação aos sistemas internacionais, cabe destacar que, embora os exemplos apresentados neste capítulo sejam os principais sistemas utilizados no contexto norte-americano e europeu, as especificações são desenvolvidas para indústrias da construção que empregam sistemas construtivos distintos daqueles utilizados no Brasil. Portanto, entende-se que sua incorporação no mercado nacional não é possível sem que antes haja uma adaptação às especificidades das técnicas construtivas utilizadas no território nacional.

É importante destacar que os sistemas de classificação da informação utilizados no mercado nacional são pensados para obras públicas que demandam que

a informação seja estruturada apenas com especificações descritivas. Assim, embora a incorporação direta de sistemas internacionais não seja possível, a apresentação dessas iniciativas é relevante, haja vista sua qualidade. Nesse sentido, entende-se que têm potencial para serem utilizados como modelos para o desenvolvimento de um sistema similar direcionado ao setor privado.

Por fim, cabe destacar que, embora os sistemas de classificação de informação sejam compostos por uma quantidade considerável de subcategorias para identificar classes de materiais, durante a pesquisa não foi possível identificar qualquer tipo de tratamento de dados ou designação de um determinado grupo contendo especificações de materiais mais sustentáveis. Entende-se que a incorporação desse tipo de grupo constitui um passo importante para estimular profissionais a conhecerem características de materiais sustentáveis e incorporá-los, paulatinamente, em seus projetos.

Capítulo 2 - Sustentabilidade na Indústria da Construção

Halliday (2008) afirma que a sustentabilidade requer que as civilizações sejam capazes de viver de acordo com a capacidade de suporte do planeta, provendo os materiais necessários, de forma a desenvolver as atividades humanas e absorver os resíduos e poluição resultantes dessas atividades.

Segundo Agopyan e John (2011), a sustentabilidade implica em buscar, em todas as atividades antropogênicas, formas de mitigar o impacto ambiental e de aumentar a justiça social, conforme os recursos financeiros disponíveis.

Para tanto, “[...] o desenvolvimento sustentável requer um conjunto de princípios éticos para orientar o comportamento uma vez que aborda relações entre gerações, requerendo o que é por vezes definido como justiça intergeracional” (KIBERT, 2012, p.35, tradução nossa).

Poveda e Lipsett (2011) afirmam que a independência, a inter-relação e a equidade são três características dos pilares da sustentabilidade que possibilitam apresentar uma definição alternativa de desenvolvimento sustentável, como a busca pelo equilíbrio das necessidades de ordem econômica, social e ambiental.

Portanto, a sustentabilidade implica no desenvolvimento das atividades humanas dentro de um contexto em que as dimensões são entendidas como princípios equivalentes, que ensejam um tratamento igualitário. Para encontrar esse equilíbrio, é necessário desconsiderar tendências particulares e compreender que a sustentabilidade depende, sobretudo, de um posicionamento ético e altruísta dos agentes envolvidos nos processos de tomada de decisão (KIBERT, 2012; SPIEGEL; MEADOWS, 2006).

2.1 Dimensões da sustentabilidade

O relatório *Nosso Futuro Comum*¹⁰ é responsável por estabelecer alguns marcos conceituais que são importantes para a discussão sobre a sustentabilidade. Segundo Souza e Garcia (2016), uma das principais contribuições do relatório de

¹⁰ Elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMED), chefiada pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, com o objetivo de promover o diálogo entre países ricos e pobres sobre as questões de meio ambiente e desenvolvimento e definir formas de cooperação entre ambos (GANEM, 2012).

Brundtland é viabilizar os desdobramentos da sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social, facilitando sua compreensão.

Segundo Silva (2003), a busca pelo equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável é usualmente utilizada em função da chamada *Triple Bottom Line* (TBL), de John Elkington¹¹, também conhecida por *people, planet, profit*, que contempla simultaneamente as dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade.

Froehlich (2014) afirma que as dimensões econômica, social e ambiental são abordadas em grande parte das pesquisas acadêmicas com foco na sustentabilidade e que há um alinhamento comum quanto ao seu significado. Vale destacar que a autora identifica referências quanto às dimensões cultural, espacial, institucional, política, moral, técnica e ecológica que não são abordadas uniformemente na literatura.

2.1.1 Dimensão ambiental

Segundo Sachs (2009), a dimensão ambiental trata do uso de recursos provenientes de diferentes ecossistemas, extraídos com um impacto negativo mínimo ao meio ambiente, limitando o consumo de recursos facilmente esgotáveis ou danosos, substituindo-os por aqueles renováveis. Além disso, também contempla a necessidade de reduzir o volume de resíduos e de poluição, conservar energia e recorrer a processos de reciclagem, empregando tecnologias mais eficientes.

A dimensão ambiental requer uma busca contínua por um estado de equilíbrio entre proteção do meio ambiente e o uso de recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida adequada à população (CIB; UNEP-IETC, 2002; SILVA, 2003).

Segundo a BRE, CAR e Eclipse Research Consultants (2002), a dimensão ambiental deve considerar estratégias como a gestão de recursos, a redução da produção de resíduos para evitar os efeitos nocivos e por vezes irreversíveis no meio ambiente, além de outras estratégias para incrementar a qualidade do ambiente natural.

¹¹ O sociólogo John Elkington é criador do termo *Triple Bottom Line*, que considera o equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade como estratégia para lograr a responsabilidade socioempresarial (SARTORI; LATRONICO; CAMPOS, 2014).

2.1.2 Dimensão econômica

Segundo o CIB (1999), os princípios econômicos centram em criar sistemas econômicos igualitários com uma base ética, que requer uma distribuição democrática dos custos e benefícios entre indivíduos, nações e gerações, além da aquisição e investimento éticos e o apoio da economia local.

Segundo a BRE, CAR e Eclipse Research Consultants (2002), a dimensão econômica deve considerar meios de otimizar e empregar os recursos naturais e os recursos humanos de forma mais eficiente, visando a incrementar os lucros.

O CIB e UNEP-IETC (2002) afirmam que a dimensão econômica da sustentabilidade requer um sistema que facilite o acesso igualitário a recursos, a oportunidades e a condições justas de compartilhamento do espaço produtivo sustentável. Estas ações permitem estabelecer negócios viáveis baseados em princípios éticos, respeitando direitos humanos e dentro dos limites da capacidade de suporte.

Sachs (2009) afirma que a sustentabilidade econômica deve buscar a alocação e o gerenciamento mais eficiente de recursos e um fluxo constante de investimentos públicos e privados, sendo avaliada segundo uma visão macrossocial em detrimento da visão microeconômica, que apenas leva em consideração a rentabilidade das empresas.

Desta forma, a dimensão econômica implica, necessariamente, em buscar o equilíbrio entre a necessidade de gerar bens de consumo que impulsionem as atividades econômicas - fundamentais para o desenvolvimento e sustentação da sociedade, do meio ambiente e dos interesses da coletividade -, de modo a explorá-las sem gerar externalidades negativas¹² que possam desequilibrar esta relação.

2.1.3 Dimensão social

Os princípios sociais incentivam maior igualdade e responsabilidade nos sistemas e valores culturais e sociais visando ao desenvolvimento de sociedades justas, que reforcem a participação da população em processos de tomada de decisão

¹² Uma externalidade positiva ou negativa é “um benefício ou custo que afeta alguém que não está diretamente envolvido na produção ou no consumo de um bem ou serviço” (HUBBARD; O'BRIEN, 2010).

e que ofereçam oportunidades de capacitação de modo a melhorar a qualidade de vida dos indivíduos (CIB, 1999; CIB; UNEP-IETC, 2002).

Para Sachs (2009), a sustentabilidade social implica em um modelo alternativo de desenvolvimento que contemple a distribuição de bens e renda com o objetivo de reduzir as desigualdades sociais características dos modelos existentes.

Além dos aspectos sociais mais visíveis, a sustentabilidade social também diz respeito à qualidade do ambiente construído, ao acesso a sistemas de transporte de boa qualidade, à saúde e à valorização de aspectos estéticos e culturais (CIB, 1999).

Assim, a dimensão social busca proporcionar um modelo de desenvolvimento mais justo, que contemple ações para equilibrar a distribuição das externalidades positivas entre todos os indivíduos da sociedade. Neste contexto, as atividades devem ser planejadas, implementadas e executadas dentro de um paradigma de respeito pelos direitos fundamentais do ser humano, isto é, o direito à vida, à saúde, à habitação de qualidade, ao trabalho digno e à igualdade, sem discriminação de qualquer natureza.

2.2 Avaliação Integrada de Sustentabilidade para a construção mais sustentável

A Indústria da Construção é responsável por gerar impactos ambientais e sociais negativos em termos de consumo de recursos naturais, emissão de poluentes no meio ambiente, além de muitas vezes oferecer condições inapropriadas de trabalho e práticas injustas de aquisição de produtos e serviços (AGOPYAN; JOHN, 2011; CIB, 1999).

Contudo, mundialmente, a construção civil é uma das principais atividades econômicas. Considerando que a produção da Indústria da Construção é responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), que é essencial para o desenvolvimento econômico e para o aumento da qualidade de vida da sociedade contemporânea, seu engajamento no desenvolvimento sustentável é fundamental (BLUMENSCHNEIN, 2004; SILVA, 2003).

Haja vista a relevância da IC para a economia e considerando seus impactos negativos sobre o meio ambiente, as recomendações da Agenda 21 foram adaptadas para produzir um documento específico para esta indústria, denominado *Agenda 21*

para a construção sustentável. Esta publicação indica possíveis objetivos, barreiras, desafios e ações para iniciativas visando à construção sustentável nas áreas de produtos e edificações, consumo de recursos, processos e gestão, desenvolvimento urbano, entre outros (CIB, 1999; CIB; UNEP-IETC, 2002).

Segundo Bakens (2003), essa agenda distingue aspectos sociais, econômicos e ambientais para três categorias de construção e edificações sustentáveis, relacionadas a: i) componentes; ii) edifícios e meio ambiente interno; e iii) meio ambiente urbano. Além disso, o autor afirma que a construção sustentável requer a cooperação de diversos profissionais, tomadores de decisão e outros agentes que desempenham funções importantes no ciclo de vida das edificações.

Nesse sentido, visando a reduzir as desigualdades, criar ambientes de trabalho saudáveis e seguros, distribuir igualmente os custos e benefícios sociais da construção, gerar empregos, desenvolver recursos humanos, além de proporcionar benefícios financeiros, a construção sustentável deve ser considerada como resposta da IC no sentido de alcançar o desenvolvimento sustentável (CIB, 1999).

Kibert (2012) afirma que a construção sustentável aborda questões cujos princípios consideram os recursos naturais, econômicos e humanos necessários para criar e operar as edificações durante o seu ciclo de vida. O autor define sete princípios da construção sustentável: i) reduzir o consumo de recursos; ii) reutilizar os recursos; iii) utilizar recursos recicláveis; iv) proteger a natureza; v) eliminar tóxicos; vi) aplicar análises de ciclo de vida em termos econômicos; e vii) enfatizar a qualidade.

Segundo Wahlström et al. (2014), “o principal objetivo da construção sustentável é evitar a depleção de recursos [...] e evitar a degradação ambiental causada pelas edificações e infraestruturas ao longo dos ciclos de vida.” (WAHLSTRÖM et al., 2014, p.9, tradução nossa).

Assim, a construção sustentável tem o objetivo de atingir um estado de equilíbrio entre a necessidade de desenvolver o ambiente construído e a exploração do ambiente natural (considerando sua capacidade de suporte), com responsabilidade por propiciar qualidade de vida ao ser humano dentro de um sistema produtivo que respeite os direitos trabalhistas e possibilite, ao mesmo tempo, o equilíbrio econômico necessário.

Pensando na construção sustentável como uma meta, entende-se que é necessário avaliar o desempenho das edificações com parâmetros que possibilitem realizar uma comparação quanto aos desempenhos ambiental, econômico e social, elaborada de acordo com referências definidas (*benchmarks*).

Ding (2008) afirma que, na maioria dos casos, as avaliações de sustentabilidade das edificações se limitam a analisar uma única dimensão em detrimento da implementação de uma análise multidimensional, que é mais indicada para esse tipo de avaliação.

Nesse sentido, Silva (2003) afirma que no contexto da construção sustentável, nenhuma das dimensões deve ser priorizada em detrimento das demais e que o equilíbrio entre a viabilidade econômica, o respeito pelo meio ambiente e as necessidades sociais deve ser mantido.

Considera-se que, por definição, qualquer avaliação de sustentabilidade implica em realizar análises de diversos aspectos referentes às suas dimensões. Assim, sem a avaliação das três dimensões, tem-se um resultado parcial da sustentabilidade ou simplesmente avaliações do desempenho ambiental, social ou econômico. Para Capra (1996), qualquer avaliação deve ocorrer dentro de uma visão holística que implica em compreender a interdependência existente entre as partes que compõem determinado paradigma e sua totalidade.

No contexto da Teoria Geral de Sistemas (TGS) de Bertalanffy (2010), os sistemas são um “conjunto de elementos em interação” como “um sistema enquanto total de partes com suas inter-relações” ou como “um complexo de elementos em interação” (BERTALANFFY, 2010, p.63, p.83 e p.84). Portanto, aplicando o referencial teórico apresentado pela TGS, a sustentabilidade deve ser entendida como um sistema composto por três subsistemas, definidos pelas dimensões.

Portanto, nesse sentido é possível afirmar que as avaliações de sustentabilidade devem, necessariamente, considerar múltiplos critérios, além de incorporar na avaliação o produto das relações entre as partes que compõem o sistema, isto é, as dimensões ambiental, econômica e social.

Weaver e Rotmans (2006) afirmam que toda avaliação de sustentabilidade é um processo de levantamento, elaboração e síntese de informações e que os

problemas centrados em sustentabilidade necessitam de múltiplas perspectivas para que possam ser adequadamente abordadas.

Existem diversas metodologias que possibilitam ao arquiteto apoiar esse processo, avaliando a qualidade das suas decisões, como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) e o *Responsible Sourcing* (RS).

A ACV é uma ferramenta para a avaliação e seleção de materiais e componentes de construção que considera aspectos relacionados ao consumo de recursos naturais, assim como os impactos sobre a saúde humana, desde a aquisição da matéria-prima até a disposição final. Esta metodologia visa a melhorar o desempenho ambiental de edifícios, sendo atualmente considerada uma ferramenta de excelência para análise e escolha de alternativas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004; BUENO, 2014; COELHO FILHO; SACCARO JUNIOR; LUEDEMANN, 2016; INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2014; SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

A Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) tem o intuito de subsidiar o processo de tomada de decisão ao avaliar o desempenho de edificações dentro de um paradigma econômico, considerando os custos, além de outros aspectos econômicos envolvidos no ciclo de vida da construção (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2012; CHURCHER; TSE, 2016).

Por sua vez, o *Responsible Sourcing* visa a reduzir impactos ambientais, sociais e econômicos negativos resultantes da aquisição de produtos e serviços ao avaliar aspectos além do custo inicial. Assim, são contabilizados custos associados, riscos e benefícios ambientais e sociais ao longo de todo o ciclo de vida desses produtos, melhorando a rastreabilidade e transparência de produtos e processos (COMMONWEALTH OF AUSTRALIA, 2013; GLASS, 2011).

Embora a ACV, a ACCV e o *Responsible Sourcing* sejam metodologias de avaliação consagradas no contexto internacional, restringem-se a avaliar exclusivamente a dimensão ambiental, econômica e social, respectivamente. Portanto, considerando a necessidade de viabilizar uma avaliação de sustentabilidade, incorporando, simultaneamente, considerações referentes a todas as dimensões, torna-se inviável para selecionadores de materiais de construção

realizar uma integração deste tipo de avaliação desde as primeiras etapas do projeto, haja vista a demanda considerável de tempo.

Grafakos, Enseñado e Flamos (2017) afirmam que as avaliações que integram diversos objetivos e diferentes agentes, como é o caso das avaliações de multicritérios, são enquadradas na categoria de Avaliações Integradas.

Silva e Silva (2015) afirmam que, no contexto internacional, existe uma iniciativa de integrar a avaliação de ciclo de vida que predomina nas pesquisas com avaliações sociais e de custo de ciclo de vida. Esta modalidade de avaliação é denominada pelas autoras como uma Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS).

Na literatura internacional, o termo diz respeito à uma metodologia utilizada para avaliar políticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável, segundo metas e critérios estabelecidos de uma perspectiva transectorial (ROTMANS, 2006). É caracterizada como “um processo cíclico e participativo de investigação, projeção, experimentação e aprendizado [...] aplicado em um modo integrado de forma a explorar soluções para problemas persistentes” (WEAVER; ROTMANS, 2006, p. 286, tradução nossa).

Entende-se que é possível extrapolar a definição apresentada por Rotmans (2006) e Weaver e Rotmans (2006) para a Indústria da Construção, conforme sugerido por Silva e Silva (2015), sendo necessárias algumas adaptações conceituais.

De fato, a busca pela construção mais sustentável é um processo cíclico, pois embora ocorram evoluções tecnológicas (que ditariam um processo linear de evolução em direção a um objetivo), as premissas fundamentais da sustentabilidade são baseadas nas dimensões que funcionam como um sistema. Esse processo é caracterizado pela interação de múltiplos agentes que visam a um objetivo comum e que compartilham informações para que a evolução possa ocorrer e se sustentar. Nesta evolução, fruto da experimentação e do aprendizado, abandona-se o processo cíclico e passa-se ao processo em espiral.

Embora na concepção da literatura a AIS tenha como premissa integrar diferentes agentes responsáveis pela elaboração de políticas de sustentabilidade, ou de ferramentas, conforme citado por Silva e Silva (2015), a integração preconizada neste trabalho é a de critérios norteadores da sustentabilidade. Estes critérios de avaliação devem ser considerados simultaneamente como parte de um sistema, cujo

funcionamento está condicionado à consideração das três dimensões para resultar em uma medida de desempenho, conforme apresentado na *Figura 2.1*.

Nesse sentido, é importante ressaltar que o produto da AIS de cada material, conforme proposto nesta pesquisa, será um indicador¹³ do desempenho, em termos de sustentabilidade, daquele material ou produto para aplicação na construção civil.

A ISO/TS 21929-1:2006 ressalta que indicadores de sustentabilidade devem descrever o impacto ambiental, econômico e social das edificações nos incorporadores, usuários, entorno e meio ambiente (ISO, 2006). Embora a redação da norma restrinja esse enquadramento às edificações, entende-se que a extrapolação aos materiais de construção é possível, uma vez que estes são componentes elementares das construções.

Figura 2.1 – Estrutura da Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS) proposta na pesquisa



Desta forma, com a utilização de indicadores, será possível realizar uma análise comparativa de opções de materiais para subsidiar o processo de tomada de decisão de selecionadores e especificadores, de forma a identificar a melhor alternativa para um ambiente construído mais sustentável.

¹³ Um indicador é uma medida quantitativa, qualitativa ou descritiva (ISO, 2006).

É importante destacar que os países latino-americanos carecem de sistemas de avaliação de sustentabilidade para projetos, sendo elaborados a partir de indicadores. Os sistemas de avaliação internacionais desses países não podem ser diretamente aplicados no contexto brasileiro, uma vez que são baseados em aspectos específicos elaborados para outras realidades (CSILLAG, 2007; SILVA, 2003).

Portanto, diante dos argumentos apresentados, reforça-se a necessidade de desenvolver avaliações do desempenho de sustentabilidade da construção civil, incluindo os produtos e subprodutos aplicados pela cadeia, segundo um contexto de uma AIS como recurso para impulsionar a inclusão de critérios de sustentabilidade na IC nacional.

2.3 Síntese do capítulo

Neste capítulo são apresentados os conceitos que fundamentam o desenvolvimento da Avaliação Integrada de Sustentabilidade, proposta como elemento estruturante da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção. O objetivo dessa avaliação é subsidiar a identificação do material com melhor desempenho ambiental, econômico e social, que será traduzido no formato de um indicador de sustentabilidade à medida que a proposta for amadurecida com o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Nesse contexto, a sustentabilidade é entendida como o conjunto de ações necessárias para compatibilizar as demandas antropogênicas com a capacidade de suporte do meio natural, considerando a necessidade de desenvolver modelos econômicos mais igualitários e éticos dentro de um sistema produtivo que respeite os direitos humanos. Visa ainda ao desenvolvimento de sociedades mais justas e à distribuição de bens e de renda como estratégia para reduzir as desigualdades sociais.

Essas ações são objeto de cada uma das três dimensões da sustentabilidade que embasam o desenvolvimento do conceito de construção sustentável, sendo esta entendida como a contribuição da Indústria da Construção para produzir um ambiente construído em equilíbrio com questões ambientais, econômicas e sociais. Considerando a construção sustentável como uma meta a ser alcançada, é necessário criar condições para avaliar o seu desempenho levando em conta certos parâmetros.

As referências identificadas na literatura científica argumentam que, na maioria dos casos, as avaliações das edificações se limitam a analisar uma única dimensão, resultando em uma avaliação parcial da sustentabilidade. Contudo, existem exemplos de integração de ferramentas de avaliação ambiental, econômica e social nas chamadas avaliações integradas, conforme apresentado por Silva e Silva (2015).

Considerando que a integração de ferramentas implica em utilizá-las em diferentes momentos para posteriormente somar os resultados das diversas avaliações, identifica-se um gargalo em relação à incorporação desta estratégia no fluxo de projetos. Primeiramente, é necessário dominar cada ferramenta para permitir a integração dos resultados e, conseqüentemente, a avaliação completa da sustentabilidade do material. Além disso, aponta-se para o fato de que, nesse contexto, é necessário despender tempo adicional para realizar as avaliações ambientais, econômicas e sociais separadamente, correndo-se o risco de realizar avaliações repetidas dos critérios que permeiam as três dimensões.

Contudo, estas iniciativas servem como ponto de partida para apresentar uma resposta à motivação da pesquisa, no sentido de viabilizar a seleção de materiais de construção com maior embasamento técnico, orientada por avaliações que considerem questões ambientais, econômicas e sociais com o mesmo nível de relevância.

Assim, a Avaliação Integrada de Sustentabilidade proposta nessa pesquisa considera a integração de critérios de sustentabilidade, em contrapartida à integração de ferramentas, como estratégia para definir, futuramente, um indicador do nível de sustentabilidade de um determinado material. Portanto, como consequência do amadurecimento resultante do uso da biblioteca, esses indicadores poderão ser consolidados e permitindo a comparação de materiais em termos de desempenho de sustentabilidade. A informação será condensada em um único parâmetro e em uma única ferramenta, de forma a identificar a melhor alternativa. Assim, entende-se que esta abordagem oferece uma estrutura de trabalho mais simples e, portanto, com maior potencial de utilização.

Embora seja conceitualmente simples, a Avaliação Integrada de Sustentabilidade tem capacidade para impactar a forma como os materiais de construção são selecionados, oferecendo parâmetros claros e simplificados para

identificar a melhor alternativa, viabilizando, assim, o embasamento técnico pretendido nesta dissertação. Nesse sentido, torna-se fundamental para estruturar a concepção da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção.

Capítulo 3 - Subsídios para a seleção e especificação de materiais de construção

Conforme apresentado anteriormente, o processo de SEMC requer a consideração de diversos aspectos e a análise de um volume considerável de informações. Estas particularidades contribuem para que o processo apresente um elevado grau de complexidade que impulsiona, por questões práticas do mercado, uma simplificação da tomada de decisão baseada no empirismo.

Diante deste fato, entende-se que “sem o auxílio de um instrumento simplificador, a especificação de materiais construtivos a partir de preceitos da sustentabilidade se mostra praticamente inviável para o emprego diário dos arquitetos” (CAVALCANTE, 2011, p.131).

Pesquisas realizadas nos repositórios de literatura científica revelam que existe uma produção acadêmica considerável de metodologias e ferramentas de projeto no sentido de apresentar respostas à essa questão. Essas pesquisas visam a contribuir para mitigar essa dificuldade e possibilitar aos profissionais embasarem suas seleções e especificações em aspectos técnicos, subsidiados por critérios claramente definidos.

Assim, considerando que o objetivo desta pesquisa se enquadra no contexto das produções acadêmicas com foco na proposição de ferramentas de projeto, considera-se relevante apresentar uma revisão bibliográfica desses trabalhos no formato de estado da arte. Nesse contexto, é possível identificar metodologias de desenvolvimento das ferramentas elaboradas pelos autores, cujos resultados permitem extrair insumos para subsidiar a concepção das bases conceituais da BVMC.

Além disso, considerando que uma ferramenta de tomada de decisão requer um conjunto de parâmetros para avaliar possibilidades e identificar a melhor alternativa, é necessário identificar os critérios mais adequados para esta avaliação. Assim, o estado da arte, apresentado nas próximas seções, também contempla o levantamento de alguns critérios.

Nos casos em que as fontes abordam tanto ferramentas quanto critérios, estes assuntos são apresentados separadamente nas respectivas seções, de modo a organizar a informação.

3.1 Ferramentas para auxiliar no processo de tomada de decisão

Pearce, Hastak e Vanegas (1995) propõem uma estrutura para um sistema de suporte para a tomada de decisão, denominado *Framework for a Sustainability Decision Support System (SDSS)*, com o objetivo de auxiliar no processo de seleção de materiais de construção mais sustentáveis, cujos índices podem ser aplicados a materiais isolados ou a edificações em sua totalidade.

Zhou, Yin e Hu (2009) propõem uma ferramenta para auxiliar no processo de seleção de materiais no contexto da prática do desenho industrial. Para tanto, os autores integram redes neurais artificiais (ANN) com algoritmos genéticos (GAs), que são técnicas de computação avançada para otimizar os objetivos do processo de seleção, orientado por multicritérios. O estudo de caso demonstrara que o sistema é capaz de calcular e harmonizar diferentes fatores para selecionar o material ambientalmente preferível.

Ramalhete, Senos e Aguiar (2010) apresentam um levantamento de ferramentas digitais, disponíveis no mercado, para auxiliar projetistas no processo SEMC. Os autores identificam 87 ferramentas desenvolvidas por iniciativas de diversas nacionalidades, entre elas *MatWeb*, *Design InSite*, *Innovathèque*, *Matério*, *Material Explorer*, *IDEMAT*, *Material Works*, *Transmaterial*, etc. Os autores realizam uma análise das bases de dados para verificar a acessibilidade da informação, a facilidade de uso, a completude e padronização dos dados e a integração das ferramentas com outras bases de dados. Os pesquisadores concluem que há uma grande variedade de ferramentas e que poucas apresentam um padrão de estruturação da informação que permite a integração das ferramentas. Apontam, como fatores de sucesso para ferramentas desta natureza, a universalidade e organização das bases de dados e a qualidade da interface.

Rahman et al. (2012) desenvolvem um sistema de suporte à tomada de decisão com base em um repositório de informação (*Knowledge-based Decision Support System – KDSMS*), utilizando a técnica de modelagem de custo e a técnica TOPSIS de MCDM para a seleção do material mais adequado. Os autores aplicam a

ferramenta em um estudo de caso para selecionar o melhor material para um sistema de cobertura e, ao mesmo tempo, modelar o custo da solução. Os pesquisadores concluem que a ferramenta auxilia diferentes agentes a tomarem decisões mais conscientes, segundo uma variedade de critérios de seleção.

Florez e Castro-Lacouture (2013) propõem uma ferramenta de seleção de materiais que considera quesitos objetivos e subjetivos, que não podem ser medidos (funcionalidade, apelo ao usuário e versatilidade) como parâmetros para selecionar materiais. A partir da definição dos critérios, os autores utilizam um modelo de Programação Linear Inteira Mista (MILP) para criar uma ferramenta que permita ao usuário optar pela inclusão ou exclusão dos critérios subjetivos e classificar as alternativas, conforme um índice de sustentabilidade.

Cinelli, Coles e Kirwan (2014) realizam uma avaliação do desempenho de cinco métodos Multicritérios de Tomada de Decisão, utilizando dez critérios de sustentabilidade. Os autores avaliam o *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT), *Analytical Hierarchy Process* (AHP) *Reference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations* (PROMETHEE), *Elimination and Choice Expressing the Reality* (ELECTRE) e *Dominance-base rough set approach* (DRSA) e concluem que o primeiro método de avaliação é o mais completo.

Kim, Kim e Tang (2014) apresentam um estudo de caso de um modelo para auxiliar no processo de seleção de materiais do envelope de uma edificação durante a etapa preliminar de projeto. Os autores demonstram o potencial de um modelo de máquina de vetores de suporte (*Support Vector Machine - SVM*) para avaliar os materiais, comparando os *outputs* do modelo com dados verídicos obtidos da cadeia de construção sul-coreana. Os resultados demonstram que o modelo é capaz de realizar seleções com precisão em um curto período de processamento.

Govindan, Madan Shankar e Kannan (2016), propõem um modelo com base em indicadores de sustentabilidade para avaliar materiais de construção no contexto dos Países Árabes Unidos, utilizando Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão (*Multiple Criteria Decision Making - MCDM*) como estratégia para auxiliar profissionais selecionadores e especificadores. Em um processo híbrido, utilizam os métodos *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL), *Analytic Network Process* (ANP) e *Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*

(TOPSIS) para analisar a inter-relação, a interdependência e o peso de indicadores de sustentabilidade, de modo a identificar o material construtivo mais adequado.

Zhang et al. (2017) propõem um modelo híbrido de avaliação de materiais com base na combinação das metodologias de avaliação multicritérios, como o DANP e G-TOPSIS, integrados com o GRA e TOPSIS, para identificar o material mais sustentável de acordo com os parâmetros de avaliação definidos pelos pesquisadores. Os autores também empregam o DEMATEL para analisar as inter-relações dos critérios e o ANP para calcular os pesos desses mesmos critérios. A contribuição dos autores reside na sistematização de literatura que trata de MCDMs, concluindo que o método híbrido é efetivo para selecionar a melhor opção entre alternativas de materiais ou de design.

No contexto brasileiro, Lobo, Lobo e Santos (2010) propõem uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental para hospitais. O modelo é obtido através de revisão bibliográfica das metodologias de avaliação ambientais existentes, adaptadas ao cenário da região metropolitana de Curitiba. Para a avaliação, empregam metodologias estabelecidas pela literatura para obter as análises matriciais *Analytic Hierarchy Process* (AHP), utilizadas para definir a hierarquia e o peso ponderado das categorias propostas.

Carvalho e Sposto (2012) propõem uma metodologia para análise da sustentabilidade de projetos de habitações de interesse social denominada MASP-HIS, estruturada a partir da definição de critérios com base na ISO/TS 21929-1 (ISO, 2006). As autoras aplicam a ferramenta em dois empreendimentos de habitações de interesse social, localizados na região Centro-Oeste do Brasil, para definir a opção mais sustentável. Concluem que a inovação da metodologia consiste em apresentar, em um único índice, resultados referentes aos aspectos ambientais, socioculturais e econômicos. Segundo as pesquisadoras, essa estratégia possibilita identificar possíveis melhorias nos projetos objetivando aumentar esse índice.

Oliveira, Sposto e Blumenschein (2012) propõem uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental de edifícios na fase de execução, denominada ECO OBRA. Esta ferramenta utiliza um padrão metodológico chamado *Rational Unified Process* (RUP-IBM), composto de um sistema cíclico que é executado conforme quatro etapas: concepção, elaboração, construção e transição. Com a utilização desta

metodologia, é possível realizar uma análise geral e classificar o canteiro de obra em relação à sua sustentabilidade ambiental em I (insuficiente), B (bom), S (superior) e E (excelente).

Bissoli-Dalvi (2014) propõe uma ferramenta para a Seleção de Materiais Mais Sustentáveis (ISMAS), de forma a definir o “índice de sustentabilidade” do material. O índice utiliza uma escala de Likert para apresentar os cinco níveis de classificação: muito baixo; baixo; médio; alto; e elevado. A autora conclui que o desenvolvimento de ferramentas é uma iniciativa viável para auxiliar na prática profissional relacionada à seleção de materiais de construção.

Ferrari et al. (2015) propõem o Programa de Compra Responsável (PRAS) para auxiliar construtoras a avaliarem a origem dos materiais que adquirem de acordo com requisitos de responsabilidade socioambiental.

3.2 Critérios de sustentabilidade para auxiliar no processo de tomada de decisão

Pearce, Hastak e Vanegas (1995) apresentam uma relação de critérios de sustentabilidade definidos a partir de pesquisas na literatura científica e da própria prática profissional do arquiteto. Os autores levantam 25 critérios sistematizados em três categorias: i) consumo de recursos; ii) impactos ambientais; e iii) satisfação humana. Embora os pesquisadores classifiquem os critérios, é possível observar que alguns transcendem os limites das categorias propostas e podem ser utilizados para avaliar o desempenho dos materiais nas três dimensões.

Rousseau (1996) trata da avaliação ambiental de materiais de construção com foco na minimização do uso de recursos naturais e na criação de ambientes salubres (*Indoor Air Quality*). O autor aborda quatro categorias de materiais (concreto, madeira, metais e plásticos), três categorias de subsistemas construtivos (alvenaria, impermeabilização e acabamentos) e duas categorias de ocupação da edificação (especialidades e mobiliário), apresentando uma proposta de *checklist* para auxiliar no processo de seleção de materiais. Nesta ferramenta, são propostos cinco critérios ambientais, quatro critérios econômicos e um critério social.

Kim e Rigdon (1998) estudam a construção sustentável e apresentam uma relação de materiais sustentáveis, abordando suas qualidades e exemplos de uso. Os autores apresentam 15 características dos materiais considerados ambientalmente

mais sustentáveis, agrupados de acordo com as diferentes fases de seus ciclos de vida – etapa de manufatura, uso e disposição final. Desta forma, na etapa de manufatura, devem ser considerados: i) redução de resíduos; ii) prevenção da poluição; iii) conteúdo reciclado; iv) redução da energia incorporada; v) uso de materiais naturais. Na etapa de uso: i) redução dos resíduos da construção; ii) eficiência energética; iii) tratamento/ conservação da água; iv) uso de materiais atóxicos; v) sistemas de energia renováveis; vi) vida útil prolongada. Por fim, a disposição final considera: i) reuso; ii) reciclagem; e iii) biodegradabilidade.

Trusty (2003) pesquisa critérios de sustentabilidade no contexto da definição de materiais estruturais e da envoltória de edificações. Para tanto, o autor levanta fontes e ferramentas disponíveis no mercado canadense e define seis critérios chave: i) energia incorporada; ii) uso de recursos naturais; iii) emissão de gases de efeito estufa; iv) poluição do ar; v) poluição da água; e vi) emissão de resíduos sólidos.

Spiegel e Meadows (2006) também abordam a construção sustentável e propõem uma estrutura de avaliação simplificada para auxiliar no processo de tomada de decisão na seleção de materiais visando ao desempenho ambiental: i) considerar a gestão do recurso; ii) toxicidade/ implicação na qualidade do ar interior (IAQ); e iii) desempenho do material. Além destes critérios, os autores identificam iv) considerações sobre a reciclabilidade dos materiais e v) desconstrução.

Davis Langdon (2007) elabora um manual técnico que fornece orientações práticas sobre os usos potenciais e os benefícios a serem obtidos com a utilização da Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) na construção civil. Segundo a instituição, a ACCV possibilita identificar o ponto de equilíbrio entre o custo financeiro e o custo ambiental para embasar a tomada de decisão. Nesta publicação, diversos critérios referentes à dimensão econômica podem ser identificados.

San-José et al. (2007) analisam a sustentabilidade das edificações industriais segundo seis pré-requisitos de sustentabilidade: i) ambiental; ii) econômico; iii) social; iv) prevenção de risco industrial; v) funcional; e vi) estético. A partir desta definição, os pesquisadores definem critérios, subcritérios e indicadores de sustentabilidade, considerando a locação (três critérios e dez subcritérios); materiais (3 subcritérios e 12 indicadores); consumo de água e energia (2 subcritérios e 11 indicadores); características de construção e desconstrução (2 critérios, 7 subcritérios e 15

indicadores); e gestão de resíduos (3 critérios, 6 subcritérios e 12 indicadores). Os autores entendem que cada critério compõe a base de um sistema de avaliação para um modelo de ACV das edificações industriais.

Halliday (2008) apresenta uma contextualização histórica da sustentabilidade e aborda diversos aspectos relacionados à construção sustentável. O autor apresenta diretrizes e dez critérios para a seleção de materiais visando a uma construção mais sustentável no contexto do ciclo de vida das edificações.

Anderson, Shiers e Sinclair (2009) apresentam *The Green Guide for Specification*, desenvolvido para auxiliar profissionais a selecionar materiais de construção de menor impacto ambiental. Os autores apresentam a metodologia da ACV dos materiais como forma de gerar os perfis ambientais, utilizados para classificar os produtos por nível de desempenho, cujas notas variam de A a E. Além disso, apresentam conceitos relevantes para compreender e difundir a construção mais sustentável.

Berge (2009) estuda a construção sustentável com foco nos materiais de construção. O autor aborda, principalmente, questões relacionadas à i) Renovabilidade da fonte das matérias primas e destaca ii) A necessidade de considerar a substituição de alguns materiais tradicionalmente utilizados por equivalentes que são menos extraídos do meio ambiente. Além disso, o autor aborda aspectos relacionados à iii) Poluição e iv) Produção local de materiais e suas propriedades físicas e químicas, analisando materiais tradicionalmente utilizados na construção civil, além de materiais considerados mais sustentáveis. Neste trabalho, são identificados, ao todo, 14 critérios de sustentabilidade, sendo 10 ambientais, 3 econômicos e 1 social.

Calkins (2009) aborda os impactos dos materiais na saúde humana e no meio ambiente. Para isso, a autora define como principais diretrizes: i) a escolha de materiais e produtos que utilizam os recursos com eficiência; ii) produtos que minimizem a energia e carbono incorporados; iii) evitar materiais que possam causar danos à saúde ou ao meio ambiente em qualquer etapa do ciclo de vida das edificações; e iv) materiais que auxiliam na estratégia de design sustentável. Além destes conceitos, no trabalho apresentado pela autora, é possível identificar dez

critérios, nove referentes à dimensão ambiental e um à social, que podem ser utilizados para auxiliar na seleção de materiais de construção.

A BSI (2009) apresenta um *framework* para a elaboração de esquemas de certificação de aquisição responsável referente a produtos e suprimentos para a construção civil. A norma BS 8902:2009 apresenta 26 critérios, cuja relevância em relação ao setor deve ser analisada caso a caso. Estes critérios são divididos em 11 ambientais, 11 sociais e 4 econômicos.

Kelly e Hunter (2009) apresentam um método padronizado para elaborar ACCVs de projetos sustentáveis, estruturados a partir de 14 regras para consolidar um protocolo de registro com considerações utilizadas na elaboração da avaliação (descrição do estudo, objetivo, origem dos dados, definição do marco zero, período de avaliação, entre outros). Os pesquisadores desenvolvem um modelo de questionário, composto por 12 questões, visando a auxiliar os agentes a levantar as informações pertinentes para realizar as ACCVs. A partir desse trabalho, é possível mapear sete critérios de desempenho econômico.

Chen, Okudan e Riley (2010) desenvolvem uma pesquisa para identificar fatores técnicos para auxiliar no processo de tomada de decisão em etapas iniciais de projeto e embasar profissionais a selecionar entre dois sistemas construtivos: o pré-moldado e moldado *in loco*. Os pesquisadores identificam 33 critérios de sustentabilidade na literatura científica, agrupados em 16 fatores econômicos, 8 sociais e 9 ambientais.

A ISO NBR 26000:2010 apresenta diretrizes de responsabilidade social e fornece orientações sobre os princípios subjacentes e formas de integrar o comportamento socialmente responsável nos negócios. A norma é estruturada a partir de sete temas centrais: i) governança organizacional; ii) direitos humanos; iii) práticas de trabalho; iv) meio ambiente; v) práticas leais de operação; vi) questões relativas ao consumidor; e vii) envolvimento e desenvolvimento da comunidade. Neste documento é possível destacar nove critérios, com foco na dimensão social, considerados relevantes para o processo de seleção de materiais de construção.

Torgal e Jalali (2010) avaliam aspectos que influenciam na sustentabilidade dos materiais no contexto da construção sustentável, abordando aspectos como toxicidade, energia e resíduos. Além disso, analisam diferentes alternativas de

materiais com aplicação na indústria da construção, como agregados, ligantes, alvenarias, solo e nanotecnologias. Por fim, apresentam critérios para a seleção de materiais ecoeficientes. Nesse trabalho, é possível identificar sete critérios de desempenho ambiental: i) materiais atóxicos; ii) baixa energia incorporada; iii) recicláveis; iv) reaproveitamento de resíduos de outras indústrias; v) origem de fontes renováveis; vi) associados a baixas emissões de GEE (CO²); e vii) duráveis.

A ISO 15686-1:2011(E) trata do planejamento da etapa de operação e manutenção da edificação e do processo de projeto como subsídio para elaborar estudos de custo do ciclo de vida, engenharia de valor, além do planejamento da manutenção preventiva da edificação. Segundo a ISO (2011), o planejamento inclui considerações referentes: ao i) desempenho previsto dos componentes; ao ii) custo do ciclo de vida e impactos ambientais do ciclo de vida da edificação; aos iii) custos de operação e manutenção; à iv) necessidade de manutenção, reparo, reutilização, substituição e disposição de componentes, além do custo de cada etapa; e à v) construção da edificação, instalação de componentes e manutenção e substituição de componentes de vida curta. A norma apresenta seis critérios de desempenho econômico considerados relevantes para o processo de seleção e especificação.

Glass (2011) pesquisa a Aquisição Responsável (AR) de produtos para a construção civil com foco na cadeia de suprimentos e faz um paralelo da abordagem com outras cadeias de suprimentos em que são utilizados sistemas de certificação voluntário de ética na comercialização (*Voluntary Ethical Trading Initiatives – VETI*). Estas certificações consideram a origem dos produtos e o emprego de valores éticos aplicados aos processos de extração e manufatura. A autora apresenta critérios relevantes, como: i) a responsabilidade social; ii) as práticas leais de operação; iii) os direitos trabalhistas; e iv) a rastreabilidade dos produtos.

Akadiri e Olomolaiye (2012) realizam uma revisão de literatura e identificam 24 critérios de avaliação de sustentabilidade baseados nas 3 dimensões da sustentabilidade: 7 critérios socioeconômicos; 6 técnicos; e 11 ambientais. Os critérios foram classificados em: i) impactos ambientais; ii) eficiência do recurso; iii) minimização de resíduos; iv) custo do ciclo de vida; v) benefícios sociais; e vi) capacidade de desempenho. Os autores realizam uma pesquisa com arquitetos que atuam no mercado do Reino Unido desenvolvendo projetos sustentáveis, para avaliar

a percepção dos indivíduos quanto à importância dos critérios levantados. Os resultados demonstram que os critérios são alinhados com o entendimento do mercado e que fatores como estética, manutenibilidade e eficiência energética são considerados mais relevantes.

A norma BS EN 15643-4:2012 apresenta um *framework* para a avaliação do desempenho econômico das edificações, considerando indicadores quantitativos definidos a partir da ACCV além de outros aspectos econômicos relevantes. Nesse sentido, a estrutura de trabalho considera o custo e o valor financeiro como principais indicadores do desempenho econômico. Neste documento é possível destacar cinco critérios, com foco na dimensão econômica, considerados relevantes para o processo de seleção de materiais de construção.

Kibert (2012) apresenta uma visão histórica da consolidação do conceito de construção sustentável e aborda aspectos como a pegada ecológica energética e de CO², materiais de construção, programas de certificação ambiental, aspectos econômicos da construção sustentável, além do processo de comissionamento e operação de edificações sustentáveis. Esse trabalho contempla a definição de critérios direcionados às edificações que podem ser apropriados pelo processo de seleção de materiais de construção. Assim, o pesquisador apresenta 13 critérios, sendo 9 referentes à dimensão ambiental, 2 à econômica e 2 à social.

Mirsaeedie, Zabihi e Habib, (2012) realizam uma pesquisa bibliográfica para identificar critérios de sustentabilidade visando à construção de uma ferramenta de avaliação de edificações no contexto iraniano. Os critérios identificados são agrupados conforme as dimensões da sustentabilidade e são constituídos por subcritérios: i) ambientais (6 critérios e 14 subcritérios); ii) econômicos (4 critérios e 13 subcritérios); e iii) sociais (4 critérios e 9 subcritérios). Os pesquisadores recorrem à aplicação de um questionário para determinar o grau de importância atribuído a cada critério, variando em uma escala composta por cinco níveis, desde “1” para pouco importante a “5” para muito importante, segundo a opinião de integrantes do corpo docente e arquitetos seniores.

Rahman et al. (2012) propõem um sistema de avaliação de critérios para a seleção de materiais para coberturas. Os autores realizam uma revisão bibliográfica como passo inicial para identificar os critérios mais relevantes. Após esta primeira

etapa, recorreram a entrevistas e à uma pesquisa no formato de questionário aplicado a especialistas da área para corroborar os critérios identificados na composição da ferramenta. Os pesquisadores identificam 11 critérios que representam os atributos ou propriedades dos materiais: i) vida útil; ii) custo inicial; iii) sustentabilidade; iv) facilidade de instalação; v) liberdade formal; vi) manutenção; vii) custo de manutenção; viii) custo do ciclo de vida; ix) desempenho térmico; x) peso; e xi) espessura.

Irish Green Building Council (2013) apresenta diversos critérios de avaliação do desempenho das edificações, entre eles: i) energia incorporada; ii) utilização de recursos; iii) aquisição responsável; iv) geração de resíduos; v) durabilidade; vi) reciclabilidade; e vi) disposição final.

A BRE (2014) publica a norma de sustentabilidade BES 6001 para abordar questões relacionadas ao processo de aquisição de materiais de construção. A norma estabelece 19 princípios de aquisição responsável que consideram, principalmente, impactos ambientais e sociais, dando menor destaque a aspectos econômicos que permeiam apenas um único princípio. Esses princípios são agrupados em 13 critérios, sendo eles 8 ambientais e 5 sociais.

Wahlstrom et al (2014) abordam questões como o impacto ambiental decorrente das edificações, a construção sustentável, a importância da ACV como ferramenta para medir o desempenho ambiental, além do conceito de *Design for the Environment (DfE)*. Os autores argumentam que construções devem considerar: i) o reuso ou a reciclabilidade dos insumos; ii) a durabilidade; e iii) a compatibilidade primária e secundária dos materiais conforme a necessidade de desempenho da obra. Além disso, abordam questões como: iv) a toxicidade dos materiais e v) a energia incorporada.

A BRE (2016), no manual técnico da certificação BREEAM, apresenta a metodologia de avaliação ambiental e as evidências requeridas para obter a pontuação nas oito categorias que fazem parte do sistema de certificação: i) gestão; ii) saúde e bem-estar; iii) energia; iv) transporte; v) água; vi) materiais; vii) resíduos; e viii) uso do solo e ecologia. Por sua vez, a categoria de materiais é dividida em seis créditos: i) impactos do ciclo de vida; ii) paisagismo e cercamento; iii) aquisição responsável de produtos de construção; iv) isolamento térmico; v) projeto para a

durabilidade e resiliência; e vi) eficiência do material. Nesta publicação, é possível identificar nove critérios relevantes para a seleção de materiais de construção, sendo sete relacionados à dimensão ambiental e dois critérios à social.

Govindan, Madan Shankar e Kannan (2016) propõem uma relação de indicadores de sustentabilidade, relevantes para o setor da construção civil, elaborados a partir de uma revisão bibliográfica em periódicos de referências como Elsevier, Springer, Emerald, Taylor & Francis, entre outros. Os autores identificam 7 indicadores econômicos, 10 ambientais e 8 sociais, totalizando 25 indicadores de sustentabilidade. Segundo os autores, estes indicadores são considerados válidos por profissionais experientes que atuam no mercado dos Países dos Emirados Unidos.

Karakoç (2017) realiza um levantamento de sistemas de certificação como *Leadership in Energy and Environment Design* (LEED) nos Estados Unidos e Canadá, assim como o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) no Reino Unido, para identificar critérios de sustentabilidade. O autor identifica 16 critérios, que foram agrupados em quatro categorias: i) desempenho ambiental do material (5 critérios); ii) desempenho econômico do material (2 critérios); iii) desempenho construtivo do material (5 critérios); e iv) características do material (4 critérios).

Zhang et al. (2017) identificam 14 critérios de sustentabilidade, recorrendo à revisão de literatura e entrevistas com profissionais especialistas, além de integrantes do corpo docente de universidades. Os autores organizam os critérios em três grupos: i) econômicos (quatro critérios); ii) ambientais (cinco critérios); e iii) propriedades físicas (cinco critérios). Embora a área de estudo dos pesquisadores seja de engenharia mecânica, vale destacar que o último grupo, que não é identificado em nenhum outro trabalho, contempla: i) densidade; ii) rigidez; iii) resistência à tração; iv) alongamento na ruptura; e v) módulo de tensão.

No contexto brasileiro, John, Oliveira e Lima (2007) realizam um levantamento do estado da arte referente à seleção de materiais, abordando a avaliação de aspectos ambientais, econômicos e sociais relacionados a materiais e componentes de construção. Os autores realizam um comparativo de oito sistemas de certificação com o objetivo de identificar os critérios considerados com maior frequência de acordo

com a dimensão. Neste trabalho, os pesquisadores identificam 12 critérios, sendo eles 8 ambientais, 2 econômicos e 2 sociais.

Lobo, Lobo e Santos (2010) propõem 10 categorias subdivididas em 87 subcategorias para avaliar a sustentabilidade ambiental para hospitais.

Agopyan e John (2011) avaliam os materiais de construção e seus impactos no contexto do ciclo de vida das edificações. Os autores apresentam 19 critérios, 10 ambientais, 2 econômicos e 7 sociais que podem ser utilizados para orientar o processo de seleção.

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2011) apresenta a *Ferramenta dos 6 Passos* visando a conscientizar o setor da construção civil quanto à necessidade de cumprir três condições fundamentais para a construção mais sustentável: i) formalidade; ii) legalidade; e iii) qualidade. Os passos, que são focados na dimensão social, consideram a necessidade de i) verificar a formalidade da empresa fabricante e fornecedora; ii) verificar a licença ambiental; iii) verificar as questões sociais; iv) verificar a qualidade e as normas técnicas do produto; v) consultar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa; e vi) identificar a existência de propaganda enganosa.

Carvalho e Sposto (2012) propõem uma metodologia para analisar o índice de sustentabilidade de projeto, a partir de critérios e requisitos consagrados e aceitos mundialmente, considerando aspectos ambientais (3 categorias e 17 subcategorias), sociais (5 categorias e 13 subcategorias) e econômicos (1 categoria e 4 subcategorias).

Bissoli-Dalvi (2014) identifica 30 critérios de Desempenho Ambiental, Econômico e Social na literatura científica. A partir desse levantamento, a pesquisadora define cinco critérios alinhados com a Agenda 21 para definir um *índice de sustentabilidade*: i) durabilidade; ii) reaproveitamento; iii) renovabilidade; iv) dispensa de materiais adicionais para acabamento; v) reciclabilidade; vi) desmontagem/reuso; e vii) baixa geração de resíduos.

Ferrari et al. (2014) apresentam um *checklist* com os princípios, critérios e indicadores que constituem os requisitos de compra responsável. Este documento é composto por 13 critérios de verificação, elaborados a partir de referenciais

normativos nacionais e internacionais e agrupados em dois grandes grupos: i) o compromisso com a compra responsável e ii) a gestão de fornecedores.

Oliveira (2015) analisa metodologias de ACV com enfoque na ACV modular. O autor destaca como elementos mínimos de avaliação: i) o consumo de água e de matérias-primas; ii) a geração de resíduos; iii) a energia incorporada; e iv) a emissão de CO².

Silva e Silva (2015) analisam o desempenho ambiental dos edifícios, avaliando a interseção entre a sustentabilidade e o uso dos materiais, com especial atenção para a avaliação do primeiro estágio do ciclo de vida que envolve a produção e o transporte de materiais e a etapa de construção. As pesquisadoras propõem indicadores de ecoeficiência para edificações brasileiras e definem cinco critérios principais: i) energia incorporada; ii) pegada de carbono; iii) pegada de água azul; iv) depleção de recursos não renováveis; e v) Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs).

3.3 Síntese do capítulo

O processo de seleção e especificação de materiais de construção é complexo. Entendendo esta complexidade e considerando que a seleção de materiais é fundamental para o desempenho das edificações, diversos pesquisadores desenvolvem propostas de metodologias de seleção.

Assim, neste capítulo são apresentadas diversas abordagens conceituais de ferramentas, identificadas na literatura científica nacional e internacional, desenvolvidas para auxiliar profissionais no processo de seleção e especificação de materiais. Enquanto alguns autores propõem metodologias que utilizam equações matemáticas avançadas, outros utilizam metodologias de avaliação mais simples para identificar o material mais adequado conforme os requisitos de projeto.

É importante ressaltar que o objetivo do estado da arte não é, necessariamente, identificar a melhor proposta visando a utilizá-la como modelo para reprodução nas bases conceituais da BVMC. Interessa, neste momento, o fato de que o desafio de selecionar materiais de construção dentro de certos parâmetros impulsiona o desenvolvimento de diversas propostas de ferramentas que servem como motivação para proposições similares.

Além disso, a utilização de equações matemáticas complexas em metodologias como o MAUT, AHP, PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS, MDCM, entre outras, demonstra a preocupação de autores com a racionalização do processo de seleção, eliminando fatores subjetivos que estão presentes nos processos atuais. Assim, esses exemplos são úteis para subsidiar a etapa de consolidação da BVMC, conforme proposto na *Figura 5.2 do Capítulo 5*, que será objeto de trabalhos futuros.

Ressalta-se que este levantamento reforça o ponto de vista defendido nesta dissertação quanto à necessidade de utilizar uma ferramenta para auxiliar no processo de seleção de materiais com maior embasamento técnico. Também é defendido que esta seleção ocorra segundo critérios claramente estabelecidos.

A partir desse entendimento, o segundo tópico do estado da arte contempla o levantamento desses critérios, apontados por autores para avaliar as opções, gerar uma classificação dos materiais de acordo com o seu nível de atendimento desses critérios, e, nesse contexto, subsidiar o processo de tomada de decisão para seleção do material com melhor desempenho. Considerando a necessidade de incorporar requisitos de sustentabilidade nesse processo, são identificadas diversas iniciativas que estruturam as ferramentas a partir de critérios com foco nas três dimensões – ambiental, econômica e social.

Nessas propostas, os critérios são levantados a partir de uma revisão bibliográfica e são categorizados por dimensão. Para validar a relação, na maioria dos casos, propõe-se submeter a informação a integrantes do corpo docente de universidades, a profissionais do mercado e a especialistas em sustentabilidade, conforme sugerido por Chen, Okudan e Riley (2010), Akadiri e Olomolaiye (2012), Mirsaedie, Zabihi e Habib, (2012), Rahman et al. (2012), Bissoli-Dalvi (2014), Govindan, Madan Shankar e Kannan (2016).

Por fim, cabe destacar que a contribuição mais relevante desta etapa de pesquisa é a estruturação de uma metodologia de levantamento, definição e validação de critérios, que são fundamentais para estruturar a Avaliação Integrada de Sustentabilidade e que são utilizadas nos passos metodológicos da BVMC, conforme apresentado no *Capítulo 4 - Passos metodológicos para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção* e no *Capítulo 5 - Bases*

conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção: apresentação dos resultados desta dissertação.

Capítulo 4 - Passos metodológicos para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção

Neste capítulo são apresentados os passos metodológicos necessários para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção, que são subsidiados pela fundamentação teórica apresentada no *Capítulo 1 - Seleção e especificação de materiais de construção*, *Capítulo 2 - Sustentabilidade na Indústria da Construção* e *Capítulo 3 - Subsídios para a seleção e especificação de materiais de construção*.

Os passos metodológicos consistem em: i) determinar as condicionantes necessárias para o funcionamento de uma biblioteca; ii) mapear e sistematizar o processo de SEMC; iii) sistematizar o fluxo de referência do processo de SEMC; iv) elaborar um fluxograma geral de concepção da BVMC; v) identificar um método de mapeamento dos passos necessários para conceber cada produto da BVMC; vi) definir os fluxos necessários para o funcionamento da BVMC; vii) identificar e definir perfis de usuário; viii) mapear as etapas de elaboração de cada produto; ix) elaborar produtos específicos para apoiar os fluxos de processos da BVMC; e x) mapear os fluxos dos processos primários da BVMC.

Esses passos metodológicos e os resultados esperados são apresentados esquematicamente no *Quadro 4.1*.

Quadro 4.1 – Passos metodológicos, resultados e estruturação dos capítulos

	Passos metodológicos	Resultado
i	Determinar as condicionantes necessárias para o funcionamento de uma biblioteca	Relação de condicionantes e parâmetros para realizar a primeira aproximação do objeto de pesquisa
ii	Mapear e sistematizar o processo de SEMC	Fluxo de referência para orientar o desenvolvimento da BVMC
iii	Sistematizar o fluxo de referência do processo de SEMC	Diretrizes para conceber a biblioteca e identificar os produtos necessários para viabilizar a definição das bases conceituais da BVMC

(continua)

(conclusão)

iv	Elaborar um fluxograma geral de concepção da BVMC	<i>Framework</i> para orientar o desenvolvimento das atividades e identificar a inter-relação dos processos
v	Identificar um método para mapear os passos necessários para conceber cada produto da BVMC	Passos mapeados utilizando uma sintaxe adequada para subsidiar o desenvolvimento do sistema de informática da versão online da BVMC
vi	Definir os fluxos necessários para o funcionamento da BVMC	<i>Framework</i> para orientar o encadeamento dos processos e o mapeamento da atribuição de cada produto no processo de entrada e/ou saída de dados (<i>inputs</i> e <i>outputs</i>)
vii	Identificar e definir perfis de usuário	Referência para definir atribuições e responsabilidades a cada agente que participa do processo de SEMC
viii	Mapear as etapas de elaboração de cada produto	Fluxos de processos para orientar a elaboração de cada produto, identificando tarefas e responsabilidade de cada agente
ix	Elaborar produtos específicos para apoiar os fluxos de processos da BVMC	Viabilizar a definição das bases conceituais da BVMC
x	Mapear os fluxos dos processos primários da BVMC	Estabelecer as bases conceituais da BVMC para o futuro desenvolvimento de uma versão online da biblioteca

4.1 Passo i: determinar as condicionantes necessárias para o funcionamento de uma biblioteca

Esta pesquisa é iniciada com uma reflexão sobre os pré-requisitos para a estruturação de uma biblioteca segundo o paradigma atual. Esse sistema implica, necessariamente, no encadeamento de ações e agentes que viabilizem seu funcionamento, considerados nesta pesquisa: i) um usuário; ii) informações disponibilizadas em um determinado meio para consulta por diversos usuários; iii) um espaço físico ou virtual que possibilite disponibilizar o acervo, que no caso de uma

biblioteca virtual, é uma base de dados; iv) uma interface de consulta; e v) um sistema administrativo.

Portanto, primeiramente, é necessário que haja um usuário com interesse em realizar determinado tipo de pesquisa em um repositório genérico ou dedicado especificamente a uma determinada área do conhecimento humano.

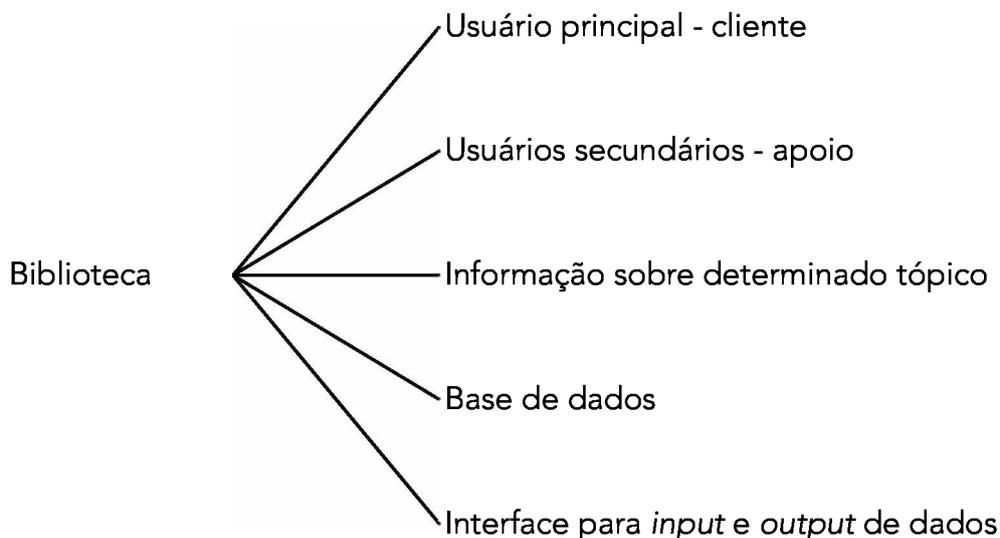
Para que essa pesquisa possa ocorrer, é necessário também que haja uma base de dados onde informações possam ser inseridas, armazenadas e gerenciadas de forma que esses dados sejam resgatados e consultados sempre que necessário. Portanto, isso requer o emprego de determinado recurso de organização para que as informações estejam sempre acessíveis, como é o caso dos sistemas de indexação e catalogação utilizados pela biblioteconomia.

Além disso, para que determinados dados sejam pesquisados, também é necessário que seja disponibilizada uma interface na qual o pesquisador possa inserir parâmetros de busca de forma a localizar as informações que requer – entrada de dados (*input*). Essa mesma interface deve ter a propriedade de exibir os resultados, indicando especificamente onde a informação pode ser acessada ou exibindo-a diretamente – saída de dados (*output*). A partir das informações apresentadas, o pesquisador poderá triar os dados e selecionar apenas aqueles mais indicados para atender à sua necessidade específica.

Também é importante considerar que o pleno funcionamento de uma biblioteca depende de ações realizadas por agentes administrativos com as atribuições de definir e implementar estratégias que permitam uma operação adequada da infraestrutura, de forma a gerar uma relação de confiança com seu usuário final.

Portanto, essas considerações iniciais orientam a primeira aproximação da concepção das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção, que é proposta nesta pesquisa e esquematizada na *Figura 4.1*.

Figura 4.1 – Condicionantes para o funcionamento de uma biblioteca



4.1.1 Diretrizes para o funcionamento da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção

A análise da estrutura apresentada na *Figura 4.1* permite definir algumas diretrizes para o desenvolvimento do modelo teórico da biblioteca. Nessa estrutura, é possível identificar uma sequência de atividades que são necessárias para a sua definição, além de compreender que nela existem relações de interdependência entre algumas das atividades que pautarão o próprio fluxo de utilização da ferramenta.

Considerando que a seleção de materiais implica em avaliar informações, entende-se que estes dados devem ser disponibilizados de forma a serem consultados em qualquer lugar e a qualquer momento. Além disso, uma vez que o processo de seleção é dinâmico e pode ocorrer em diversos contextos profissionais, esta premissa é reforçada. Nesse sentido, entende-se que para possibilitar a fluidez do processo de consulta, é necessário eliminar tarefas de download, instalação e ativação de softwares, como ocorre em programas de informática similares.

Assim, o formato de biblioteca virtual online se evidencia como a melhor alternativa, uma vez que viabiliza a premissa de disponibilidade em tempo integral, além de não demandar que o usuário realize tarefas de atualização. Este procedimento deve ser realizado por um corpo técnico capacitado para garantir a integridade do sistema e possibilitar a todos os usuários a obtenção de dados compatíveis.

Embora o intuito da biblioteca seja embasar tecnicamente o processo de tomada de decisão, entende-se que este processo deve ocorrer com o menor grau de interferência possível, visando a garantir a imparcialidade da plataforma, e assim, assegurar a credibilidade da BVMC no meio profissional. Nesse sentido, é importante destacar que o objetivo é oferecer o embasamento técnico necessário para o profissional, contudo, caberá sempre ao usuário realizar o processo de tomada de decisão.

Além disso, considerando que existem diversos usuários que interagem com a biblioteca em diferentes níveis, entende-se que a definição das bases conceituais requer que perfis destes usuários sejam determinados e que sejam estabelecidas as circunstâncias de sua participação nos processos de cadastramento e consulta de informações.

4.2 Passo ii: mapear e sistematizar o processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC)

O desenvolvimento de uma ferramenta para apoiar o processo de projeto implica em compreender o contexto em que será inserido de forma a viabilizar sua incorporação no fluxo de trabalho. Assim, esse passo consiste em realizar um levantamento de mapeamentos do fluxo de seleção e especificação de materiais na literatura científica. Visando a facilitar a compreensão e análise dos modelos, esses mapeamentos são adaptados para o formato de fluxogramas, apresentados no *Capítulo 1*.

Os fluxogramas dos processos mapeados subsidiam a sistematização dos dados no formato de um quadro que organiza os processos definidos por cada autor. Na parte superior, as atividades necessárias para selecionar e especificar materiais são identificadas nas colunas verticais e, nas colunas horizontais, os autores consultados são organizados cronologicamente. Com esta disposição definida, as atividades são vinculadas a cada autor com a marcação de um “X” na respectiva coluna (ver *Quadro 5.1 – Sistematização do processo de seleção e especificação de materiais*).

A partir dessa sistematização e com o subsídio dos dados levantados na etapa de fundamentação teórica, define-se um fluxograma genérico do processo de SEMC (ver *Figura 5.1 – Fluxo sistematizado das etapas do processo de seleção de materiais*).

É importante destacar que a proposição do fluxograma ocorre por dedução, a partir de um universo que contempla apenas os estudos apresentados nesta dissertação e no contexto teórico da produção científica com foco no processo de seleção e especificação de materiais.

As atividades que compõem o fluxo genérico também são organizadas e discriminadas em um quadro. As ações vinculadas às etapas são definidas a partir de sínteses das referências bibliográficas e são apresentadas no *Capítulo 5* (ver *Quadro 5.2 – Etapas e ações do fluxo genérico de seleção e especificação de materiais*).

4.3 Passo iii: sistematizar o fluxo de referência do processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC)

A discriminação das tarefas e ações identificadas no fluxo genérico de SEMC é utilizada para definir diretrizes que orientam o desenvolvimento do trabalho. Para que as ações referentes ao processo de SEMC sejam incorporadas na biblioteca, é necessário que certas condições sejam atendidas, implicando, portanto, em estabelecer alguns pré-requisitos.

Nesta pesquisa, estes pré-requisitos são utilizados para identificar subsídios necessários para o funcionamento da BVMC, que são apresentados no formato de produtos (ver *Quadro 5.3 – Descrição das etapas, diretrizes e produtos para subsidiar as bases conceituais da BVMC*). A partir da análise do encadeamento das tarefas, ações e pré-requisitos, cinco produtos são identificados para serem desenvolvidos ao longo da pesquisa, sendo necessário conceber sua estrutura e definir as relações entre as tarefas de forma que sejam concretizados. Estas etapas são descritas no presente capítulo.

4.4 Passo iv: elaborar um fluxograma geral de concepção da BVMC

Os passos anteriores implicam em desenvolver uma série de atividades que são estruturadas em uma determinada sequência e que, em alguns casos, são inter-relacionadas. O encadeamento destas atividades requer a definição de uma estrutura para orientar o desenvolvimento do trabalho.

Assim, essas informações são analisadas e subsidiam a elaboração de um fluxograma geral de concepção da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção (ver

Figura 5.2 – Mapeamento geral dos processos para o desenvolvimento da BVMC). A definição da estrutura do fluxograma considera a existência de um fluxo principal que requer a execução de determinadas tarefas para que o ciclo do trabalho seja concluído.

Nesse sentido, além das tarefas principais, são definidas tarefas de apoio que ocorrem em processos distintos e que são responsáveis por coletar informações para retroalimentar o fluxo geral de concepção da BVMC.

A elaboração do fluxograma geral permite constatar que os passos identificados requerem ações de diferentes agentes que participam do processo de seleção e especificação e que são necessários para organizar as bases conceituais da biblioteca, conforme argumentado anteriormente. Nesse sentido, são definidos cinco perfis de usuário que são apresentados no item *4.7 Passo vii: identificar e definir os perfis de usuário.*

4.5 Passo v: identificar um método para mapear os passos necessários para conceber cada produto da BVMC

Considerando a necessidade de mapear os diversos processos que são necessários para consolidar as bases conceituais e que essas atividades envolvem múltiplos agentes, são realizadas pesquisas para identificar ferramentas de informática que permitam elaborar fluxos de processos. Uma vez que o objetivo dos mapeamentos é viabilizar a elaboração de um sistema online da biblioteca, considera-se como pré-requisito fundamental a compatibilidade da ferramenta selecionada com softwares utilizados por profissionais da área da Tecnologia da Informação para conceber sistemas de informática. Assim, é identificada a sintaxe do *Business Process Modelling Notation* (BPMN), que é utilizada neste trabalho¹⁴.

É importante apontar para o fato de que o BPMN dispõe de uma linguagem própria, composta por diversos símbolos, que representam as diferentes ações que podem ocorrer dentro do processo. Segundo Freund, Schrepfer e Suarez (2011), essa linguagem é utilizada para mapear situações do mundo real em modelos de processos

¹⁴ Os mapeamentos de processos apresentados neste trabalho são elaborados com o software *Camunda Modeler* na versão 1.11.2.

e sua implementação facilita a criação de modelos de negócio e de projetos técnicos, como é o caso da BVMC.

Nesta dissertação, os símbolos da sintaxe do BPMN são utilizados para identificar: i) as raias (*swim lanes*), que representam a área de atuação do agente; ii) as tarefas, que representam as atividades dentro do processo; iii) os entroncamentos (*gateways*), que representam instâncias de tomada de decisão no processo, sendo geralmente exclusivas; iv) a entrada e saída de dados; e v) a publicação de dados na base de dados.

4.6 Passo vi: definir os fluxos necessários para o funcionamento da biblioteca

É importante ressaltar que na sintaxe do BPMN existem processos principais (PP) e subprocessos (SP). Os PPs são responsáveis por desenvolver o objetivo principal do processo, que no contexto desta dissertação é a elaboração de uma biblioteca virtual. Em alguns cenários, o PP necessita do apoio de fluxos de processos secundários, compostos por um determinado número de tarefas, para subsidiá-lo com a entrada de dados – processos de *input*. Nesse sentido, é necessário realizar tarefas que implicam em determinadas ações e têm como objetivo gerar produtos responsáveis por coletar esses dados e retroalimentar os fluxos, conforme apresentado no *Quadro 4.2*.

Quadro 4.2 – Relação de tarefas, ações e produtos necessários para viabilizar os fluxos da BVMC

Tarefa	Ação	Resultado
Tarefa 01	Elaborar a Ficha de Cadastramento de Fornecedores e Materiais de Construção	Produto 01
Tarefa 02	Elaborar relação de Critérios de Sustentabilidade	Produto 02
Tarefa 03	Elaborar a Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade	Produto 03
Tarefa 04	Elaborar o Sistema de Classificação da Informação	Produto 04
Tarefa 05	Elaborar a Ficha de Consulta de Materiais	Produto 05

4.7 Passo vii: identificar e definir os perfis de usuário

Diante das informações apresentadas nos capítulos anteriores, é possível concluir que, em todo processo de seleção de materiais, participam diversos agentes, desde o cliente, o arquiteto, diversos consultores e fabricantes, até o executor da obra.

Portanto, a partir do entendimento de que esses múltiplos agentes interagem no processo e que esta participação ocorre em diferentes momentos, é evidente a necessidade de estabelecer diferentes perfis de usuário com variadas configurações em termos de nível de acesso e de edição aos dados. Esses agentes são identificados a partir da *Figura 4.1 – Condicionantes para o funcionamento de uma biblioteca*.

O usuário principal é o cliente da biblioteca, que no contexto tratado nesta dissertação será o profissional selecionador e especificador, definindo automaticamente o primeiro perfil da BVMC, cuja característica principal é de pesquisa.

Os usuários de apoio são necessários para garantir o funcionamento de uma biblioteca, conforme argumentado anteriormente, podendo ser internos ou externos. Assim, para a BVMC, é necessário o apoio de usuários externos que sejam responsáveis por cadastrar informações para compor a base de dados e viabilizar as etapas de pesquisa, seleção e especificação. Além disso, também é necessário que estas informações sejam analisadas e validadas para publicação. A partir disso, é possível definir um perfil de cadastramento e dois perfis de análise e validação.

As informações cadastradas serão armazenadas em uma base de dados. Haja vista a necessidade de manter a base em pleno funcionamento, isto é, com capacidade para armazenar as informações com qualidade e ao mesmo tempo poder resgatá-la, define-se um perfil de técnico em Tecnologia da Informação.

Nesse sentido, são definidos cinco perfis de usuário: i) perfil de usuário para *input* de dados (usuário externo); ii) perfil de usuário para avaliação da informação cadastrada; iii) perfil de coordenador; iv) perfil de técnico em Tecnologia da Informação; e v) perfil de usuário para visualização da informação e interação com os dados. A descrição e as atribuições de cada perfil são apresentadas no item 5.3 *Perfis de usuário*.

4.8 Passo viii: mapear as etapas de elaboração de cada produto

Os produtos relacionados no *Quadro 4.2 – Relação de tarefas, ações e produtos necessários para viabilizar os fluxos da BVMC* são essenciais para coletar e exibir informações na BVMC. Cada produto é elaborado segundo um processo que é mapeado utilizando a sintaxe do BPMN.

A determinação das atividades é subsidiada por informações levantadas durante a etapa de fundamentação teórica e orientada por fluxos de processos que são convencionais na elaboração de projetos de arquitetura: definição de diretrizes; elaboração de propostas preliminares, que são submetidas à aprovação o cliente; e a entrega da solução final, que é enviada para a execução. No caso da biblioteca, a execução ocorrerá na forma de disponibilização da informação para consulta.

Os fluxos concebidos são apresentados no *Capítulo 5* e nos *Apêndices A a E* e os processos necessários para sua elaboração são descritos nas próximas seções.

4.9 Passo ix: elaborar produtos específicos para apoiar os fluxos de processos da BVMC

A partir dos fluxos mapeados no passo anterior e de referências bibliográficas identificadas durante a etapa de fundamentação teórica, os produtos relacionados no *Quadro 4.2*, necessários para subsidiar o fluxo principal da BVMC, são desenvolvidos.

4.9.1 Produto 01: Ficha de Cadastramento de Fornecedores e Materiais de Construção – FCMC

As atividades de coleta de informações sobre fabricantes e fornecedores requerem um instrumento de cadastramento para viabilizar esse processo. Assim, a primeira tarefa consiste na elaboração de uma ficha de cadastramento que é definida com base nos blocos de informações pertinentes para se conhecer a empresa (dados cadastrais) e obter informações gerais sobre os tipos de produtos que ela fabrica ou comercializa.

A proposta da ficha de cadastramento utiliza como base a ferramenta desenvolvida pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2013) para selecionar fornecedores, a partir de seis critérios: i) verificar a formalidade da empresa fabricante e fornecedora; ii) verificar a licença ambiental; iii) verificar as questões sociais; iv) verificar a qualidade e as normas técnicas do produto; v) consultar o perfil

de responsabilidade socioambiental da empresa; e vi) identificar a existência de propaganda enganosa.

Essa contribuição é complementada com a revisão bibliográfica, além de boas práticas de empresas que atuam no setor da construção civil e que consideram a sustentabilidade como um elemento importante para o seu modelo de negócios.

Esta ficha é descrita no item 5.5.1 - *Ficha de cadastramento de fornecedores e materiais de construção* do *Capítulo 5* e o produto é apresentado no *APÊNDICE C – FICHA DE CADASTRAMENTO DE FABRICANTES E FORNECEDORES*.

4.9.2 Produto 02: relação de Critérios de Sustentabilidade – CS

O mapeamento e definição do fluxo genérico contemplam etapas de comparação de materiais candidatos como parte do processo de seleção e especificação de materiais. Para tanto, é necessário estabelecer uma relação de critérios com o objetivo de auxiliar esse processo e viabilizar seleções com maior embasamento técnico.

No caso desta pesquisa, defende-se que esse embasamento seja realizado a partir de Critérios Ambientais, Econômicos e Sociais (CAES) para orientar o profissional como forma de contribuir para a sustentabilidade das edificações.

Assim, a partir do estado da arte realizado no *Capítulo 3*, é possível estabelecer uma metodologia de determinação de uma relação de critérios de sustentabilidade com base em levantamento na literatura científica. Após o levantamento, estes critérios geralmente são agrupados, relacionados em uma tabela e, em alguns casos, atribuídos um coeficiente segundo seu peso na avaliação global do material. Esta metodologia é mapeada e apresentada na *Figura 5.4* que é utilizada como base para identificar a relação de critérios propostos para este trabalho.

Assim, os critérios relacionados às dimensões ambiental, econômica e social, depreendidos a partir do texto ou abordados explicitamente pelo autor, são sistematizados em quadros, organizados por dimensão, de modo a constituírem um repositório de critérios - *Quadro 5.6*, *Quadro 5.7* e *Quadro 5.8*. Na parte superior do quadro, as fontes consultadas são identificadas, organizadas cronologicamente e a menção a um critério específico é registrada na coluna correspondente com um “x”.

É importante frisar que os vocábulos utilizados para definir os critérios de sustentabilidade geralmente apresentam pequenas variações conforme a fonte pesquisada (ex.: eficiência energética dos materiais/ energia incorporada, materiais locais/ impacto do transporte, eliminação de tóxicos/ atoxicidade), implicando na necessidade de realizar algumas adaptações para viabilizar a sistematização das referências presentes no estado da arte. Nesse sentido, os critérios levantados são categorizados e nomeados conforme uma única designação. Ressalta-se que aqueles critérios mencionados por um autor apenas são desconsiderados nesta pesquisa e não constam na sistematização.

Considerando que o intuito do levantamento é identificar os critérios trabalhados pela literatura, não é objetivo deste trabalho realizar uma seleção entre aqueles mais abordados, embora seja apresentada uma coluna especificamente para registrar o número de repetições.

4.9.2.1 Definição de uma metodologia de avaliação e validação e critérios de sustentabilidade

Grafakos, Enseñado e Flamos (2017) afirmam que “a seleção e validação dos critérios de avaliação é um componente importante de qualquer sistema de avaliação ou de processo de tomada de decisão” (GRAFAKOS; ENSEÑADO; FLAMOS, 2017).

Embora a maioria dos critérios trabalhados seja consagrada e aceita mundialmente, o estado da arte apresenta diversos exemplos de trabalhos que empregam metodologias de validação dos critérios. Entendendo que a pesquisa com foco na sustentabilidade é uma atividade contínua que possibilita amadurecer conceitos, entende-se que uma revalidação dos critérios é interessante para verificar se o alinhamento das considerações em relação à sua relevância ainda se mantém.

Esta validação pode ocorrer em diferentes instâncias: i) autovalidação, realizada internamente por pares; ii) validação científica, realizada por especialistas; e iii) validação social, realizada por *stakeholders* (Id., 2017).

Portanto, os critérios são submetidos à avaliação de profissionais selecionadores e especificadores utilizando um questionário elaborado para esta pesquisa, conforme proposto por Chen, Okudan e Riley (2010), Akadiri e Olomolaiye (2012), Mirsaedie, Zabihi e Habib, (2012), Rahman et al. (2012), Bissoli-Dalvi (2014), Govindan, Madan Shankar e Kannan (2016).

4.9.2.2 Validação dos critérios de sustentabilidade

Os critérios levantados nas etapas anteriores são avaliados por meio da aplicação de um questionário, formulado para a pesquisa, e que é apresentado no *APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE*.

Este documento é composto por 35 questões que se referem a cada um dos critérios propostos para compor a Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS), sendo 14 questões referentes a critérios ambientais, 10 a critérios econômicos e 11 a critérios sociais.

Cada critério é acompanhado de uma breve descrição, de modo a nivelar o entendimento entre o que está sendo proposto para a AIS e o conhecimento dos participantes do questionário. É importante destacar o fato de que alguns critérios permeiam as três dimensões da sustentabilidade, contudo, os participantes são orientados a analisar cada um segundo uma ótica específica da dimensão à qual se refere.

O documento utiliza o modelo de escala *Likert*. Para responder à questão é necessário que o respondente indique um valor inteiro compreendido entre um e cinco, sendo: 1) irrelevante; 2) parcialmente irrelevante; 3) indiferente ou neutro; 4) parcialmente relevante; e 5) relevante.

O questionário conta com a participação dos alunos do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Além disso, também contempla a participação de arquitetos que atuam nos setores público e privado do Distrito Federal.

No total, o questionário tem a participação de 88 respondentes, após ficar disponível por 45 dias.

4.9.2.3 Ajuste dos critérios para a Avaliação Integrada de Sustentabilidade

Os critérios são avaliados por pares e especialistas e são, em sua maioria, identificados como *Relevantes* ou *Parcialmente Relevantes*, conforme apresentado na seção anterior. Embora seja disponibilizado um campo para comentários gerais sobre os critérios, nenhum respondente utiliza este recurso para questionar ou sugerir alterações na relação apresentada.

Estes critérios são utilizados para elaborar a primeira versão da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS), submetida à avaliação de especialistas em sustentabilidade, que tecem comentários gerais e apresentam sugestões que ensejam a realização de alguns ajustes.

4.9.3 Produto 03: Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade - FAIS

A FAIS é estruturada a partir dos critérios de sustentabilidade e é proposta como uma estratégia para coletar informações referentes a cada dimensão, de forma a avaliar o desempenho do material e subsidiar a definição de um indicador do seu nível de sustentabilidade no futuro.

O primeiro passo consiste em elaborar o modelo de ficha para indicar a informação necessária e, ao mesmo tempo, estruturá-la de modo a facilitar a compreensão dos dados apresentados. Para tanto, o *Guia de Compra Responsável*, proposto por Ferrari et al (2014), é utilizado como base. Neste guia, a informação é estruturada em colunas, com campos referentes aos critérios considerados, os indicadores e os verificadores.

O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)*¹⁵ também constitui uma contribuição relevante para estruturar as fichas de avaliação. Nessa certificação, todos os critérios de avaliação (créditos) são acompanhados de uma diretriz ou objetivo do que é pretendido naquele item. Além disso, são apresentados os critérios de avaliação, além da indicação das evidências requeridas para comprovar o atendimento das diretrizes estabelecidas no objetivo.

É interessante observar que o sistema de pontuação é flexível, uma vez que o sistema binário (0 ou 1) não é utilizado pelo esquema de certificação. O sistema de avaliação proposto no BREEAM parte do entendimento de que é possível atingir o objetivo do critério em diferentes níveis: mínimo; regular; ou ótimo. Para cada nível é atribuída uma nota (crédito) diferente.

Nesse sentido, depreende-se que é um sistema que recompensa as boas iniciativas de sustentabilidade, por mais embrionárias que sejam, passando pelo patamar das boas práticas até atingir o grau de inovação. Essa postura é utilizada

¹⁵ Trata-se de um sistema de certificação desenvolvido pela BRE para avaliar o desempenho ambiental de projetos, edificações e infraestrutura, considerando seu ciclo de vida.

para definir o embrião do sistema de pontuação proposto para cada critério, que requer refinamento a ser desenvolvido posteriormente.

A partir destas referências, a estrutura proposta apresenta os seguintes campos: i) critério; ii) diretrizes; iii) avaliação; iv) evidência requerida; v) comprovação; e vi) nível de dificuldade de implantação do princípio.

4.9.4 Produto 04: Sistema de Classificação da Informação – SCI

Como exposto anteriormente, o processo de seleção e especificação de materiais de construção implica em consultar um grande volume de dados. Conforme também já abordado, o intuito da BVMC é facilitar o acesso a esta informação em um processo estruturado de forma que a qualidade dos dados não seja comprometida e que o processo possa ser auditado a qualquer momento.

Considerando que a BVMC é pensada como um repositório de dados, é necessário que a informação seja organizada, implementando um sistema de classificação, de forma que as pesquisas ocorram com maior celeridade e, sobretudo, maior precisão.

O Sistema de Classificação da Informação é definido nesta dissertação a partir da estruturação de grupos principais e subgrupos, considerando a classificação de materiais de construção segundo sua aplicação – avulso ou como sistema construtivo –, e segundo sua origem – natural ou artificial; além da classificação das edificações em tipologias e da revisão da NBR 15575:2013.

O SCI utiliza como referência os sistemas de codificação empregados para especificar materiais de construção (ver 1.2.2 - *Sistemas de classificação de informação para a especificação*). Estas estruturas de classificação são amplas, pois abordam todos os materiais, sistemas e subsistemas construtivos, e por consequência, são complexas.

Entendendo que neste momento o intuito da pesquisa é propor as bases conceituais da BVMC, estes sistemas de classificação da informação são utilizados como referência para definir uma estrutura mais enxuta. O objetivo desta decisão é estratégico, pois o intuito é possibilitar ao usuário interno (ET da BVMC) e ao usuário externo (arquiteto, fabricante ou fornecedor) assimilar a lógica de organização da informação.

4.9.5 Produto 05: Ficha de Consulta de Materiais de Construção – FCMC

O processo de elaboração da Ficha de Consulta de Materiais de Construção (FCMC) é idêntico ao processo de elaboração da ficha de cadastramento, que é apresentado no item 4.9.1. Neste processo, também participam os mesmos agentes.

4.10 Passo x: mapear os fluxos dos processos primários da BVMC

O objetivo da BVMC é auxiliar o processo de tomada de decisão na seleção e especificação de materiais de construção. Para que isto seja possível, a biblioteca requer ações para viabilizar os processos elementares que estruturam e dão sentido ao seu funcionamento: cadastramento; pesquisa; seleção; e especificação.

De forma geral, os fluxos são mapeados considerando atividades básicas que requerem a submissão voluntária de dados para avaliação, validação e disponibilização de informações na base de dados para consulta.

O primeiro passo na definição do fluxo dos processos primários consiste em determinar a característica específica do processo em relação à sua finalidade, isto é, se será responsável por estabelecer uma estrutura para coletar informações, como é o caso da etapa de cadastramento (entrada de dados), ou se sua finalidade é de subsidiar tomadas de decisão, como é o caso da seleção de materiais (saída de dados). Portanto, a partir desta definição, é necessário identificar um dos produtos específicos, apresentados em seções anteriores, que seja adequado para apoiar o fluxo de processo.

Além disso, é necessário identificar os agentes que participam de cada processo, definidos a partir da relação de perfis elaborada anteriormente, podendo apresentar variação em relação à quantidade de participantes, que é definida em função da especificidade das tarefas.

Os fluxos de cadastramento de fornecedores e fabricantes e de materiais de construção são definidos a partir da determinação dos dados necessários para conhecer o perfil do fabricante, seguindo modelos consolidados de cadastramento de informações, além das características e propriedades técnicas de materiais que são mais relevantes para o processo de seleção.

O fluxo de pesquisa é definido considerando a utilização de processos similares aos de motores de busca na internet, que requerem a inserção de palavras-chave em

um determinado campo para pesquisar a base de dados. Os resultados são exibidos, em sequência, para análise do usuário. Em função da qualidade das informações e o alinhamento dos resultados com o propósito da pesquisa, o resultado pode ser inserido em uma lista de favoritos.

Os fluxos de processos referentes à seleção e especificação de materiais são definidos a partir das atividades que compõem o fluxograma genérico (ver *Figura 5.1 – Fluxo sistematizado das etapas do processo de seleção de materiais*).

Capítulo 5 - Bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção: apresentação dos resultados

O objetivo desta pesquisa é elaborar as bases conceituais de uma biblioteca para subsidiar o desenvolvimento de uma ferramenta online. Entende-se que esta ferramenta deve ser utilizada para auxiliar o profissional a selecionar materiais de construção mais sustentáveis, incorporando, no processo de avaliação, considerações referentes ao Desempenho Ambiental, Econômico e Social em uma Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS), conforme apresentado no *Capítulo 2*.

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa produzidos a partir da execução dos passos metodológicos discriminados no *Capítulo 4 - Passos metodológicos para o desenvolvimento das bases conceituais da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção*, necessários para viabilizar a elaboração das bases conceituais da BVMC.

Considerando que as bases conceituais constituem um modelo teórico para viabilizar o desenvolvimento de uma versão plenamente funcional da biblioteca, os resultados apresentados mapeiam os processos necessários na forma de “fluxos de processos”, que podem ser conferidos no *APÊNDICE A – FLUXOS DE PROCESSO DA BVMC*. Os fluxos produzidos também são disponibilizados no formato de quadro, contendo as informações referentes aos passos e à participação dos agentes de forma sistematizada, visando a facilitar o encadeamento das atividades e, portanto, o entendimento dos processos. Além disso, neste capítulo são apresentados os cinco produtos propostos para apoiar os fluxos de processos da biblioteca.

5.1 Sistematização do processo de Seleção e Especificação de Materiais de Construção (SEMC)

A análise dos fluxogramas identificados na *seção 1.3 Fluxos de seleção e especificação de materiais do Capítulo 1*, elaborados a partir de pesquisas produzidas por autores de diferentes áreas do conhecimento, permite sistematizar as atividades que fazem parte do fluxo de seleção e especificação de materiais. Para tanto, são identificadas 13 categorias de ações relacionadas a esses processos, conforme apresentado no *Quadro 5.1*.

Quadro 5.1 – Sistematização do processo de seleção e especificação de materiais

Referências	Etapas do processo de seleção e especificação												
	Definir requisitos	Identificar opções preliminares	Obter informações técnicas	Verificar validade das informações	Comparar candidatos	Triar opções	Classificar os resultados	Obter consultoria	Avaliar alternativas	Apresentar a seleção p/ cliente	Selecionar o material	Documentar a seleção	Realizar teste de verificação
Chiner (1988)	X		X			X					X		X
Ashby (2005)	X		X			X	X						
CSI (2005)	X	X	X			X			X	X		X	
Farag (2006)					X	X	X				X		
Spiegel e Meadows (2006)	X	X	X	X		X					X	X	
Van Kesteren (2010)	X	X	X		X	X		X					X

Uma primeira avaliação dos dados permite constatar que existem atividades que são unânimes entre os pesquisadores referenciados nesta etapa, como, por exemplo *definir requisitos*, *obter informações técnicas* e *triar opções*; enquanto outras são menos abordadas pelos autores – *comparar candidatos*, *obter consultoria*, *avaliar alternativas*, *apresentar seleção para o cliente* e *realizar teste de verificação*.

É possível observar que algumas das categorias são definidas de acordo com o nível de detalhamento da proposta de mapeamento do processo de seleção e especificação produzida por cada autor. Esta característica é observada na relação entre as atividades referentes aos processos de *comparar candidatos*, *triar opções* e *classificar candidatos*, por exemplo.

A triagem é um processo que implica em uma análise realizada segundo critérios que possibilitam identificar as alternativas que se enquadram nos pré-requisitos estabelecidos, requerendo que comparações sejam realizadas. Por sua

vez, o processo de triagem implica em realizar um juízo de valor que permite que as opções sejam minimamente classificadas. Cabe ainda destacar que alguns dos autores que desconsideram a etapa de comparação e classificação de candidatos propõem a atividade de *selecionar o material*. Conforme abordado anteriormente nesse trabalho, qualquer seleção implica, necessariamente, em realizar estas duas tarefas.

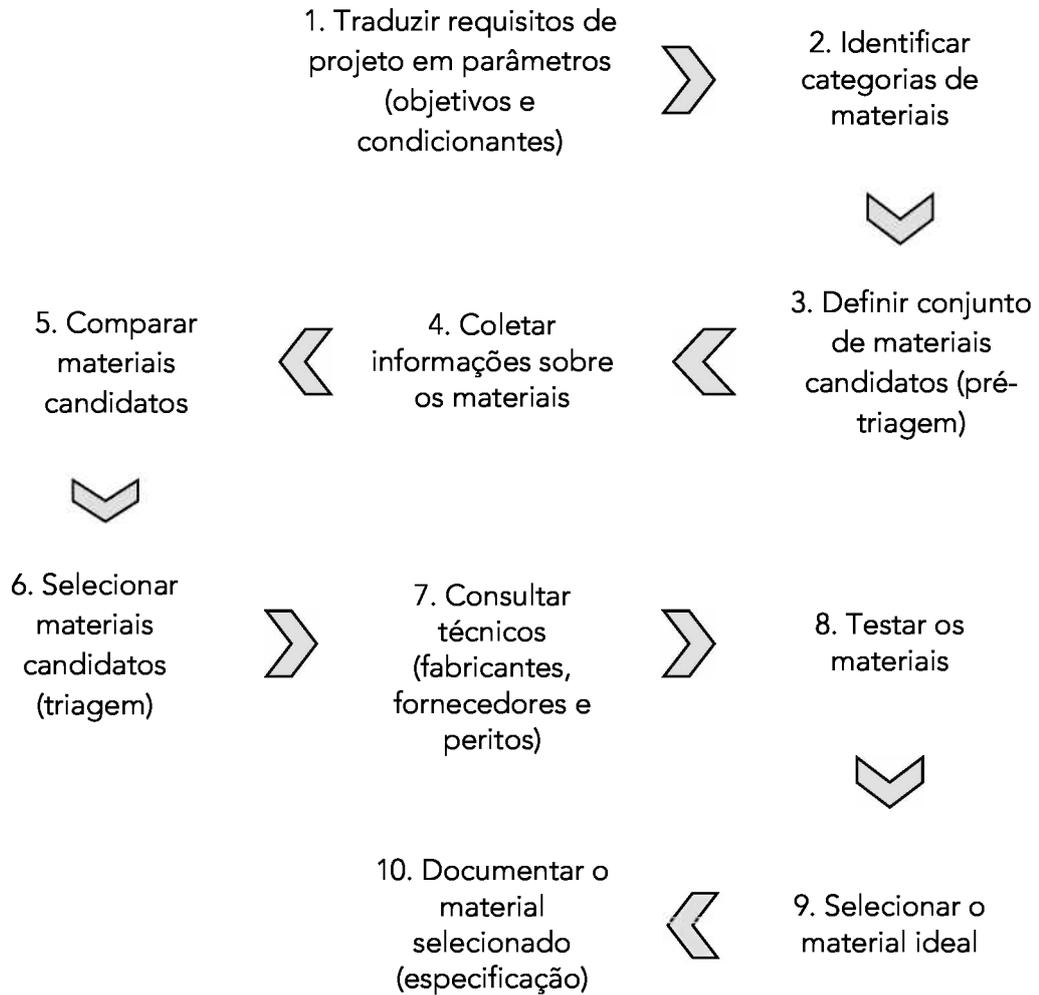
Além disso, a análise do quadro permite constatar que alguns autores consideraram, no desenvolvimento da proposta, a etapa de *documentar a seleção* sem indicar no modelo a etapa de seleção propriamente dita. É evidente que a etapa de documentação tem como pré-requisito a seleção em si.

Portanto, diante do exposto, é possível concluir que as diferenças apresentadas nas propostas de mapeamento do fluxo de seleção e especificação de materiais são resultado do nível de detalhamento de cada um dos modelos e não da área do conhecimento onde cada pesquisador atua. Assim, também é possível afirmar que esse processo é comum a qualquer área que tem como objetivo identificar um determinado material, buscando atender a uma determinada aplicação.

Assim, visando a subsidiar o desenvolvimento da BVMC, esta pesquisa considera a elaboração de uma sistematização do processo de SEMC, que é apresentada na *Figura 5.1*. Este fluxo é composto por dez atividades que implicam em: i) traduzir requisitos de projeto em parâmetros (objetivos e condicionantes); ii) identificar categorias de materiais; iii) definir conjunto de materiais candidatos (pré-triagem); iv) coletar informações sobre os materiais; v) comparar materiais candidatos; vi) selecionar materiais candidatos (triagem); vii) consultar técnicos (fabricantes, fornecedores e peritos); viii) testar os materiais; ix) selecionar o material ideal; e x) documentar o material selecionado (especificação).

Nesta dissertação, o fluxograma genérico de seleção e especificação de materiais também é apresentado no formato de quadro. Na primeira coluna é apresentada a etapa do fluxo de SEMC, conforme consta no fluxograma, e na segunda coluna é apresentada a ação desenvolvida durante a respectiva etapa. Essas relações são apresentadas no *Quadro 5.2*.

Figura 5.1 – Fluxo sistematizado das etapas do processo de seleção de materiais



Quadro 5.2 – Etapas e ações do fluxo genérico de seleção e especificação de materiais

Etapa	Ação
1 Traduzir requisitos de projeto em parâmetros (objetivos e condicionantes)	As condicionantes do projeto (clima, tipo de obra, perfil do usuário, orçamento disponível, etc.) determinam pré-requisitos que serão utilizados como parâmetro de pesquisa dos materiais candidatos
2 Identificar categorias de materiais	A pesquisa é iniciada com a identificação da categoria do material para posteriormente refinar os resultados. Ex.: pisos – cerâmica, madeira, pedra, têxtil, etc.

(continua)

(conclusão)

3	Definir conjunto de materiais candidatos (pré-triagem)	A avaliação inicial das categoriais de materiais permite identificar materiais candidatos dentro de cada categoria
4	Coletar informações sobre os materiais	Os dados necessários para viabilizar a comparação dos materiais são coletados a partir de diversas fontes (internet, catálogos técnicos, bibliografia técnica, etc.)
5	Comparar materiais candidatos	A partir dos dados coletados, os materiais são comparados observando suas propriedades e características técnicas, compatibilizadas com os requisitos de projeto
6	Selecionar materiais candidatos (triagem)	Os materiais pré-selecionados na etapa anterior são reanalisados para eliminar as alternativas com menor nível de alinhamento com os pré-requisitos de projeto, segundo critérios determinados pelo profissional ou cliente
7	Consultar técnicos (fabricantes, fornecedores e peritos)	Outros profissionais podem oferecer informações adicionais relevantes para a análise dos materiais pré-selecionados
8	Testar os materiais	Alguns testes simplificados dos materiais candidatos são realizados como forma de subsidiar a seleção, incluindo testes sensoriais e técnicos. Ex.: resistência à abrasão, absorção de água, tenacidade, etc.
9	Selecionar o material ideal	O material que melhor atenda aos requisitos de projeto é selecionado
10	Documentar o material selecionado (especificação)	O material que melhor atenda aos requisitos de projeto é documentado no formato de uma especificação descritiva, proprietária, referencial-normativa ou de desempenho

A sistematização do *Quadro 5.3 – Descrição das etapas, diretrizes e produtos para subsidiar as bases conceituais da BVMC* visa a traduzir as etapas mapeadas anteriormente no formato de diretrizes para orientar a elaboração das bases conceituais da biblioteca. Nesse sentido, na primeira coluna é apresentada a descrição da etapa do processo de SEMC, seguida pelas diretrizes para a definição das bases conceituais, pelos pré-requisitos necessários para viabilizar cada diretriz e pelo produto a ser gerado para possibilitar o cumprimento da etapa.

5.2 Fluxograma geral de concepção da Biblioteca Virtual de Materiais de Construção

As considerações analisadas durante as reflexões iniciais do trabalho e o processo de sistematização do fluxograma genérico do processo de SEMC subsidiam a definição do fluxograma geral de concepção da BVMC. Esta estrutura é composta por seis atividades, conforme apresentado na *Figura 5.2*, e implica em: i) definir as diretrizes da biblioteca; ii) identificar e elaborar os fluxos de processos; iii) conceber e elaborar a interface da BVMC; iv) disponibilizar a interface para testes; v) realizar possíveis ajustes; e vi) publicar a versão definitiva da BVMC.

A elaboração da biblioteca ocorre em duas etapas distintas. A primeira etapa consiste no desenvolvimento das bases conceituais da BVMC, realizado nos passos *i* e *ii*, que caracteriza o objetivo geral dessa dissertação. Cabe ressaltar que, além das atividades que compõem o fluxo principal, existem fluxos secundários que são desdobrados em tarefas de apoio, responsáveis por elaborar produtos específicos para coletar informações e retroalimentar o fluxo principal – *Figura 5.3*. Os passos metodológicos de elaboração desses fluxos são descritos no *Capítulo 4* e os resultados são apresentados ao longo deste capítulo.

A segunda etapa é de concepção de um sistema informático que será elaborado a partir das bases conceituais, sendo necessário desenvolver os passos *iii* a *vi*. Estas atividades não são abordadas na presente dissertação, mas entende-se que são objeto para trabalhos futuros.

Quadro 5.3 – Descrição das etapas, diretrizes e produtos para subsidiar as bases conceituais da BVMC

Descrição da etapa do processo de SEMC	Diretrizes para a definição das bases conceituais	Pré-requisitos necessários	Produto a ser gerado
Traduzir requisitos de projeto em parâmetros (objetivos e condicionantes)	Ação externa desenvolvida exclusivamente pelo usuário	Nenhum	Nenhum
Identificar categorias de materiais	Viabilizar a identificação de classes de materiais a partir de um sistema de classificação da informação	Definir categorias de classificação	Sistema de Classificação da Informação
Definir conjunto de materiais candidatos (pré-triagem)	Viabilizar a comparação de materiais preliminarmente	Definir parâmetros de comparação	Relação de critérios de Desempenho Ambiental, Econômico e Social
Coletar informações sobre os materiais	Viabilizar a apresentação de uma ficha do material subsidiada pelo cadastramento de informações técnicas	Cadastramento dos dados; Interface para exibição dos dados	Ficha de Cadastramento de Materiais; Ficha de Consulta de Materiais
Comparar materiais candidatos	Viabilizar a comparação de materiais apresentando informações técnicas	Definir uma estrutura de avaliação; Interface para exibição dos dados	Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade; Ficha de Consulta de Materiais (continua)

Descrição da etapa do processo de SEMC	Diretrizes para a definição das bases conceituais	Pré-requisitos necessários	Produto a ser gerado
Selecionar materiais candidatos (triagem)	Viabilizar a comparação de materiais apresentando informações técnicas	Interface para exibição dos dados	(conclusão) Ficha de Consulta de Materiais
Consultar técnicos (fabricantes, fornecedores e peritos)	Ação externa desenvolvida exclusivamente pelo usuário que não requer uma ação específica na definição das bases conceituais	Nenhum	Nenhum
Testar os materiais	Ação externa desenvolvida exclusivamente pelo usuário que não requer uma ação específica na definição das bases conceituais	Nenhum	Nenhum
Selecionar o material ideal	Ação externa desenvolvida exclusivamente pelo usuário, viabilizada pela biblioteca, cujo registro subsidiará o processo de especificação	Recurso da interface da BVMC que requer a indicação de um material a partir de uma lista de materiais candidatos	Nenhum
Documentar o material selecionado (especificação)	Ação externa desenvolvida exclusivamente pelo usuário, porém viabilizada pela biblioteca	Recurso da interface da BVMC que requer a seleção de um material	Nenhum

Figura 5.2 – Mapeamento geral dos processos para o desenvolvimento da BVMC

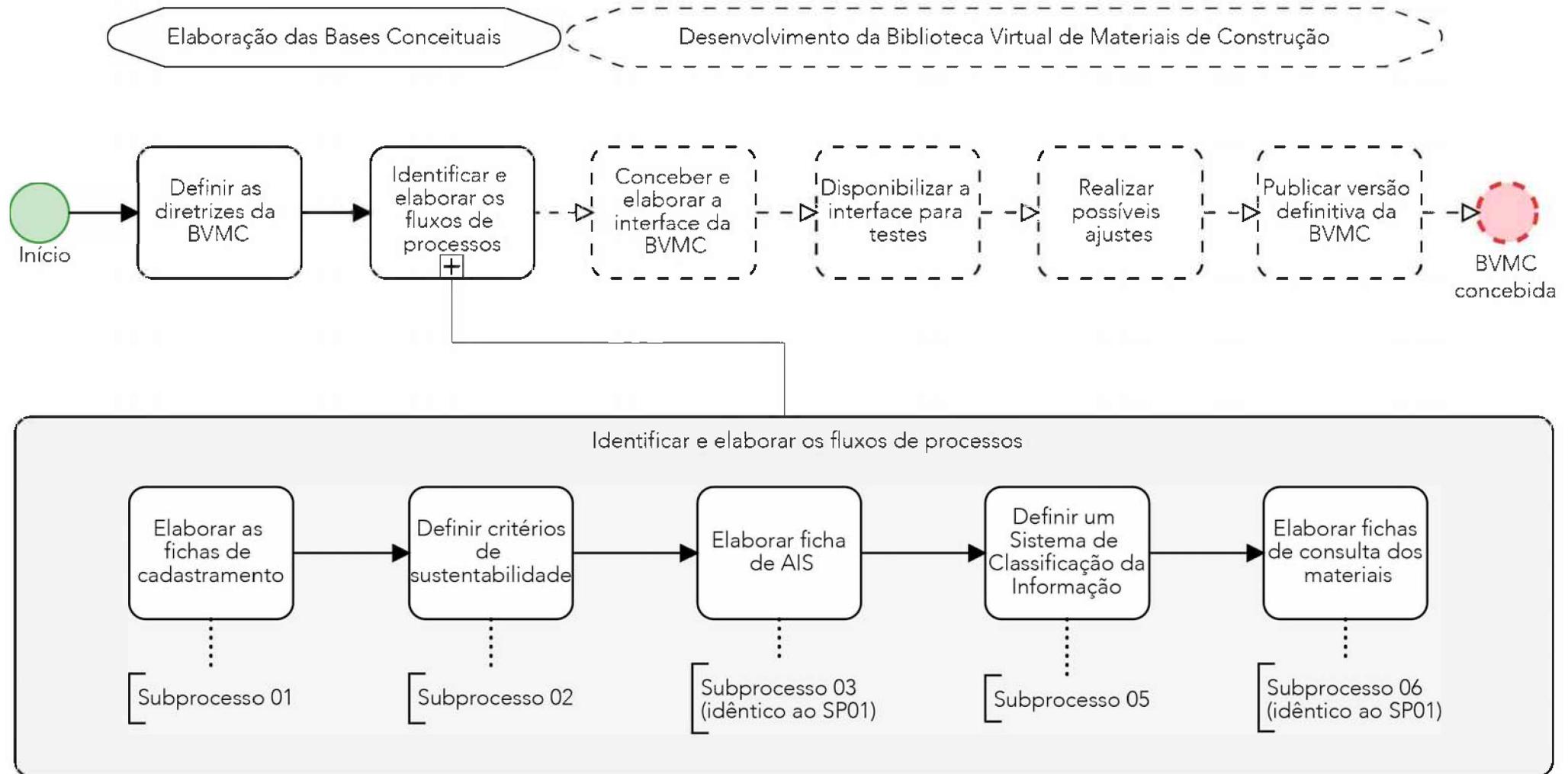
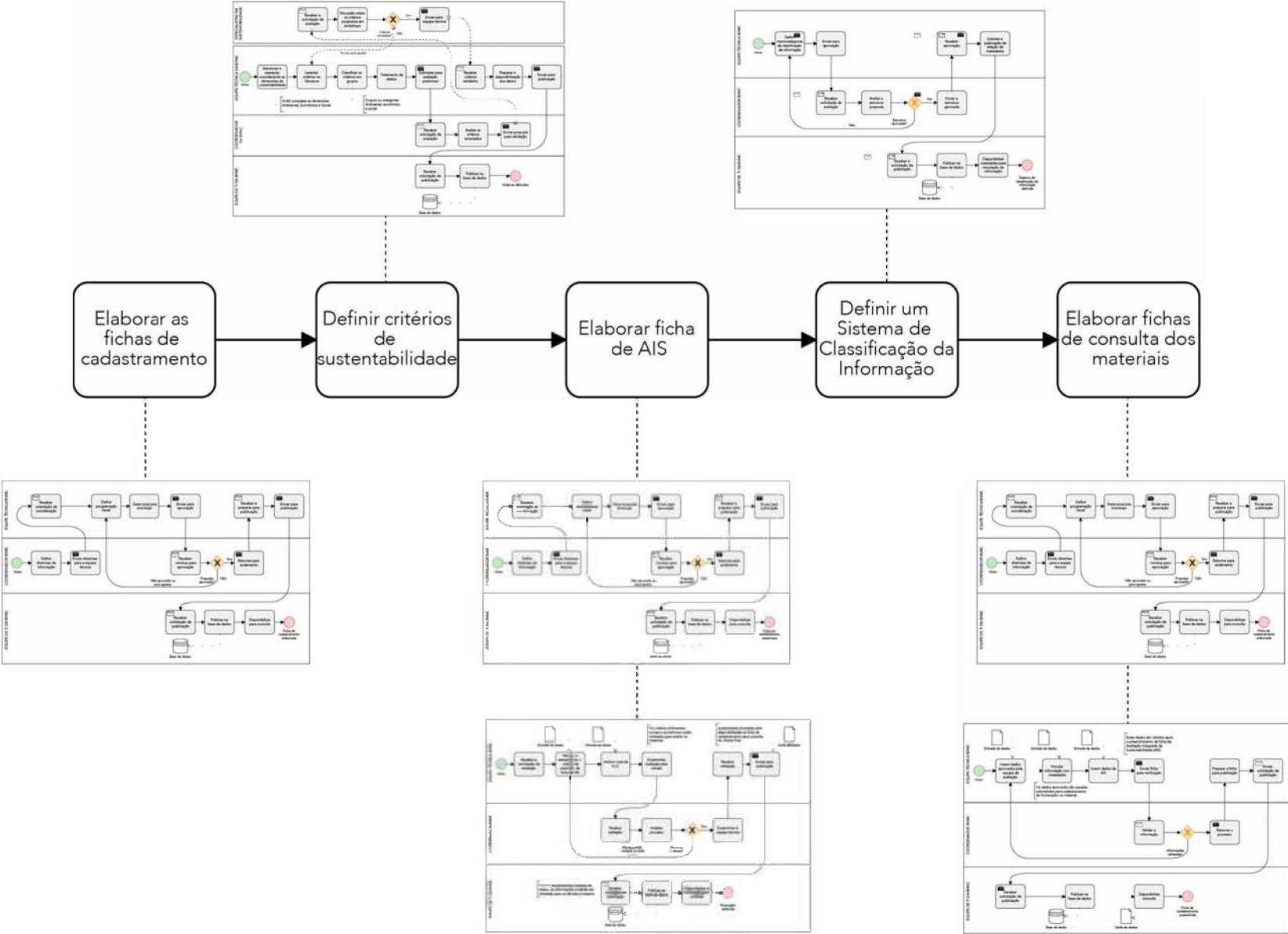


Figura 5.3 – Encadeamento de fluxos da BVMC



5.3 Perfis de usuário

Os fluxos de processos da BVMC são estruturados considerando a participação de vários agentes na realização das tarefas. Assim, a utilização de perfis possibilita determinar a responsabilidade dos partícipes e identificar as instâncias de interação com outros indivíduos, além de facilitar a identificação de problemas que possam ocorrer nos diferentes processos.

5.3.1.1 Perfil de usuário para input de dados

Para que seja possível utilizar a ferramenta como uma plataforma de consulta, é necessário subsidiá-la com informações que formem sua base de dados. Nesse cenário, é proposto um perfil de usuário para a inserção de dados de forma que se possa submeter informações cadastrais na BVMC.

Entende-se que os fabricantes ou fornecedores de materiais e sistemas construtivos são os agentes mais indicados para realizar esta tarefa, uma vez que dominam a informação técnica necessária para a consulta e informação dos profissionais selecionadores e especificadores.

É importante evidenciar que a participação do fabricante ou fornecedor no processo de desenvolvimento da ferramenta é fundamental. Por um lado, a elaboração participativa fortalece o processo e auxilia na disseminação de conhecimento por toda a cadeia. Por outro, embora as informações referentes a produtos possam ser submetidas por outro perfil de usuário, é importante lembrar que o fabricante poderá deter informação que não tenha sido publicitada e que poderá compartilhá-la, caso julgue ser oportuno.

Para evitar a inserção de informação incorreta, é necessário que os dados sejam verificados e validados periodicamente e, para isso, é previsto um perfil específico, que é apresentado no próximo subitem. Contudo, o intuito de participar na construção da ferramenta deve ser embasado pelo interesse do fabricante em estabelecer parcerias sustentáveis e não simplesmente publicitar seus produtos.

5.3.1.2 Perfil de usuário para avaliação da informação cadastrada

A informação submetida para cadastramento na biblioteca deve ser avaliada por um integrante da equipe responsável pelo gerenciamento da informação. Nesse sentido, embora seja possível conceber uma estrutura composta por uma hierarquia

de permissões, para este trabalho um único perfil de usuário é considerado. Este perfil é responsável por receber a informação, compará-la com um espelho, verificar a veracidade dos dados e comprovantes apresentados e, finalmente, validar a inscrição do fabricante e de seus materiais de construção na BVMC.

5.3.1.3 Perfil de coordenador da BVMC

Este perfil é atribuído ao responsável por gerenciar os diversos processos da BVMC, incluindo a aprovação dos dados cadastrais processados pela equipe técnica responsável pela avaliação da informação cadastrada.

5.3.1.4 Perfil de técnico em Tecnologia da Informação

Toda a informação cadastral aprovada pela equipe técnica deve ser encaminhada para publicação na base de dados. Assim, o perfil de técnico em TI tem a responsabilidade de verificar a validade dos dados e metadados enquanto produto de informática, além de verificar o atendimento aos protocolos estabelecidos pelo coordenador da BVMC.

5.3.1.5 Perfil de usuário para visualização da informação e interação com os dados

O usuário contemplado por este perfil é o cliente final da biblioteca, cujo grau de interação é, possivelmente, o mais elevado. Contudo, este perfil é o que detém menor poder para alterar a informação apresentada na biblioteca, uma vez que o perfil é basicamente de visualização dos dados e de inserção de parâmetros para filtrar os resultados.

5.4 Fluxos de processos

A definição das bases conceituais da BVMC está estritamente relacionada à definição dos processos necessários para viabilizar o fluxo do processo de seleção e especificação.

Nesta dissertação, os fluxos propostos são: i) fluxo de elaboração das Fichas de Cadastramento; ii) fluxo de definição dos Critérios de Sustentabilidade; iii) fluxo de elaboração da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade; iv) fluxo de atribuição de pontuação; v) fluxo de definição do Sistema de Classificação da Informação; e vi) fluxo de alimentação das fichas de consulta de materiais.

Os processos mapeados constam, nesta dissertação, na sequência em que serão implantados no desenvolvimento da BVMC em sua versão operacional, construída a partir das bases conceituais. Esses fluxos são descritos nas próximas seções e apresentados no *APÊNDICE A – FLUXOS DE PROCESSO DA BVMC*.

5.4.1 Fluxo de elaboração das fichas de cadastramento de fornecedores, de cadastramento de materiais, de Avaliação Integrada de Sustentabilidade e de consulta de materiais de construção

A elaboração das fichas de cadastramento é uma tarefa que faz parte do PP, que demanda, por sua vez, a elaboração de um SP. Conforme apontado anteriormente, algumas tarefas exigem a criação de um produto específico, de modo a subsidiar a execução do fluxo principal e, assim, permitir sua evolução. Especificamente neste caso, o produto é um formulário de cadastramento que deve ser utilizado por fabricantes, fornecedores e integrantes da BVMC para realizar as etapas de cadastro (ver *APÊNDICE C – FICHA DE CADASTRAMENTO DE FABRICANTES E FORNECEDORES*).

O processo de elaboração das fichas de cadastramento é composto por 13 tarefas, sendo elas: i) definir as diretrizes de informação; ii) enviar as diretrizes para a equipe técnica; iii) receber orientação da coordenação; iv) definir a programação visual; v) gerar proposta; vi) enviar para aprovação; vii) receber proposta para aprovação; viii) retornar para andamento; ix) receber e preparar para publicação; x) enviar para publicação; xi) receber solicitação de publicação; xii) publicar na base de dados; e xiii) disponibilizar para consulta.

Participam deste processo: i) a Equipe técnica (ET) da BVMC; ii) o Coordenador (CO) da BVMC; e iii) a Equipe de TI (ETI) da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.4*.

Quadro 5.4 – Etapas da elaboração das fichas de cadastramento: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável		
		ET	CO	ETI
i	Definir as diretrizes de informação	-	X	-
ii	Enviar as diretrizes para a equipe técnica	-	X	-

(continua)

(conclusão)				
iii	Receber orientação da coordenação	X	-	-
iv	Definir a programação visual	X	-	-
v	Gerar proposta	X	-	-
vi	Enviar para aprovação	-	X	-
vii	Receber proposta para aprovação	-	X	-
viii	Retornar para andamento	-	X	-
ix	Receber e preparar para publicação	X	-	-
x	Enviar para publicação	X	-	-
xi	Receber solicitação de publicação	-	-	X
xii	Publicar na base de dados	-	-	X
xiii	Disponibilizar para consulta	-	-	X

Assim, o SP é iniciado pela definição das diretrizes para estabelecer a informação que deve ser apresentada na ficha de cadastramento. Uma vez definidas pelo CO da BVMC, as diretrizes devem ser encaminhadas à ET da BVMC com as respectivas orientações para desenvolver o trabalho. Esta equipe é responsável por elaborar a programação visual das fichas, considerando diretrizes como o apelo estético e clareza de apresentação da informação em cada uma das opções de visualização das fichas – sucinta ou estendida.

Após a definição do formato, o modelo de ficha deve ser submetido aprovação do CO da BVMC para avaliar e validar o documento, além de um corpo técnico que contemple profissionais do mercado, uma vez que são os clientes finais da biblioteca e devem ter plena capacidade de consultar a ficha e encontrar as informações necessárias para subsidiar as tomadas de decisão.

Caso a proposta seja aprovada sem ressalvas, a Equipe Técnica deve ser comunicada para dar andamento ao processo de publicação visando à disponibilização do gabarito para a produção das fichas de cadastramento da biblioteca. Assim, a informação deve ser encaminhada à ETI para publicação na BD e disponibilização da informação.

5.4.2 Fluxo de definição de Critérios de Sustentabilidade

Na definição das bases conceituais da BVMC, os critérios são definidos segundo uma sequência de tarefas que fazem parte de um fluxo de processo. O fluxo definido nesta pesquisa implica em: i) estruturar a pesquisa de acordo com as dimensões da sustentabilidade; ii) levantar critérios na literatura; iii) classificar os

critérios em grupos; iv) tratar os dados; v) submeter para avaliação preliminar; vi) receber solicitação de avaliação; vii) avaliar critérios levantados; viii) enviar para validação; ix) receber a solicitação de validação; x) discutir os critérios em workshops; xi) enviar as considerações para a equipe técnica; xii) receber os critérios validados; xiii) preparar a disponibilização de dados; (xiv) enviar para publicação; xv) receber solicitação de publicação; e xvi) publicar na base de dados.

Participam desta etapa: i) a ET da BVMC; ii) o CO da BVMC; iii) a ETI; e iv) Especialistas em Sustentabilidade (ES). A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.5*.

Quadro 5.5 – Etapas da definição de critérios de sustentabilidade: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável			
		ET	CO	ETI	ES
i	Estruturar a pesquisa	X	-	-	-
ii	Levantar critérios na literatura	X	-	-	-
iii	Classificar os critérios em grupos	X	-	-	-
iv	Tratar os dados	X	-	-	-
v	Submeter para avaliação preliminar	X	-	-	-
vi	Receber solicitação de avaliação	-	X	-	-
vii	Avaliar critérios levantados	-	X	-	-
viii	Enviar para validação	-	X	-	-
ix	Receber a solicitação de validação	-	-	-	X
x	Discutir os critérios em workshops	-	-	-	X
xi	Enviar as considerações	-	-	-	X
xii	Receber os critérios validados	X	-	-	-
xiii	Preparar a disponibilização de dados	X	-	-	-
xiv	Enviar para publicação	X	-	-	-
xv	Receber solicitação de publicação	-	-	X	-
xvi	Publicar na base de dados	-	-	X	-

Portanto, após identificar e validar os critérios de sustentabilidade pelo CO da biblioteca, os critérios identificados são submetidos à avaliação de um corpo técnico, composto por docentes, pesquisadores e especialistas do mercado que desenvolvem trabalhos na área de sustentabilidade do ambiente construído¹⁶. Estes critérios são então aprovados ou encaminhados para ajustes.

¹⁶ Estes agentes não se enquadram em nenhum dos perfis definidos anteriormente e, portanto, são representados nos fluxogramas de BPMN como um agente externo do SP na sintaxe do BPMN.

Para dar maior consistência ao processo, é necessário realizar workshops para apresentar, discutir, ajustar e validar os critérios necessários para compor a Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS).

Caso os critérios sejam aprovados, as considerações do corpo técnico devem ser restituídas à ET, que deve iniciar os procedimentos para disponibilizar os dados e enviá-los à ETI juntamente com a solicitação de publicação das informações na base de dados da BVMC.

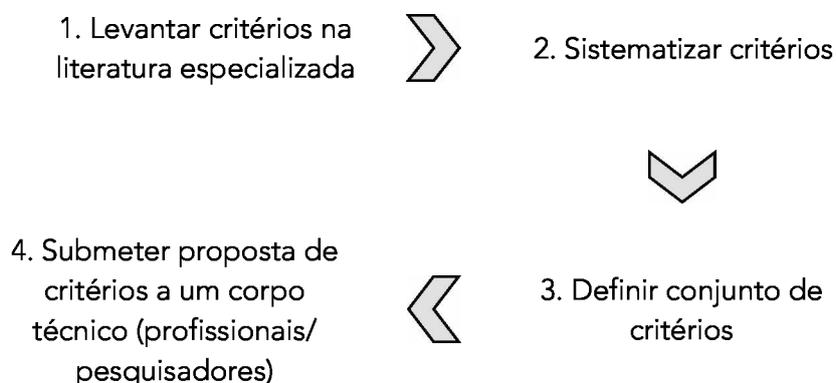
As etapas *i* a *vii*, descritas nesta seção, devem ser realizadas de modo a subsidiar a elaboração das fichas de AIS. A realização das etapas *i* a *viii* consta nesta dissertação e os resultados são apresentados nas seções a seguir.

5.4.2.1 Levantamento dos Critérios de Sustentabilidade

A partir do estado da arte realizado no *Capítulo 3*, é possível estabelecer uma metodologia de determinação de uma relação de critérios de sustentabilidade com base em levantamento na literatura científica. Essa metodologia é apresentada na *Figura 5.4* e é utilizada neste trabalho para definir a relação de critérios de sustentabilidade para estruturar a Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS).

Assim, os critérios de sustentabilidade que constam no *Quadro 5.6*, *Quadro 5.7* e *Quadro 5.8* são definidos de acordo com a metodologia apresentada na *Figura 5.4* e descrita no item 4.9.2.1.

Figura 5.4 – Passos metodológicos para a definição de critérios de sustentabilidade



Quadro 5.6 – Sistematização de critérios de desempenho ambiental

Dimensão Ambiental	Fontes																				Estat.															
Critério	Pearce, Hastake e Vanegas (1995)	Rousseau (1996)	Kim (1998)	Trusty (2003)	Spiegel e Meadows (2006)	John, Oliveira e Lima (2007)	San-José et al. (2007)	Halliday (2008)	Kibert (2008)	Anderson et al (2009)	Berge (2009)	BSI (2009)	Calkins (2009)	Chen, Okudan e Riley (2010)	Lobo, Lobo e Santos (2010)	Torgal e Jalali (2010)	Agopyan e John (2011)	Akadiri e Olomolaiye (2012)	Carvalho e Sposto (2012)	Mirsaeedie, Zabih e Habib, (2012)	Oliveira, Sposto e Blumenschein (2012)	Florez e Castro-Lacouture (2013)	IGBC (2013)	BES 6001 (2014)	Bisoli-Dalvi (2014)	Wahlstrom et al (2014)	Oliveira (2015)	Silva e Silva (2015)	BRE (2016)	Govindan, Shankar e Kannan (2016)	Karakoç (2017)	Zhang et al. (2017)	N° de ocorrências	%	% acumulado	
Gestão de recurso	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	12	12	
Geração de resíduos			X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	23	11	23
Reciclabilidade	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22	11	34
Toxicidade dos materiais		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	10	44
Energia incorporada			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	10	54
Desconstrução e reuso	X	X		X	X	X	X	X					X	X		X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	17	08	62	
Impacto do transporte M.P	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								X		X	X	X	X	X	X	X	15	07	70	
Renovabilidade M.P	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X					X	X									14	07	77
Vida útil			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X		X						14	07	83
Emissão de CO ₂				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	13	06	90	
Pegada de Água Azul				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X		X		X	X	X	X	11	05	05	
Quantidade de materiais								X	X	X																	X							4	02	97
Manutenibilidade							X	X	X							X																		4	02	99
Biodegradabilidade		X								X																								2	01	100

Quadro 5.7 – Sistematização de critérios de desempenho econômico

Dimensão Econômica	Fonte																	Estat.							
Critério	Pearce, Hastak e Vanegas (1995)	Rousseau (1996)	John, Oliveira e Lima (2007)	Kibert (2008)	Halliday (2008)	Berge (2009)	Davis Langdon (2009)	Kelly & Hunter (2009)	Chen, Okudan e Riley (2010)	Lobo, Lobo e Santos (2010)	Agopyan e John (2011)	ISO 15686-1:2011(E)	BS EN 15643-4:2012	Akadiri e Olomolaiye (2012)	Carvalho e Spoto (2012)	Mirsaedie, Zabih e Habib, (2012)	Rahman et al. (2012)	Florez e Castro-Lacouture (2013)	Govindan Shankar e Kannan (2016)	Karakoç (2017)	Zhang et al. (2017)	N° de ocorrências	%	% acumulado	
	Custo	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15	22	0.22
Durabilidade/ vida útil	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				13	19	0.41
Manutenibilidade	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X		X	X						12	18	0.59
Custos, instalação e manutenção							X	X	X	X	X	X	X				X		X	X	X	X	9	13	0.72
Custos ambientais			X	X	X	X	X					X											6	09	0.81
Disponibilidade de peças de reposição	X							X				X				X							4	06	0.87
Vida útil de projeto (VUP)								X				X											2	03	0.90
Valor financeiro (<i>Financial Value</i>)							X					X											2	03	0.93
Reuso/ Desconstrução	X											X											2	03	0.96
Período de garantia	X							X															2	03	0.99
Custos relacionados a exigências legais												X											1	01	1.00

Quadro 5.8 – Sistematização de critérios de desempenho social

Dimensão Social	Fontes																Estat.									
Critério	Pearce, Hastak e Vanegas (1995)	Rousseau (1996)	John, Oliveira e Lima (2007)	Halliday (2008)	Kibert (2008)	Berge (2009)	BS 8902 (2009)	Calkins (2009)	Chen, Okudan e Riley (2010)	ISO ABNT NBR 26000: 2010	Lobo, Lobo e Santos (2010)	Agopyan e John (2011)	CBCS (2011)	Glass (2011)	Akadiri e Olomolaiye (2012)	Carvalho e Sposto (2012)	Mirsaeedie, Zabih e Habib, (2012)	IGBC (2013)	BES 6001 (2014)	Ferrari et al (2014)	BRE (2016)	Govindan, Shankar e Kannan (2016)	Karakoç (2017)	Nº de ocorrências	%	% acumulado
Saúde e bem-estar	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X			X	X	X	16	26	26
Direitos trabalhistas							X		X	X		X	X	X			X		X	X				9	15	40
Meio ambiente					X					X		X	X						X	X	X	X		8	13	53
Envolvimento e desenvolvimento da comunidade									X	X						X	X				X			5	8	61
Práticas leais de operação										X		X	X								X			4	6	68
Rastreabilidade do material							X						X						X	X				4	6	74
Direitos Humanos				X			X		X												X			4	6	81
Questões relativas ao consumidor							X		X		X	X												4	6	87
Padrão de qualidade e Normas técnicas	X											X	X							X				4	6	94
Formalidade da empresa												X	X					X						3	5	98
Governança organizacional									X															1	2	100

5.4.2.2 Validação dos critérios propostos

Conforme exposto anteriormente, os Critérios de Sustentabilidade são submetidos à avaliação em duas instâncias: alunos e ex-alunos do PPG/FAU (57,95% dos respondentes) e profissionais que atuam no mercado nos setores público e privado (42,05% dos respondentes). Cabe destacar que o intuito desta primeira avaliação é verificar a percepção da relevância dos critérios propostos, segundo o ponto de vista do usuário final da BVMC, para aferir a sustentabilidade dos materiais de construção.

Como cada um dos 88 participantes opinam a respeito de 35 critérios, são contabilizadas 3.080 respostas. As respostas são tabuladas em planilhas utilizando um software de folhas de cálculo e os resultados são apresentados no *Quadro 5.9*.

Assim, uma avaliação geral permite concluir que 61,30% dos respondentes consideram os critérios propostos para a AIS *Relevantes*; 23,86% consideram *Parcialmente Relevantes*; 10,65% *Neutros*; 2,37% *Parcialmente irrelevantes*; e 1,82% *Irrelevantes*. Somando os resultados positivos, isto é, os percentuais referentes aos itens 4 e 5, os resultados demonstram que 85,16% dos participantes reconhecem que os critérios são importantes para a análise de materiais construtivos com foco na sustentabilidade.

Analisando os critérios por categoria, na *Relevante*, o critério *A5 – Vida útil* é indicado como o que apresenta maior relevância ambiental por 79,55% dos respondentes, enquanto que o critério *E1 – Durabilidade* também é apontado como o critério de maior relevância econômica por 72,72% dos participantes. Em relação à dimensão social, o *S9 – Padrão de qualidade e normas técnicas* é apontado como o critério de maior relevância por 77,27% dos respondentes.

Na categoria *Neutro*, os critérios *A12 - Número de materiais e componentes* (21,12%), o *E7 – Desconstrução e Reuso* (18,18%) e o *S4 – Governança Organizacional* (18,18%) obtêm maior quantidade de indicações.

Na categoria *Irrelevante*, os critérios *A14 – Pegada de Água Azul* (6,82%), *E7 – Desconstrução e Reuso* (2,27%) e *S4 – Governança Organizacional* (3,41%) obtêm maior número de indicações.

Quadro 5.9 – Nível de importância atribuído a cada critério pelos participantes da pesquisa (%)

Critério	1 - Irrelevante (%)	2 - Parcialmente Irrelevante (%)	3 - Indiferente ou Neutro (%)	4 - Parcialmente Relevante (%)	5 - Relevante (%)	Total
A1 Toxicidade	1.14%	2.27%	7.95%	12.50%	76.14%	100.00%
A2 Otimização de recursos naturais	1.14%	1.14%	5.68%	21.59%	70.45%	100.00%
A3 Reciclabilidade	2.27%	0.00%	11.36%	25.00%	61.36%	100.00%
A4 Energia incorporada	4.55%	4.55%	15.91%	23.86%	51.14%	100.00%
A5 Vida útil	1.14%	0.00%	3.41%	15.91%	79.55%	100.00%
A6 Impacto do transporte da matéria-prima	3.41%	1.14%	22.73%	23.86%	48.86%	100.00%
A7 Geração de resíduos	0.00%	2.27%	5.68%	20.45%	71.59%	100.00%
A8 Renovabilidade da fonte da matéria-prima	1.14%	2.27%	13.64%	18.18%	64.77%	100.00%
A9 Desconstrução/ reuso	3.41%	4.55%	9.09%	30.68%	52.27%	100.00%
A10 Emissão de CO ²	5.68%	6.82%	11.36%	25.00%	51.14%	100.00%
A11 Manutenibilidade	0.00%	0.00%	4.55%	21.59%	73.86%	100.00%
A12 Número de materiais e componentes	4.55%	4.55%	26.14%	31.82%	32.95%	100.00%
A13 Biodegradabilidade	5.68%	3.41%	14.77%	27.27%	48.86%	100.00%
A14 Pegada de água azul	6.82%	6.82%	13.64%	19.32%	53.41%	100.00%
E1 Durabilidade e vida útil	0.00%	1.14%	3.41%	22.73%	72.73%	100.00%
E2 Manutenibilidade	1.14%	2.27%	11.36%	26.14%	59.09%	100.00%
E3 Custos de instalação e manutenção						
E4 Custos ambientais	1.14%	5.68%	10.23%	22.73%	60.23%	100.00%

(continua)

							(conclusão)
E5	Custo	0.00%	1.14%	10.23%	28.41%	60.23%	100.00%
E6	Valor financeiro	0.00%	3.41%	11.36%	27.27%	57.95%	100.00%
E7	Desconstrução/ reuso	2.27%	6.82%	18.18%	28.41%	44.32%	100.00%
E8	Vida Útil de Projeto (VUP)	0.00%	2.27%	7.95%	22.73%	67.05%	100.00%
E9	Disponibilidade de peças de reposição	1.14%	1.14%	10.23%	31.82%	55.68%	100.00%
E10	Período de garantia	1.14%	3.41%	10.23%	22.73%	62.50%	100.00%
S1	Direitos humanos	2.35%	2.35%	8.24%	22.35%	64.71%	100.00%
S2	Envolvimento e desenvolvimento da comunidade	2.35%	2.35%	14.12%	28.24%	52.94%	100.00%
S3	Formalidade da empresa	2.35%	1.18%	18.82%	21.18%	56.47%	100.00%
S4	Governança organizacional	3.53%	3.53%	18.82%	24.71%	49.41%	100.00%
S5	Responsabilidade ambiental	0.00%	2.35%	4.71%	25.88%	67.06%	100.00%
S6	Direitos trabalhistas	1.18%	1.18%	5.88%	17.65%	74.12%	100.00%
S7	Práticas leais de operação	0.00%	0.00%	9.41%	21.18%	69.41%	100.00%
S8	Questões relacionadas ao consumidor	0.00%	0.00%	7.06%	21.18%	71.76%	100.00%
S9	Padrão de qualidade e normas técnicas	0.00%	0.00%	3.53%	20.00%	76.47%	100.00%
S10	Rastreabilidade do material/ sistema construtivo	2.35%	1.18%	15.29%	34.12%	47.06%	100.00%
S11	Saúde e bem-estar	2.35%	2.35%	5.88%	20.00%	69.41%	100.00%

Os critérios e a ficha de AIS também são avaliados por três especialistas do corpo docente da Universidade de Brasília e da Universidade Federal do Mato Grosso que pesquisam sobre sustentabilidade. Os especialistas afirmam que os critérios apresentados são relevantes para o debate do desempenho dos materiais de construção em termos de sustentabilidade, embora a relação possa ser amadurecida e reconfigurada com a realização de novas pesquisas de opinião contemplando maior número de agentes. Também apontam a necessidade de consolidar algumas das evidências exigidas para comprovar o atendimento ao critério de avaliação.

Além disso, os especialistas ressaltam a importância de definir um sistema de pontuação que considere os diferentes níveis de impacto de cada critério em termos dos efeitos sobre o meio ambiente, a economia e a sociedade. Nesse sentido, destacam a importância de desenvolver coeficientes que possam introduzir estas considerações na avaliação dos materiais.

Embora não seja do escopo deste trabalho, considera-se que a validação colaborativa é importante para o processo. Nesse sentido, os critérios devem ser objeto de debates futuros em workshops com a participação do maior número de especialistas de forma a consolidar a relação proposta. Nesse cenário, é possível que alguns critérios sejam adicionados à lista, enquanto outros possam, eventualmente, ser excluídos.

5.4.2.3 Ajuste dos Critérios de Sustentabilidade

A partir da validação por pares e especialistas, os critérios são submetidos a uma segunda etapa de autovalidação quando são constatadas duas demandas: i) necessidade de evidenciar o objeto da avaliação na nomenclatura de alguns critérios e ii) necessidade de agrupar e desmembrar itens similares que contemplam vários objetos em um único critério.

Considera-se que estas ações têm como objetivo permitir uma clara distinção do objeto de avaliação e mitigar a possibilidade de replicação da pontuação, incorrendo em riscos de comprometer a avaliação final do material.

Em relação à dimensão ambiental, embora o número de critérios de avaliação seja mantido, sete critérios têm sua redação ajustada, conforme indicado no *Quadro 5.10*.

Quadro 5.10 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios ambientais

Critério	Nomenclatura inicial	Nomenclatura revisada
A1	Toxicidade	Toxicidade dos materiais
A2	Gestão de recursos naturais	Otimização de recurso naturais
A3	Reciclabilidade	Potencial de reciclagem
A4	Energia incorporada	Energia incorporada
A5	Vida útil	Durabilidade
A6	Impacto do transporte da matéria-prima	Impacto do transporte
A7	Geração de resíduos	Geração de resíduos
A8	Renovabilidade da fonte da matéria-prima	Matéria prima renovável
A9	Desconstrução/ reuso	Desconstrução para o reuso
A10	Emissão de CO ²	Emissão de CO ²
A11	Manutenibilidade	Requisitos de manutenção
A12	Número de materiais e componentes	Número de materiais e componentes
A13	Biodegradabilidade	Biodegradabilidade
A14	Pegada de água azul	Pegada de água azul

Os critérios econômicos são aqueles que sofrem maior intervenção. Dos dez critérios, dois são excluídos e oito têm sua nomenclatura ajustada. Além disso, o critério referente a *custos de instalação e manutenção* é desmembrado em dois critérios distintos, sendo o último entendido como equivalente à *manutenibilidade*, e nesse sentido, os dois são unificados.

Em relação aos critérios excluídos, considera-se que apresentam conceitos de difícil mensuração com sistemas de avaliação existentes, como é o caso dos critérios referentes a *custos ambientais* e *custos relacionados a exigências legais*. Entendendo que esses critérios implicam em considerar externalidades no processo de avaliação para viabilizar sua mensuração, mostra-se necessário definir uma estrutura para quantificar valores de natureza intangível ou trabalhar com pressupostos de avaliação, extrapolando o escopo da proposta.

Em relação aos *custos ambientais*, entende-se que os impactos ambientais serão objeto da avaliação ambiental e, desta forma, sua ausência como critério econômico será compensada pela avaliação sob esta ótica.

Em relação aos custos referentes a exigências legais, entende-se, novamente, que sua mensuração é de difícil definição, devendo-se considerar externalidades

negativas que implicam em conhecer a fundo os processos produtivos, cujos dados podem estar inacessíveis ao avaliador. Considerando a possibilidade desse critério inviabilizar a avaliação dos materiais, julga-se oportuno eliminá-lo e possivelmente reconsiderá-lo em uma futura revisão. O *Quadro 5.11* apresenta os ajustes dos critérios econômicos.

Em relação à dimensão social, cabe destacar que nenhum critério é excluído e apenas três itens têm a redação ajustada, conforme apresentado no *Quadro 5.12*.

Quadro 5.11 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios econômicos

Critério	Nomenclatura inicial	Nomenclatura revisada
E1	Durabilidade e vida útil	Impacto financeiro da durabilidade e Vida Útil de Projeto (VUP)
E2	Manutenibilidade	Custos de manutenção
E3	Custos de instalação e manutenção	
E4	Custos ambientais	Critério excluído
E5	Custo	Custo de aquisição
E6	Valor financeiro	Critério excluído
E7	Desconstrução/ reuso	Impacto financeiro da desconstrução e reuso
E8	Vida Útil de Projeto (VUP)	Critério incorporado no item E1
E9	Disponibilidade de peças de reposição	Impacto financeiro da disponibilidade de peças de reposição
E10	Período de garantia	Impacto financeiro do período de garantia

Quadro 5.12 – Demonstração dos ajustes realizados nos critérios sociais

Critério	Nomenclatura inicial	Nomenclatura revisada
S1	Saúde e bem-estar	Saúde e bem-estar
S2	Direitos trabalhistas	Observância de direitos trabalhistas
S3	Meio ambiente	Responsabilidade ambiental
S4	Envolvimento e desenvolvimento da comunidade	Envolvimento e desenvolvimento da comunidade
S5	Práticas leais de operação	Práticas leais de operação
S6	Rastreabilidade do material	Rastreabilidade do material
S7	Direitos humanos	Observância de direitos humanos

(continua)

(conclusão)

S8	Questões relativas ao consumidor	Questões relativas ao consumidor
S9	Padrão de qualidade e Normas técnicas	Padrão de qualidade e Normas técnicas
S10	Formalidade da empresa	Formalidade da empresa
S11	Governança organizacional	Governança organizacional

O *Quadro 5.16* apresenta a relação dos critérios consolidados que compõem o repertório daqueles utilizados na Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade.

5.4.3 Fluxo de elaboração da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade

No fluxo do PP principal, é necessário atribuir uma pontuação ao material. Para viabilizar o SP, é necessário elaborar uma ficha de avaliação, designada nesta pesquisa como uma ficha de AIS, sendo resultado de um SP.

O processo de elaboração da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS) é idêntico ao processo de elaboração da Ficha de Cadastramento (FC), apresentado no item 5.4.1. Neste processo, também participam os mesmos agentes.

5.4.3.1 Fluxo de atribuição de pontuação ao material

O SP é composto por 11 tarefas, sendo necessário: i) receber solicitação de avaliação; ii) verificar o atendimento ao critério de avaliação da ficha de AIS; iii) atribuir nota da AIS; iv) encaminhar a avaliação para revisão; v) receber a avaliação; vi) validar a avaliação; vii) encaminhar à equipe técnica; viii) receber validação; ix) enviar para publicação; x) receber solicitação de publicação; xi) publicar na base de dados; e xii) disponibilizar a informação para consulta.

Participam desta etapa: i) a ET da BVMC; ii) o CO da BVMC; e iii) a ETI. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.13*.

Quadro 5.13 – Etapas da atribuição de pontuação conforme a AIS: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável		
		ET	CO	ETI
i	Receber solicitação de avaliação	X	-	-
ii	Verificar atendimento ao critério de avaliação da ficha de AIS	X	-	-

(continua)

(conclusão)				
iii	Atribuir nota da AIS	X	-	-
iv	Encaminhar a avaliação para revisão	X	-	-
v	Receber a avaliação	-	X	-
vi	Validar a avaliação	-	X	-
vii	Encaminhar à equipe técnica	-	X	-
viii	Receber validação	X	-	-
ix	Enviar para publicação	X	-	-
x	Receber solicitação de publicação	-	-	X
xi	Publicar na base de dados	-	-	X
xii	Disponibilizar a informação para consulta	-	-	X

Para iniciar as atividades do SP, a ET da BVMC deve receber a solicitação de avaliação do material apresentada pelo fabricante, considerando os critérios da AIS. A ficha de AIS apresenta alguns campos em que constam informações quanto ao parâmetro de avaliação e à comprovação de evidências. Com base nos critérios, a equipe deve realizar a avaliação e encaminhar os resultados ao CO da BVMC.

Ao CO, cabe a tarefa de receber o processo, verificar se os procedimentos relacionados no protocolo foram realizados e se as pontuações atribuídas pela equipe técnica são consistentes. Caso haja alguma dúvida, o processo deve ser devolvido para que as correções sejam realizadas. Não havendo qualquer correção a fazer, o processo deve ser remetido à ET da BVMC para que se possa iniciar os procedimentos de publicação.

A ETI deve receber a solicitação e iniciar os procedimentos de publicação das informações na BD e disponibilizar a informação para que possa ser consultada pelo cliente final.

5.4.4 Fluxo de definição de um Sistema de Classificação da Informação – SCI

Conforme argumentado anteriormente, o processo de seleção e especificação de materiais de construção implica em processar uma quantidade considerável de informação. Portanto, para viabilizar o cruzamento de dados, é necessário definir um Sistema de Classificação da Informação (SCI) que permita à equipe técnica vincular as informações submetidas a metadados.

Estas informações devem ser utilizadas pelo sistema de informática de modo a localizar a informação solicitada pelo usuário. Para tanto, é necessário: i) definir

macrocategorias de classificação da informação¹⁷; ii) enviar para aprovação; iii) receber solicitação de avaliação; iv) avaliar a estrutura proposta; v) enviar a estrutura aprovada; vi) receber a aprovação; vii) solicitar a publicação da relação de metadados; viii) receber a solicitação; ix) publicar na base de dados; e x) disponibilizar os metadados para vinculação da informação.

Este SP requer a participação: i) da ET; ii) do CO; e iii) da ETI da BVMC. Estes agentes são responsáveis por tarefas específicas que se encadeiam em uma sequência linear, isto é, há uma relação de interdependência em que cada tarefa deve ser concluída de forma que a próxima possa ser iniciada. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.14*.

Quadro 5.14 – Etapas da definição de um Sistema de Classificação da Informação: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável		
		ET	CO	ETI
i	Definir macrocategorias de classificação da informação	X	-	-
ii	Enviar para aprovação	X	-	-
iii	Receber solicitação de avaliação	-	X	-
iv	Avaliar a estrutura proposta	-	X	-
v	Enviar a estrutura aprovada	-	X	-
vi	Receber a aprovação	X	-	-
vii	Solicitar a publicação da relação de metadados	X	-	-
viii	Receber a solicitação	-	-	X
ix	Publicar na base de dados	-	-	X
x	Disponibilizar os metadados para vinculação da informação	-	-	X

Um SCI é composto por macrocategorias que representam, no caso do contexto da construção civil, os principais sistemas construtivos. A partir destas macrocategorias, a informação é ramificada em microcategorias, de modo a contemplar os subsistemas.

¹⁷ A Etapa i foi realizada no desenvolvimento desta dissertação e o resultado é apresentado no item 5.5.4 *Sistema de classificação da informação*.

Assim, para a elaborar o SCI da BMVC, a ET da biblioteca deve levantar os principais sistemas e subsistemas para definir uma estrutura primária. Uma vez mapeada, esta estrutura deve ser submetida à aprovação do CO. Caso não haja nenhum ajuste a realizar, a ET da BVMC deve encaminhar a solicitação de publicação na base de dados. A ETI é responsável por receber a solicitação, verificar a aprovação e liberação do CO para a publicação e, caso esteja em conformidade, publicar os dados na BD. Uma vez publicados, os metadados devem ser disponibilizados para que sejam vinculados à informação nas fichas cadastrais dos fabricantes e materiais.

5.4.5 Fluxo de alimentação das Fichas de Consulta de Materiais

As Fichas de Consulta dos Materiais (FCM), cujo modelo é apresentado no subitem 5.5.5 e no *APÊNDICE D – FICHA DE CONSULTA DE MATERIAL* constituem o principal meio de interação com o cliente final, uma vez que nelas são apresentados todos os dados referentes ao material que são pertinentes para a avaliação do selecionador/especificador.

Para alimentar a FCM, é necessário desenvolver 11 tarefas: i) inserir dados aprovados pela equipe de avaliação; ii) vincular a informação a metadados; iii) inserir dados da AIS; iv) enviar ficha para verificação; v) validar a informação; vi) retornar o processo; vii) preparar a ficha para publicação; viii) enviar solicitação de publicação; ix) receber solicitação de publicação; x) publicar na base de dados; e xi) disponibilizar para consulta.

Este SP requer a participação: i) da ET; ii) do CO; e iii) da ETI da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.15*.

Quadro 5.15 – Etapas da alimentação das fichas de materiais: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável		
		ET	CO	ETI
i	Inserir dados aprovados pela equipe de avaliação	X	-	-
ii	Vincular a informação com metadados	X	-	-
iii	Inserir dados da AIS	X	-	-
iv	Enviar ficha para verificação	X	-	-
v	Validar a informação	-	X	-

(continua)

				(conclusão)
vi	Retornar o processo	-	X	-
vii	Preparar a ficha para publicação	X	-	-
viii	Enviar solicitação de publicação	X	-	-
ix	Receber solicitação de publicação	-	-	X
x	Publicar na base de dados	-	-	X
xi	Disponibilizar para consulta	-	-	X

A ET inicia o procedimento de preenchimento das FCM com os dados validados nas etapas anteriores. A etapa seguinte consiste em vincular a FCM com os metadados, previamente definidos de acordo com o SCI e validados pelo CO. Cabe destacar que, para o correto funcionamento da BVMC, é vital que estas informações sejam corretamente inseridas de forma a não comprometer a BD.

Assim, a ficha deve ser encaminhada ao CO para validação, conforme os protocolos estabelecidos. Após a aprovação, a ficha deve retornar à ET de forma que se iniciem os procedimentos para publicação da FCM. A ETI deve receber a solicitação de publicação, averiguar se consta no processo a aprovação do CO para, então, realizar a publicação na BD e disponibilizar a informação para consulta na plataforma da BVMC.

5.5 Produtos elaborados para subsidiar as bases conceituais da BVMC

Conforme argumentado anteriormente, as bases conceituais da BVMC são definidas a partir de um fluxo primário de tarefas que são articuladas com SP. Os últimos são responsáveis por subsidiarem o primeiro com informações necessárias para concretizar o fluxo principal, sempre que for solicitado por um agente externo.

Desta forma, os SP apresentados nesta dissertação são responsáveis por definir diretrizes para a elaboração de produtos específicos que interagirão diretamente com o fluxo principal. Estes produtos são: i) Ficha de Cadastramento; ii) Critérios de Sustentabilidade; iii) Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade; e iv) Sistema de Classificação da informação. Nas próximas seções, estes produtos são descritos detalhadamente.

5.5.1 Ficha de cadastramento de fornecedores e materiais de construção

A FC é estruturada em quatro passos: i) identificar o tipo de cadastro pretendido; ii) preencher as informações solicitadas; iii) apresentar as informações

sobre produtos fabricados ou comercializados; e iv) apresentar o certificado de cumprimento de pré-requisito do PISAC. Este formulário é apresentado no *APÊNDICE C – Ficha de cadastramento de fabricantes*.

5.5.1.1 Identificação do tipo de cadastro pretendido

Neste campo, o fornecedor informa se pretende realizar um cadastro inicial ou uma atualização cadastral. Neste caso, a empresa informa o código de inscrição fornecido pela equipe técnica de cadastramento da BVMC.

5.5.1.2 Preenchimento das informações solicitadas

O segundo passo do formulário é autoexplicativo. O usuário é requisitado a preencher as informações solicitadas na ficha de cadastramento referentes aos seguintes dados: i) número de inscrição e situação cadastral da empresa na Receita Federal do Brasil; ii) data de abertura; iii) nome da empresa; iv) código da atividade que desenvolve; além de v) informações referentes à matriz e filiais, como endereço, telefone, sítio web, etc.

5.5.1.3 Informações sobre produtos fabricados ou comercializados

São apresentados campos para informar: i) a categoria de produtos fabricados/fornecidos; ii) a tipologia de edificação atendida pela empresa; iii) os sistemas construtivos que oferece; e iv) a origem do material (natural ou industrializado). Além disso, é solicitado v) indicar se os produtos, fabricados ou fornecidos pela empresa, já obtiveram algum selo ambiental, como o Colibri ou FSC, por exemplo.

5.5.1.4 Apresentação do certificado de cumprimento de pré-requisito do PISAC

O pré-requisito do PISAC é uma avaliação preliminar do cadastro do fornecedor em que suas práticas de aquisição e comercialização de produtos são avaliadas no contexto da compra responsável (*Responsible Sourcing*). Caso seja comprovada a obtenção de certificado BES 6001¹⁸, o cumprimento do pré-requisito é automático, desde que seja apresentado o comprovante de obtenção do selo.

¹⁸ O BES 6001 é uma certificação desenvolvida pela BRE que atesta a extração responsável de matérias-primas utilizadas na fabricação de determinado bem. As informações apresentadas pelo fabricante deverão passar por um processo de verificação por um auditor independente.

5.5.2 Critérios de Sustentabilidade – CS

Nesta pesquisa são propostos 14 critérios ambientais, sete econômicos e dez sociais, totalizando 31 critérios de sustentabilidade, que são fundamentais para estruturar a Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS), que é apresentada no *APÊNDICE B – FICHA DE AIS*. Neste documento, consta a descrição de cada critério com a indicação da respectiva fonte bibliográfica.

Quadro 5.16 – Relação de critérios de sustentabilidade definidos para compor a Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS)

Dimensão	Critério
Ambiental	Biodegradabilidade
	Desconstrução para o reuso
	Durabilidade
	Emissão de CO ²
	Energia incorporada
	Geração de resíduos
	Impacto do transporte
	Matéria-prima renovável
	Número de componentes
	Otimização de recursos naturais
	Pegada de água azul
	Potencial de reciclagem
	Requisitos de manutenção
	Toxicidade dos materiais
Econômica	Custo de aquisição
	Custo de instalação
	Custo de manutenção
	Impacto financeiro da desconstrução e reuso
	Impacto financeiro da disponibilidade de peças de reposição
	Impacto financeiro do período de garantia
	Impacto financeiro da durabilidade e Vida Útil de Projeto (VUP) e vida útil do material
Social	Observância de direitos humanos
	Observância de direitos trabalhistas
	Envolvimento e desenvolvimento da comunidade
	Formalidade da empresa
	Governança organizacional
	Padrão de qualidade e normas técnicas

(continua)

(conclusão)

Práticas leais de operação
Responsabilidade ambiental
Questões relativas ao consumidor
Rastreabilidade das informações
Saúde e bem-estar

5.5.3 Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade - FAIS

Conforme elucidado anteriormente nesta dissertação, uma Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS) requer a análise de materiais e produtos sob óticas simultâneas referentes às dimensões ambiental, econômica e social. Nesse sentido, é importante adotar uma visão sistêmica de forma de que nenhuma das dimensões seja preterida em relação às demais.

Conforme apresentado no *Capítulo 4*, a Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade apresenta os seguintes campos: i) critério; ii) diretrizes; iii) avaliação; iv) evidência requerida; v) comprovação; e vi) nível de dificuldade de implantação do princípio.

Figura 5.5 – Exemplo da apresentação da Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0,25 pto.	Parcial 0,50 pto.	Plena 1,0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Potencial de reciclagem	Os recursos naturais são finitos. Portanto, as matérias primas, utilizadas na fabricação de materiais e produtos de construção, devem ter seu uso maximizado por meio da reciclagem. Esse processo pode ser entendido como o conjunto de ações necessárias para transformar materiais já manufaturados em matéria prima capaz de ser utilizada para fabricação de novos produtos. Assim, a utilização sustentável dos recursos naturais implica em considerar o potencial de reciclagem de materiais e/ou sistemas construtivos como um requisito básico do processo de seleção e especificação de materiais de construção (WAHLSTROM ET AL, 2014). Nesse sentido, materiais que podem ser reciclados normalmente são preferíveis em relação a aqueles que não o possibilitam (BERGE, 2009).	Priorizar a seleção de materiais e sistemas construtivos que possam ser reciclados visando ao fechamento do ciclo	O material selecionado/especificado pode ser reciclado?		Apresentar a relação das matérias primas utilizadas para fabricar o material; Indicar a classificação do material ou sistema construtivo de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002; Apresentar a descrição do processo de reciclagem indicado por especialista na área e a relação das empresas que detenham a tecnologia/ equipamentos necessários para reciclar o produto					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

5.5.3.1 Critério

Este campo apresenta a nomenclatura do critério.

5.5.3.2 Definição

A definição apresenta, no enquadramento da ferramenta, a definição de cada um dos critérios de avaliação propostos, referenciada na literatura científica.

5.5.3.3 Diretrizes

As diretrizes indicam as ações, prioridades ou cenários considerados ideias na prática de seleção e especificação de materiais sustentáveis.

5.5.3.4 Avaliação

A avaliação apresenta uma referência para verificar o atendimento das diretrizes propostas, no formato de uma pergunta, sendo possibilitada uma resposta binária – sim ou não.

5.5.3.5 Coluna de resposta

Nesta coluna devem ser registradas as respostas às perguntas de avaliação. Cada critério apresenta a possibilidade de uma única resposta.

5.5.3.6 Evidência requerida

A evidência requerida é a forma de demonstrar o atendimento às diretrizes propostas pelo critério. Portanto, solicita-se do fabricante ou fornecedor apresentar os documentos comprobatórios das ações implantadas ou em desenvolvimento que indiquem o cumprimento do critério. A complexidade da comprovação varia de acordo com o critério apresentado.

5.5.3.7 Comprovação da evidência

A evidência apresentada deve ser comprovada. São propostos três níveis de classificação da qualidade da comprovação: i) nenhuma; ii) parcial; e iii) plena. A classificação segue a estrutura proposta por Ferrari et al (2014), em que o nível de qualidade da evidência classificada como *nenhuma comprovação* pode ser entendida como aquela sobre a qual não se tem acesso às fontes. A qualidade *parcial* ocorre quando há uma autodeclaração da empresa quanto ao cumprimento do critério, porém sem comprovação. A qualidade *plena* ocorre quando a empresa apresenta a evidência requerida que pode ser verificada por uma terceira parte.

Para cada nível, propõe-se uma escala de pontuação de 0.25, 0.5 e 1, sendo 0.25 a pontuação mínima e 1 a pontuação máxima. Este sistema permite designar

uma nota final referente ao desempenho do material ou sistema construtivo. Não é proposto qualquer tipo de cálculo de pesos para cada critério, contudo, entende-se que eventualmente será necessário desenvolver um sistema de pesos, uma vez que há critérios mais complexos de serem cumpridos e que estas diferenças devem ser consideradas na classificação final.

5.5.3.8 Nível de dificuldade de implantação do princípio

Considerando que cada critério apresenta peculiaridades e desafios quanto à assimilação das diretrizes apresentadas por parte da indústria, um sistema de classificação do nível de dificuldade de implantação do princípio é proposto. Esta classificação é estruturada em três níveis ou etapas: Etapa I; Etapa II; e Etapa III.

Os critérios que recebem a classificação de Etapa I pressupõem um menor nível de dificuldade, cujas diretrizes podem ser implantadas imediatamente ou em um prazo máximo de dois anos.

A Etapa II considera que existe um nível de dificuldade intermediário para implementar a diretriz e que, portanto, será necessário um tempo estimado de dois a cinco anos para que possa ser incorporada.

Por fim, a Etapa III considera que a implementação das diretrizes é complexa, sendo necessário um prazo mínimo estimado de cinco anos.

5.5.4 Sistema de classificação da informação

Para indexar as informações cadastradas na BVMC, propõe-se uma Sistema de Classificação da Informação com uma estrutura composta por quatro grupos: i) aplicação do material; ii) tipologia da edificação; iii) classificação do sistema construtivo, conforme a ABNT NBR 15575:2013; e iv) origem do material. Cada grupo apresenta subdivisões, conforme apresentadas no *Quadro 5.17*.

Como evolução natural da BVMC, entende-se que será fundamental integrar sistemas de classificação utilizados no mercado, considerando principalmente a demanda de especificar segundo as boas práticas do mercado orientadas a obras públicas.

Quadro 5.17 – Relação de categorias propostas para integrar um Sistema de Classificação da Informação (SCI)

GRUPO	SUBGRUPO I	SUBGRUPO II	SUBGRUPO III
1. Aplicação do material	1.1. Material para aplicação ou avulso		
	1.2. Sistema construtivo composto por diversos materiais		
2. Tipologia da edificação	2.1. Corporativo	2.1.1. Sala de escritório	
		2.1.2. Edifício de escritórios	
	2.2. Comercial	2.2.1. Loja	
		2.2.2. Centro comercial	
	2.3. Educacional	2.3.1. Creche e escola	
		2.3.2. Universidade	
	2.4. Esportivo	2.4.1. Quadra poliesportiva	
		2.4.2. Centro poliesportivo	
	2.5. Hospitalar	2.5.1. Clínica	
		2.5.2. Hospital de grande porte	
2.6. Industrial	2.6.1. Unifamiliar		
2.7. Residencial	2.7.1. Multifamiliar de vários pavimentos		
3. Classificação do sistema construtivo (ABNT NBR 15575)	3.1. Sistemas estruturais	3.1.1. Industrializado	3.1.1.1. Horizontais: laje, viga, etc.
			3.1.1.2. Verticais: pilar, parede estrutural, etc.
		3.1.2. Não industrializado	3.1.2.1. Horizontais: laje, viga, etc.
			3.1.2.2. Verticais: pilar, parede estrutural, etc.
	3.2. Sistemas de pisos	3.2.1. Interno	3.2.1.1. Áreas privativas
			3.2.1.2. Áreas comuns de uso coletivo

(continua)

(continuação)

3.3.	3.3.1. Externo	3.3.1.1. Áreas privativas 3.3.1.2. Áreas comuns de uso coletivo
3.4. Revestimento: vedações verticais internas e externas	3.4.1. Industrializado	3.4.1.1. Interna: paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado
		3.4.1.2. Externa: paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado resistentes às intempéries
	3.4.2. Não industrializado	3.4.2.1. Interna: paredes monolíticas, em alvenaria ou painéis unidos ou rejuntados com material rígido
		3.4.2.2. Externa: paredes monolíticas, em alvenaria ou painéis unidos ou rejuntados com material rígido
3.5. Sistemas de cobertura	3.5.1. Industrializado	3.5.1.1. Interna: forros em placas removíveis e outros sistemas modulares 3.5.1.2. Externa: coberturas em sistemas modulares e resistentes a intempéries e esforços solicitantes de pressão e sucção

(continua)

(conclusão)

		3.5.2.1. Interna: forros em placas que formam sistemas monolíticos
	3.5.2. Não industrializado	3.5.2.2. Externa: coberturas em sistemas monolíticos e resistentes a intempéries e esforços solicitantes de pressão e sucção

	3.6. Sistemas de instalações	
--	------------------------------	--

4. Origem material	4.1. Natural	4.1.1. Madeira 4.1.2. Rochas 4.1.3. Minerais 4.1.4. Têxteis e agricultáveis
	4.2. Fabricado	4.2.1. Madeira processada 4.2.2. Rochas processadas 4.2.3. Metal 4.2.4. Plástico 4.2.5. Compósitos 4.2.6. Tintas e acabamentos 4.2.7. Têxteis e agricultáveis processados

5.5.5 Fichas de consulta de materiais

A Ficha de Consulta de Materiais de Construção é uma peça fundamental da biblioteca, sendo a principal interface entre a plataforma e o usuário. Nela são apresentadas todas as informações sobre os materiais de construção, consolidadas em um documento padronizado, de modo que possam ser cadastradas em uma base de dados e que um sistema possa buscar informações requeridas pelos *inputs* de um usuário.

Os dados apresentados são oriundos de duas fontes: i) informações levantadas e validadas durante os fluxos anteriores e ii) informações técnicas referentes às

propriedades dos materiais, levantadas em referências bibliográficas ou obtidas a partir de ensaios em laboratório.

Assim, a FAIS organiza a informação em 11 blocos, contemplando: i) dados gerais do material; ii) fabricação e fornecimento; iii) aplicação do material; iv) acabamento; v) propriedades físicas; vi) mecânicas; vii) térmicas; viii) acústicas; ix) propriedades de sustentabilidade; x) resumo da AIS; e xi) nota final obtida pelo material.

Esta ficha é concebida pensando na possibilidade de diferentes modos de visualização, exibidos de acordo com as configurações estabelecidas pelo usuário. Portanto, na hipótese de uma etapa preliminar de seleção, seria possível apresentar uma versão resumida da ficha, contendo informações apresentadas no formato de infográficos. Estando a seleção em uma etapa de consolidação, seria possível optar por visualizar a informação completa de modo a realizar uma comparação mais aprofundada das alternativas.

Nesse sentido, propõe-se um modelo gráfico que permita apresentar a informação referente ao desempenho de sustentabilidade do material ou sistema construtivo segundo três níveis de complexidade, de modo a atender ao usuário nos diferentes estágios do processo de seleção. Considerando que na primeira etapa desse processo interessa obter informações referentes ao desempenho em linhas gerais, propõe-se o formato de um gráfico de radar que simplifique e acelere a leitura das informações sobre os materiais compatíveis com os parâmetros de pesquisa inseridos pelo usuário.

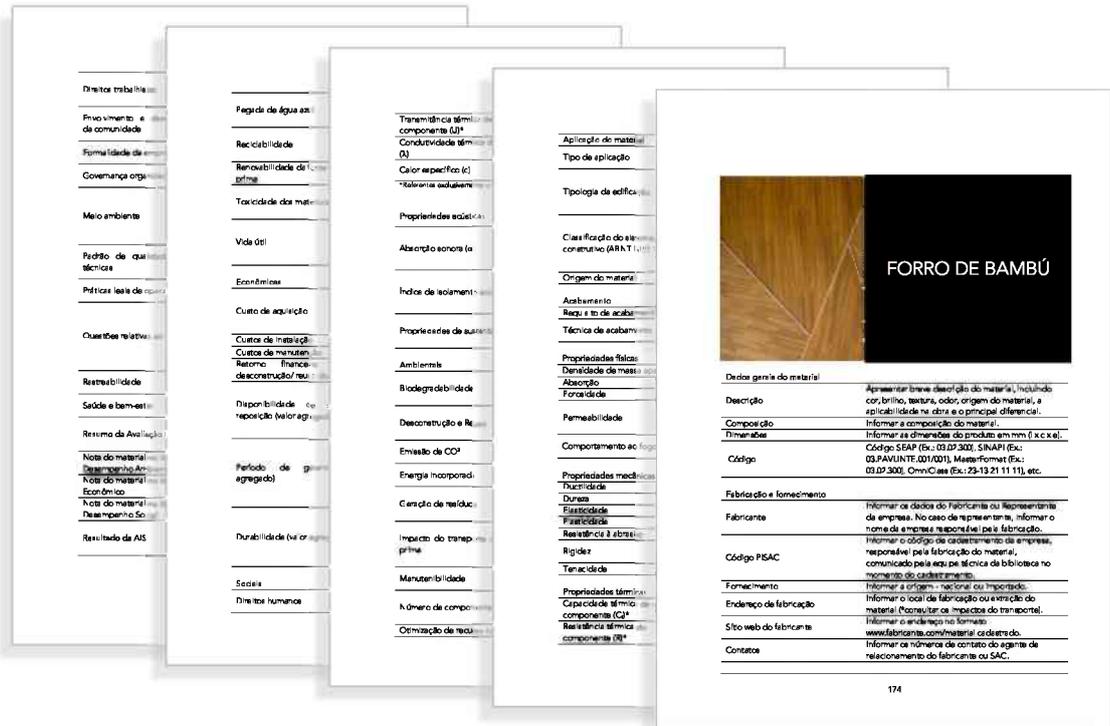
Em um segundo momento, com o número de possibilidades reduzido, há a necessidade de formato que permita apresentar a informação técnica de forma mais detalhada. Para tanto, propõe-se uma apresentação gráfica em formato de barras, acompanhada da informação técnica resumida em cada coluna.

Para o último estágio do processo de seleção, em que ocorre a definição do material ou sistema construtivo, propõe-se o formato de uma ficha técnica completa¹⁹, uma vez que poderá haver a necessidade de realizar uma comparação do

¹⁹ Esta dissertação contempla apenas a elaboração da ficha no formato estendido, que é apresentada no *Apêndice D*.

desempenho em todos os critérios para poder diferenciar um material de outro e assim selecionar a melhor alternativa. Esse formato é apresentado na *Figura 5.6*.

Figura 5.6 – Exemplo da proposta de apresentação da Ficha de Consulta de Material



5.6 Fluxos primários da BVMC

Em essência, a BVMC depende de cinco fluxos principais para apoiar a pesquisa, seleção e especificação de materiais de construção com embasamento técnico. É importante ressaltar que estes fluxos necessitam ser subsidiados com informações das etapas anteriores, apoiados pelas fichas de cadastramento e de AIS, do Sistema de Classificação da Informação, etc.

Desta forma, a BVMC possibilita, em seus diversos processos: i) cadastrar fabricante ou fornecedor; ii) cadastrar material; iii) pesquisar na base de dados; iv) selecionar materiais de construção; e v) especificar materiais.

5.6.1 Cadastramento de fabricantes e fornecedores na BVMC

Para que o fornecedor possa utilizar a plataforma para cadastrar materiais, é necessário, primeiramente, cadastrar a empresa utilizando a ficha de cadastramento de fabricantes e fornecedores, cuja estrutura é explicada na seção 5.5.1 *Ficha de cadastramento de fornecedores e materiais de construção*. A ficha é apresentada no

APÊNDICE C – FICHA DE CADASTRAMENTO DE FABRICANTES E FORNECEDORES.

Este fluxo é composto por 13 passos: i) acessar a interface da BVMC; ii) optar por cadastrar fornecedor; iii) preencher ficha de cadastramento; iv) submeter dados para análise; v) receber solicitação de análise; vi) analisar a informação submetida; vii) validar os dados; viii) atribuir metadados; ix) enviar solicitação de publicação; x) receber a solicitação; xi) preparar para publicação; xii) publicar na base de dados; e xiii) disponibilizar a informação.

Participam deste processo: i) a ET; ii) a ET da BVMC; e iii) o Fabricante ou Fornecedor (FF). A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.18*.

Quadro 5.18 – Etapas do cadastramento de fabricantes e fornecedores: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável			
		ET	CO	ETI	FF
i	Acessar a interface da BVMC	-	-	-	X
ii	Optar por cadastrar fornecedor	-	-	-	X
iii	Preencher ficha de cadastramento	-	-	-	X
iv	Submeter dados para análise	-	-	-	X
v	Receber solicitação de análise	X	-	-	-
vi	Analisar a informação submetida	X	-	-	-
vii	Validar os dados	X	-	-	-
viii	Atribuir metadados	X	-	-	-
ix	Enviar solicitação de publicação	X	-	-	-
x	Receber a solicitação	-	-	X	-
xi	Preparar para publicação	-	-	X	-
xii	Publicar na base de dados	-	-	X	-
xiii	Disponibilizar a informação	-	-	X	-

O primeiro passo consiste em acessar a interface da BVMC e optar por cadastrar um FF. O FF é requerido a preencher uma ficha de cadastramento para apresentar todas as informações solicitadas. Após o preenchimento dos dados cadastrais, o FF submete a informação para verificação e validação por parte da ET, responsável pela BMC. No momento da submissão dos dados, as informações não são disponibilizadas para visualização imediata dos usuários, com o intuito de resguardar todas as partes envolvidas na administração e utilização da plataforma.

A análise posterior ocorre segundo protocolos estabelecidos de análise, contendo todos os passos necessários além das diretrizes de verificação dos documentos apresentados pela empresa. Visando à preservação da qualidade da plataforma, é necessário revalidar as informações submetidas pelos proponentes periodicamente. Para tanto, na ficha cadastral da empresa constará a data do cadastramento e as datas de submissão das informações para revalidação.

Após a análise do cadastro, as informações apresentadas são validadas e vinculadas a metadados. Posteriormente, a ET deve encaminhar à ETI a solicitação de publicação das informações. A ETI é responsável por verificar se o protocolo de publicação foi seguido para, então, publicar as informações na base de dados e disponibilizá-las para consulta.

Após estas etapas, os dados cadastrais devem ser disponibilizados aos usuários para que possam consultar as informações apresentadas pelos fabricantes e fornecedores. Entende-se que a disponibilização da informação garante a transparência dos processos e permite aos usuários atuarem como agentes de fiscalização da informação.

Uma vez realizado o cadastro, o usuário passa a ter acesso à interface com o perfil de fornecedor, selecionador ou administrador da plataforma. Cada perfil permite a visualização de informações específicas, oferecendo diferentes experiências de interação, reforçadas com uma identidade visual própria do perfil utilizado para acessar a biblioteca.

5.6.2 Cadastramento de materiais na BVMC

O cadastro de materiais pressupõe utilizar um cadastro válido de fabricante na biblioteca virtual. Para efetuar o cadastramento, o usuário deve acessar a plataforma, realizar o *login* com o usuário e senha, definidos no momento do cadastro da empresa, e acessar o campo referente aos materiais cadastrados. Nesta seção, é possível visualizar todos os materiais cadastrados pela empresa, além de possibilitar o registro de um novo material.

5.6.2.1 Materiais industrializados

Uma vez que os materiais industrializados são produzidos por empresas, o cadastramento de um novo material implica em vinculá-lo a um fabricante. No caso

de alguns materiais, podem haver restrições quanto ao acesso do fabricante à biblioteca virtual, principalmente no caso dos materiais importados, pois dependendo da divulgação da plataforma, poderá ser desconhecida por empresas estrangeiras. Para mitigar esta limitação, é prevista a possibilidade de cadastramento de fornecedores de modo que possam incluir os materiais que comercializam de forma independente ou na condição de representantes.

É importante ressaltar que o fornecedor é exigido a apresentar o mesmo detalhamento de informações requeridas dos fabricantes. É reconhecido o fato de que isso pode implicar em um gargalo, levando em consideração a possibilidade de haver barreiras à transmissão de informações técnicas entre o fabricante e o representante, principalmente àquelas referentes a processos produtivos. Da mesma forma, as informações devem ser submetidas para avaliação do ET da biblioteca.

Este fluxo é composto por 15 passos: i) acessar a interface da BVMC; ii) optar por cadastrar material; iii) selecionar a origem do material; iv) optar entre material natural ou industrializado; v) preencher os dados solicitados; vi) submeter para avaliação; vii) receber a solicitação; viii) avaliar a informação; ix) validar os dados; x) vincular o material a um fabricante; xi) enviar para publicação; xii) receber a solicitação; xiii) preparar para publicação; (xiv) publicar na base de dados; e xv) disponibilizar a informação.

Participam deste processo: i) a ET; ii) o CO; iii) a ETI da BVMC; e iv) o FF. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.19*.

Quadro 5.19 – Etapas do cadastramento de materiais industrializados: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável			
		ET	CO	ETI	FF
i	Acessar a interface da BVMC	-	-	-	X
ii	Optar por cadastrar material	-	-	-	X
iii	Selecionar a origem do material	-	-	-	X
iv	Optar entre natural ou industrializado	-	-	-	X
v	Preencher os dados solicitados	-	-	-	X
vi	Submeter para avaliação	-	-	-	X
vii	Receber a solicitação	X	-	-	-
viii	Avaliar a informação	X	-	-	-

(continua)

					(conclusão)
ix	Validar os dados	X	-	-	-
x	Vincular o material a um fabricante	X	-	-	-
xi	Enviar para publicação	X	-	-	-
xii	Receber a solicitação	-	-	X	-
xiii	Preparar para publicação	-	-	X	-
xiv	Publicar na base de dados	-	-	X	-
xv	Disponibilizar a informação	-	-	X	-

O FF deve acessar a interface da BVMC e selecionar a opção de *cadastro de novo material*. Ao selecionar essa a opção, são apresentadas alternativas de cadastro referentes à origem do material. Inicialmente, a natureza do material deve ser informada de modo a indicar a composição entre as opções de *natural* ou *industrializado*. O FF deve preencher todos os campos com as informações solicitadas e submetê-las à análise de ET da BVMC. A ET é responsável por analisar os dados e validá-los para, posteriormente, encaminhar a solicitação de sua publicação à ETI. A equipe é responsável por preparar a publicação das informações, analisando o atendimento ao protocolo de publicação. Após esta atividade, a ETI deve publicar a informação na base de dados e disponibilizá-la para consulta.

5.6.2.2 Materiais naturais

Embora os materiais requeiram baixo nível de manufatura, empresas podem explorar sua comercialização. Nesse sentido, existem processos potencialmente geradores de impactos negativos, considerando o contexto dos critérios de AIS, como é o caso do transporte e recursos humanos empregados nos diversos processos de fabricação.

Desta forma, é possível que alguns materiais naturais sejam associados a empresas cadastradas na plataforma, haja vista a possibilidade de uma empresa empregar tecnologias mais modernas e menos poluidoras comparadas às concorrentes. Também é possível que a empresa tenha políticas socioambientais que minimizem os impactos negativos em seus processos produtivos gerando, assim, um impacto positivo na nota final de avaliação do material.

Por outro lado, não é possível desprezar o fato de que os materiais naturais são geralmente comercializados por empresas de pequeno porte. Nesse sentido, é

necessário viabilizar a inclusão desses materiais na BVMC. É importante lembrar que fornecedores de pequeno porte poderão desconhecer a existência da biblioteca ou não querer divulgar seus dados, constituindo um gargalo.

Desta forma, propõe-se que a ET, responsável pela administração da plataforma, também possa cadastrar materiais naturais. Contudo, esse processo requer que seja estabelecido um protocolo interno de controle das informações geradas pelos próprios integrantes da biblioteca.

Além disso, é necessário estabelecer parâmetros básicos de avaliação com base em alguns pressupostos. Um desses parâmetros é a distância de transporte da matéria-prima que, na maioria dos casos, impacta na pontuação do material em função do consumo de combustíveis fósseis. Portanto, ao atribuir dados genéricos, deve constar uma informação em relação à limitação dos dados apresentados.

Este fluxo é composto por 15 passos: i) acessar a interface da BVMC; ii) optar por cadastrar material; iii) selecionar a origem do material; iv) optar por material natural; v) preencher os dados solicitados; vi) submeter para avaliação; vii) receber a solicitação; viii) avaliar a informação; ix) validar os dados; x) vincular o material a um fabricante; xi) enviar para publicação; xii) receber a solicitação; xiii) preparar para publicação; (xiv) publicar na base de dados; e xv) disponibilizar a informação.

Participam deste processo: i) a ET; ii) o CO; e iii) a ETI da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade de cada agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.20*.

Quadro 5.20 – Etapas do cadastramento de materiais naturais: atividades e responsabilidade de cada agente

Etapa	Atividade	Agente Responsável			
		ET	CO	ETI	FF
i	Acessar a interface da BVMC	X	-	-	X
ii	Optar por cadastrar material	X	-	-	X
iii	Selecionar a origem do material	X	-	-	X
iv	Optar por material natural	X	-	-	X
v	Preencher os dados solicitados	X	-	-	X
vi	Submeter para avaliação	X	-	-	X
vii	Receber a solicitação	X*	X**	-	-
viii	Avaliar a informação	X*	X**	-	-
ix	Validar os dados	-	X	-	-

(continua)

(conclusão)					
x	Vincular o material a um fabricante	X	-	-	-
xi	Enviar para publicação	X	-	-	-
xii	Receber a solicitação	-	-	X	-
xiii	Preparar para publicação	-	-	X	-
xiv	Publicar na base de dados	-	-	X	-
xv	Disponibilizar a informação	-	-	X	-

X* - estas atividades são desempenhadas pela ET nos casos de submissão de informações por um FF. X** - estas atividades são desempenhadas pelo CO nos casos de submissão de informações pela ET.

O fluxo deste processo é o mesmo daquele referente aos materiais industrializados, descrito na seção anterior, com a exceção de que a ET da BVMC é limitada a cadastrar materiais naturais.

5.6.3 Pesquisa na BVMC

O objetivo do processo de pesquisa é identificar um material que atenda aos requisitos de projeto e que apresente o melhor nível de desempenho em termos da AIS. O desafio do selecionador consiste em conciliar variáveis de modo que nenhum dos aspectos seja desconsiderado. Contudo, o mais importante é que este processo ocorra com o devido embasamento técnico, uma vez que cabe ao profissional definir suas prioridades e se responsabilizar, técnica, ética e moralmente, pela tomada de decisão.

Este fluxo é composto por nove passos: i) acessar a plataforma; ii) selecionar o perfil de selecionador; iii) acessar a área de pesquisa; iv) ingressar os parâmetros de pesquisa; v) pesquisar na base de dados; vi) exibir os resultados da pesquisa; vii) avaliar os resultados da pesquisa; viii) acessar as fichas dos materiais; e ix) inserir os materiais na lista de favoritos ou materiais preferíveis.

Participa deste processo o Profissional Selecionador e Especificador (PSE) como usuário externo da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade do agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.21*.

Quadro 5.21 – Etapas do processo de pesquisa na BVMC

Etapa	Atividade	Agente Responsável				
		ET	CO	ETI	FF	PSE
i	Acessar a plataforma	-	-	-	-	X
ii	Selecionar o perfil de selecionador	-	-	-	-	X

(continua)

						(conclusão)
iii	Acessar a área de pesquisa	-	-	-	-	X
iv	Ingressar os parâmetros de pesquisa	-	-	-	-	X
v	Pesquisar na base de dados	-	-	-	-	X
vi	Exibir os resultados da pesquisa	-	-	-	-	X
vii	Avaliar os resultados da pesquisa	-	-	-	-	X
viii	Acessar as fichas dos materiais	-	-	-	-	X
ix	Inserir o material na lista de materiais favoritos ou preferíveis	-	-	-	-	X

O fluxo de pesquisa é iniciado realizando o acesso à página principal da interface da biblioteca, onde é apresentada uma tela de boas-vindas. Nesta tela, são apresentadas abas contendo informações referentes à equipe técnica da plataforma e às informações de contato em caso de dúvida ou sugestões, além de informações sobre o objetivo da biblioteca e tutoriais de como navegar pela plataforma.

O processo de pesquisa na biblioteca é realizado a partir de campos específicos onde o usuário deve inserir os parâmetros de pesquisa referentes ao produto que deseja consultar. O *input* da informação pode ser manual, em que o usuário deve inserir o termo exato, escolher entre uma relação de palavras-chave, pesquisar pela relação de fabricantes que são cadastrados na base de dados e pesquisar por categorias de materiais ou por subsistemas construtivos.

Estes parâmetros podem ser entendidos como filtros de busca que devem restringir a quantidade de resultados apresentados, o que não deve impor nenhum tipo de dificuldade à navegação, uma vez que este tipo de interface é comumente utilizado em sítios web na internet. A intenção de utilizar uma estrutura de pesquisa conhecida é atribuir à ferramenta um caráter de familiaridade, de modo que possa ser utilizada pelo usuário de forma intuitiva desde o primeiro acesso.

Nesse sentido, a biblioteca pode atender dois perfis de pesquisa. Em algumas situações, o selecionador pode ter conhecimento do material que satisfaça perfeitamente os requisitos de projeto, além de conhecer diversas empresas que fabricam o produto. Nestes casos, a biblioteca oferece uma estrutura que permite procurar especificamente por um produto ao possibilitar a inserção de dados precisos, como é o caso do código de referência ou, inclusive, pesquisar pelo produto utilizando um código QR ou um código de barras presente em sua embalagem. Esta facilidade

possibilita ao selecionador pesquisar o resultado da AIS enquanto visita lojas de materiais de construção.

Por outro lado, existem casos em que o selecionador desconhece a existência de alternativas que têm potencial para se enquadrar nos requisitos de projeto. Nestes casos, a estrutura de organização das informações da ferramenta possibilita desenvolver pesquisas exploratórias ou investigativas, isto é, aquelas que procuram um resultado para parâmetros conhecidos, visando a identificar materiais que se enquadram nas características desejadas.

Seja qual for o caso, o usuário é requisitado a ingressar parâmetros de pesquisa, que são utilizados para pesquisar a base de dados e confrontar a informação com os metadados – cuja estrutura é explicada na última seção deste capítulo. Realizada a pesquisa, seja por parâmetros precisos ou utilizando filtros, os resultados são exibidos e o usuário pode interagir com a informação de diferentes formas.

Em um primeiro momento, a interface deve possibilitar acessar uma versão resumida da ficha do material de forma a realizar uma avaliação preliminar quanto ao atendimento dos requisitos de projeto.

O selecionador deve avaliar a conformidade dos resultados, acessando as fichas cadastrais dos materiais, e caso não atendam, deve selecionar filtros adicionais para restringir os resultados ou, em último caso, reiniciar a pesquisa. Nesta dissertação, esta etapa de pesquisa é denominada de pesquisa primária.

Na interface é possível visualizar amostras virtuais dos materiais e, caso seja necessário, solicitar uma amostra física ao fabricante diretamente da interface ou, ainda, consultar onde é possível visitar fornecedores na área onde o especificador se encontra. Nesta pesquisa, esta etapa é denominada de pesquisa secundária.

À medida que o selecionador pesquisa na biblioteca, é possível acrescentar os materiais à uma lista de materiais preferenciais ou favoritos, que serão pré-selecionados de modo a poder continuar pesquisando por alternativas sem, no entanto, perder o registro dos materiais potencialmente adequados.

5.6.4 Seleção de materiais de construção na BVMC

O objetivo deste processo é selecionar um material que atenda aos requisitos de projeto e que, ao mesmo tempo, apresente o melhor desempenho em termos de sustentabilidade, conforme o resultado demonstrado na AIS.

Este fluxo é composto por seis passos: i) acessar a relação de materiais preferenciais; ii) selecionar o modo de visualização das fichas; iii) comparar resultado das fichas; iv) eliminar materiais que não atendem aos requisitos de projeto; v); selecionar a melhor opção; e vi) preparar para a especificação do material.

Participa deste processo o PSE como usuário externo da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade do agente no processo são apresentadas esquematicamente no *Quadro 5.22*.

Quadro 5.22 – Etapas do processo de seleção de materiais na BVMC

Etapa	Atividade	Agente Responsável				
		ET	CO	ETI	FF	PSE
i	Acessar a relação de materiais preferenciais	-	-	-	-	X
ii	Selecionar o modo de visualização das fichas	-	-	-	-	X
iii	Comparar resultado das fichas	-	-	-	-	X
iv	Eliminar materiais que não atendem aos requisitos de projeto	-	-	-	-	X
v	Selecionar a melhor opção	-	-	-	-	X
vi	Preparar para a especificação do material	-	-	-	-	X

O processo de seleção exige, necessariamente, que o usuário tenha concluído o processo de consulta na BVMC. Conforme apontado anteriormente, durante a pesquisa, é possível adicionar os resultados à lista de materiais preferíveis. Entende-se que esta funcionalidade facilita o processo de seleção, embora seja possível selecionar materiais diretamente dos resultados do motor de busca. Contudo, para efeitos de elucidação, o processo de seleção é explicado considerando a primeira alternativa.

Portanto, a partir da lista de materiais preferenciais, o usuário inicia o processo de avaliação dos materiais para identificar a opção que melhor atenda aos requisitos

de projeto. Visando a facilitar esta avaliação, o profissional poderá dispor as fichas dos materiais preferenciais lado a lado e optar entre duas modalidades de visualização: resumida ou completa. Na primeira opção, será exibida uma versão sucinta em que a informação é apresentada na forma de infográficos, que permitirão uma leitura inicial mais rápida. Ao expandir as informações, o usuário poderá acessar a versão completa das fichas, permitindo assim uma avaliação técnica completa, fundamentada nos resultados da AIS.

Esta etapa possibilita avaliar tecnicamente o desempenho dos materiais e eliminar as alternativas que não se enquadram nos requisitos de projeto ou cujo desempenho não atenda aos pré-requisitos estabelecidos pelas normas internas do escritório ou da empresa. Eliminadas as alternativas desconformes, o usuário pode realizar a seleção dos materiais e sistemas construtivos que atendem aos parâmetros definidos.

Será facultado ao selecionador continuar o processo de pesquisa ou finalizar a consulta. Caso opte por finalizar a consulta, o usuário é indagado se pretende proceder à etapa de especificação do material. Nesse caso, optando por finalizar a consulta, o usuário é conduzido à tela de agradecimento da biblioteca e abandona a interface. Caso opte por especificar, é conduzido à próxima interface da biblioteca.

5.6.5 Especificação de materiais de construção na BVMC

O processo de especificação é o último processo do fluxo da biblioteca. Nesta etapa, é possível realizar a especificação do material ou sistema construtivo, isto é, a descrição técnica do produto visando à sua cotação, aquisição e aplicação no canteiro de obras.

Este fluxo é composto por oito passos: i) acessar a plataforma; ii) realizar o *login*; iii) selecionar a opção de especificação; iv) selecionar o material para especificação; v) definir o tipo de especificação; vi) gerar o arquivo de especificação; vii) configurar a exportação; e viii) exportar a especificação.

Participa deste processo o PSE como usuário externo da BVMC. A relação entre as tarefas e a responsabilidade do agente no processo é apresentada esquematicamente no *Quadro 5.23*.

Quadro 5.23 – Etapas do processo de especificação de materiais na BVMC

Etapa	Atividade	Agente Responsável				
		ET	CO	ETI	FF	PSE
i	Acessar a plataforma	-	-	-	-	X
ii	Realizar o <i>login</i>	-	-	-	-	X
iii	Selecionar a opção de especificação	-	-	-	-	X
iv	Selecionar o material para especificação	-	-	-	-	X
v	Definir o tipo de especificação	-	-	-	-	X
vi	Gerar o arquivo de especificação	-	-	-	-	X
vii	Configurar a exportação	-	-	-	-	X
viii	Exportar a especificação	-	-	-	-	X

A opção de especificação de materiais é acessada na interface principal da BVMC, onde o usuário fará o *login* com seus dados cadastrados e selecionará a opção de especificação. Será exibida uma lista dos materiais preferíveis, carregada com informação durante a etapa de seleção, a partir da qual o usuário deverá indicar os materiais que pretende especificar. Para prosseguir, o profissional será indagado quanto ao tipo de especificação que pretende realizar, considerando a proprietária, descritiva, desempenho e referencial-normativa, conforme abordado anteriormente nesta dissertação.

A partir desta indicação, o sistema é capaz de gerar a especificação do material selecionado e, de acordo com o tipo de especificação indicada pelo profissional, preparar a especificação em um arquivo para exportação. Neste momento, é facultado ao usuário selecionar o formato do arquivo, além do layout que pretende para a página de especificação do material. Nela, o usuário pode definir as configurações, como a formatação da página, o tipo de fonte do texto, a quantidade de imagens das amostras, a ambientação do material no tipo de contexto em que será aplicado, etc.

Ao clicar na opção, a especificação é gerada e o sistema solicitará ao usuário indicar onde deseja armazenar a informação.

IV. Considerações finais

O processo de seleção e especificação de materiais de construção é realizado, na maioria dos casos, com base em experiências anteriores como forma de minimizar os riscos relacionados à utilização de materiais cujas propriedades são desconhecidas. Contudo, no contexto da construção sustentável, esta estratégia desconsidera aspectos relevantes quanto aos impactos ambientais, econômicos e sociais pelos quais são responsáveis. Nesse sentido, a seleção e especificação de materiais deve, necessariamente, passar a incorporar considerações em relação ao seu desempenho.

Considerando a subjetividade que predomina na maioria dos processos de tomada de decisão, esta pesquisa propõe elaborar as bases conceituais de uma Biblioteca Virtual de Materiais de construção (BVMC) para viabilizar seleções e especificações com maior embasamento técnico.

Inicialmente, cabe ressaltar que esta dissertação contribui para a elaboração de um arcabouço teórico referente ao mapeamento do processo de seleção e especificação. São apresentadas as diferenças conceituais entre seleção e especificação de materiais de construção com base em revisões bibliográficas e que subsidiaram a elaboração de diferentes fluxos de processos. Os mapeamentos elaborados demonstram que esses processos geram dados com características distintas, uma vez que a seleção requer a entrada de informações técnicas para subsidiar o processo de tomada de decisão, enquanto a especificação resulta na saída de dados no formato de uma descrição detalhada do material.

Os mapeamentos dos processos identificados na literatura são sistematizados e utilizados para definir um fluxograma genérico das atividades necessárias para selecionar e especificar materiais, contribuindo para o embasamento das concepções iniciais da BVMC.

Além disso, o conceito de sustentabilidade é abordado e são apresentadas as dimensões ambiental, econômica e social que estruturam as bases conceituais da construção sustentável.

Argumenta-se, nesta dissertação, a necessidade de avaliar a sustentabilidade dos materiais de construção como estratégia para reduzir o impacto negativo do

ambiente construído, subsidiada por estratégias que auxiliem no processo de tomada de decisão. Assim, nesta pesquisa são apresentadas ferramentas e metodologias propostas por outros pesquisadores para apoiar o processo de projeto na seleção de materiais, visando à construção mais sustentável. Nesse processo, são identificados exemplos de propostas que utilizam critérios ambientais, econômicos e sociais para triar materiais de acordo com o seu desempenho nesses quesitos e assim, identificar a alternativa com melhor nível de sustentabilidade.

Considerando a coerência e o alinhamento dessas propostas com o objetivo geral da pesquisa, essa estrutura de avaliação é utilizada para definir uma metodologia que permita levantar, sistematizar e validar critérios de sustentabilidade. Essa relação de critérios é submetida à avaliação de profissionais que atuam no mercado, por meio de questionários, e seus resultados demonstram que o mercado reconhece a importância dos critérios propostos. Além desses profissionais, a relação é submetida à apreciação de especialistas em sustentabilidade que também reconhecem sua importância para a discussão do ambiente construído de uma forma mais sustentável.

A relação de critérios de sustentabilidade é necessária para subsidiar a proposição de um sistema de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS), utilizado como componente central para estruturar o funcionamento da biblioteca em termos de cadastramento e pesquisa de materiais. Esta proposição parte da premissa de integrar critérios de diferentes bases conceituais das dimensões em uma avaliação única, que resulta em um indicador da sustentabilidade de produtos, permitindo uma comparação isonômica de modo a identificar a melhor alternativa. Nesse sentido, considera-se a AIS uma forma alternativa de analisar o processo de avaliação dos produtos da Indústria da Construção e entende-se que esta visão sistêmica, incorporada em uma ferramenta de projeto, contribui para o avanço do conhecimento no âmbito da construção sustentável.

Considerando a necessidade de organizar as informações na base de dados da BVMC, diversos sistemas de classificação de informação para a construção civil são identificados e utilizados para definir a proposição de um sistema próprio. A implementação desse recurso é essencial para viabilizar a indexação das informações

cadastradas que irão compor a base de dados necessária para identificar a informação relacionada aos parâmetros de pesquisa inseridos pelo usuário.

Além disso, esta dissertação apresenta como resultado a definição de onze fluxos de processos. Conclui-se que, para viabilizar a definição das bases conceituais da BVMC, são necessárias 145 atividades, além de seis produtos específicos – Ficha de Cadastramento de Materiais (FCM); Ficha de Cadastramento de Fornecedores (FCF); Relação de Critérios de Sustentabilidade (CS); Ficha de Avaliação Integrada de Sustentabilidade (FAIS); Sistema de Classificação da Informação (SCI); e Ficha de Consulta de Materiais de Construção (FCMC) – cujos objetivos são coletar informações necessárias para alimentar os fluxos de processos com os dados pertinentes.

Avalia-se que, com algumas adaptações, estas bases podem ser utilizadas como modelo para a elaboração de outras ferramentas de consulta de dados, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão de profissionais que atuam na Indústria da Construção.

Em relação às limitações da pesquisa, é possível apontar que o formato de mapeamento de processos, elaborado como um modelo teórico, limita a validação plena do encadeamento dos fluxos de funcionamento da BVMC. Entende-se que a forma mais adequada é sua tradução em um sistema de informática funcional que possa ser testado por diferentes usuários, identificando oportunidades e gargalos, além de possíveis correções a serem implementadas.

Contudo, cabe ressaltar que esta limitação é momentânea. Como desdobramento da pesquisa, as bases conceituais subsidiam a equipe do LACIS/FGA/CDS/FAU-UnB no desenvolvimento de uma versão digital da BVMC que está em fase de programação do sistema. Desta forma, será possível verificar a fluidez do encadeamento de processos e os impactos resultantes da participação dos diferentes perfis propostos para a BVMC (fabricante e/ou fornecedor, equipe técnica da BVMC, coordenador da BVMC e equipe de TI da BVMC). Nesse sentido, diversos parceiros do Laboratório participam nos primeiros testes, cujas avaliações iniciais demonstram que a BVMC, conforme proposta, é viável.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõem-se as seguintes ações:

- **Validar os Critérios de Sustentabilidade:** uma vez que a intenção da BVMC é apoiar o profissional na seleção de materiais, entende-se que é recomendável a organização de eventos para a discussão e validação dos critérios, contando com a participação de um grupo multidisciplinar. Nesses casos, é indicada a organização de *workshops* para a apresentação e discussão da relevância de cada critério, uma vez que as definições podem ocorrer de forma colaborativa até que os resultados sejam validados em um documento final.
- **Aprofundar o desenvolvimento do sistema de pontuação da ficha de avaliação:** é evidente que alguns critérios apresentam maior grau de impacto em termos ambientais, econômicos e/ou sociais e que esta heterogeneidade deve ser considerada no momento de avaliação do critério no contexto da Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS). Para que isto seja possível, entende-se que é necessário desenvolver um sistema de atribuição de pesos.

Nesse sentido, é necessário classificar os critérios cujos efeitos geram maior impacto e que, portanto, deverão ter maior representatividade na nota atribuída ao material. Para viabilizar esta etapa, entende-se que será necessária uma discussão coletiva realizada por um painel de especialistas.

- **Explorar a incorporação de linguagens computacionais na BVMC:** conforme abordado na revisão bibliográfica, existem pesquisas que estudam a utilização de métodos de tomada de decisão com base em multicritérios. Entende-se que a incorporação de linguagem de programação computacional poderá oferecer recursos adicionais para auxiliar no processo de tomada de decisão, principalmente nos casos de maior complexidade. É relevante destacar que a metodologia deve possibilitar identificar o material mais vantajoso, considerando o atendimento aos parâmetros do usuário e verificando a nota obtida pelo material em termos da AIS.
- **Avaliar a usabilidade das fichas:** é fundamental realizar uma avaliação pós-uso com o cliente final de forma a verificar aspectos funcionais, como a facilidade de leitura, a programação visual, além de aspectos relacionados à precisão, completude e qualidade das informações. A partir dos dados coletados, os ajustes pertinentes deverão ser realizados.

- **Aprimorar o Sistema de Classificação da Informação:** entende-se que é relevante aprimorar a proposta para incorporar codificações existentes em sistemas *MasterFormat* e Manual de Práticas de Obras Públicas – Práticas SEAP, considerando a utilização da biblioteca por agentes privados, nacionais e internacionais.

V. Referências bibliográficas

- ADDINGTON, M.; SCHODEK, D. L. **Smart materials and new technologies**: for the architecture and design professions. Oxford: Architectural Press, 2005.
- AFSARI, K.; EASTMAN, C. A Comparison of construction classification systems used for classifying building product models. In: 52nd ASC Annual International Conference. **Proceedings...** Provo: Associated Schools of Construction, 2016. Disponível em: <<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2016/paper/CPRT198002016.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. 3ª Ed. São Paulo: Blucher Série Sustentabilidade, 2011.
- AKADIRI, P. O.; OLOMOLAIYE, P. O. Development of sustainable assessment criteria for building materials selection. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 6, p. 666–687, 2012. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/09699981211277568>>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- AKADIRI, P. O.; OLOMOLAIYE, P. O.; CHINYIO, E. A. Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects. **Automation in Construction**, v. 30, p. 113–125, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512001719>>. Acesso em: 1 jun. 2017.
- ANDERSON, J.; SHIERS, D. E.; SINCLAIR, M. **The Green Guide to Specification: An Environmental Profiling System for Building Materials and Components**. 3rd. ed. New Jersey: Blackwell Science Ltd, 2009.
- ANTÓN, L. Á.; DÍAZ, J. Integration of Life Cycle Assessment in a BIM Environment. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 26–32, 1 jan. 2014. Disponível em: <http://2015.creative-construction-conference.com/wp-content/uploads/2015/01/CCC2014_L_Alvarez-Anton.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2015.
- ARCH MEDIA GROUP. **Types of construction specifications**. Disponível em: <<https://www.archtoolbox.com/representation/specifications/types-of-construction-specifications.html>>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- ASHBY, M. **Materials selection in mechanical design**. 3 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14041**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Definição de objetivo e escopo e análise de inventário. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnica, 2004.
- _____. **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017.
- _____. **NBR 12219**: Elaboração de caderno de encargos para execução de edificações. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 26000**: Diretrizes

sobre responsabilidade social. Rio de Janeiro, 2010.

BAKENS, W. Realizing the sector's potential for contributing to sustainable development. **UNEP Industry and Environment**, n. April – September, p. 9–12, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaiia/fulltext/realizing.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

BERGE, B. **The ecology of building materials**. 2nd Edition. Oxford: Architectural Press, 2009. doi:10.1016/B978-1-85617-537-1.00026-3

BERTALANFFY, L. VON. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 5ª ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

BISSOLI-DALVI, M. **ISMAS: a sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. 2014. 195 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño Universidad del Bío-Bío, Concepción, 2014. Disponível em: <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/tese_marcia-bissoli.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção**. 2004. 264f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2004.

BRE. **BES 6001 Responsible Sourcing of Construction Products: Framework Standard for Responsible Sourcing**. Watford: BRE Global, 2014.

BRE. **BREEAM International New Construction 2016: non domestic buildings**. Watford: BRE Global, 2016.

BRE; CAR; ECLIPSE. **Profiting from Sustainability: Managing Sustainable Construction**. London: BRE, 2002. Disponível em: <<http://www.carltd.com/sites/carwebsite/files/MaSC%20Managing%20Sustainable%20Companies.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS EN 15643-4: 2012. Sustainability of construction works: Assessment of buildings, Part 4: Framework for the assessment of economic performance**. London: BSI, 2012.

_____. **BS EM 8902: Responsible sourcing sector certification schemes for construction products – Specification**. London: BSI, 2009.

_____. **BS EN 15643-4: Sustainability of construction works — Assessment of buildings Part 4: Framework for the assessment of economic performance**. London: BSI, 2012.

BUENO, C. **Avaliação de ciclo de vida na construção civil: análise de sensibilidade**. 266 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-10112014-144911/publico/TeseCristianeBuenoFinal.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

BURKE, R. **Project management: planning and control techniques**. 4th ed ed. London: Wiley & Sons, 2003.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: metodologias e conceitos**. Gerência Nacional de Padronização de Normas Técnicas, 2017. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_versao_digital_3_Edicao.pdf>.

Acesso em: 16 set. 2017.

CALKINS, M. **Materials for sustainable sites: a complete guide to the evaluation, selection, and use of sustainable construction materials.** New Jersey: Wiley & Sons, 2009.

CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 207–225, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v12n1/v12n1a14.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CAVALCANTE, L. G. **Materiais construtivos, sustentabilidade e complexidade: a responsabilidade na especificação dos materiais.** 247 f. Dissertação (Mestre em Ciência Ambiental) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/sites/default/files/LIVIA_CAVALCANTE DISSERTACAO_ME STRADO%20%281%29.pdf>. Acesso em: 8 out. 2016.

CHAN, J. W. K.; TONG, T. K. L. Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach. **Materials & Design**, v. 28, n. 5, p. 1539–1546, 1 jan. 2007.

CHEN, Y.; OKUDAN, G. E.; RILEY, D. R. Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings. **Automation in Construction**, v. 19, n. 2, p. 235–244, 31 mar. 2010. doi.org/10.1016/j.autcon.2009.10.004.

CHINER, M. Planning of expert systems for materials selection. **Materials & Design**, v. 9, n. 4, p. 195–203, 1 jul. 1988. doi.org/10.1016/0261-3069(88)90031-3.

CHURCHER, D.; TSE, P. **Life cycle costing.** [s.l.] Building Services Research and Information Association, 2016. Disponível em: <<https://www.bsria.co.uk/download/product/?file=vYyl%2fLWRbuY%3d>>. Acesso em 10 mar. 2017.

CIB. **Agenda 21 on sustainable construction: CIB Report Publication 237,** Rotterdam, 1999. Disponível em: <<http://cic.vtt.fi/eco/cibw82/A21text.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

CIB; UNEP-IETC. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries.** CSIR Building and Construction Technology: [S.l.] 2002. Disponível em: <<http://www.unep.or.jp/ietc/Focus/Agenda 21 BOOK.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2018.

CINELLI, M.; COLES, S. R.; KIRWAN, K. Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 138–148, 1 nov. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X14002647>>. Acesso em: 11 set. 2017.

COELHO FILHO, O.; SACCARO JUNIOR, N. L.; LUEDEMANN, G. A avaliação de Ciclo de Vida como Ferramenta para a Formulação de Políticas Públicas no Brasil. **IPEA texto para discussão 2205.** Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6685/1/td_2205.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2017.

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA. **Sustainable Procurement Guide.** Canberra: Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, 2013. Disponível em: <<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/7b8df2bd-3bb9-49cc-b417->

5f2eb6e0ce37/files/sustainable-procurement-guide.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Critérios para responsabilidade social e ambiental na seleção de fornecedores**. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/selecaoDeFornecedores/>>. Acesso em: 7 mar. 2018.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **RESOLUÇÃO N° 51**, 2013. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2012/07/RES51-2013ATRIB-PRIVATIVAS20-RPO-1.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2018

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE. **The project resource manual: CSI manual of practice**. 5. ed. [s.l.] McGraw-Hill Education, 2005.

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE. **The CSI specifications practice guide**. London: Wiley & Sons, 2011.

CPIC. **Uniclass2 (Development Release) Classification Tables**. Disponível em: <<http://www.cpic.org.uk/uniclass2/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

CSI. **What is MasterFormat?** CSI, [s.d.]. Disponível em: <[https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/CSIRESOURCES/143a718d-6df6-484a-8a79-76d79635b741/UploadedImages/PDFs/2013-07-17 MasterFormat.ppt](https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/CSIRESOURCES/143a718d-6df6-484a-8a79-76d79635b741/UploadedImages/PDFs/2013-07-17%20MasterFormat.ppt)>. Acesso em: 11 dez. 2017.

CSI. **MasterFormat**. Disponível em: <<https://www.csiresources.org/practice/standards/masterformat>>. Acesso em: 24 mar. 2018a.

CSI. **MasterFormat: numbers & titles**. CSI & Construction Specifications Canada, 2016b.

CSILLAG, D. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos**. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-17012008-115248/publico/Diana_completo_revisada_FINAL.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2017.

DAVIS LANGDON. **Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: guidance on the use of the LCC methodology and its application in public procurement**. Report. [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5060/attachments/1/translations/en/renditions/native>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

DELANY, S. Classification, **NBS**, 31 jan. 2018. Disponível em: <<https://toolkit.thenbs.com/articles/classification>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

DEMKIN, J. A. **The architect's handbook of professional practice**. [s.l.] Wiley & Sons, 2001.

DING, G. K. C. Sustainable construction – The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, v. 86, n. 3, p. 451–464, 1 fev. 2008. doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.025.

FARAG, M. Quantitative Methods of Materials Selection. In: **Mechanical Engineers' Handbook: Materials and Mechanical Design**. 3 ed. ed. Oxford: Wiley & Sons, 2006. v. 1p. 466–488.

FERRARI, M. et al. **Guia de Compra Responsável: Gestão Estratégica e**

Mecanismos operacionais. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2015.

FLOREZ, L.; CASTRO-LACOUTURE, D. Optimization model for sustainable materials selection using objective and subjective factors. **Materials & Design**, v. 46, p. 310–321, 1 abr. 2013. doi.org/10.1016/j.matdes.2012.10.013.

FREUND, J.; SCHREPFER, M.; SUAREZ, G. N. **BPMN 2.0 Handbook: Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Management Notation**. Lighthouse Point: Workflow Management Coalition, 2011.

FROELICH, C. SUSTENTABILIDADE: DIMENSÕES E MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DE RESULTADOS. **DESENVOLVE: Revista de Gestão do Unilasalle**, v. 3, n. 2, p. 151–168, 2014.

GELDER, J. The principles of a classification system for BIM: Uniclass 2015. **Living and Learning: Research for a Better Built Environment: 49th International Conference of the Architectural Science Association**, p. 287–297, 2015.

GLASS, J. Responsible sourcing in construction products: can anything be learned from “fair trade” schemes? Corporate Responsibility Research Conference.

Proceedings...Leeds: 2011. Disponível em:

<http://www.crrconference.org/Previous_conferences/downloads/crrc2011glass.pdf>. Acesso em: 5 set. 2017.

GOVINDAN, K.; SHANKAR, K. M.; KANNAN, D. Sustainable material selection for construction industry – A hybrid multi criteria decision making approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 1274–1288, 1 mar. 2016. doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.100.

GRAFAKOS, S.; ENSEÑADO, E. M.; FLAMOS, A. Developing an integrated sustainability and resilience framework of indicators for the assessment of low-carbon energy technologies at the local level. **International Journal of Sustainable Energy**, v. 36, n. 10, p. 945–971, 26 nov. 2017. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14786451.2015.1130709?needAccess=true>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

HALLIDAY, S. **Sustainable construction**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2008.

HUBBARD, R. G.; O'BRIEN, A. **Introdução à economia**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. Brasília: Ibict : CNI, 2014. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/wp-content/uploads/2016/03/CartilhaDesenvolvimentoSustentavel.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2015.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **ISO 15686-1: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles and framework**. Geneva: ISO, 2011.

_____. **ISO 12006-2: Building construction — organization of information about construction works — Part 2: framework for classification of information**. Geneva: International Organization for Standardization, 2001.

_____. **ISO/TS 21929-1: Sustainability in building construction - sustainability**

indicators - Part 1: Framework for the development of indicators for buildings. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.

IRISH GREEN BUILDING COUNCIL. **Measuring the sustainability of our construction products and materials: a short overview**. Dublin, 2013. Disponível em: <<https://www.igbc.ie/wp-content/uploads/2014/12/Measuring-Sustainability-of-our-Construction-Materials.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

JAHAN, A. et al. Material screening and choosing methods – A review. **Materials & Design**, v. 31, n. 2, p. 696–705, 1 fev. 2010. doi.org/10.1016/j.matdes.2009.08.013.

JOHN, G.; CLEMENTS-CROOME, D.; JERONIMIDIS, G. Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world. **Building and Environment**, v. 40, n. 3, p. 319–328, 1 mar. 2005. /doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.05.011.

JOHN, V.; OLIVEIRA, D.; LIMA, J. **Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais**. São Paulo: Habitação mais Sustentável, 2007. Disponível em: <<http://carbonok.com.br/Downloads/HabitacaomaisSustentavel-D2-4-selecao-materiais.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

KARAKOÇ, A. A Brief Review on Sustainability Criteria for Building Materials. **Juniper Online Journal Material Science**, v. 2, n. 1, 2017.

KELLY, J.; HUNTER, K. **Life cycle costing of sustainable design: RICS research report**. London: RICS. Disponível em: <https://www.isurv.com/downloads/file/2504/rics_life_cycle_costing_of_sustainable_design>. Acesso em: 30 mai. 2017.

KIBERT, C. J. **Sustainable construction: green building design and delivery**. 3rd. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.

KIM, J.; RIGDON, B. **Sustainable architecture module: qualities, use and examples of sustainable building materials**. National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1998. Disponível em: <<http://infohouse.p2ric.org/ref/26/25792.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2018.

KIM, J.; KIM, S.; TANG, L. Case Study on the Determination of Building Materials Using a Support Vector Machine. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 28, n. 2, p. 315–326, mar. 2014. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29CP.1943-5487.0000259>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

KOWALTOWSKI, D. et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr./jun., 2006. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT03032010115338.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: successful sustainable design with building information modeling**. Indiana: Wiley Publishing, 2008.

LOBO, A.; LOBO, F.; SANTOS, D. **Ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental em edificações hospitalares na região metropolitana de Curitiba**. Anais do ENTAC XIII. **Anais...2010**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/705.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MIRSAEEDIE, L.; ZABIHI, H.; HABIB, F. Sustainability assessment criteria for

building systems in Iran. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 11, n. 10, p. 1346–1351, 2012. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.662.7398&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

NATIONAL COUNCIL OF ARCHITECTURAL REGISTRATION BOARDS. Material selection & specification. In: **Emerging Professionals Companion**. [s.l.] American Institute of Architects, 2013. p. 292–322. Disponível em: <http://aiad8.prod.acquia-sites.com/sites/default/files/2017-03/EPC_Materials_Selection_2G.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2017.

OGUNKAH, I. **Rethinking low-cost green building material selection process in the design of low-impact green housing developments**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://westminsterresearch.wmin.ac.uk/16047/1/Ogunkah_Ibuchim_thesis.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.

OGUNKAH, I.; YANG, J. Analysis of Factors Affecting the Selection of Low-Cost Green Building Materials in Housing Construction. **International Journal of Sciences**, v. 2, p. 41–75, 2 set. 2013. Disponível em: <<https://www.ijsciences.com/pub/?download=V220130934>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

OLIVEIRA, J.; SPOSTO, R.; BLUMENSCHNEIN, R. Ferramenta para avaliação da sustentabilidade ambiental na fase de execução de edifícios no Distrito Federal. **Revista GEPROS**, v. 0, n. 2, p. 11, 2012. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/527/421>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

OLIVEIRA, L. S. **Avaliação do ciclo de vida de blocos de concreto do mercado brasileiro: alvenaria e pavimentação**. 155 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13072016-152611/publico/LidianeSantanaOliveira2015.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

OMNICLASS. **Omniclass**: table 23 – products. OCCS Development Committee Secretariat, 2012.

OMNICLASS. **About Omniclass**. Disponível em: <<http://www.omniclass.org/about/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

PEARCE, A.; HASTAK, M.; VANEGAS, J. A Decision Support System for Construction Materials Selection using Sustainability as a Criterion. **Proceedings of the NCSBCS Conference on Building Cods and Standards**, v. November 1, n. Albuquerque, NM, 1995. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/arqs/20090520034957-T6-decision%20suport%20system%20.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2017.

PLOWRIGHT, P. **Revealing Architectural Design: Methods, Frameworks & Tools**. Oxon: Routledge, 2014.

POLLIO, V. **Tratado de arquitetura**. São Paulo: Martins (Coleção Todas as Artes), 2007.

POVEDA, C.; LIPSETT, M. A Review of Sustainability Assessment and Sustainability/Environmental Rating Systems and Credit Weighting Tools. **Journal of Sustainable Development**, v. 4, n. 6, p. 36, 21 nov. 2011. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/285030937_A_review_of_sustainability_assessment_and_sustainabilityenvironmental_rating_systems_and_credit_weighting_tools>. Acesso em: 25 fev. 2018.

RAHMAN, S. et al. Product-cost modelling approach for the development of a decision support system for optimal roofing material selection. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 8, p. 6857–6871, 15 jun. 2012. Disponível em: <<http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/5774.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

RAMALHETE, P.; SENOS, A.; AGUIAR, C. Digital tools for material selection in product design. **Materials & Design (1980-2015)**, v. 31, n. 5, p. 2275–2287, 1 maio 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306909007031>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

RAO, R. V.; DAVIM, J. P. A decision-making framework model for material selection using a combined multiple attribute decision-making method. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 35, n. 7–8, p. 751–760, 8 jan. 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-006-0752-7>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

ROTMANS, J. Integrated assessment: a two-track approach. **The Integrated Assessment Journal**, Vol. 6, Iss. 4 (2006), Pp. 35–57. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.6700&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

ROUSSEAU, D. Materials. In: BERNHEIM, A.; REED, W. (Eds.). **Sustainable building technical manual Green building design, construction, and operations**. 1. ed. Washington D.C.: Public Technology Inc., U.S. Green Building Council, 1996. p. 99–114.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SALEEB, N.; MARZOUK, M.; ATTEYA, U. A comparative suitability study between classification systems for BIM in heritage. **Int. J. Sus. Dev. Plann**, v. 13, n. 1, p. 130–138, 2018. Disponível em: <<https://www.witpress.com/Secure/ejournals/papers/SDP130112f.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

SAMARASINGHE, D. A. S. **Building Materials Supply Chains: An Evaluative Study of the New Zealand Residential Construction**. [s.l.] Auckland University of Technology, 2014. Disponível em: <<https://aut.researchgateway.ac.nz/bitstream/handle/10292/7428/SamarasingheDAS.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

SAN-JOSÉ, J. T. et al. A proposal for environmental indicators towards industrial building sustainable assessment. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 14, n. 2, p. 160–173, 24 abr. 2007. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504500709469716>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SARTORI, S.; LATRONICO, F.; CAMPOS, L. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambient. soc. [online]**, v. 17, n. 1, p. 01–22, 2014. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n1/v17n1a02.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO E PATRIMÔNIO. **Manual de obras públicas - práticas da SEAP**. [s.l.] Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio, 2000.

SILVA, V. G. DA. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. G. DA; SILVA, M. G. DA. Seleção de materiais e edifícios de alto desempenho ambiental. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Eds.). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 129–151.

SIMONEN, K. et al. **Embodied Carbon Benchmark Study: LCA for Low Carbon Construction**. Washington: The Carbon Leadership Forum; Department of Architecture University of Washington, 2017. Disponível em: <<https://digital.lib.washington.edu/researchworks/bitstream/handle/1773/38017/CLF%20Embodied%20Carbon%20Benchmark%20Study.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

SOARES, S.; SOUZA, D.; PEREIRA, S. A avaliação do Ciclo de Vida no Contexto da Construção Civil. In: SATTLER, M. A.; RUTTKAY, P. O. (Eds.). **Construção e Meio Ambiente**. Coleção Ha ed. Porto Alegre: ANTAC, 2006. p. 97–127. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/arquivosconteudo/ct_7_cap4.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2017.

SOUZA, M.; GARCIA, R. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desdobramentos e desafios do pós-relatório Brundtland. In: SOUZA, M. C. DA S. A. DE; ARMADA, C. A. (Eds.). **Sustentabilidade meio ambiente e sociedade: reflexões e perspectivas, volume II**. 1ª Edição ed. Florianópolis - SC: Empório do Direito, 2016. p. 8–18. Disponível em: <<http://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2437>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

SPIEGEL, R.; MEADOWS, D. **Green building materials: A guide to product selection and specification**. 2nd Ed. New Jersey: Wiley & Sons, 2006.

TAKANO, A. et al. The effect of material selection on life cycle energy balance: A case study on a hypothetical building model in Finland. **Building and Environment**, v. 89, p. 192–202, 1 jul. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315000979>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

TAKANO, A.; HUGHES, M.; WINTER, S. A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context. **Building and Environment**, v. 82, p. 526–535, 1 dez. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132314003187>>. Acesso em: 9 fev. 2017.

THORMARK, C. The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building. **Building and Environment**, v. 41, n. 8, p. 1019–1026, 1 ago. 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305001605>>. Acesso em: 9 fev. 2017.

- TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A sustentabilidade dos materiais de construção**. 2ª ed. Braga, Portugal: Universidade do Minho. TecMinho, 2010.
- TRUSTY, W. Sustainable Building: a Materials Perspective. **Canada Mortgage and Housing Corporation Continuing Education Series for Architects**, p. 21, 2003a. Disponível em: <<http://www.areforum.org/up/Mechanical%20and%20Electrical/Sustainable-Building-A-Materials-Perspective.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2017.
- TRUSTY, W. B. **Understanding the Green Building Toolkit: Picking the Right Tool for the Job**. USGBC Greenbuild Conference & Expo. **Anais...Pittsburgh: 2003b** Disponível em: <https://www.usgbc.org/Docs/Archive/MediaArchive/210_Trusty_PA743.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.
- VAN KESTEREN, I. **Selecting materials in product design**. [s.l.] Delft, 2008. Disponível em: <<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A23ad12d6-f7a3-485b-be42-797256b9e5bc>>. Acesso em: 8 nov. 2017
- VAN KESTEREN, I. A User-centred Materials Selection Approach for Product Designers. **METU JOURNAL OF THE FACULTY OF ARCHITECTURE**, v. 27, n. 2, p. 321–338, 2010. Disponível em: <http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/2010/cilt27/sayi_2/321-338.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017
- WAHLSTRÖM, M. et al. **Environmentally Sustainable Construction Products and Materials – Assessment of release and emissions**. Oslo: [s.n.]. Disponível em: <http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:132879/datastreams/file_d503f69d-6760-4259-9e95-6f94cf80e513/content>. Acesso em: 29 ago. 2016.
- WASTIELS, L.; WOUTERS, I. **Material Considerations in Architectural Design: A Study of the Aspects Identified by Architects for Selecting Materials**. Undisciplined! Design Research Society Conference 2008. **Anais...Sheffield, UK: Sheffield Hallam University**, 6 ago. 2009. Disponível em: <<http://shura.shu.ac.uk/511/>>. Acesso em: 9 fev. 2017
- WEAVER, P.; ROTMANS, J. Integrated sustainability assessment: what is it, why do it and how? **Int. J. Innovation and Sustainable Development**, v. 1, n. 4, p. 284–303, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247834958_Integrated_sustainability_assessment_What_is_it_why_do_it_and_how>. Acesso em: 25 fev. 2017.
- YANG, J.; OGUNKAH, C. B. A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components. **Journal of Building Construction and Planning Research**, v. 1, p. 89–130, 2013. Disponível em: <https://file.scirp.org/pdf/JBCPR_2013120917142948.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.
- ZHANG, H. et al. Green material selection for sustainability: A hybrid MCDM approach. **PLOS ONE**, v. 12, n. 5, p. e0177578, 12 maio 2017. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0177578>>. Acesso em: 1 jun. 2017.
- ZHOU, C.; YIN, G.; HU, X. Multi-objective optimization of material selection for sustainable products: Artificial neural networks and genetic algorithm approach. **Materials & Design**, v. 30, n. 4, p. 1209–1215, 1 abr. 2009. Disponível em:

<http://www.proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Material_de_referencia/Multi-objective%20optimization%20of%20material%20selection%20for%20sustainable%20products.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

APÊNDICE A – FLUXOS DE PROCESSO DA BVMC

Figura 0.1 – Fluxo de elaboração das fichas de cadastramento

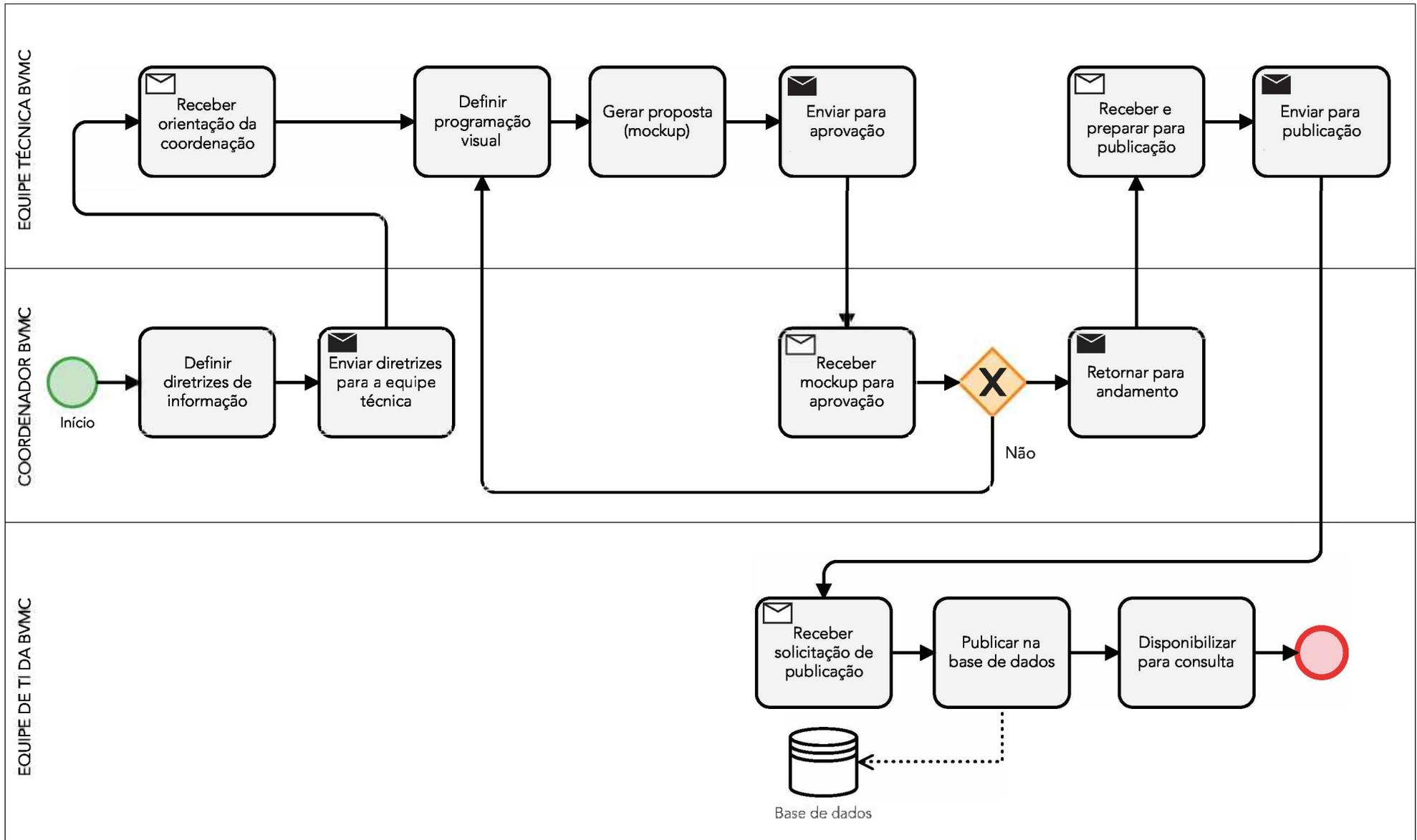


Figura 0.2 – Fluxo de definição dos critérios para a Avaliação Integrada de Sustentabilidade

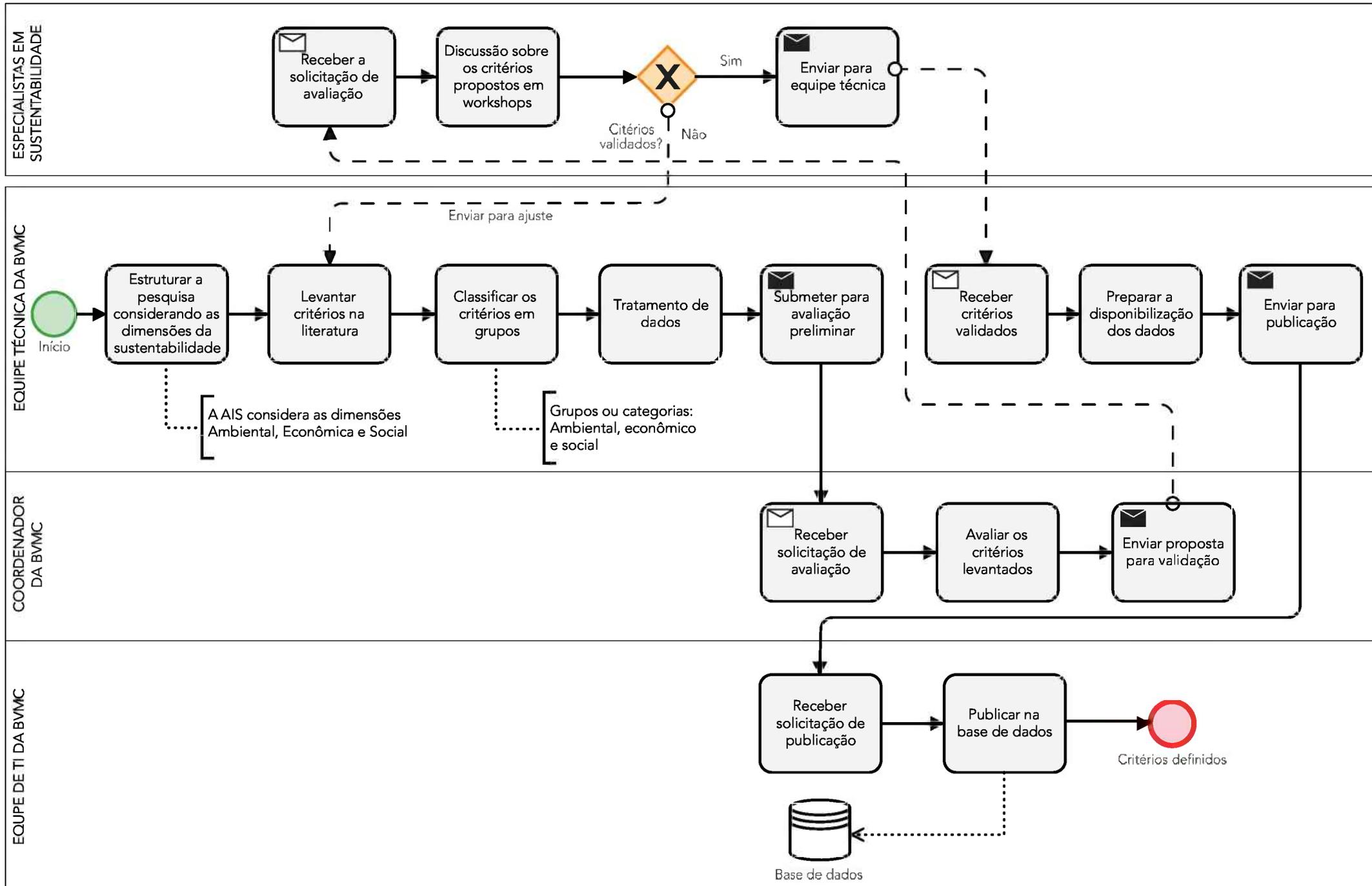


Figura 0.3 – Fluxo de atribuição de pontuação

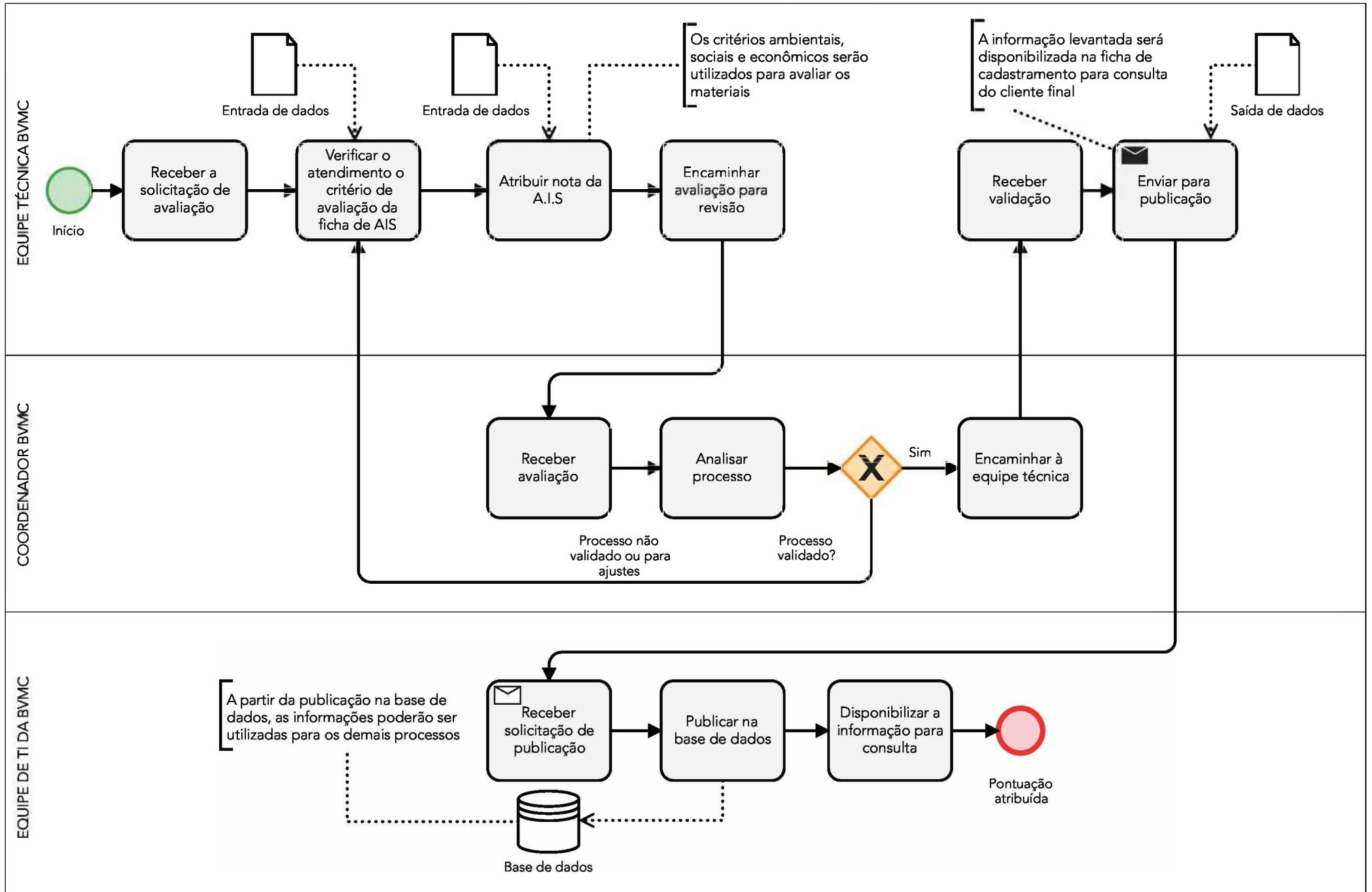


Figura 0.4 – Fluxo de definição do sistema de classificação da informação

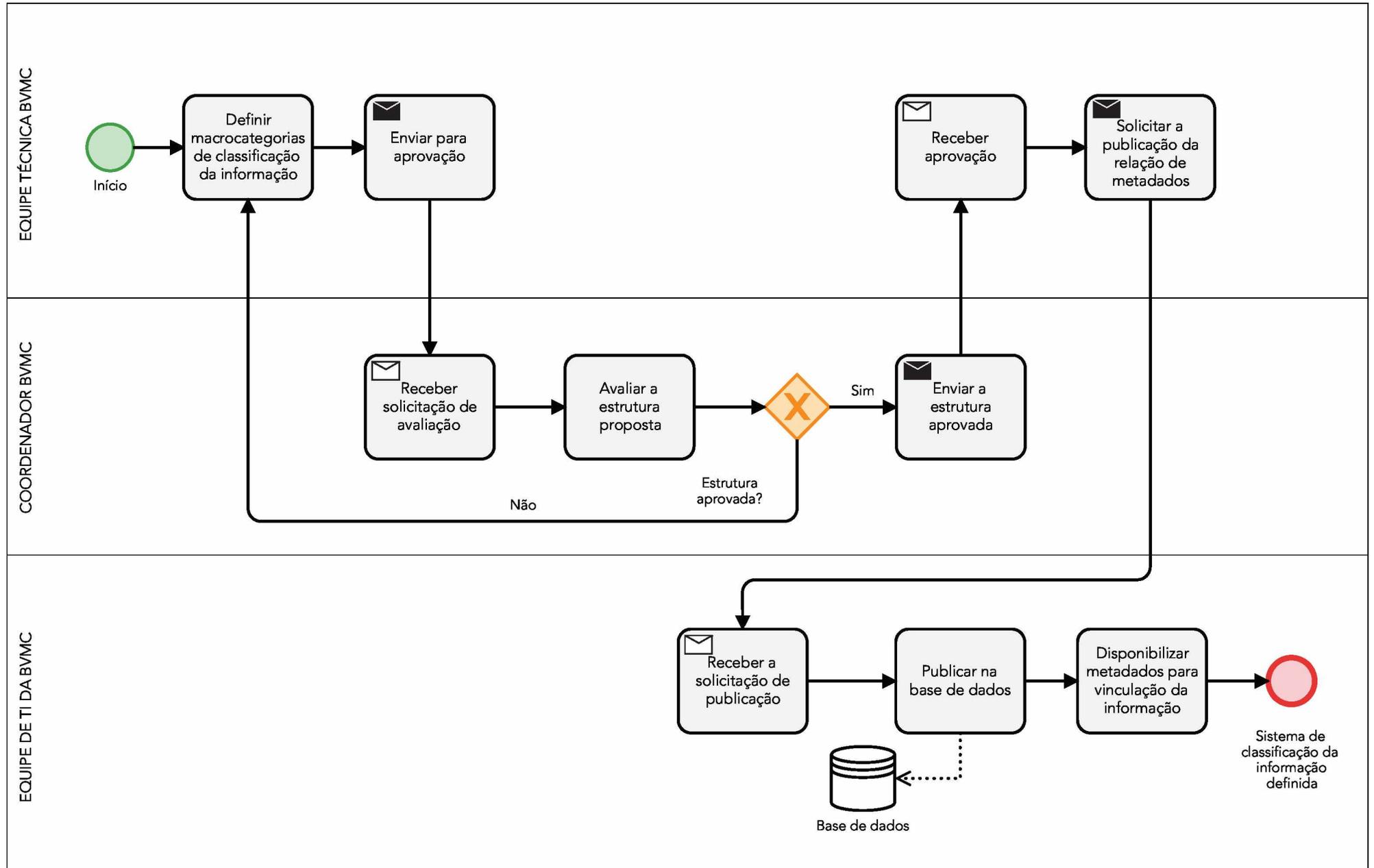


Figura 0.5 – Fluxo de alimentação das fichas de consulta dos materiais

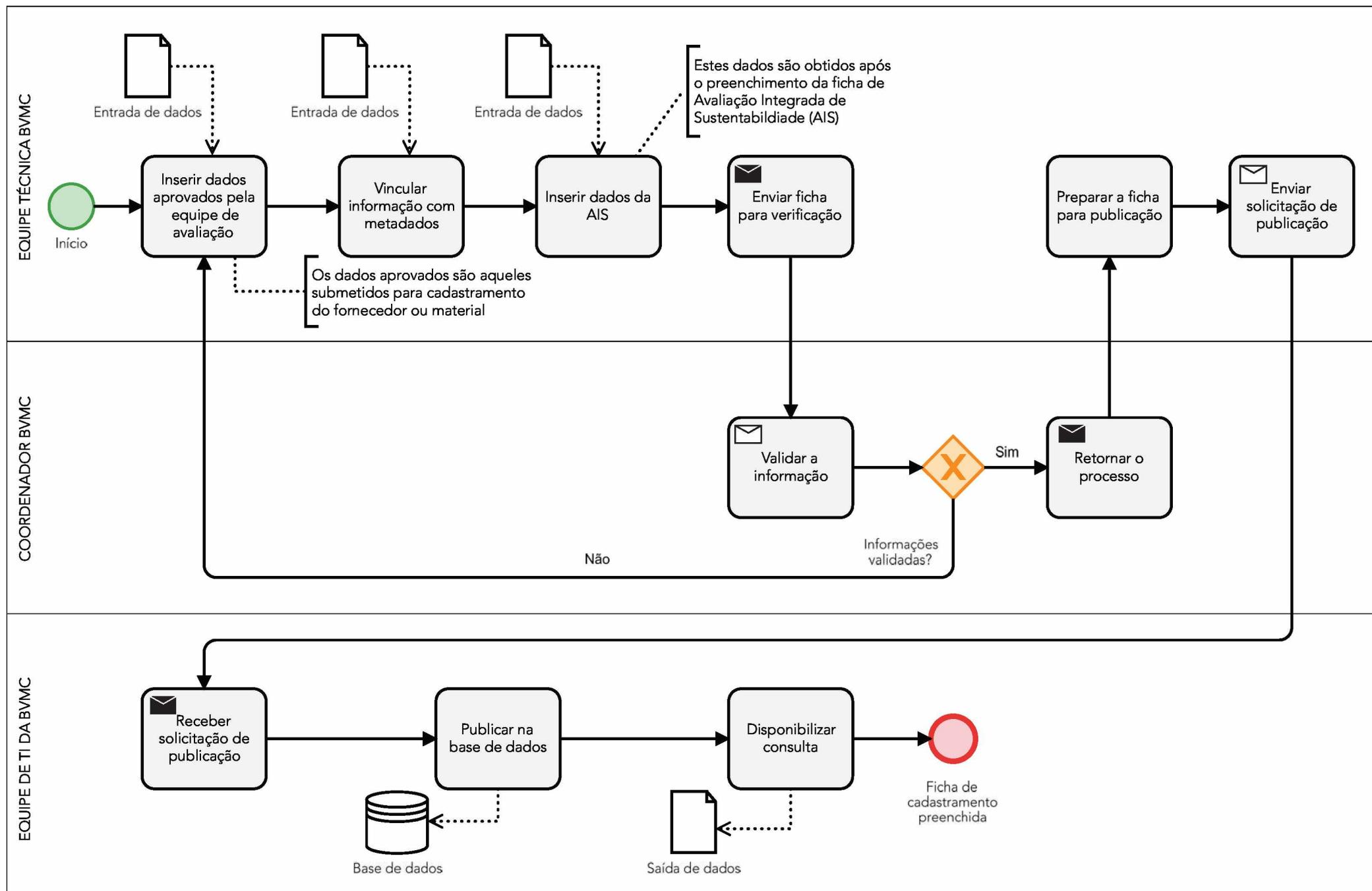


Figura 0.6 – Fluxo de cadastramento de novo fabricante ou fornecedor

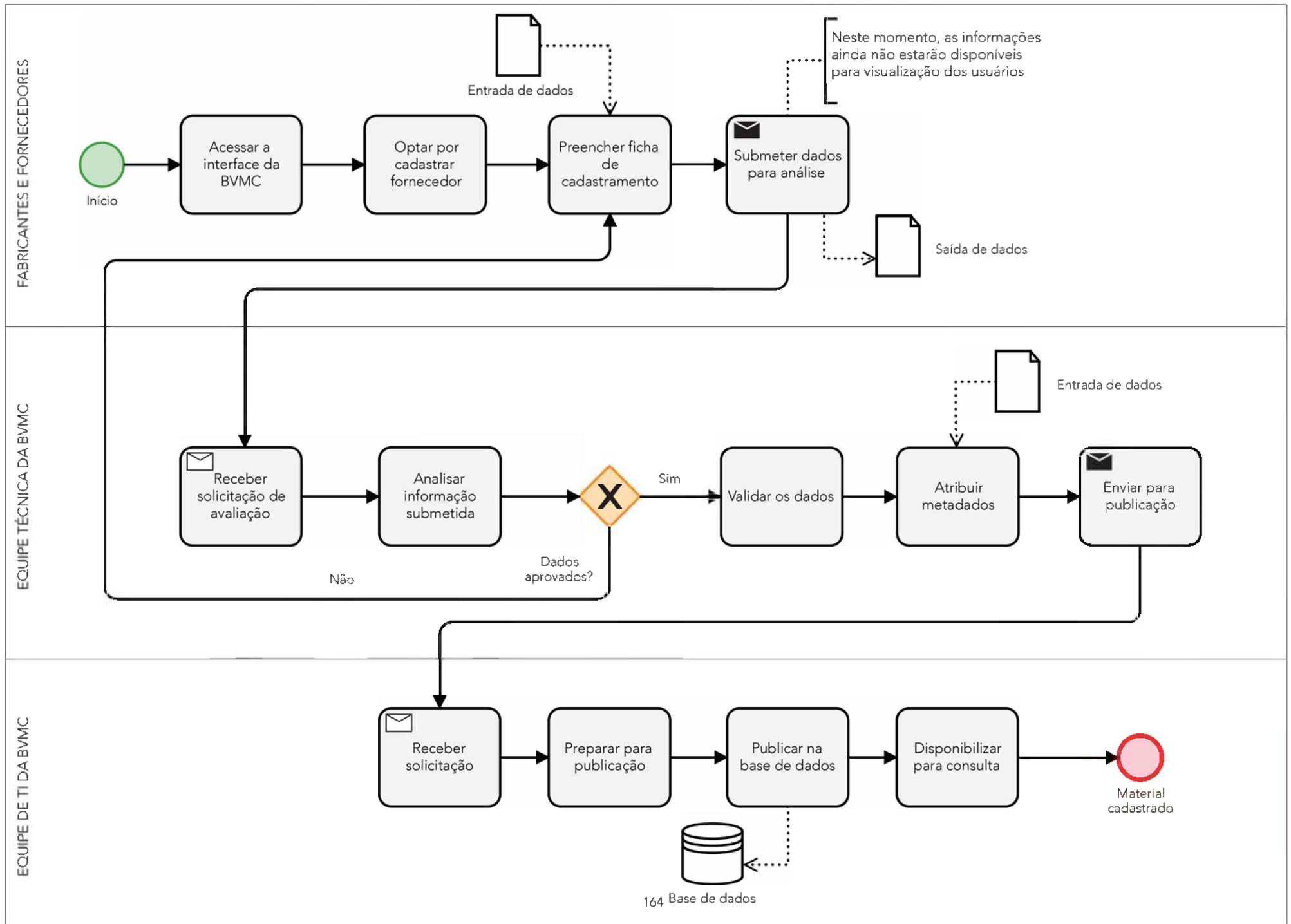


Figura 0.7 – Fluxo de cadastramento de novo material

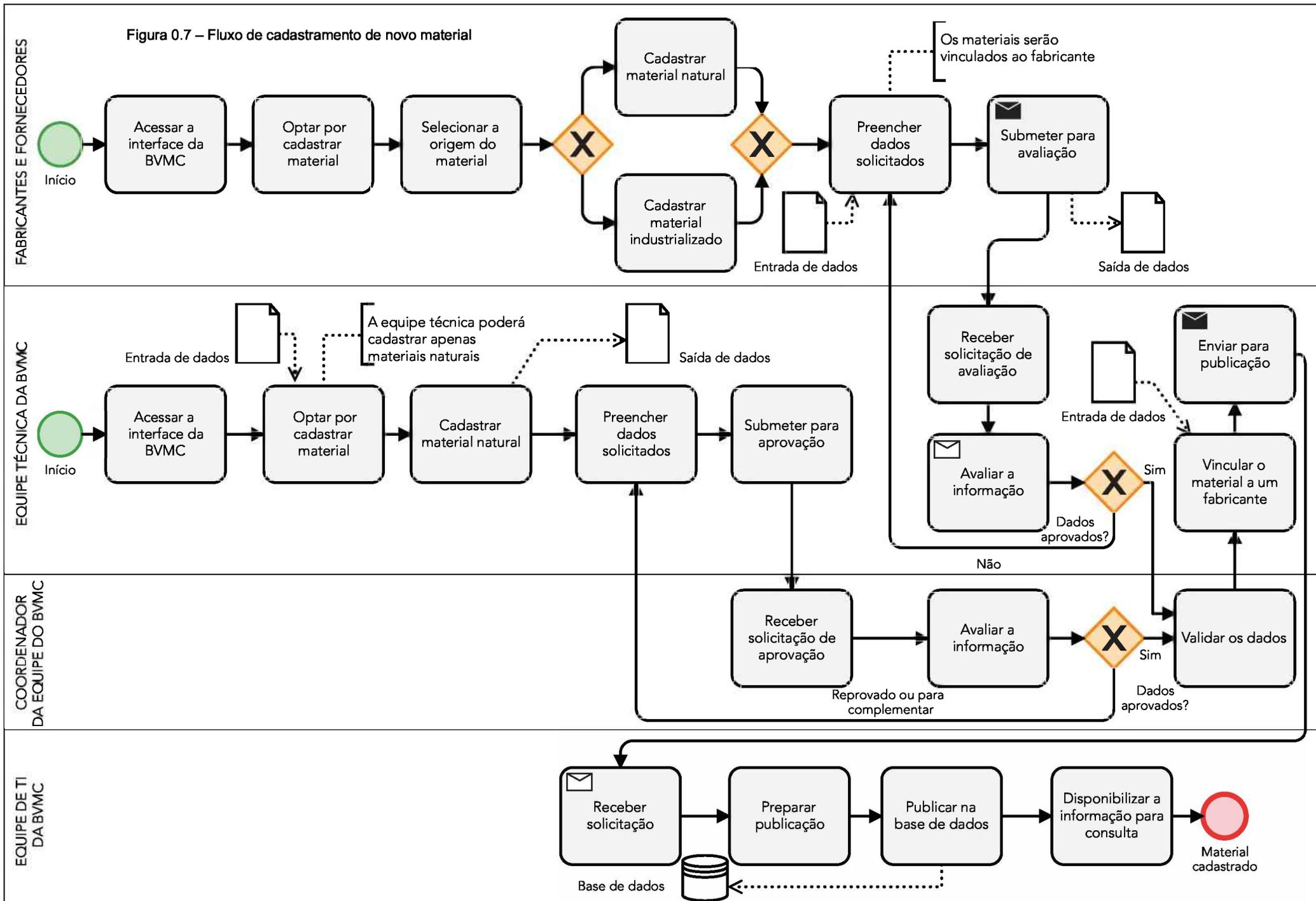


Figura 0.8 – Fluxo de pesquisa na Biblioteca Virtual de Materiais de Construção

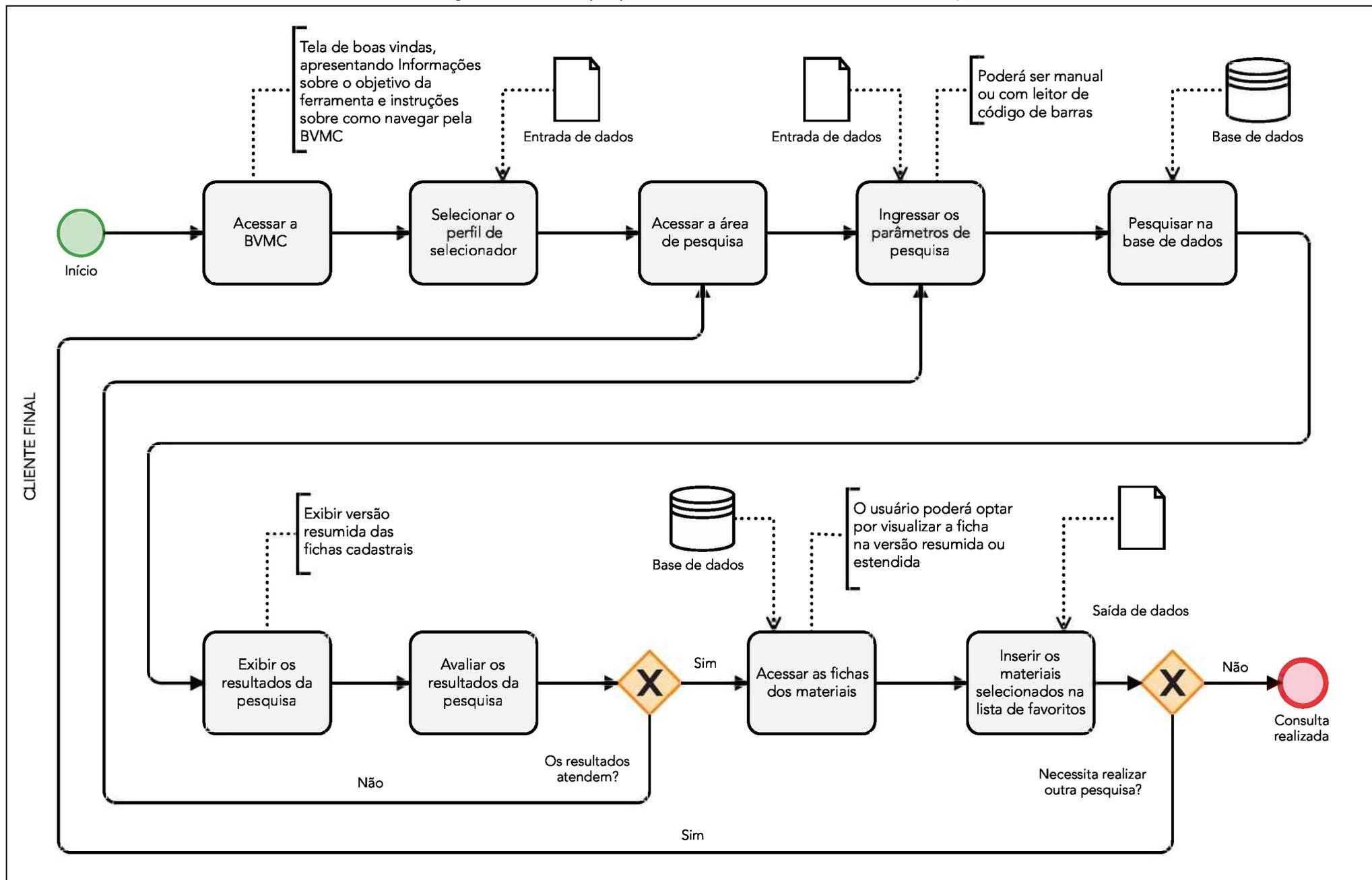


Figura 0.9 – Fluxo de seleção de materiais na BVMC

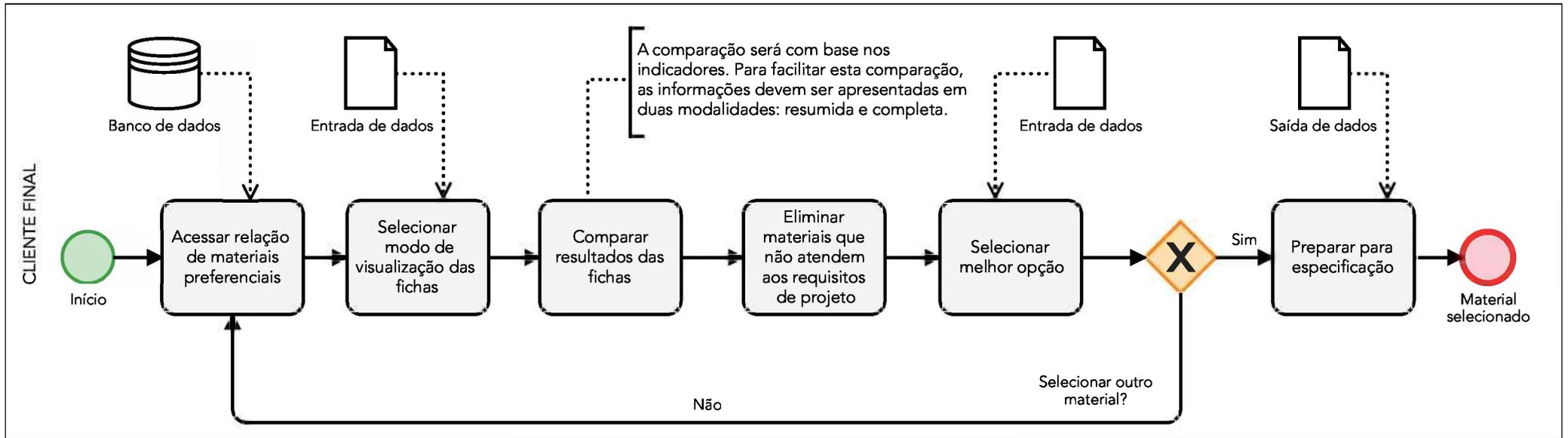


Figura 0.10 – Fluxo de especificação de materiais na BVMC

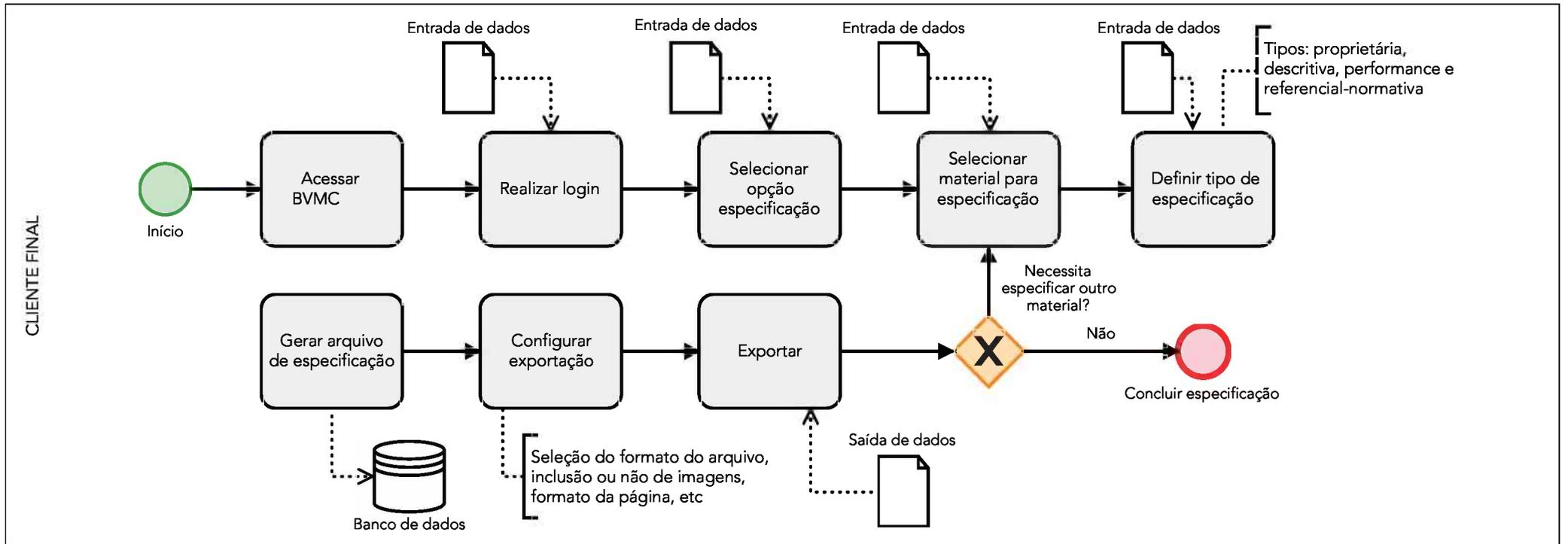
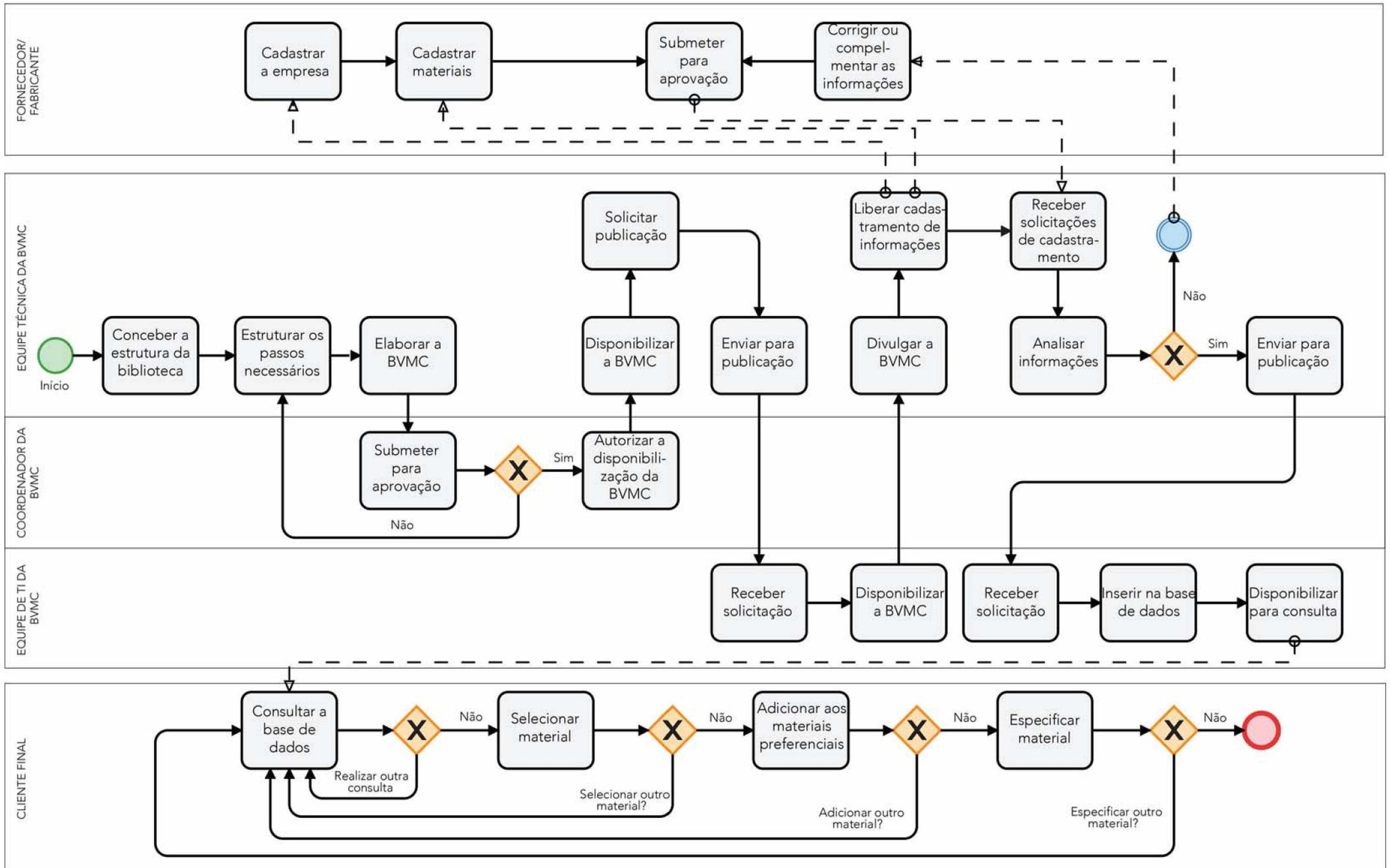


Figura 0.11 – Fluxo resumido de concepção e funcionamento da BVMC



APÊNDICE B – FICHA DE AIS

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Toxicidade dos materiais	As edificações devem oferecer condições salubres de uso e ocupação a todos os usuários. A toxicidade dos materiais está relacionada à emissão de substâncias tóxicas, resultantes de suas propriedades físicas e dos processos de fabricação e/ou instalação na obra, que podem causar problemas de saúde nos trabalhadores e usuários das edificações (AGOPYAN & JOHN, 2011). É importante considerar, por exemplo, os efeitos dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV), os níveis de emissões radioativas máximas, os efeitos do gás radônio, os efeitos carcinogênicos do amianto, etc. Também é importante considerar os efeitos tóxicos dos materiais quando queimados, pois podem emitir substâncias tóxicas, como é o caso das dioxinas (TORGAL & JALALI, 2010). Obs.: Esta questão também é abordada na avaliação da Dimensão Social.	<p>Priorizar os materiais e sistemas construtivos que apresentam menor emissão de substâncias tóxicas nocivas à saúde das pessoas nos ambientes de longa permanência;</p> <p>Eliminar o uso de materiais que possuam toxinas bioacumulativas;</p> <p>Evitar o uso de materiais que utilizem substâncias químicas altamente nocivas em seu processo de fabricação.</p>	O produto gera emissões tóxicas que impactam negativamente no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas?		<p>Análise das matérias-primas utilizadas na fabricação do produto, conforme apresentado pelo fabricante.</p> <p>Avaliação do desempenho do material em termos de emissão de substâncias tóxicas, conforme resultados de ensaios laboratoriais, indicando, por exemplo, os teores de COV em g/m² ou g/L, os níveis de concentração máxima de radioatividade (Bq/kg). No caso de materiais que emitam gás radônio, informar a concentração, considerando Bq/m³</p> <p>Apresentar resultados de ensaios laboratoriais de combustão do material/ produto.</p>					Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Otimização de recurso naturais	Entre 50 a 95% dos materiais extraídos da natureza retornam como resíduos em um período de 12 meses (AGOPYAN & JOHN, 2011; KIBERT, 2008). É importante que os materiais sejam cuidadosamente selecionados de modo a otimizar o emprego dos recursos naturais, compatibilizando a matéria-prima com a função que o material ou produto desempenhará na construção. É necessário evitar que um material nobre, escasso ou de baixa renovação seja utilizado em situações em que as exigências de projeto podem ser atendidas por um material menos nobre (BERGE, 2009).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos que permitam compatibilizar a exigência de projeto e a seleção/ especificação com o recurso natural; Priorizar materiais abundantes, renováveis e que possuam alternativas de fornecimento.	A qualidade dos materiais/ sistemas construtivos selecionados é compatível com a exigência do projeto, de forma a otimizar a utilização de recursos naturais?		Verificação da compatibilidade das propriedades físico-químicas requeridas em projeto (VUP) com as propriedades do material/ sistema construtivo selecionado.					Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Potencial de reciclagem	Os recursos naturais são finitos. Portanto, as matérias-primas, utilizadas na fabricação de materiais e produtos de construção, devem ter seu uso maximizado por meio da reciclagem. Esse processo pode ser entendido como o conjunto de ações necessárias para transformar materiais já manufaturados em matéria-prima capaz de ser utilizada para fabricação de novos produtos. Assim, a utilização sustentável dos recursos naturais implica em considerar o potencial de reciclagem de materiais e/ou sistemas construtivos como um requisito básico do processo de seleção e especificação de materiais de construção (WAHLSTROM ET AL, 2014). Nesse sentido, materiais que podem ser reciclados normalmente são preferíveis em relação àqueles que não têm essa possibilidade (BERGE, 2009).	Priorizar a seleção de materiais e sistemas construtivos que possam ser reciclados, visando ao fechamento do ciclo.	O material selecionado/ especificado pode ser reciclado?		Apresentar a relação das matérias-primas utilizadas para fabricar o material; Indicar a classificação do material ou sistema construtivo de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002; Apresentar a descrição do processo de reciclagem indicado por especialista na área e a relação das empresas que detenham a tecnologia/ equipamentos necessários para reciclar o produto.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pts.	Parcial 0.50 pts.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Energia incorporada	A energia incorporada é a energia necessária para viabilizar os processos de extração da matéria-prima do meio natural, a produção do bem, o transporte e o processo de instalação no canteiro de obras (HALLIDAY, 2008; BERGE, 2009; TORGAL, JALALI, 2010). A energia associada à manufatura depende da especificidade de cada processo produtivo, além do sistema de transporte utilizado que pode variar segundo a região ou país em que a obra é executada. (TORGAL, JALALI, 2010; AGOPYAN & JOHN, 2011).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos com baixos fatores de energia incorporada (FEI), utilizando materiais locais e preferencialmente fabricados a partir de fontes de energia renovável ou que não utilizem combustível fóssil	O material selecionado/ especificado apresenta um baixo fator de energia incorporada (FEI) em relação a materiais alternativos que podem ser utilizados para desempenhar a mesma função?		Desempenho do material em termos de Energia Incorporada (FEI), utilizando dados levantados pelo fabricante, em relação a benchmarks de coeficientes medidos em MJ/m ² ou MJ/m ³ . Os dados apresentados devem considerar apenas a EI referente às etapas do ciclo de vida do berço ao portão; Contribuição do material (%) na Energia Incorporada do projeto/ edificação, considerando como valor de referência < 500 kg CO ₂ eq/m ² (SIMONEN et al., 2017).					Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)
Durabilidade	A durabilidade de produtos ou componentes pode ser estimada a partir de dados históricos de desempenho do produto ou de ensaios de envelhecimento acelerado, sendo denominada Vida Útil estimada. A Vida Útil é uma medida temporal da durabilidade de subsistemas, elementos e componentes da edificação, que considera o período de tempo compreendido entre o início do uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências pré-estabelecidas do usuário (ABNT NBR 15575-1:2013).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais que sejam mais duráveis, permitindo a otimização das matérias-primas extraídas da natureza	O material selecionado/ especificado atende à Vida Útil de Projeto (VUP), conforme a NBR 15575?		Enquadramento na VUP definida pela NBR 15575.					Simples ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Materiais locais	<p>Na maioria dos casos, o local de extração, produção e aplicação dos materiais e sistemas construtivos não é o mesmo, sendo, portanto, necessário recorrer a sistemas de transporte.</p> <p>Todo modal de transporte gera impactos ambientais negativos que podem variar significativamente segundo o perfil da infraestrutura dos países onde os produtos são utilizados. Influenciam diretamente no impacto negativo: o tipo de combustível queimado, a distância percorrida e a massa do material ou sistema construtivo transportado.</p>	<p>Priorizar a seleção/ especificação de materiais produzidos localmente que minimizem a distância entre os pontos de extração da matéria-prima, da fábrica e do canteiro de obras;</p> <p>Priorizar materiais de menor massa, que minimizam a demanda por sistemas de transporte robustos e mais poluentes.</p>	<p>O material selecionado/ especificado demanda ser transportado por distâncias superiores a 800 km entre a fábrica e o canteiro de obras?</p>		<p>Informar o(s) modal(ais) de transporte;</p> <p>Informar a distância entre a fábrica e o canteiro de obras;</p> <p>Informar a quantidade de material/ produto transportado (m³) e o volume máximo do modal de transporte;</p> <p>Informar a relação entre a energia incorporada no material e a energia relacionada ao transporte.</p>					<p>Simples ETAPA I (Prazo: até 2 anos)</p>
Geração de resíduos	<p>Ao longo do seu ciclo de vida, os materiais e sistemas construtivos são responsáveis pela geração de resíduos que impactam negativamente no meio ambiente e que devem ser considerados no momento da seleção e especificação. Todo material tem um índice de perda que descreve a quantidade de resíduo gerado durante as etapas de produção, transporte, estocagem e instalação do material ou produto no canteiro de obras (BERGE 2009).</p>	<p>Priorizar a seleção/ especificação de materiais que apresentam baixos índices de perda de modo a reduzir a produção de resíduos de construção.</p>	<p>O percentual/ índice de perda do material selecionado/ especificado indica que contribui para a geração de resíduos?</p>		<p>Avaliação do desempenho do material em termos de percentual de perdas/ resíduos gerados em relação à massa necessária para a UF (1m²) e sua comparação com o <i>benchmark</i> de referência do mercado (10%).</p>					<p>Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)</p>

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Matéria-prima renovável	<p>As matérias-primas renováveis são aquelas cujos ciclos de plantio e colheita duram menos de dez anos e que possibilitam sua reposição em um ritmo que seja superior ao consumo da matéria-prima. Contudo, para que isso seja possível, é importante que certas condições de produção sejam mantidas (BERGE, 2009). A utilização de materiais de construção de origem renovável na Indústria da Construção é considerada, em termos gerais, como uma opção indispensável para que esta indústria possa se tornar mais sustentável, principalmente no contexto atual, em que muitos materiais e componentes consumidos pela cadeia possuem alternativas renováveis (Ibid., 2009; TORGAL E JALALI, 2010). A exploração de fontes renováveis implica na ruptura de paradigmas de modo a incorporar a utilização de materiais biológicos, <i>biomateriais</i> e outros materiais naturais ou de base natural (HALLIDAY, 2008).</p>	<p>Priorizar a seleção/especificação de materiais cujas matérias-primas provenham de fontes renováveis</p>	<p>O material selecionado/especificado utiliza matéria-prima proveniente de fonte renovável?</p>		<p>Laudo técnico que contenha informação a respeito das matérias-primas utilizadas na composição do material selecionado e sua origem.</p>					<p>Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)</p>

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Desconstrução para o reuso	A desconstrução é o termo usado para classificar o processo de desmontagem e salvamento de materiais de um edifício ou canteiro de obras, contrapondo-se à demolição, em que materiais e produtos são destruídos e transportados para um aterro sanitário. Com esta prática, incentiva-se o reuso de materiais, que consiste na utilização de produtos em uma função distinta daquela proposta originalmente para o insumo, reduzindo a demanda por matéria-prima virgem (CALKINS, 2009)	Priorizar a utilização de materiais e sistemas construtivos que possibilitem o reuso ou desconstrução de suas partes, quando aplicável.	O material selecionado/ especificado possibilita ser removido da obra e reutilizado em sua totalidade?		Apresentação das especificações das uniões físicas ou mecânicas das partes que compõem o material/ sistema construtivo, além dos métodos de fixação requeridos para o acoplamento do material/ sistema construtivo na obra de forma a comprovar a viabilidade técnica de dissociar os componentes da edificação.					Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)
Emissão de CO₂	Os processos industriais consomem grandes quantidades de recursos, cujos fluxos de <i>output</i> contabilizam 80% em massa de todos os resíduos industriais na forma de CO ₂ . Desta forma, para todos os materiais de construção é possível contabilizar a quantidade de CO ₂ emitido durante os processos do ciclo de vida do material (CALKINS, 2009).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos que apresentam baixos fatores de emissão de CO ₂ (FECO ₂).	O material selecionado/ especificado apresenta um baixo fator de emissão de CO ₂ (FECO ₂) em relação a materiais alternativos que podem ser utilizados para desempenhar a mesma função?		Avaliação do desempenho do material em termos de emissão de CO ₂ com <i>benchmark</i> de coeficientes de emissão de CO ₂ (FECO ₂) em kgCO ₂ /m ² . Consultar o <i>Carbon Leadership Forum</i> , desenvolvido pela Universidade de Washington, para valores de referência. http://www.carbonleadershipforum.org/data-visualization/					Médio ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Requisitos de manutenção	A manutenção pode ser entendida como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, para atender às necessidades e para garantir a segurança dos seus usuários (NBR 5674:1999). Estas ações são fundamentais para garantir a durabilidade dos materiais e componentes empregados nas edificações, consistindo, ao mesmo tempo, em uma ação fundamental para a gestão dos recursos naturais empregados na construção civil.	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos que requeiram pouca manutenção, definida pelos valores referentes à Vida Útil de Projeto (VUP), conforme a NBR 15575:2013	O material selecionado/ especificado requer ações frequentes de manutenção?		1. Relatório de ensaio laboratorial de envelhecimento acelerado do material ou produto; 2. Manual de uso e operação do produto para avaliar o número de manutenções requeridas ao longo da vida útil de projeto, estabelecido para o sistema construtivo pela NBR 15575:2013 (requer posterior enquadramento em categorias de níveis de manutenção: baixa, regular, média e alta).					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Número de materiais e componentes	Os sistemas construtivos podem ser constituídos por diversos materiais, de modo a atingir as expectativas técnicas de desempenho. Contudo, a união de diferentes materiais pode dificultar ou inviabilizar a reciclagem ou reuso dos materiais. Materiais e produtos que são minimamente processados muitas vezes apresentam menos impactos ecológicos e geralmente são associados a menores percentuais de resíduos ocultos. A redução de fabricação e processamento podem economizar no uso de energia e nas emissões e resíduos potencialmente prejudiciais (CALKINS, 2009).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos compostos por um número menor de materiais e evitar materiais compósitos que utilizem adesivos que dificultem a separação dos seus componentes	O sistema construtivo selecionado/ especificado é constituído por cinco ou mais materiais?		Especificação do produto/ ficha técnica para determinação da quantidade de materiais ou componentes utilizados e possibilidade de dissociá-los					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Biodegradabilidade	A biodegradabilidade é a condição que permite que os materiais sejam decompostos por microrganismos até desaparecerem por completo, sendo reabsorvidos pelo meio ambiente (KIM, 1998; PRIBERAM, 2017). Projetar edificações cujas especificações contemplem, em sua maioria, materiais biodegradáveis, permite que a quantidade de resíduos de demolição seja reduzida a um mínimo (SASSI, APUD BERGE, 2009).	<p>Priorizar a utilização de materiais biodegradáveis, sempre que possível, considerando a relação entre sua durabilidade/ número de reposições e a capacidade de ser absorvido pelo meio ambiente.</p> <p>O grau de industrialização do material e a renovabilidade da matéria-prima são bons indicadores (os materiais naturais, como a palha e a madeira, são biodegradáveis por natureza).</p>	<p>O material selecionado/ especificado é fabricado utilizando matéria-prima biodegradável?</p> <p>(avaliar apenas nos casos em que materiais biodegradáveis sejam compatíveis com as exigências em termos de desempenho do sistema construtivo)</p>		<p>Relatórios técnicos de ensaios de laboratório de biodegradabilidade, toxicologia e bioacumulação, observando as normas técnicas internacionais (ISO 16929:2013, OECD 301, 302B e 304);</p> <p>Apresentação de selos de certificação de biodegradabilidade, como o "DIN-Geprüft biobased", "Seedling" ou similar.</p>					<p>Médio ETAPA II</p> <p>(Prazo: 2 a 5 anos)</p>

DIMENSÃO AMBIENTAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pts.	Parcial 0.50 pts.	Plena 1.0 ponto	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Pegada de água azul	A pegada de água azul é uma unidade de medida que considera a água superficial e subterrânea utilizadas durante a extração da matéria-prima nos processos produtivos, instalação e remoção dos materiais ou produtos utilizados na construção civil (CALKINS, 2009; SILVA & SILVA, 2015).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos com baixo consumo de água durante todas as etapas do ciclo de vida (coeficiente de água incorporada), com maior destaque para as etapas de operação e manutenção, uma vez que representam maior percentual da vida útil do material/ produto.	O material utiliza água potável no seu processo de extração, fabricação, instalação, uso, demolição ou reciclagem?		<p>Informar a quantidade de água necessária para fabricar 1m² do material ou sistema construtivo. (l/m²).</p> <p>Informar a quantidade de água necessária para instalar 1m² do material ou sistema construtivo. (l/m²). Caso não seja aplicável, informar 0 l/m².</p> <p>Informar a quantidade de água necessária para remover ou demolir 1m² do material ou sistema construtivo. (l/m²). Caso não seja aplicável, informar 0 l/m².</p> <p>Informar a quantidade de água necessária para reciclar 1m² do material ou sistema construtivo. (l/m²). Caso não seja aplicável, informar 0 l/m².</p>					<p>Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)</p>

DIMENSÃO ECONÔMICA						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Custos de aquisição	A aquisição de um bem ou produto implica em um custo explícito, isto é, para que a empresa tenha acesso a insumos para suprir suas necessidades deve gastar dinheiro para adquiri-lo, desconsiderando as externalidades positivas ou negativas (HUBBARD, 2010).	Selecionar materiais e sistemas construtivos considerando o custo de aquisição do produto no valor global da obra – relação custo/benefício.	O custo de aquisição material/ produto foi levantado?		Informar o custo de aquisição do produto (R\$/m ²); Considerar % de participação do material no custo global da obra (curva ABC). Caso seja significativo, apresentar análise comparativa de custo com produtos similares.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Custos de instalação	Todo produto aplicado na obra está atrelado a um custo financeiro de instalação que deve ser considerado na composição do custo unitário do material ou sistema construtivo. Em alguns casos, poderá ser necessário utilizar recursos especializados para executar procedimentos de instalação, incrementando o custo total do produto por m ² .	Considerar os custos relacionados à instalação do material ou sistema construtivo na obra, avaliando o custo/benefício da solução em relação a produtos similares.	O custo de instalação do material/ produto foi levantado?		Informar o custo de instalação do produto (R\$/m ²); Informar em % a representatividade do custo de instalação em relação ao custo de aquisição do material/produto (m ²).					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Custos de manutenção	Os serviços de manutenção incluem limpeza, regulagens, pintura, reparo, substituição de partes ou componentes, quando necessário, entre outros. Determinados produtos podem requerer recursos humanos especializados para executar tarefas de manutenção. (EN BS 15643:2012).	Priorizar a seleção e especificação de materiais que requeiram baixo nível de manutenção.	Os materiais/ sistemas construtivos selecionados requerem manutenção a cada 12 meses?		Catálogo técnico ou manual do fabricante que apresente a programação/ periodicidade de manutenção do material Ver NBR 15575-1:2013, Tabelas C.2, C.3.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO ECONÔMICA						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pts.	Parcial 0.50 pts.	Plena 1.0 pts.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Impacto financeiro da durabilidade e Vida Útil de Projeto	A durabilidade é comumente utilizada como termo qualitativo para expressar a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo da vida útil e sob condições de uso e manutenção especificadas (BSI, 2012; NBR 15575:2013).	Priorizar materiais que sejam mais duráveis e reduzam os custos financeiros do empreendimento relacionados a reposições não programadas.	A durabilidade dos materiais/ sistemas construtivos é compatível com a Vida Útil de Projeto de modo a reduzir custos financeiros relacionados a reposições não previstas?		Avaliação comparativa da durabilidade prevista para o produto no caderno técnico do fabricante e a VUP estabelecida pela NBR 15575-1:2013, Tabelas C.5 e C.6; Informar o resultado da Avaliação do Custo do Ciclo de Vida do produto, considerando a relação entre o custo do produto, a durabilidade (determinada pela vida útil) e a Vida útil de projeto (VUP) de acordo com a NBR 15575:2013.					Simples ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Impacto financeiro da disponibilidade de peças de reposição	A disponibilidade de peças de reposição a um preço razoável é um atributo importante a considerar no momento de seleção e especificação de materiais e/ou sistemas construtivos, uma vez que impactarão significativamente no desempenho geral da edificação, principalmente ao longo da etapa de operação, que é mais representativa no ciclo de vida da edificação.	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e/ou sistemas construtivos que disponham de peças de reposição (quando aplicável), viabilizando ações de manutenção. É relevante que os materiais/ sistemas construtivos possam ser fornecidos por mais de um fabricante, evitando custos relacionados a falhas de mercado (monopólio).	Quando aplicável, os materiais/ sistemas construtivos selecionados têm peças de reposição disponíveis no mercado a um custo compatível com o custo de aquisição?		Quando aplicável, informar o tempo de comercialização do produto, a origem das peças (nacional ou importada) e a disponibilidade de peças de reposição no mercado (escassa, regular ou abundante), informando os centros de distribuição (Ex.: São Paulo e Manaus). Apresentar uma relação de fornecedores de peças de reposição para os sistemas construtivos selecionados.					Simples ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO ECONÔMICA						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pts.	Parcial 0.50 pts.	Plena 1.0 pts.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Impacto financeiro do período de garantia	O período de garantia é o prazo pelo qual o fabricante é responsável pela manutenção das propriedades físico-químicas previstas em projeto e oferecidas no momento da aquisição do produto. A garantia certificada apresenta as condições dadas pelo fornecedor por meio de certificado ou contrato de garantia para reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido (ABNT NBR 15575-1:2013). Geralmente, está condicionada à correta instalação e operação, definidas no manual de uso, fornecido com o produto.	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e/ou sistemas construtivos que disponham de um prazo de garantia mínimo compatível com a VUP, para o sistema especificado.	Os materiais/ sistemas construtivos selecionados apresentam um prazo de garantia compatível com a VUP estabelecida na norma NBR 15575 para o sistema?		Análise comparativa das tabelas C.5, C.6 e D1 da NBR 15575:2013 e do prazo de garantia fornecido pelo fabricante do produto.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Impacto financeiro da desconstrução e reuso	O fim de vida da edificação implica na consideração de custos relacionados à desconstrução, que poderão variar em função dos materiais e/ou sistemas construtivos e sistemas de ancoragem dos componentes selecionados para o edifício. Contudo, esta etapa também oferece oportunidades de gerar receita através de estratégias de reuso, reciclagem e recuperação de energia (BS EN 15643-4:2012).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos que possibilitam a desconstrução e o reuso como estratégias de receita pós vida útil da edificação.	Os materiais/ sistemas construtivos selecionados podem ser dissociados e reutilizados?		Análise do projeto e do caderno de encargos e especificações para verificar a possibilidade de dissociação; Apresentar análise de mercado para comprovar a demanda pelo produto e o valor de revenda previsto.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Observância de Direitos Humanos	Os direitos humanos são direitos básicos conferidos a todos os seres humanos e podem ser classificados em duas grandes categorias: a primeira se refere aos direitos civis e políticos e inclui, por exemplo, o direito à vida e à liberdade, igualdade perante a lei e liberdade de expressão; a segunda categoria diz respeito aos direitos econômicos, sociais e culturais e inclui o direito ao trabalho, o direito à alimentação, o direito ao mais alto possível padrão de saúde, o direito à educação e o direito à seguridade social (ISO ABNT NBR 26000:2010).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais e sistemas construtivos de empresas que demonstram respeitar e promover os direitos previstos na Carta Internacional dos Direitos Humanos, respeitar a universalidade desses direitos e evitar tirar vantagem de situações de fragilidade para gerar ganho econômico ou político	A empresa possui políticas relacionadas ao respeito por direitos humanos e respeito por direitos trabalhistas das pessoas envolvidas nos processos de fabricação dos produtos/ materiais?		Para empresas com mais de 100 empregados, comprovar o atendimento dos parâmetros de inclusão social, definidos pela lei 8213/91; Demonstrar o atendimento voluntário do projeto de lei do Senado Federal, que acrescenta art. 373-B a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e garante de 30 a 50% das vagas de emprego a mulheres;					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Envolvimento e desenvolvimento da comunidade	A contribuição de uma organização para o desenvolvimento da comunidade pode ajudar a promover níveis mais elevados de bem-estar, incluindo ações como a geração de emprego, riqueza e renda por meio de iniciativas de desenvolvimento econômico local; a implementação de programas de educação e capacitação; a promoção e preservação da cultura e das artes; e a prestação e/ou promoção de serviços de saúde para a comunidade (ISO ABNT NBR 26000:2010).	Priorizar a seleção de materiais e sistemas construtivos produzidos por organizações que promovam o envolvimento e desenvolvimento da comunidade.	A empresa tem políticas estabelecidas de relacionamento e desenvolvimento da comunidade?		Comprovar iniciativas de geração de empregos; Comprovar iniciativas de promoção da saúde da comunidade local; Comprovar a realização de atividades de capacitação, inclusão digital e/ou tecnológica promovidas ou patrocinadas pela empresa que visem ao bem-estar da comunidade; Comprovar o incentivo a fornecedores locais através de oportunidades para contribuir com cadeias de valor.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Formalidade da empresa	A formalidade da empresa fabricante ou fornecedora é fundamental para garantir que suas atividades econômicas ocorram dentro de parâmetros legais que preservem seus trabalhadores e consumidores. A formalidade de produtos e serviços pode ser verificada junto à Receita Federal por meio do número do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ). Se o CNPJ de uma empresa não é válido significa que suas obrigações tributárias não estão regularizadas ou que a empresa não tem existência legal (CBCS, 2014).	Priorizar os materiais e sistemas construtivos produzidos por fabricantes que desenvolvam suas atividades dentro dos parâmetros legais (registro formal da empresa; licenciamento ambiental, de instalação e operação; formalidade da situação empregatícia de seus trabalhadores; etc.)	O fabricante respeita as legislações pertinentes que condicionam seus processos de fabricação?		Comprovar a formalidade da empresa fabricante e/ou fornecedora consultando o CNPJ e a sua situação cadastral na Receita Federal do Brasil; Licença de operação, emitida pelo órgão ambiental estadual ou distrital.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Governança organizacional	Governança organizacional é o sistema pelo qual uma organização toma e implementa decisões na busca de seus objetivos. Trata-se do fator fundamental para possibilitar que uma organização se responsabilize pelos impactos de suas decisões e atividades e integre a responsabilidade social em toda a organização e em seus relacionamentos, aplicando os princípios de <i>accountability</i> , transparência, comportamento ético, respeito pelos interesses das partes interessadas, respeito pelo estado de direito, respeito pelas normas internacionais de comportamento e respeito pelos direitos humanos (ISO ABNT NBR 26000:2010).	Priorizar a seleção de materiais e sistemas construtivos de organizações, capazes de viabilizar a implementação dos princípios da responsabilidade social nas suas atividades de operação.	A empresa tem políticas empresariais implementadas ou em desenvolvimento visando a garantir que as estratégias, objetivos e metas de responsabilidade social sejam atingidas?		Comprovar a existência de políticas empresariais, registradas em um manual corporativo que possibilite verificar a definição de estratégias, objetivos e metas de responsabilidade social; Comprovar a existência de um conselho administrativo ativo; Comprovar a existência de mecanismos de controle interno que garantam a qualidade de desenvolvimento e implementação das políticas.					Simplex ETAPA II (Prazo: 2 a 5 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Responsabilidade ambiental	A responsabilidade ambiental é um aspecto importante da responsabilidade social, em que a educação e capacitação ambiental são fundamentais na promoção do desenvolvimento de uma sociedade com estilos de vida sustentáveis (ISO ABNT NBR 26000:2010).	Priorizar a seleção de materiais e sistemas construtivos de fabricantes que implementem o uso sustentável de recursos, aplicar os princípios de responsabilidade ambiental, da precaução, de gestão de risco ambiental e do poluidor pagador no desenvolvimento das suas atividades.	A organização responsável para fabricação ou fornecimento dos materiais/ sistemas construtivos selecionados respeita o meio ambiente?		Comprovar a implementação de sistemas de gestão ambiental (SGA) balizadas pela ISO 14001; Certidão negativa de débitos na esfera federal (IBAMA) além da estadual/ distrital; Solicitação de Certidão Negativa de Débito Ambiental; Comprovação de participação ou organização de ações de educação ambiental para todos os níveis da hierarquia empresarial; Comprovação de contratação de consultoria ambiental;					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Observância de direitos trabalhistas	Cabe às empresas proporcionar condições decentes de trabalho em termos de salários, jornada de trabalho, descanso semanal, férias, saúde e segurança e proteção à maternidade. Além disso, devem promover a eliminação da discriminação relativa ao emprego e à ocupação, não se beneficiar de práticas de trabalho injustas, exploratórias ou abusivas junto a seus parceiros e fornecedores (ISO ABNT NBR 26000:2010). O trabalho infantil, o trabalho escravo, o trabalho em condições precárias de higiene, com jornadas excessivas e sem alimentação adequada devem ser combatidos. Produtos nacionais e importados que empreguem mão de obra nessas condições devem ser evitados e banidos do mercado (CBCS, 2014).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais ou sistemas construtivos fabricados e/ou fornecidos por empresas que respeitam os direitos trabalhistas estabelecidos na Constituição Federal do Brasil, na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e nas leis internacionais.	A empresa respeita e promove os direitos trabalhistas, definidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT)?		Certidão negativa de débitos trabalhistas (TST); Certidão de ação trabalhista; Certidão negativa de FGTS; Declaração negativa de emprego de menores de idade; Consulta em listas de empresas nacionais já autuadas; Comprovação de igualdade de remuneração de homens e mulheres.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Práticas leais de operação	As práticas leais de operação se referem à conduta ética nos negócios da organização. Elas incluem relações entre organizações e órgãos públicos, assim como entre organizações e seus parceiros, fornecedores, empresas terceirizadas, clientes, concorrentes e as associações de que são membros (ISO ABNT NBR 26000:2010).	Priorizar a seleção/ especificação de materiais de fabricantes que desenvolvam suas atividades dentro de parâmetros éticos nas relações com outras organizações públicas e privadas, adotando medidas para preservar as relações institucionais idôneas.	A empresa, responsável pela fabricação ou comercialização do material/ sistema construtivo selecionado tem estratégias definidas de operação que considerem questões como práticas anticorrupção, concorrência leal e respeito ao direito de propriedade?		Políticas empresariais definidas no Manual de Governança Empresarial; Certidão de Falência e Recuperação Judiciais; Certidão de Regularidade Fiscal; Certidão negativa no CADIN (CADE); Certidão negativa de Débitos Tributários; Certidão negativa de Tributos Mobiliários e Imobiliários.					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Questões relacionadas ao consumidor	As organizações que oferecem produtos e serviços têm responsabilidades técnicas em relação aos seus produtos, éticas relacionadas às estratégias que utilizam para se comunicarem com seus consumidores e clientes e morais relacionadas ao conteúdo destas informações. O termo consumidor refere-se aqueles indivíduos ou grupos que fazem uso do resultado de decisões e atividades das organizações, e não necessariamente significa que os consumidores paguem monetariamente por produtos e serviços (ISO ABNT NBR 26000:2010).	<p>Priorizar a seleção/ especificação de materiais de fabricantes que buscam promover as Diretrizes das Nações Unidas para a Proteção do Consumidor e o Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais; o marketing leal, informações factuais e não tendenciosas e práticas contratuais justas;</p> <p>A proteção à saúde e segurança do consumidor, o consumo sustentável, o atendimento e suporte ao consumidor e solução de reclamações e controvérsias;</p> <p>A proteção e privacidade dos dados do consumidor, educação e conscientização.</p>	A empresa promove, com seu consumidor, uma relação de respeito, transparência nas suas comunicações, educação relacionada à conscientização ambiental e de consumo?		<p>Apresentar o Manual de Políticas de Comunicação, elaborado pela empresa, que aborde, no mínimo: i) os fundamentos da comunicação da empresa; ii) o comportamento; e iii) os princípios básicos da comunicação e de relacionamento com os públicos;</p> <p>Comprovar a realização de campanhas de incentivo ao consumo consciente.</p>					<p>Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)</p>

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Padrão de qualidade	A baixa qualidade dos produtos é uma fonte importante de desperdício. Produtos que não apresentam desempenho adequado acabam sendo substituídos, gerando custos e resíduos. As normas técnicas são o critério mínimo de qualidade vigente e seu respeito é obrigatório no Brasil. Além disso, o padrão de qualidade dos produtos pode ser garantido por um Sistema de Gestão de Qualidade, considerando a norma ISO 9001:2015; através de programas como o PBQP-H; ou por recomendações das Entidades Setoriais.	Priorizar a seleção e especificação de materiais e/ou sistemas construtivos de empresas que respeitam os padrões mínimos de qualidade, estabelecidos pela ABNT ou Entidades Setoriais, de modo a mitigar o desperdício de recursos naturais e a geração de resíduos e a segurança do consumidor	O material/ sistema construtivo selecionado atende satisfatoriamente às normas técnicas de qualidade na produção de seus produtos?		Verificar a obtenção do selo de conformidade do Inmetro; Apresentar laudos de ensaios realizados em laboratórios de certificação credenciados no Inmetro; Consultar a empresa responsável pela fabricação no Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC/PBQP-H).					Simplex ETAPA I (Prazo: até 2 anos)
Rastreabilidade do material/ sistema construtivo	A rastreabilidade é a capacidade de recuperar o histórico, a aplicação ou a localização daquilo que está sendo considerado para aquisição e aplicação na obra. Além disso, permite verificar, ao longo de toda cadeia de fornecedores, o nível da transparência no cumprimento de requerimentos de responsabilidade ambiental e social, bem como qualidade do material relativa ao cumprimento de normas técnicas (ISO 9001:2015; FERRARI et al, 2014; BES 6001, 2014).	Priorizar a seleção e especificação de materiais ou sistemas construtivos que possam ter sua origem rastreadas em, no mínimo, 60% da sua massa, considerando cada etapa da cadeia de suprimentos, conforme a ISO 9001	O fabricante do material selecionado/ especificado fornece os dados necessários para rastrear o produto ao longo de todas as etapas do seu ciclo de vida?		Levantamento dos processos relacionados ao produto desde o ponto final até a origem, documentados de forma transparente, incluindo dados referentes às condições de trabalho, saúde e segurança do trabalho e impactos ambientais negativos, ao longo das etapas de extração de recursos, fabricação e transporte; Realização de ACV, elaboração de EPD ou Certificação de produtos.					Médio ETAPA II (Prazo: de 2 a 5 anos)

DIMENSÃO SOCIAL						COMPROVAÇÃO				
Critério	Definição	Diretrizes	Avaliação	S/N	Evidência requerida	Nenhuma 0.25 pto.	Parcial 0.50 pto.	Plena 1.0 pto.	Pontuação	Dificuldade em atender ao princípio
Saúde e bem-estar	Alguns materiais geram emissões que podem causar problemas de saúde em trabalhadores e usuários durante os processos de fabricação ou, inclusive, após a instalação na obra. É uma das principais causas da síndrome dos edifícios doentes (AGOPYAN & JOHN, 2011).	Priorizar os materiais e sistemas construtivos que apresentam menor emissão de substâncias químicas que sejam nocivas à saúde de seus ocupantes nos ambientes de longa permanência	O material selecionado/ especificado impacta negativamente na qualidade de vida das pessoas?		Identificar o nível de emissão de COV do material ou produto para o ar interno e verificar seu enquadramento referente a valores máximos admitidos em programas de certificação ambiental (BREEAM, LEED, etc.) ou na legislação vigente.					Médio ETAPA II (Prazo: de 2 a 5 anos)

**APÊNDICE C – FICHA DE CADASTRAMENTO DE FABRICANTES E
FORNECEDORES**

FICHA DE CADASTRAMENTO DE FORNECEDORES DA BIBLIOTECA VIRTUAL DO PISAC

PASSO 01: Informar o tipo de cadastro pretendido

Inicial

Atualização Cadastral

Em caso de atualização cadastral, informar o número de cadastro da empresa, comunicado no momento da validação da empresa pelo PISAC:

BR.0000.0000

PASSO 02: Preencher informações

Número de inscrição RFB: XX.XXX.XXX/XXXX-XX

Obs.: anexar o comprovante de Inscrição e de Situação Cadastral

Data de abertura: 16 de janeiro de 2018

Nome empresarial: Empresa Fulana De Tal

Título do estabelecimento - nome de fantasia: Empresa Beltrana De Tal

Código e descrição da atividade econômica principal:

Código e descrição das atividades econômicas secundárias:

Código e descrição da natureza jurídica:

Informações sobre a matriz

Endereço: Logradouro, Número, Complemento, Etc

CEP	Bairro:	Município:	UF: PREENCHER
00000-000	Preencher	Preencher	

Telefone: (+DDI) (DD) (0000.00000)

Possui filial(ais)? Sim Não Quantas? 000

Obs.: Anexar o comprovante de inscrição

Informação sobre a(s) filial(ais)

Endereço: Logradouro, Número, Complemento, etc

Telefone fixo: (+DDI) (DD) (0000.0000)

Endereço eletrônico (sítio web): www.exemplo.com.br

Endereço de correio eletrônico: endereco@exemplo.com.br

Situação cadastral Ativa Inativa

Data da situação cadastral

Obs.: anexar o comprovante da situação cadastral

PASSO 03: Apresentar informações sobre produtos fabricados ou comercializados**Informar a categoria de produtos fabricados/ fornecidos abaixo:**

Destinação dos produtos: Sistema construtivo Material para aplicação

Tipologia de edificação:

Residencial Hospitalar Industrial

Corporativo Comercial Outro

Esportivo Educacional

Sistema construtivo:

Estrutural Pisos Vedações verticais não estruturais

Cobertura Instalações Outro

Material para aplicação: origem do material

Natural

Madeira Rochas Minerais

Têxteis e agricultáveis processados Outros

Industrializado

- | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Madeira processada | <input type="checkbox"/> Plástico | <input type="checkbox"/> Têxteis e agrícolas processados |
| <input type="checkbox"/> Rochas processadas | <input type="checkbox"/> Compósitos | <input type="checkbox"/> Outro |
| <input type="checkbox"/> Metal | <input type="checkbox"/> Tintas e acabamentos | |

Indique se os produtos, fabricados ou fornecidos pela empresa, já obtiveram algum selo relacionado abaixo:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> COLIBRI | <input type="checkbox"/> <i>Carbon Neutral Product Certification</i> |
| <input type="checkbox"/> EPD | <input type="checkbox"/> <i>C2C (Cradle to Cradle) Certification</i> |
| <input type="checkbox"/> BES 6001 (<i>Responsible Sourcing</i>) | <input type="checkbox"/> <i>Green Seal</i> |
| <input type="checkbox"/> FSC Brasil (<i>Forest Stewardship Council</i>) | <input type="checkbox"/> <i>GREENGUARD Label</i> |
| <input type="checkbox"/> RGMat (Fundação Vanzolini) | <input type="checkbox"/> OUTRO Informar Aqui |

Obs.: anexar o comprovante de obtenção do selo

PASSO 04: Apresentar o certificado de cumprimento de pré-requisito do PISAC

Obs.1: o pré-requisito do PISAC é uma avaliação preliminar do cadastro do fornecedor em que suas práticas de aquisição e comercialização de produtos são avaliadas no contexto da compra responsável (*Responsible Sourcing*). Caso seja comprovada a obtenção de certificado BES 6001, o cumprimento do pré-requisito será automático. Obs.2: anexar o comprovante de obtenção do selo

APÊNDICE D – FICHA DE CONSULTA DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

VERSÃO ESTENDIDA

IMAGEM DO MATERIAL	NOME DO MATERIAL
--------------------	------------------

Dados gerais do material

Descrição	Apresentar breve descrição do material, incluindo cor, brilho, textura, odor, origem do material, aplicabilidade na obra e principal diferencial.
Composição	Informar a composição do material.
Dimensões	Informar as dimensões do produto em mm (l x c x e).
Código	Código SEAP (Ex.: 03.02.300), SINAPI (Ex.: 03.PAVI.INTE.001/001), MasterFormat (Ex.: 03.02.300), OmniClass (Ex.: 23-13 21 11 11), etc.

Fabricação e fornecimento

Fabricante	Informar os dados do Fabricante ou Representante da empresa. No caso de representante, informar o nome da empresa responsável pela fabricação.
Código PISAC	Informar o código de cadastramento da empresa responsável pela fabricação do material, comunicado pela equipe técnica da biblioteca no momento do cadastramento.
Fornecimento	Informar a origem - nacional ou importado.
Endereço de fabricação	Informar o local de fabricação ou extração do material (*consultar os impactos do transporte).
Sítio web do fabricante	Informar o endereço no formato www.fabricante.com/material cadastrado.
Contatos	Informar os números de contato do agente de relacionamento do fabricante ou SAC.

Aplicação do material	
Tipo de aplicação	Informar se o material é para aplicação direta ou se é um sistema construtivo.
Tipologia da edificação	Informar o tipo de edificação em que o material pode ser aplicado (Subgrupo I e II). Ex.: Corporativo, comercial, educacional, esportivo, hospitalar, industrial, residencial.
Classificação do sistema construtivo (ABNT NBR 15575)	Informar em qual(ais) sistema(s) o material pode ser utilizado: estruturais, de pisos, de revestimento (vedações verticais internas e externas), de cobertura ou de instalações.
Origem do material	Informar se natural, artificial ou compósito.
Acabamento	
Requisito de acabamento	Informar se o material requer acabamento.
Técnica de acabamento	Apresentar descrição do procedimento de acabamento.
Propriedades físicas	
Densidade de massa aparente	Informar a massa do material em kg/m ³ .
Absorção	Informar a absorção em % do peso do material seco.
Porosidade	Informar a porosidade em %.
Permeabilidade	Informar o fator de resistência à difusão do vapor de água (δ) e coeficiente de permeabilidade ao vapor de água (π).
Comportamento ao fogo	Informar se o material é incombustível ou combustível (inflamável ou não-inflamável).
Propriedades mecânicas	
Ductilidade	Informar o % de alongamento.
Dureza	Informar a dureza em Mohs.
Elasticidade	Informar se o material é plástico ou rígido.
Plasticidade	Informar o limite de deformação elástica.
Resistência à abrasão	Informar a resistência em %.
Rigidez	Apresentar o módulo de elasticidade (E) do material (GPa).
Tenacidade	Informar a tenacidade em kgm/m ² ou kgm/cm ² .
Propriedades térmicas	
Capacidade térmica de um componente (C _t)*	Informar em kJ/(m ² .K).
Resistência térmica do componente (R)*	Informar em (m ² .k)/W.
Transmitância térmica de um componente (U)*	Informar em W/(m ² .k).

Condutividade térmica do material (λ)	Informar em W/(m.K).
-------------------------------------------------	----------------------

Calor específico (c)	Informar em kJ/(kg.K)
----------------------	-----------------------

*Referentes exclusivamente a sistemas construtivos compostos por camadas.

Propriedades acústicas

Absorção sonora (α)	Informar os coeficientes de absorção sonora para as frequências 125, 250, 500, 1k, 2k e 4k expressas em Hz.
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Índice de isolamento acústico (dB)	Informar os índices de isolamento acústico para as frequências 125, 250, 500, 1k, 2k e 4k expressas em dB.
------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Propriedades de sustentabilidade

Ambientais

Biodegradabilidade	Informar SIM ou Não	No caso de sistemas construtivos, informar o % dos componentes.
Desconstrução e Reuso	Informar SIM ou Não	Informar o percentual do material ou componente com potencial para reuso.
Emissão de CO ²	-	Informar o FCO _{2l} (kg CO ₂ /kg ou kg CO ₂ /m ²).
Energia incorporada	-	Informar o FEI (MJ/kg ou MJ/m ³).
Geração de resíduos	-	Informar a perda prevista para o material em (%) ou kg/m ² de material.
Impacto do transporte da matéria-prima	-	Informar o FCO _{2l} (kg CO ₂ /kg ou kg CO ₂ /m ²) relacionado ao transporte da matéria-prima.
Manutenibilidade	-	Informar a periodicidade requerida de manutenção.
Número de componentes	Informar SIM ou Não	Informar o número de componentes e relacionar os materiais.
Otimização de recurso naturais	Informar SIM ou Não	-

Pegada de água azul	-	Informar o consumo de água para a fabricação e instalação do material (m ³ /m ²).
Reciclabilidade	Informar SIM ou Não	Informar o % do material que pode ser reciclado ou kg/m ² de material.
Renovabilidade da fonte da matéria-prima	Informar SIM ou Não	Informar o % de material que provem de fonte renovável.
Toxicidade dos materiais	Informar SIM ou Não	Informar, no mínimo, a quantidade de VOC do material.
Vida útil	-	Informar o número de substituições previstas segundo a vida útil de projeto (VUP).
Econômicas		
Custo de aquisição		Informar o custo de aquisição do produto (R\$/m ²). No caso de produtos importados, informar o valor na moeda estrangeira, acompanhada da cotação de câmbio de referência.
Custos de instalação		Informar o custo de instalação previsto (m ²).
Custos de manutenção		Informar o custo de manutenção previsto (m ²).
Retorno financeiro com a desconstrução/ reuso do produto		Informar o valor de venda após a VUP do produto, quando aplicável.
Disponibilidade de peças de reposição (valor agregado)		Informar o tempo de comercialização do produto, a origem das peças (nacional ou importada) e a disponibilidade de peças de reposição no mercado (escasso, regular ou abundante), informados os centros de distribuição (Ex.: São Paulo e Manaus).
Período de garantia (valor agregado)		Informar o período de garantia do produto em meses e o custo da garantia estendida, quando aplicável. Períodos de validade tradicionais (12 meses) oferecem menor valor agregado, enquanto períodos mais longos oferecem maior valor (Ex.: 5, 10 ou 20 anos).
Durabilidade (valor agregado)		Informar o resultado da Avaliação do Custo do Ciclo de Vida do produto, considerando a relação entre o custo do produto, a durabilidade (determinada pela vida útil) e a Vida Útil de Projeto (VUP), de acordo com a NBR 15575:2013.
Sociais		
Direitos humanos		Informar o % de empregados enquadrados na Lei nº 8213/91 que trabalham na empresa.

Direitos trabalhistas	Informar o número de infrações trabalhistas cometidas pela empresa desde a última atualização cadastral (três anos).
Envolvimento e desenvolvimento da comunidade	Informar o número de ações culturais ou de capacitação realizadas anualmente pelo fabricante do produto.
Formalidade da empresa	Informar a situação cadastral da empresa, incluindo a data, e a situação da licença de operação.
Governança organizacional	Informar as medidas implementadas de governança organizacional.
Meio ambiente	Informar o número de vezes que a empresa foi autuada por infrações ambientais desde a última atualização cadastral (três anos); informar o número de participações/organização de eventos de educação ambiental.
Padrão de qualidade e normas técnicas	Apresentar relatórios e ensaios técnico do produto e as legislações ou normativas técnicas atendidas (selo do Inmetro ou similar).
Práticas leais de operação	Informar se a empresa sofreu representação no CADE.
Questões relativas ao consumidor	Informar a existência de políticas empresariais relacionadas à transparência das comunicações da empresa; informar o número de campanhas de incentivo ao consumo consciente organizadas pela empresa desde a última atualização cadastral (três anos).
Rastreabilidade	Informar a disponibilidade de informações suficientes para rastrear o produto.
Saúde e bem-estar	Informar o nível de toxicidade do produto considerando "nenhum", "baixo", "médio" ou "alto".

Resumo da Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS)

Nota do material no item Desempenho Ambiental	Informar a nota obtida na avaliação ambiental.
Nota do material no item Econômico	Informar a nota obtida na avaliação econômica.
Nota do material no item Desempenho Social	Informar a nota obtida na avaliação social.
Resultado da AIS	Informar o resultado final da AIS do material

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE

Este questionário faz parte da pesquisa realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (PPG-FAU/UnB), cujo tema é o processo de seleção e especificação de materiais de construção. A proposta do trabalho é uma ferramenta de avaliação para apoiar o processo de tomada de decisão de profissionais selecionadores e especificadores, segundo critérios técnicos. Esta avaliação considera o desempenho dos materiais do ponto de vista de uma Avaliação Integrada de Sustentabilidade (AIS), composta pelos seguintes critérios:

- Ambientais, que avaliam os impactos resultantes dos processos de extração, processamento e instalação dos materiais;
- Sociais, que avaliam os impactos humanos decorrentes dos processos produtivos e de comercialização; e
- Econômicos, que avaliam os impactos financeiros dos processos de tomada de decisão.

O objetivo do questionário é avaliar os critérios propostos para a AIS, segundo o entendimento do usuário final da ferramenta. Alguns critérios permeiam as três dimensões da sustentabilidade, porém é importante analisar cada um segundo uma ótica específica da dimensão à qual se refere.

O questionário utiliza o modelo de escala Likert, ou seja, para responder à questão basta selecionar um valor de 1 a 5, sendo:

- 1 - IRRELEVANTE
- 2 - PARCIALMENTE IRRELEVANTE
- 3 - INDIFERENTE OU NEUTRO
- 4 - PARCIALMENTE RELEVANTE
- 5 - RELEVANTE

Cada critério é acompanhado de uma breve descrição, de modo a nivelar o entendimento entre o que está sendo proposto para a ferramenta e o conhecimento dos participantes do questionário.

Sua contribuição será muito importante e demandará menos de 20 minutos de seu tempo. Fique à vontade para responder às questões quando for mais oportuno e saiba que não será necessário se identificar. No final do documento foi disponibilizado um campo para comentários sobre o questionário, com o objetivo de apontar possíveis dificuldades em seu preenchimento ou sugestões que considere pertinentes. Este contato também pode ser realizado por e-mail, através do endereço bguimaraes@aluno.unb.br.

Desde já, agradeço pela participação!

DIMENSÃO AMBIENTAL

A dimensão ambiental trata do uso de recursos provenientes de diferentes ecossistemas, extraídos com um mínimo de dano ao meio ambiente, limitando o consumo de recursos facilmente esgotáveis ou danosos e substituindo-os por recursos renováveis. Além disso, a dimensão ambiental também contempla a necessidade de reduzir o volume de resíduos e de poluição, conservando energia e recorrendo a processos de reciclagem, por meio de novas tecnologias mais eficientes (SACHS, 2009).

1. Considera a TOXICIDADE:

A toxicidade dos materiais está relacionada à emissão de substâncias tóxicas, resultantes de suas propriedades físicas e dos processos de fabricação e/ou instalação na obra (AGOPYAN & JOHN, 2011).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

2. Considera a OTIMIZAÇÃO DE RECURSO NATURAIS:

Necessidade de compatibilizar a matéria-prima com a função que o material ou produto desempenhará na construção (BERGE, 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

3. Considera a RECICLABILIDADE:

Capacidade das matérias-primas de terem seu uso maximizado por meio do reprocessamento (WAHLSTROM ET AL, 2014).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

4. Considera a ENERGIA INCORPORADA:

A energia incorporada é a energia necessária para viabilizar os processos de extração da matéria-prima do meio natural, a produção do bem, o transporte e o processo de instalação no canteiro de obras (HALLIDAY, 2008; BERGE, 2009; TORRAL, JALALI, 2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

5. Considera a VIDA ÚTIL:

A Vida Útil é uma medida temporal da durabilidade de subsistemas, elementos e componentes da edificação que considera o período de tempo compreendido entre o início do uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências preestabelecidas do usuário (ABNT NBR 15575-1:2013).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

6. Considera o IMPACTO DO TRANSPORTE DA MATÉRIA-PRIMA:

Na maioria dos casos, o local de extração, produção e aplicação dos materiais e sistemas construtivos não é o mesmo. Assim, é necessário recorrer a sistemas de transporte cujos impactos ambientais negativos podem variar significativamente segundo o tipo de combustível queimado, a distância percorrida e a massa do material ou sistema construtivo transportado.

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

7. Considera a GERAÇÃO DE RESÍDUOS:

Todo material contabiliza um percentual de perda que descreve a quantidade de resíduo gerado durante as etapas de produção, transporte, estocagem e instalação do material ou produto no canteiro de obras (BERGE 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

8. Considera a RENOVABILIDADE DA FONTE DA MATÉRIA PRIMA:

As matérias-primas renováveis são aquelas cujos ciclos de plantio e colheita duram menos de 10 anos e que possibilitam sua reposição em um ritmo superior ao consumo da matéria-prima, desde que certas condições de produção sejam mantidas (USGBC, 2014; BERGE, 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

9. Considera a DESCONSTRUÇÃO/ REUSO:

A desconstrução é o termo usado para classificar o processo de desmontagem e salvamento de materiais de um edifício ou canteiro de obras, contrapondo-se à demolição. Com esta prática, incentiva-se o reuso de materiais (CALKINS, 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

10. Considera a EMISSÃO DE CO²:

Os processos industriais são responsáveis por uma parcela significativa da emissão de GEEs, uma vez que consomem grandes quantidade de recursos provenientes de combustíveis fósseis que emitem CO² para a atmosfera (CALKINS, 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

11. Considera a MANUTENIBILIDADE:

A manutenção pode ser entendida como o conjunto de atividades para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de modo a atender às necessidades e segurança dos seus usuários (NBR 5674:1999).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

12. Considera o NÚMERO DE MATERIAIS E COMPONENTES:

Os sistemas construtivos podem ser constituídos por diversos materiais de modo a atingir os requisitos técnicos de desempenho. Contudo, a união de diferentes materiais pode dificultar ou inviabilizar a reciclagem ou reuso dos materiais (CALKINS, 2009).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

13. Considera a BIODEGRADABILIDADE:

A biodegradabilidade é a condição que permite que os materiais sejam decompostos por microrganismos até desaparecerem por completo, sendo reabsorvidos pelo meio ambiente (KIM, 1998; PRIBERAM, 2017).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

14. Considera a PEGADA DE ÁGUA AZUL dos materiais/ sistemas construtivos:

A pegada de água azul é uma unidade de medida que considera a água superficial e subterrânea utilizada durante a extração da matéria-prima nos processos produtivos, instalação e remoção de materiais ou produtos utilizados na construção civil (CALKINS, 2009; SILVA & SILVA, 2015).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

DIMENSÃO ECONÔMICA

A sustentabilidade econômica considera a demanda de mercado, ciclo de vida da economia, valor futuro, processo de construção e gestão, etc. Os princípios econômicos sustentáveis centram em criar sistemas econômicos igualitários com uma base ética, que requer uma distribuição democrática dos custos e benefícios entre indivíduos, nações e gerações, além da aquisição e investimento éticos e o apoio da economia local (CIB, 1999).

15. Considera a DURABILIDADE E VIDA ÚTIL dos materiais/ sistemas construtivos:

A durabilidade é comumente utilizada como termo qualitativo para expressar a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo da vida útil e sob condições de uso e manutenção especificadas (BSI, 2012; NBR 15575:2013).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

16. Considera a MANUTENIBILIDADE:

Grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado em estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada (ABNT NBR 15575:2013). Os serviços de manutenção incluem limpeza, regulagens; pintura;

reparo; substituição de partes ou componentes, quando necessário; entre outros (EN BS 15643:2012).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

17. Considera os CUSTOS DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO:

Determinados produtos requerem mão de obra especializada para as ações de manutenção que podem implicar em custos mais elevados para a operação da edificação. Geralmente, produtos inovadores exigem operários especialmente capacitados para executar os procedimentos de instalação e manutenção.

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

18. Considera os CUSTOS AMBIENTAIS:

Os custos ambientais se referem aos recursos e esforços aplicados direta ou indiretamente em bens, serviços ou taxas que visam à preservação, recuperação e controle do meio ambiente, isto é, custos relacionados a medidas que devem ser tomadas para fabricar um produto de acordo com a capacidade estimada do planeta (VANDERLEY, OLIVEIRA E LIMA, 2007).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

19. Considera o CUSTO:

A avaliação do desempenho econômico de uma edificação aborda os custos do ciclo de vida, além de outros aspectos econômicos apresentados através de indicadores quantitativos (BS EN 15643-4:2012).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

20. Considera o VALOR FINANCEIRO (*FINANCIAL VALUE*):

Neste conceito, a construção de melhor valor financeiro é a mais econômica, ou seja, o edifício com a receita (descontada) mais alta, subtraído o custo ao longo do ciclo de vida (BS EN 15643- 4:2012).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

21. Considera DESCONSTRUÇÃO/REUSO:

O fim de vida da edificação implica na consideração de custos relacionados à desconstrução, que poderão variar em função dos materiais e/ou sistemas construtivos e sistemas de ancoragem dos componentes selecionados ao edifício. Contudo, esta etapa também oferece oportunidades de gerar receita através de estratégias de reuso, reciclagem e recuperação de energia (BS EN 15643-4:2012).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

22. Considera a VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP):

Período de tempo estimado para o qual um sistema é projetado visando a atender aos requisitos de desempenho, estabelecidos em norma, supondo o cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção (ABNT NBR 15575-1:2013).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

23. Considera a DISPONIBILIDADE DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO:

A disponibilidade de peças de reposição a um preço razoável é um atributo importante a se considerar no momento de seleção e especificação de materiais e/ou sistemas construtivos, uma vez que impactarão significativamente no desempenho geral da edificação, principalmente ao longo da etapa de operação, que é mais representativa no ciclo de vida da edificação.

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

24. Considera o PERÍODO DE GARANTIA:

O período de garantia é o prazo pelo qual o fabricante é responsável pela manutenção das propriedades físico-químicas previstas em projeto e oferecidas no momento da aquisição do produto. A garantia certificada apresenta as condições

dadas pelo fornecedor por meio de certificado ou contrato de garantia para reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido. Geralmente, está condicionada à correta instalação e operação, definidas no manual de uso, fornecida com o produto (ABNT NBR 15575-1:2013).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

DIMENSÃO SOCIAL

Os princípios sociais incentivam maior igualdade e responsabilidade nos sistemas e valores culturais e sociais. Requerem o reconhecimento cultural e social, além da participação no processo de tomada de decisão e melhorias na qualidade de vida, possibilitadas por oportunidades de capacitação (CIB, 1999).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

25. Considera o respeito pelos DIREITOS HUMANOS:

Os direitos humanos são direitos básicos conferidos a todos os seres humanos e podem ser classificados em duas grandes categorias: a primeira se refere aos direitos civis e políticos e inclui direitos como à vida, à liberdade, à igualdade perante a lei e à liberdade de expressão; a segunda categoria diz respeito aos direitos econômicos, sociais e culturais e inclui o direito ao trabalho, à alimentação, ao mais alto padrão de saúde possível, à educação e à seguridade social (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

26. Considera o ENVOLVIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE:

A contribuição de uma organização para o desenvolvimento da comunidade pode ajudar a promover níveis mais elevados de bem-estar, incluindo ações como a geração de emprego, riqueza e renda, por meio de: iniciativas de desenvolvimento econômico local; implementação de programas de educação e capacitação; promoção e preservação da cultura e das artes; e prestação e/ou promoção de serviços de saúde para a comunidade (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

27. Considera a FORMALIDADE DA EMPRESA:

A formalidade da empresa garante que ela opere dentro do enquadramento legal que é fundamental para a preservação dos direitos humanos de seus trabalhadores. A formalidade pode ser verificada junto à Receita Federal do número do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ). Caso o CNPJ de uma empresa não seja válido, significa que o imposto não está sendo recolhido ou que a empresa não tem existência legal (CBCS, 2014).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

28. Considera a GOVERNANÇA ORGANIZACIONAL:

A governança organizacional é o sistema pelo qual uma organização toma e implementa decisões na busca de seus objetivos. Trata-se de um fator fundamental para possibilitar que uma organização se responsabilize pelos impactos de suas decisões e atividades e integre a responsabilidade social em toda a organização e em seus relacionamentos, aplicando os princípios de *accountability*, transparência, comportamento ético, respeito pelos interesses das partes interessadas, respeito pelo estado de direito, respeito pelas normas internacionais de comportamento e respeito pelos direitos humanos (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

29. Considera a RESPONSABILIDADE AMBIENTAL:

A responsabilidade ambiental é um aspecto importante da responsabilidade social em que a educação e capacitação ambiental são fundamentais na promoção do desenvolvimento de sociedades e estilos de vida sustentáveis (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

30. Considera os DIREITOS TRABALHISTAS:

A Constituição Federal de 1998 trata, em seu preâmbulo, no título II, dos direitos e garantias fundamentais, cujo artigo 7º e seus incisos elencam os direitos trabalhistas constitucionais. Nesse contexto, cabe às empresas proporcionar

condições decentes de trabalho em termos de salários, jornada de trabalho, descanso semanal, férias, saúde e segurança e proteção à maternidade. Além disso, devem promover a eliminação da discriminação relativa ao emprego e à ocupação e não podem se beneficiar de práticas de trabalho injustas, exploratórias ou abusivas junto a seus parceiros e fornecedores (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

31. Considera as PRÁTICAS LEAIS DE OPERAÇÃO:

As práticas leais de operação se referem a uma conduta ética nos negócios da organização. Ela inclui relações entre organizações e órgãos públicos, assim como entre organizações e seus parceiros, fornecedores, empresas terceirizadas, clientes, concorrentes e associações de que são membros (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

32. Considera as QUESTÕES RELACIONADAS AO CONSUMIDOR:

As organizações que oferecem produtos e serviços têm responsabilidade para com seus consumidores e clientes. O termo consumidor se refere àqueles indivíduos ou grupos que fazem uso do resultado de decisões e atividades das organizações, e não necessariamente significa que os consumidores paguem monetariamente por produtos e serviços (ISO ABNT NBR 26000:2010).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

33. Considera o PADRÃO DE QUALIDADE E NORMAS TÉCNICAS:

A baixa qualidade dos produtos é uma fonte importante de desperdício. Produtos que não apresentam desempenho adequado são substituídos, gerando custos e resíduos. As normas técnicas são o critério mínimo de qualidade vigente e seu respeito é obrigatório no Brasil. Além disso, o padrão de qualidade dos produtos pode ser garantido por programas como o PBQP-H ou pelas recomendações das Entidades Setoriais.

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

34. Considera a RASTREABILIDADE DO MATERIAL/ SISTEMA CONSTRUTIVO:

A rastreabilidade é a capacidade de recuperar o histórico, a aplicação ou a localização daquilo que está sendo considerado para a aquisição e aplicação na obra. Além disso, permite verificar, ao longo de toda cadeia de fornecedores, o nível da transparência no cumprimento de requerimentos de responsabilidade ambiental e social, bem como da qualidade do material, relativa ao cumprimento de normas técnicas (ISO 9000:2008; FERRARI et al, 2014; BES 6001, 2014).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

35. Considera os aspectos relacionados à SAÚDE E BEM-ESTAR:

A saúde e o bem-estar consideram os impactos de substâncias tóxicas relacionados à emissão de gases nocivos, provenientes de materiais ou produtos de construção, que podem causar problemas de saúde em trabalhadores e usuários durante os processos de fabricação ou, inclusive, após a instalação na obra. É uma das principais causas da síndrome dos edifícios doentes (AGOPYAN & JOHN, 2011).

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	<input type="radio"/>	Relevante				

Muito obrigado!

Como tomou conhecimento sobre o questionário? *

- Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU-DF)
- Programa de Pós-Graduação FAU/UnB REABILITA PPG/FAU/UnB
- Outro

Você é: *

- Pós-graduado em Arquitetura e Urbanismo
- Graduado em Arquitetura e Urbanismo
- Aluno de graduação em Arquitetura e Urbanismo

Caso queira deixar um comentário, fique à vontade. Para encerrar, basta clicar em ENVIAR. Mais uma vez, obrigado por sua participação nesta pesquisa!