

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
MESTRADO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

MARCELA CIMINI CANCELA DA SILVA

**INSTRUMENTO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM
PROJETOS QUE VISAM CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Juiz de Fora

2013

MARCELA CIMINI CANCELA DA SILVA

**INSTRUMENTO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM
PROJETOS QUE VISAM CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora constituída de acordo com as Normas estabelecidas pelo Colegiado do Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído.

Área de Concentração: Ambiente Construído.

Orientadora: D.sc. Maria Teresa Gomes Barbosa

**JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UFJF
2013**

SILVA, Marcela Cimini Cancela da

Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental/ Marcela Cimini Cancela da Silva – Juiz de Fora, MG: [s.n.], 2013.

VI, 89 p.29,7 cm

Orientadora: Maria Teresa Gomes Barbosa, D.Sc.

Dissertação de Mestrado em Ambiente Construído, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

1. Recomendações 2. Materiais Sustentáveis 3. Certificação Ambiental.

MARCELA CIMINI CANCELA DA SILVA

**INSTRUMENTO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM
PROJETOS QUE VISAM CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora constituída de acordo com as Normas estabelecidas pelo Colegiado do Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído.

Área de Concentração: Ambiente Construído

Aprovada em ____ / ____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Maria Teresa Gomes Barbosa, D.sc. (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

José Alberto Barroso Castanõn, D.sc.
Universidade Federal de Juiz de Fora

Túlio Márcio de Salles Tibúrcio, PhD.
Universidade Federal de Viçosa

“... não estamos livres das catástrofes inerentes à própria geofísica da Terra... nenhuma sustentabilidade nos poderá salvar de tais eventos. Ela é, por natureza, vulnerável e está submetida ao princípio cósmico do caos. Mas no que estiver sob nossa responsabilidade, cabe construí-la, no tempo que nos toca viver, para que nos garanta a sobrevivência e a proteção de nossa Casa Comum, a Terra”.

Leonardo Boff

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus avós, Raimundo e Olga, por cuidarem de mim e me receberem com tanto carinho em sua casa, ao longo desses dois anos, dando-me grande apoio e incentivo.

Em extensão, agradeço a finalização desta etapa aos meus pais, Fábio e Maria Helena, que sempre me impulsionaram a seguir o caminho dos estudos e, principalmente, do meu coração; sendo, cada um, grande exemplo de sabedoria e modelo para mim. Agradeço, em especial, pelo amor incondicional dedicado.

À minha irmã e meu cunhado, Déborah e André, que foram solícitos em me escutar e aconselhar nos momentos de ansiedade, comuns nesta trajetória de pesquisa, além de contribuírem com seus conhecimentos sobre arquitetura e grande apoio espiritual.

Sou grata a toda minha família, minhas avós Íria e Ladir, todos os meus tios e primos, que sempre me estimularam no meu crescimento profissional e contribuíram com grande apoio emocional, pessoas tão especiais em minha vida e com as quais sempre posso contar.

À minha orientadora, Maria Teresa Gomes Barbosa, por dividir o seu conhecimento e tempo para ajudar no meu crescimento acadêmico. Agradeço, também, aos demais professores e funcionários do programa.

Aos meus grandes amigos do mestrado, com os quais passei quase dois anos, em que dividimos momentos memoráveis. Por tornar este período muito mais especial e prazeroso, agradeço a Rachel Paschoalin, Ana Carla de Carvalho, Luiz Felipe Dutra, Maria de Fátima Gervázio, Tatiana Saraiva, Camila Brasil, Angélica Costa, Mariana Maia, Fábio Brum e Thiago Araújo.

Às amigas arquitetas Lívia, Cissa, Karla e Líliam, por serem grandes companheiras e incentivadoras nesta caminhada que iniciamos juntas há dez anos. Independente da distância ou do tempo são alicerces que levarei para o resto da vida.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para esta dissertação de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio concedido por meio da bolsa de mestrado.

RESUMO

O setor da construção civil é responsável por grande parte dos impactos produzidos no meio ambiente. Por isso possui a responsabilidade de desenvolver e introduzir o uso de tecnologias e materiais que proporcionam menor interferência no equilíbrio existente entre o homem e seu ambiente natural. Para seleção de materiais e componentes da construção existem diversas ferramentas, com a finalidade de gerar projetos de edificações mais sustentáveis, ou seja, cuja utilização visa à redução dos impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Dentre estas ferramentas se encontram os sistemas de certificação ambiental. A presente pesquisa apresenta uma análise comparativa entre alguns destes principais sistemas internacionais e nacionais disponíveis hoje: LEED, HQE, BREEAM, LEED/Brasil, AQUA e CBCS. Esta análise verifica os aspectos positivos e negativos na estrutura e avaliação dos sistemas, assim como os critérios utilizados para a seleção de materiais. Tal análise impulsionou o desenvolvimento de recomendações mais compactas, simples e objetivas, em relação aos critérios analisados. Finalmente, estas recomendações foram empregadas em um questionário estabelecido para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental. Este instrumento apresenta a particularidade de adequação ao panorama nacional, bem como ao conceito global de sustentabilidade, com o emprego de recomendações que vão de encontro às perspectivas atuais, no que se refere à certificação dos empreendimentos da indústria da construção civil.

Palavras-chave: Recomendações, Materiais Sustentáveis, Certificação Ambiental.

ABSTRACT

The construction industry is responsible for a large part of the environmental impacts and for this reason has the responsibility to develop and introduce the use of new technologies and materials that provide less interference in the balance between man and natural environment. There are several tools that contribute to the selection of material, in order to generate more sustainable construction projects. Using these tools provide the reduction of environmental, social, economic and cultural impacts. This research presents a comparative analysis of some of these major national and international systems available today: LEED, HQE, BREEAM, LEED / Brazil, AQUA and CBCS. This analysis finds positive and negative aspects in the structure as well as the criteria used for the selection of materials. Such analysis allowed the development of more compact, simple and objective recommendations regarding the criteria examined. Finally, these recommendations resulted in a questionnaire established for the assessment of pre-selection of materials for projects seeking environmental certification. This instrument presents an adaptation to the national scene as well as the overall concept of sustainability, using principles that go in favor of the current prospects for the certification of buildings.

Keywords: Recommendations, Sustainable Materials, Environmental Certification.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2. OBJETIVOS	16
1.3. ESTRUTURA E METODOLOGIA	16
2. CONSTRUÇÃO CIVIL x MEIO AMBIENTE	19
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
2.2. SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS X PROCESSO CONSTRUTIVO	24
3. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS	31
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	31
3.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS	34
3.2.1. LEED - <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>	34
3.2.2. HQE - <i>Haute Qualité Environnementale</i>	39
3.2.3. BREEAM - <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>	41
3.3. SISTEMAS NACIONAIS	43
3.3.1. LEED/Brasil	43
3.3.2. AQUA – Alta Qualidade Ambiental	45
3.3.3. CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável	48
3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS	51
4. INSTRUMENTO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS	56
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	56
4.2. RECOMENDAÇÕES PROPOSTAS A PARTIR DA ANÁLISE DE CRITÉRIOS	57
4.2.1. Reutilizar	58
4.2.2. Reciclar	60
4.2.3. Renovar	62
4.2.4. Vida Útil	64
4.2.6. Reabilitar Edificação	70
4.2.7. Conforto	71
4.2.8. Cultura	74
4.2.9. Água	75
4.2.10. Energia	76
4.3. QUESTIONÁRIO APLICÁVEL À PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM PROJETOS QUE VISAM A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL	77
4.3.1. Diagnóstico Sobre Projeto Certificado	83
5. CONCLUSÃO	86

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
5.2. SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	89
6. REFERÊNCIAS	91
7. ANEXO – QUESTIONÁRIO PREENCHIDO	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 – Estrutura e metodologia da dissertação.....	18
Figura 2. 1 – Tríade da Sustentabilidade.....	20
Figura 3.1- As categorias se avaliam pelos conceitos Desempenho de Base, Desempenho ou Alto Desempenho, sendo a atribuição do certificado vinculada à obtenção de um perfil mínimo referente às 14 categorias.....	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Impactos no Ambiente Construído oriundos da Construção Civil	21
TABELA 3.1 – Alguns dos Principais Sistemas para Certificação Ambiental	31
TABELA 3.2 – Versões do LEED	35
TABELA 3.3 – Níveis de Certificação do LEED	35
TABELA 3.4 – Estrutura de Avaliação do LEED	37
TABELA 3.5 – Os 14 Alvos da Alta Qualidade Ambiental	40
TABELA 3.6 – Versões do BREEAM	41
TABELA 3.7 – Critérios de Desempenho do BREEAM	42
TABELA 3.8 – Níveis de Certificação do BREEAM	42
TABELA 3.9 – Tipos de LEED Disponíveis pelo GBC Brasil	44
TABELA 3.10 – Categorias do Sistema AQUA	46
TABELA 3.11 – Análise comparativa entre os sistemas de certificação relacionados para o estudo e critérios utilizados na seleção de materiais pelos mesmos	53
TABELA 3.12 – Lista simplificada dos critérios utilizados na seleção de materiais pelos sistemas de certificação relacionados para o estudo	55
TABELA 4.1 – Recomendações Propostas para Seleção de Materiais	58
TABELA 4.2 – Lista de recomendações propostas para seleção de materiais	78
TABELA 4.3 – Soluções Adotadas pelo Edifício Faria Lima, relacionadas às diretrizes propostas para a seleção de materiais	85

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACV	-	Análise do Ciclo de Vida
ANAMACO	-	Associação Nacional dos Comerciantes de Material de Construção
AQUA	-	Alta Qualidade Ambiental
BREEAM	-	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CBCS	-	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CNPJ	-	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CO ₂	-	Dióxido de Carbono
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP 17	-	17ª Conferência das Partes
COV	-	Composto Orgânico Volátil
CTE	-	Centro de Tecnologia de Edificações
FSC	-	<i>Forestry Stewardship Council</i>
HQE	-	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
HVAC	-	<i>Heating, Ventilating and Air Conditioning</i>
IDHEA	-	Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
IiSBE	-	<i>International Initiative for Sustainable Built Environment</i>
LED	-	<i>Light Emitting Diode</i>
LEED	-	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LEED AP's	-	<i>LEED Accredited Professional</i>
LEED GA's	-	<i>LEED Green Associate</i>
ONGs	-	Organizações não governamentais
PBQP-H	-	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PROCERT	-	Programa de Divulgação Produtos Qualificados para Lojas Material Construção
PSQs	-	Programas Setoriais de Qualidade
QAE	-	Qualidade Ambiental do Edifício
RCD	-	Resíduos da Construção e Demolição
SABESP	-	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
SGE	-	Sistema de Gestão do Empreendimento
SINAT	-	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
SMO	-	<i>Système de Management de l'Opération</i>
USGBC	-	<i>United States Green Building Council</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O descontrole no consumo dos recursos naturais e a negligência com a sustentabilidade ambiental deixam um legado de consequências negativas, tais como: riscos e extinções na fauna, influências negativas no macro e microclima, dentre outros. Todos esses fatores provocam reações nos diversos setores da sociedade, que passaram a investir em pesquisas, projetos e execução de ideias que possam colaborar para a redução dos impactos causados, buscando atingir desempenhos mais próximos ao conceito de sustentabilidade.

Dentro deste contexto, sustentabilidade é um termo comumente utilizado para designar o bom uso dos recursos naturais da Terra. Considerado um conceito sistêmico, se relaciona com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. A sustentabilidade propõe-se a ser um meio de configurar a civilização, de tal forma que a sociedade, seus membros e suas economias possam satisfazer as suas necessidades no presente, e, ao mesmo tempo, preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais. Recentemente, Boff (2012, p.47) apresenta um conceito amplo de desenvolvimento sustentável:

O desenvolvimento é um processo econômico, social, cultural e político abrangente, que visa ao constante melhoramento do bem-estar de toda a população e de cada indivíduo, na base da sua participação ativa, livre e significativa no desenvolvimento e na justa distribuição dos benefícios resultantes dele.

Atrelada a esse debate, foi realizada, no ano de 2012, a Rio +20, conferência promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), tendo como tema principal “O Futuro que Queremos”. A conferência sobreveio com o intuito de ajudar a definir uma agenda de desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Para tanto, foram reunidas partes do setor público e privado, autoridades locais, sociedade civil, acadêmicos, povos indígenas e Organizações Não Governamentais (ONGs).

O principal foco foi discutir medidas capazes de induzir a equidade social e a proteção ambiental, para a garantia de um planeta habitável. Durante a conferência foram abordados temas sobre as mudanças significativas em termos ambientais e geopolíticos; a influência do crescimento econômico e populacional no bem-estar da humanidade, no meio ambiente e nos

ecossistemas; a conscientização desse crescimento, aliado aos perigos de degradação ambiental; a perda da diversidade biológica e a desertificação, entre outros (SOUSA, 2012).

Salienta-se que o setor da construção civil se destaca por representar uma das atividades humanas de maior impacto sobre o meio ambiente, sendo a produção de materiais a fase de maior contribuição (PAES, 2008). De acordo com Brown (2009), esse setor é o principal consumidor de eletricidade e do uso de matérias-primas. Nos EUA, os edifícios comerciais e residenciais consomem cerca 72% de energia elétrica por ano, enquanto que no Brasil, segundo dados do Ministério de Minas e Energia do ano de 2011, estima-se que o consumo seja de 42%, com um crescimento médio anual previsto de 4,8%, aliado ao consumo de 40% de matérias-primas naturais.

A emissão excessiva de CO₂ é um importante e preocupante problema, identificado pelo desenvolvimento das cidades que crescem exponencialmente. Segundo Boff (2012), de 1998 até o momento, houve um aumento de 35% nas emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. Outro importante fator a ser considerado no contexto é o consumo e o uso da água, principalmente se considerarmos sua distribuição desuniforme no mundo (LAMBERTS *et al*, 2008), que caracteriza-se como fator prioritário.

Outro importante aspecto a ser considerado, e que promove excesso de consumo de recursos pela indústria da construção civil, é a deficiência em atender as exigências dos usuários, principalmente no que se refere ao conforto térmico, acústico e a qualidade dos componentes, ocasionando elevado consumo energético, em longo prazo. Há de se considerar, inclusive, a deficiência em planos adequados de gestão ambiental durante todo o processo construtivo, que busquem reduzir a geração de resíduos, promovendo, inclusive, o seu reaproveitamento.

Em resposta a essas falhas, constata-se uma mudança de comportamento da cadeia produtiva da construção civil, a fim de contribuir para um desenvolvimento mais sustentável, ou que se aproxime ao máximo das metas relacionadas a este conceito. Essas transformações incentivam a criação de edificações que empreguem o uso racional de recursos naturais, utilizem materiais ecologicamente corretos e modifiquem ao mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas. Neste contexto, as questões incorporadas aos projetos devem ser colocadas em prática na execução e manutenção do empreendimento. É importante destacar as decisões nas etapas de planejamento e projeto (concepção), em que são considerados os aspectos ambientais, o entorno e a gestão dos recursos, principalmente no momento da especificação dos materiais, objeto de estudo desse trabalho.

No momento da escolha dos materiais deve-se optar por aqueles com menor impacto ambiental em todas as etapas, desde a extração da matéria-prima para sua produção até o seu descarte. Atualmente existem recomendações e critérios que abrangem conceitos de sustentabilidade e podem servir de orientação para eleição de melhores alternativas. Esses critérios configuram principal alvo de estudo dessa pesquisa, que pretende desenvolver um método para a seleção de materiais, orientado para empreendedores que queiram obter construções com menor impacto.

Neste contexto, destacam-se os métodos de avaliação do desempenho dos edifícios que consideram critérios para a seleção dos materiais. Em tal campo existem inúmeras ferramentas, sendo que no Brasil destacam-se as avaliações de ciclo de vida e os sistemas de certificação. Dentre os sistemas de certificação ambiental existentes, este trabalho irá se limitar ao estudo de três sistemas internacionais, a saber: o LEED (EUA), o HQE (França) e o BREEAM (Reino Unido); além dos sistemas de certificação brasileiros: LEED/Brasil, AQUA (Alta Qualidade Ambiental) e o proposto Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, que contribui para melhorias na certificação de edifícios no país.

Admitindo a importância da inserção dos conceitos de sustentabilidade neste contexto, esta pesquisa destina-se a questão que envolve a escolha consciente dos materiais de construção. Para o alcance de tal meta, a presente pesquisa seleciona alguns sistemas de certificação ambiental e baseia-se em sua análise para propor recomendações a serem consideradas em edificações no Brasil, especialmente no que se refere à seleção dos materiais de construção. Uma lista de recomendações é proposta, de modo que a seleção se torne mais adequada ao panorama nacional e ao conceito global de sustentabilidade.

A principal questão é: o que considerar para especificar materiais, ao projetar no Brasil um empreendimento sob o ponto de vista da sustentabilidade? Deste modo, visando as dimensões ambientais, sociais, econômicas e culturais da sustentabilidade, procura-se identificar os principais subsídios a serem analisados no momento da escolha dos materiais para as edificações. Tais subsídios são identificados como características almejavéis e considera-se que o seu acúmulo tornará o material preferencial a outro.

Cabe recordar que o arquiteto deve procurar por materiais com o mínimo de impactos negativos e o máximo de positivos, em relação ao meio ambiente, aos usuários e à sociedade. Seguramente, não serão encontrados materiais que sejam consistentes com todas as recomendações propostas pela pesquisa. O importante é a escolha consciente, satisfazendo o

maior número de recomendações possível e, principalmente, sabendo priorizar as qualidades que sejam fundamentais a cada projeto.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse estudo consiste na elaboração de um questionário, contendo recomendações para pré-avaliação da seleção de materiais, a serem adotadas em projetos de empreendimentos que buscam a sustentabilidade. O questionário caracteriza-se por um método a ser utilizado para a seleção de materiais, ainda na fase do projeto. O intuito deste estudo é contribuir para o trabalho dos profissionais da área e apresentar subsídios para o melhor desempenho de edificações no Brasil, visando maior sustentabilidade e a certificação pelos sistemas ambientais existentes.

Objetivos específicos:

- Analisar os principais impactos ambientais inerentes ao setor da construção civil, além de levantar os conceitos atuais de sustentabilidade dirigidos a este setor, principalmente no que diz respeito aos materiais;
- Identificar e analisar os sistemas de certificação ambiental, nacionais e internacionais mais relevantes para o tema proposto e avaliar os principais critérios utilizados por estes para a seleção de materiais;
- Gerar uma lista de recomendações que agregue todos os conceitos presentes nos critérios analisados, considerando aqueles que são análogos para uma listagem mais compacta;
- Desenvolver um questionário a partir da lista final de recomendações gerada, que auxilie, de forma simples e didática, a tomada de decisões relativas à seleção de materiais de construção. O questionário serve para a pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que pretendem obter a certificação ambiental.

1.3. ESTRUTURA E METODOLOGIA

A dissertação é composta de cinco capítulos, a saber:

- Capítulo 1 – **Introdução**: constituído da problematização, em que se apresenta o enquadramento ao tema, decorrente dos objetivos da dissertação e a sua estruturação e metodologia.

- **Capítulo 2 - Construção Civil x Meio Ambiente:** contém a revisão bibliográfica acerca do contexto atual em que se insere o objetivo do trabalho, definindo-se conceitos e princípios do desenvolvimento sustentável, bem como descrevendo a evolução destes. Descrevem-se ainda, neste capítulo, os processos construtivos relacionados aos projetos sustentáveis e o tema associado, para se entender o surgimento dos sistemas de certificação ambiental para edifícios, as vantagens de sua utilização, assim como os campos e fases da sua aplicação.

- **Capítulo 3 - Sistemas de certificação ambiental de edifícios:** aborda uma análise sobre alguns sistemas de certificação ambiental, de nível nacional e internacional. Este estudo tem como objetivo descrever características gerais, a estrutura e os critérios de avaliação relacionados à seleção de materiais de cada sistema.

- **Capítulo 4 – Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais:** apresenta recomendações para a seleção de materiais mais sustentáveis, a partir da análise de critérios levantados pelos sistemas de certificação estudados. Propõe um questionário para a pré-avaliação da seleção de materiais, ainda na fase do projeto, em casos que visam a certificação ambiental.

- **Capítulo 5 - Conclusão:** o último capítulo apresenta as conclusões finais do estudo realizado, além de indicações e propostas de continuidade para futuros trabalhos.

- O anexo apresenta o questionário preenchido por um arquiteto que trabalha com projetos que visam à certificação ambiental.

A Figura 1.1 apresenta o esquema da estrutura do presente trabalho:

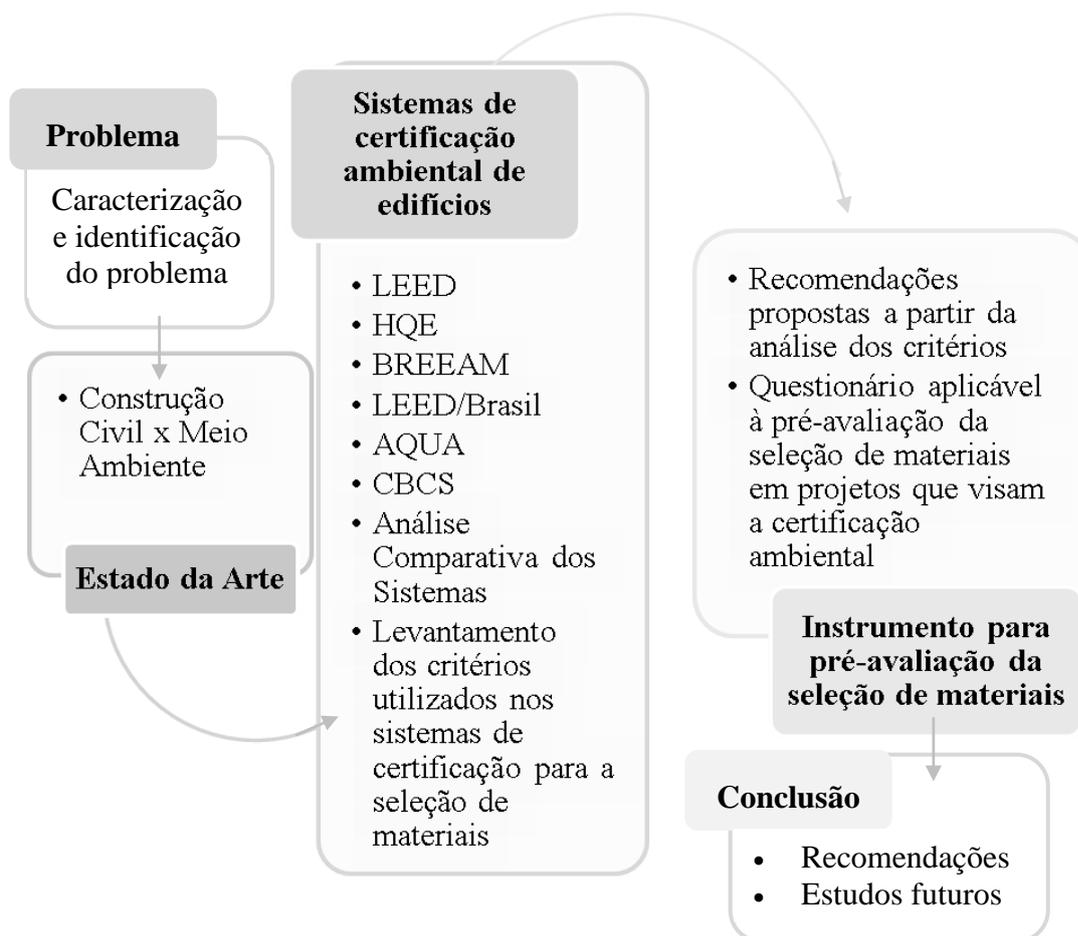


Figura 1. 1 – Estrutura e metodologia da dissertação.

2. CONSTRUÇÃO CIVIL x MEIO AMBIENTE

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na sociedade industrial, o crescimento econômico sempre esteve acompanhado de um equivalente aumento no consumo de recursos materiais, principalmente dos insumos energéticos. Um modelo de consumo acentuado e a utilização de técnicas de produção acarretaram ao mundo um cenário de grande impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente (MAGRINI, 2001 *apud* ZAMBRANO, 2004).

As decorrências desta produção descontrolada podem ser observadas com o atual estado de carência de recursos e de deterioração ambiental pelo mundo. Além disso, e apesar dos grandes avanços obtidos por este modelo de desenvolvimento, é evidente o desequilíbrio econômico e social instalado.

As questões ambientais começaram a ser discutidas no início dos anos 1970. Segundo Fuentes *et al* (2006), o interesse por projetos sustentáveis começou nesta década, em resposta à alta no preço do petróleo. Esta crise resultou no aprimoramento da “casa solar”, onde se empregava energia limpa e reciclável. Na época, consideradas construções inovadoras, estabeleceram as bases sobre as quais se desenvolveram os projetos para *ecohouses* do século XXI.

Posteriormente, na década de 1980, com a crise ambiental, iniciou-se a implantação da arquitetura bioclimática, empregando climatização natural, conseguida através do uso da massa térmica, da orientação da edificação, da convecção natural, da criação de microclima, entre outros conhecimentos e técnicas, adequadas ao conforto da edificação-usuário.

Cabe mencionar a Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986 (p.636), em que iniciaram os trabalhos para a década posterior. Definiu-se impacto ambiental como:

(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma da matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. A segurança, a saúde e o bem-estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;
- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais.

No início da década de 90 ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, na cidade do Rio de Janeiro, conhecida como ECO 92. Este evento resultou na Agenda 21, que trata do conceito fundamental de desenvolvimento sustentável que, em

resumo, significa: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987), sendo rediscutido e reafirmado na conferência Rio +20, no ano de 2012.

O conceito de construção sustentável caracteriza-se, portanto, por considerar fatores ambientais, sociais (sociocultural) e econômicos (custo-benefício), conforme ilustrado na Figura 2.1. Segundo Lamberts *et al* (2008), os aspectos culturais e as implicações do patrimônio cultural do ambiente construído também passaram a ser considerados relevantes para a construção sustentável. Assim como os fatores institucionais (gestão-sociedade), além dos já empregados usualmente nos projetos tradicionais, como estética, funcionalidade e uso.

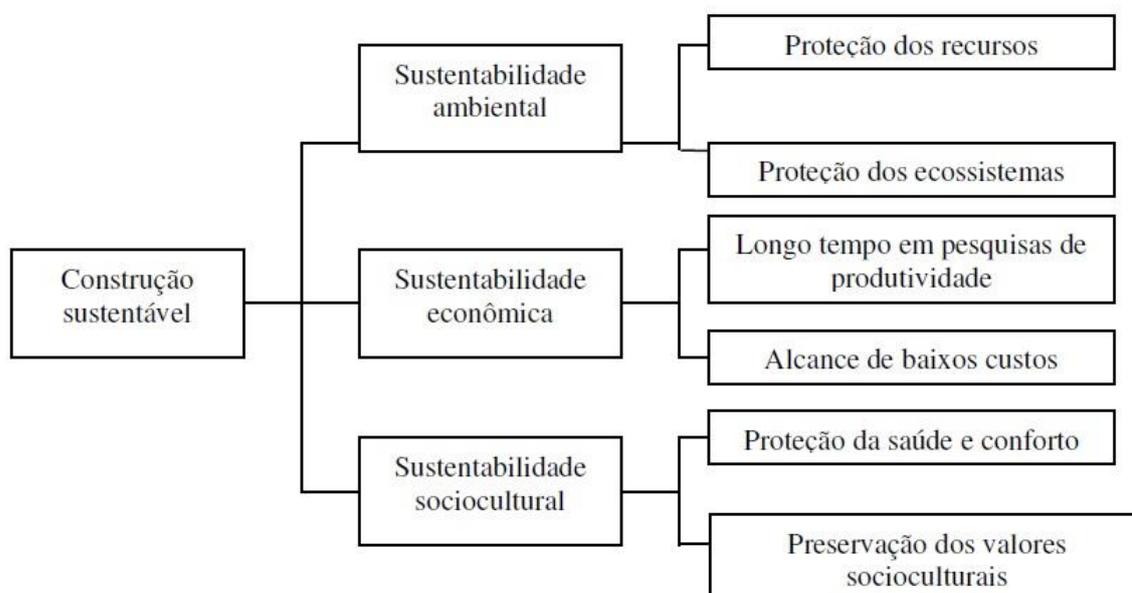


Figura 2. 1 – Tríade da Sustentabilidade (CARVALHO, 2009).

Dentro deste contexto, Mitchel *et al apud* Marques (2007) apresentam quatro princípios básicos, que juntos devem determinar um desenvolvimento sustentável. As preocupações com as gerações futuras, a proteção da integridade dos ecossistemas, a população economicamente pobre e a participação da população nas decisões que a afeta.

A Tabela 2.1 relaciona sobre os principais impactos resultantes da ação direta do setor da construção civil no ambiente, ao mesmo tempo em que retrata uma grande influência nestas três áreas (ambiental, econômica e social), atreladas ao conceito de desenvolvimento sustentável. O que reforça, portanto, a necessidade de adaptação, para que a sociedade se sustente de maneira mais adequada, a fim de evitar um possível colapso eminente pelo abuso do consumo desenfreado dos recursos naturais.

Pode-se observar que, sendo um setor essencial para manutenção da economia e proporcionando diversos benefícios sociais, não resta alternativa senão o seu desenvolvimento, através de uma nova perspectiva que contribua no processo de retardamento da crise prevista.

TABELA 2.1 - Impactos no Ambiente Construído oriundos da Construção Civil.

IMPACTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS ECONÔMICOS	IMPACTOS SOCIAIS
Alteram a natureza, função e aparência de áreas urbanas e rurais.	Toda a complexa cadeia produtiva do setor da construção civil participa, com 20,56% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.	Prevê meios para o atendimento de necessidades humanas básicas, como abrigo, saúde, educação, integração social, transporte, segurança, energia, água, esgoto, lazer e produção industrial.
Atividades de extração, industrialização, transporte, construção, uso, reparo, manutenção e demolição consomem recursos e geram resíduos grandes em proporções.	O setor contribui relativamente com 68,25% para a composição dos investimentos totais do país.	Maximização do capital social.
Efeitos transitórios: ruídos, poeira, efeitos permanentes: emissão de CO ₂ .	O setor emprega quase 12,5 milhões de trabalhadores em empregos diretos e indiretos.	Melhoria da qualidade de vida.
	O setor participa diretamente com 5,2% do total de salários pagos na economia.	Geração de renda e emprego.
	Apenas 8,06% do total de insumos importados pela economia nacional destinam-se ao setor da construção.	

Fonte: Carvalho (2009).

Barreto *et al apud* Marques (2007) destacam alguns impactos gerados pelo setor da construção civil, a saber:

- Consumo de recursos naturais: o setor apresenta-se como um dos maiores consumidores de recursos naturais, variando de região para região, dependendo da tecnologia empregada e do volume de construção, dentre outros fatores. Em geral, na ordem de 14% a 75%;
- Geração de resíduos: o setor gera resíduos da construção e demolição, chamados de RCD ou entulho de obra. No Brasil, a estimativa é de 230 a 760 Kg/habitante/ano, representando massa igual ou superior ao lixo domiciliar produzido. A deposição irregular de RCD tem efeitos consideráveis na qualidade do ambiente;

- Perdas e desperdício: o consumo excessivo de materiais e recursos humanos é uma característica da construção civil. Grande parte desse desperdício acaba resultando em RCD;
- Consumo de energia: se considerar a energia gasta com a produção de materiais para a construção, mais o seu transporte e a própria construção, pode-se perceber um consumo razoável. No entanto, torna-se necessário a atenção na fase de uso das edificações, pois consomem mais energia que sua produção;
- Poluição Ambiental: além de poluição sonora, o setor da construção civil é um grande poluidor do ar, por material particulado respirável (extração, moagem, beneficiamento, matérias-primas);
- Outros Impactos: a construção civil também contribui com a poluição do ar em interiores, além da destruição da flora, fauna e da paisagem, por meio da extração de matéria-prima, modificando o ambiente natural que acompanha qualquer empreendimento.

Outro importante aspecto a ser considerado no contexto é o consumo e uso da água (LAMBERTS *et al*, 2008), devendo ser considerado como uma das prioridades, visto que a disponibilidade de água potável está comprometida e o consumo crescente.

A conscientização em torno de soluções para a redução dos danos provocados ao meio ambiente tornou-se prioridade nos dias atuais, visando à preservação deste e seu maior equilíbrio, ao mesmo tempo em que devem satisfazer as necessidades da humanidade. A construção civil, como aqui já relatado, é responsável por grande parte dos impactos, por isso deve procurar implementar tecnologias e materiais mais harmônicos, que consideram a relação entre o homem e a natureza.

Dentro desta perspectiva, existem sistemas de avaliação utilizados para a seleção de materiais e componentes de construção, no processo do projeto de edificações, que podem ser consideradas mais sustentáveis, sendo um aliado na redução de tais impactos (LAMBERTS *et al*, 2008).

Uma das formas de avaliação da sustentabilidade dos materiais se deu através do uso da energia incorporada como critério de julgamento. O avanço do conhecimento sobre as questões ambientais, agregadas aos materiais, permitiu que este conceito fosse substituído por métodos de avaliação mais complexos e que consideram aspectos de natureza diversificada. Dentre os métodos desenvolvidos, destacam-se alguns mais relevantes para a seleção de

materiais: os sistemas baseados na Análise do Ciclo de Vida (ACV), voltados para comparação e seleção de materiais e componentes, e os sistemas ou estruturas de análise ambiental de edificações como um todo, a exemplo do LEED, BREEAM, entre outros (JOHN *et al*, 2007).

A interpretação, ao longo dos anos, a respeito da sustentabilidade nas edificações foi sofrendo mudanças. No início, pensava-se apenas em otimizar o uso racional dos recursos não renováveis e reduzir os impactos ao meio ambiente. Posteriormente, foram considerados requisitos mais técnicos da construção como: materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. Até que, por fim, os aspectos econômicos e sociais também começaram a ter um papel importante para tal classificação. Ou seja, o desenvolvimento sustentável atual deve estabelecer estratégias necessárias para garantir a relação das construções sustentáveis com a saúde social, econômica e ambiental. (LAMBERTS *et al*, 2008).

Ao atualizar o tema exposto em relação aos acontecimentos mundiais, vale recorrer à conferência que se sucedeu em junho de 2012, proporcionando o encontro de representantes de diversas nações. A Rio +20 serviu de palco para a discussão, análise e criação de novas metas, que permitem representar a efetiva continuação de todos os conceitos desenvolvidos e as metas implantadas desde outras importantes conferências sobre o meio ambiente realizadas pela ONU.

Dentre as conferências realizadas se destacam a Eco 92, no Rio de Janeiro; a Cúpula do Clima e Aquecimento Global, realizada em Kyoto (1997); a Convenção da Desertificação, em Olinda (1999); a Cúpula do Clima e Aquecimento Global, realizada em Haia no ano 2000; a Cúpula do Clima e Aquecimento Global, em Bonn (2001); e a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada dez anos após a Eco 92, em Joanesburgo (África do Sul) (ONU BRASIL, 2010).

É importante destacar certas considerações priorizadas no relatório final da Rio +20, que dispõe sobre as cidades sustentáveis e os assentamentos humanos. Os integrantes da conferência compartilham a opinião de que as cidades podem promover sociedades sustentáveis, econômica, social e ambientalmente, através da implantação de estratégias muito bem planejadas e desenvolvidas, permitindo, principalmente, a integração entre planejamento e gestão. Também reconhecem a necessidade de conservação, conforme o caso do patrimônio natural e cultural dos assentamentos humanos, a revitalização de bairros históricos e a reabilitação dos centros urbanos (CÚPULA DOS POVOS, 2012).

Nesse evento, assegurou-se o compromisso em promover políticas de desenvolvimento sustentável que suportem, inclusive, habitação e serviços sociais; transporte acessível e energia sustentável; promoção, proteção e restauração de espaços verdes urbanos; garantia de água potável e saneamento; qualidade do ar; geração de empregos dignos; melhoria do planejamento urbano e urbanização de favelas; além de apoiarem a gestão de resíduos de forma sustentável, através da aplicação de ações que permitam reduzir, reutilizar e reciclar (CÚPULA DOS POVOS, 2012).

2.2. SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS X PROCESSO CONSTRUTIVO

No contexto exposto, a construção civil apresenta-se como um dos setores mais impactantes ao meio ambiente, sendo a produção de materiais a fase de maior responsabilidade sobre este fato. A extração e o beneficiamento de certos recursos naturais provocam a degradação de imensas áreas, incluindo, muitas vezes, rejeitos que são lançados ao meio ambiente.

Os poluentes atmosféricos emitidos por este setor ocorrem principalmente através do transporte, gastos energéticos e a produção dos materiais. Os recursos naturais e a quantidade de energia gasta são enormes, sendo assim, deve-se dar prioridade aos materiais produzidos responsavelmente, extraídos ou manufaturados de forma ambientalmente amigável.

Para a escolha adequada dos materiais a serem utilizados num empreendimento da construção civil deve-se considerar: o local de origem (da fabricação), o desempenho térmico/acústico, o custo, a facilidade de operação e de manutenção, etc., integrando o projeto e reduzindo o impacto ao meio ambiente (DEL CARLO *et al apud* MARQUES, 2007).

No que se refere aos materiais, sempre processados (de algum modo) antes de serem incorporados à edificação, geram, inevitavelmente, consumo de energia, poluição nas fases de extração, manufatura, utilização e disposição final, e resultam na geração de resíduos. A escolha dos materiais causa prejuízo ambiental, o qual, segundo Fuentes *et al* (2006), pode ser dimensionado quando se conhece o impacto resultante do uso diário, da fabricação e entrega desses materiais e componentes de construção.

Certamente, uma das questões essenciais para a seleção de materiais mais sustentáveis, que necessita aqui melhor exploração, relaciona-se com a integração e equilíbrio entre as dimensões ambiental e social. Para tal, Gibberd (*apud* JOHN *et al*, 2006) apresenta diversos critérios capazes de promover uma relação equilibrada entre sociedade e meio

ambiente, destacando-se: acesso a capital; inclusão social; altos níveis de saúde e bem estar; elevação dos níveis de educação e conscientização; integração social.

Para o caso de edificações existentes, a introdução da consciência ambiental é realizada, por exemplo, empregando-se alternativas sustentáveis, como a implantação de sistemas para o aproveitamento de água da chuva e da energia solar; a instalação de cobertura verde e anteparos solares; entre outros, a fim de minimizar os impactos gerados.

Em desenhos de novas edificações, quando as soluções sustentáveis são inseridas no processo de projeto desde o seu início, estas são empregadas de maneira muito mais eficaz. O resultado é a elaboração de projetos mais sustentáveis e também mais satisfatórios ao comprador (MARQUES e SALGADO, 2007). Mendler *et al* (2006) nomeia essa inclusão de requisitos ambientais no processo de projeto do edifício como Processo de Projeto Integrado. O mesmo autor estabelece dez etapas essenciais para obtenção de um projeto integrado, a saber:

- 1) Definição de projeto – através de decisões tomadas entre clientes, usuários, fornecedores, representantes e projetistas. As propostas devem fazer parte de um escopo de trabalho, um documento de comum acordo ou um contrato, para ser seguido;
- 2) Equipe de trabalho – buscar formar uma equipe de pessoas experientes e comprometidas com o projeto sustentável e com o trabalho colaborativo, estabelecendo atividades integradas e com identificação de um líder gerenciador;
- 3) Educação e definição de metas – envolver a equipe na discussão de questões sustentáveis e oportunas ao projeto, incluindo os custos e relatórios de impacto. Traçar metas, de acordo com os conceitos de sustentabilidade que possam ser cumpridos dentro projeto, buscando se aprimorar cada vez mais em relação às soluções encontradas, além de integrá-las;
- 4) Análise de sítio – avaliar o terreno e identificar as vantagens e oportunidades de sustentabilidade. Analisar o micro e o macro clima, determinar influência da incidência do sol e dos ventos, frequência de precipitação pluvial e potenciais térmicos. Criar inventário sobre a variabilidade de espécies de animais e plantas

locais. Identificar facilidades de trânsito e transporte, além de reconhecer fontes culturais e/ou históricas que devem ser preservadas;

- 5) Análise de recursos – confeccionar análise da base de dados referente às medidas a serem tomadas para o aproveitamento sustentável dos recursos naturais disponíveis. Explorar formas de utilização das fontes de energia renováveis, tanto quanto comparar a eficiência energética com questões econômicas;
- 6) Concepção de projeto – fazer uso de processos de projeto integrados e participativos para intensificar os ganhos relativos ao uso dos conceitos sustentáveis dentro do processo;
- 7) Otimização do projeto – explorar, testar e avaliar toda a gama de soluções levantadas para conseguir identificar quais as que possuem o melhor potencial de aproveitamento em cada caso. Neste caso, é essencial a avaliação por uma equipe multidisciplinar;
- 8) Documentação e detalhamentos – documentar cuidadosamente todos os requerimentos do projeto. Atualizar a base de dados sempre que necessário para deixar as especificações de acordo com as novas decisões. As decisões devem ser tomadas de acordo com as metas estabelecidas em etapas anteriores e devem contemplar indicações sustentáveis em relação a materiais, sistemas e outros requerimentos que serão incorporados;
- 9) Licitação e construção – envolver toda a equipe (agentes intervenientes) no processo de licitação, venda, procuração, construção e financiamento, a fim de entregar um projeto saudável e ambientalmente responsável, que facilite o alcance ou venha ao encontro das metas estabelecidas em projeto;
- 10) Pós-ocupação – envolver a equipe no processo de avaliação da pós-ocupação do empreendimento para descobrir maneiras de melhorar o desempenho de operações, manutenção e satisfação da ocupação em projetos futuros.

Lamberts *et al* (2008) iniciam a discussão do tema definindo as diretrizes de seleção de materiais como:

- Adoção de um novo paradigma de projeto, no qual as soluções são avaliadas considerando o ciclo de vida da edificação (incluindo custos de operação, uso, manutenção e desmontagem das edificações) e não apenas seus custos iniciais;
- Utilização de soluções que aumentem a flexibilidade das edificações e facilitem reformas e modernizações, como, por exemplo, a reposição de componentes e subsistemas;
- Utilização de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida;
- Introdução de melhorias nos projetos e na gestão da produção, reduzindo a geração de resíduos nos canteiros de obras e proporcionando uma destinação adequada àqueles que são inevitavelmente gerados;
- Reutilização ou reciclagem de resíduos industriais e agrícolas pela construção civil, incluindo os próprios resíduos produzidos na construção e demolição de edificações.

Os sistemas de avaliação tornam-se importantes no processo de projeto, pois são capazes de facilitar e promover o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis, e também a maior sustentabilidade do ambiente construído. O objetivo de tais sistemas é auxiliar a tomada de decisão, ao passo que consideram de forma integrada aspectos sociais, econômicos e ambientais para a escolha de produtos da construção (JOHN *et al*, 2007).

O conceito de energia incorporada, como critério de julgamento para a sustentabilidade dos materiais, foi uma das primeiras formas de avaliação desenvolvidas e reflete preocupações de um período no qual aspectos ambientais estavam estritamente relacionados à questão energética. No método de energia incorporada considera-se a energia necessária para a produção de um produto, podendo ser englobadas fases desde a extração da matéria-prima até a distribuição do produto para comercialização (JOHN *et al*, 2006).

Neste contexto, a ACV emergiu como um sistema reconhecido, sendo a base para a criação de outros diversos sistemas de avaliação. Em seguida, iniciaram-se o desenvolvimento de sistemas alternativos para avaliação de edificações, baseados em critérios simplificados, que abrangiam também a avaliação de materiais e componentes enquanto integrantes da edificação avaliada (JOHN *et al*, 2007).

Segundo Fuentes *et al* (2006), a energia incorporada é de grande importância, tendo em vista que o uso de fontes de energia não renováveis é um fator de grande peso quando o assunto é relativo à degradação ambiental. De acordo com o mesmo autor, o conceito de energia incorporada julga a sustentabilidade do produto, levando em conta a quantidade de energia consumida para sua produção.

Para a redução do consumo energético, alguns itens devem ser considerados, como o gasto de energia incorporado aos materiais, devido ao volume de produção e distância e meio de transporte. Este conceito serve tanto para a edificação quanto para o material utilizado. Porém, segundo John *et al* (2006), não são discernidas as diferentes fontes de energia, pois um material proveniente de uma fonte renovável e com baixo impacto recebe a mesma avaliação que um produto produzido a partir de uma fonte não-renovável.

Sperb (2000) afirma que os impactos relacionados aos materiais de construção devem ser avaliados em cinco etapas, considerando o seu ciclo de vida:

- Na extração de matérias primas;
- Na manufatura dos materiais de construção;
- No transporte dos materiais;
- Na utilização destes materiais em edificações;
- Na sua deposição final.

É importante destacar que cada uma das etapas propostas por Sperb (2000) está diretamente relacionada à entrada e saída do que é produzido. Os itens de entrada são capazes de gerar impactos ambientais e podem representar os recursos naturais e energéticos, dentre outros. Já os produtos de saída podem abranger as emissões aéreas, efluentes líquidos, resíduos sólidos e outros.

Por considerar diversas questões ambientais, desde o consumo de recursos até a geração de resíduos, a ACV está à frente do conceito de adoção do critério único de energia incorporada. É uma ferramenta mais completa para a avaliação de cargas ambientais do ciclo de vida de um produto, porém demanda grande quantidade e variedade de dados.

A produção de materiais e componentes possui um papel estritamente importante na promoção da sustentabilidade, suas consequências estão vinculadas à saúde, à segurança e as condições de trabalho. John *et al* (2006) mencionam a necessidade de comprometimento dos fabricantes e fornecedores de materiais, citando o movimento de responsabilidade social das empresas.

No que se refere aos aspectos econômicos durante a seleção de materiais de construção, deve-se avaliar que as edificações são os bens de consumo mais caros comercializados pelo homem. É fato que os fabricantes de materiais representam cerca de 5% do PIB brasileiro. Para John *et al* (2006), a avaliação dos custos do ciclo de vida de um produto é necessária para o desenvolvimento da sustentabilidade econômica, já que este procedimento fornece referências monetárias para as soluções ambientalmente mais favoráveis, melhorando a equação custos x benefícios ambientais. No entanto, a sustentabilidade econômica não inclui apenas os custos do ciclo de vida dos materiais, mas também a lógica do seu sistema de produção.

Os materiais tradicionais como a terra, a pedra, a madeira e as fibras estão presentes em diversas tecnologias utilizadas em edificações consideradas patrimônio cultural. Segundo Pereira e Martins (2005), estas técnicas são capazes de manifestar por inteiro as três dimensões do homem: o pensar, como conhecimento adquirido; o sentir, como capacidade criativa; e o agir, como a concretização de ambos.

Deste modo, feitos relacionados à cultura são periodicamente considerados na criação de edificações realizadas através de vivências e sentimentos experimentados em determinada região. Tecnologias antigas, como o pau-a-pique, o adobe, a taipa de pilão, o cob, construções feitas com terra, bambu ou madeira, principalmente em zonas rurais, exemplificam este aspecto. A cultura, somada aos aspectos ambientais, sociais e econômicos contribui ricamente em edificações que buscam maior sustentabilidade, agregando valores que distinguem cada um dos povos e cada uma das sociedades, travando a uniformização cultural.

Estas tecnologias também podem ser empregadas em edificações urbanas contemporâneas, servindo para despertar a memória coletiva da sociedade. Reforçando assim, a ideia de Pereira e Martins (2005), que defendem a necessidade de utilização das nossas próprias referências culturais, reprocessadas em novos termos, como um caminho para resgatar a cultura, ao mesmo tempo em que são empregados materiais locais e renováveis, tornando assim habitações atuais mais sustentáveis.

A importância da quantificação de dados referentes ao ciclo de vida dos materiais, assim como a análise de seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais é bastante relevante. Neste contexto, encontram-se os sistemas de certificação ambiental de edifícios, os quais se diferenciam apresentando um ou mais aspectos, que fazem parte do conceito de sustentabilidade em seus critérios relativos à escolha adequada dos materiais. Os sistemas de certificação ambiental demonstram-se muito vantajosos neste caso, por representar um

processo de desenvolvimento de projeto capaz de reduzir diversos impactos ao meio ambiente.

Conforme a direção tomada por esta pesquisa, levando em consideração que se pretende observar a sustentabilidade dos materiais nos empreendimentos, primeiramente, será necessário apreender os critérios relativos à sustentabilidade dos materiais, considerados pelos sistemas de certificação ambiental analisados, para então avaliar como a seleção de materiais pode ser adequadamente empregada através de recomendações no questionário proposto por este estudo.

Sendo assim, o próximo capítulo será dedicado à compreensão dos sistemas de certificação ambiental previamente relacionados e os critérios utilizados por estes acerca da escolha dos materiais de construção.

3. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conforme já foi visto, a ação sobre o setor da construção civil é indispensável na busca pelo desenvolvimento sustentável. Edificações destinadas a quaisquer fins devem, cada vez mais, incorporar conceitos de sustentabilidade, desde a fase inicial do projeto. No entanto, se há um tipo de instrumento de avaliação capaz de contribuir significativamente para este objetivo, esses são os sistemas de certificação ambiental.

Inúmeros países criaram um sistema próprio de certificação. Atualmente cada país Europeu, além dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possui um sistema de certificação ambiental de edifícios.

Segundo a prioridade, cada sistema evidencia diferentes enfoques e métodos favoráveis para apurar e analisar dados, destacando o que avaliam ser mais relevante. A confiabilidade de um sistema é maior à medida que este se adequa às normas e à legislação locais (SCHEUER e KEOLEIAN, 2002).

No seu conjunto, alguns dos sistemas mais relevantes no momento atual, segundo Lucas (2011), são: BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), desenvolvido pelo Reino Unido; LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), desenvolvido pelos Estados Unidos da América; CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), desenvolvido pelo Japão; HQE (*Haute Qualité Environnementale des Bâtiments*), desenvolvido pela França; GBC (*Green Building Challenge*), desenvolvido inicialmente pelo Canadá; e o GBCA (Green Building Council Australia) ou GREEN STAR, desenvolvido pela Austrália.

TABELA 3.1 – Alguns dos principais sistemas existentes para certificação ambiental de edifícios.

PAÍS	SISTEMA	PONTOS PRINCIPAIS
Reino Unido	BREEAM (<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>)	Primeiro e mais conhecido sistema de certificação ambiental de edifícios, criado em 1990. Utiliza um <i>checklist</i> para edifícios novos e questionários para edifícios já existentes. É considerado o sistema mais aceito internacionalmente, devido aos aspectos abrangidos, tais como energia, impacto ambiental, saúde, etc. É atualizado a cada 3 - 5 anos (LUCAS, 2011).
Estados Unidos	LEED (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>)	Inspirado no BREEAM, os primeiros edifícios foram certificados em 2000. Hoje o LEED pode certificar edifícios novos, edifícios existentes, construção e projeto de interiores, operações e manutenção de edifícios verdes. Utiliza <i>checklist</i> , que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos. Possui versão

		brasileira, LEED/Brasil (LUCAS, 2011) (HILGENBERG, 2010).
Japão	CASBEE (<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>)	Começou a certificar edifícios somente em 2005. Abrange a avaliação ambiental de edifícios novos ou existentes, classificados como residenciais e não residenciais. Além destes tipos de edifícios, há um processo especial para certificação de arquitetura vernacular (HILGENBERG, 2010).
França	HQE (<i>Haute Qualité Environnementale des Bâtiments</i>)	O primeiro certificado da norma foi emitido em 2005. A estrutura deste sistema é subdividida em gestão do empreendimento (SMO – <i>Système de Management de l’Opération</i>) e qualidade ambiental (QEB – <i>Qualité Environnementale du Bâtiment</i>), que avaliam as fases de projeto, execução e ocupação. Cada fase obtém uma certificação independente. Possui um sistema adaptado ao Brasil, o AQUA (Alta Qualidade Ambiental) (LUCAS, 2011) (ZAMBRANO, 2004).
Canadá (Iniciado)	GBC (<i>Green Building Challenge</i>)	Consolidado em 2002, hoje é um consórcio internacional coordenado pela iiSBE (<i>International Initiative for Sustainable Built Environment</i>) e envolve mais de vinte países, entre eles o Brasil, que estão desenvolvendo e testando um novo método de avaliação do desempenho ambiental do edifício. A estrutura do sistema se baseia numa comparação entre as características do projeto e valores de referência. As características do projeto são pontuadas e atribuem-se pesos a elas. Estes valores de referência são baseados nas condições de cada país, ou ainda de cada região, e são eles que calibram os pesos da pontuação de cada avaliação (HILGENBERG, 2010) (ZAMBRANO, 2004).
Austrália	GBCA (<i>Green Building Council Australia</i>) (GREEN STAR)	Certificou seus primeiros edifícios em 2003. É baseado no BREEAM e no LEED. Possui manuais específicos conforme a tipologia do edifício: centro comercial, edifício educacional, projeto de escritório, construção de escritório, interior de escritórios. A avaliação dos requisitos se dá por pontos, podendo se enquadrar em seis classificações (de 1 a 6 estrelas), das quais somente as três mais altas têm a possibilidade de receber o certificado (HILGENBERG, 2010).

Alguns sistemas internacionais, como o BREEAM e o LEED, estão sendo aplicados no Brasil, apesar de seus critérios de avaliação e parâmetros avaliativos demonstrarem-se muitas vezes inadequados. Estes sistemas são aplicados tal como em seu país de origem, de onde vem o certificado do edifício.

Diversas pesquisas conseguiram demonstrar a falta de sucesso em se aplicar um sistema de certificação fora de seu local de origem. Visto que sua credibilidade baseia-se no uso de normas e leis que conferem identidade local à avaliação (SILVA, SILVA e AGOPYAN, 2001).

O aspecto adotado por cada sistema depende das características locais e é fundamentado nas prioridades da Agenda Ambiental de cada país, nos métodos construtivos,

entre outros fatores (SILVA, SILVA e AGOPYAN, 2003). Edifícios certificados internacionalmente não correspondem necessariamente às necessidades e à realidade local.

Um grande avanço nesse sentido, efetivou-se com a criação da certificação brasileira AQUA (Alta Qualidade Ambiental), pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, em parceria com o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB). O sistema adota problemáticas mais adequadas aos panoramas regionais brasileiros a serem analisados (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

Para análise desta pesquisa será considerado o sistema de certificação AQUA, devido à importância da regionalidade das normas que regem as certificações, por ser o único sistema brasileiro para certificação de edifícios e por se tratar de uma metodologia adaptada especificamente para o contexto regional brasileiro, a partir de um sistema de certificação francês preexistente, o HQE (*Haute Qualité Environnementale*), que também será analisado, por ser seu embrião.

Outros sistemas de certificação analisados são o BREEAM e o LEED. O BREEAM foi o primeiro sistema internacional a ser criado e embasou os vários sistemas seguintes orientados ao mercado. O LEED, atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento, é um dos sistemas mais difundidos em nível global e possui uma versão brasileira, o LEED/Brasil. Além disso, os métodos LEED e BREEAM possuem estrutura similar de *checklist*, ou seja, lista de verificação (SILVA, 2003).

Os sistemas de certificação ambiental de edifícios podem ser separados em grupos, de acordo com algumas de suas especificidades. As metodologias LEED e BREEAM classificam-se em um mesmo grupo, orientados ao mercado, e são concebidas para contextos nacionais específicos, assim, são aplicáveis apenas a essas condições locais (CEPINHA E RODRIGUEZ, 2003). Estes dois sistemas servirão de análise para a pesquisa, além da versão brasileira LEED/ Brasil, que não recebeu adaptação, devido à legislação e às normas do país, e mesmo recebendo algumas críticas, tem sido muito utilizado para certificação de edifícios.

Conforme mencionado, será efetuada, inicialmente, uma análise comparativa entre estes cinco sistemas de certificação ambiental. Além da análise de conceitos elaborados pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), de âmbito nacional, que visa contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade na construção civil.

Deste modo, buscam-se esclarecimentos sobre as questões que necessitam de melhor adaptação para o uso destes sistemas, no que diz respeito à utilização adequada ao panorama nacional. Os sistemas selecionados para a análise servirão de base na elaboração de recomendações, a serem propostas na seleção de materiais em projetos que visam maior sustentabilidade.

Seguirá, portanto, uma análise mais detalhada dos sistemas de certificação, sendo os sistemas selecionados e apresentados nesta ordem: LEED, HQE, BREEAM, LEED/Brasil e AQUA. Por último uma análise sobre o CBCS.

3.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS

3.2.1. LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

O Sistema LEED, desenvolvido nos Estados Unidos, a partir de 1996, e divulgado em 1999, conta com o apoio de fabricantes de materiais e produtos, sendo caracterizado como um documento em constante atualização. Dentre algumas alterações, uma terceira versão do programa – LEED 2.2 – foi divulgada em 2005, porém uma edição exclusiva foi editada em 2004, em que havia uma divisão entre LEED para edificações existentes e LEED para interiores comerciais (MENDLER *et al*, 2006).

A criação do LEED surgiu a partir da necessidade de classificação e certificação ambiental de edifícios para os profissionais e para a indústria de construção. O sistema busca incentivar a criação de empreendimentos que sejam ambientalmente responsáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para se viver e trabalhar (LUCAS, 2011). Conforme ilustrado na Tabela 3.2, para a implementação do sistema LEED foram desenvolvidos referenciais técnicos específicos para diferentes tipos de edifícios. É interessante observar a preocupação existente, já que cada projeto exige uma análise própria, que deve levar em conta aspectos referente àquele empreendimento.

É notável o vasto leque de abrangência atingido por este sistema, que avalia desde projetos com conceitos mais amplos, até mesmo subjetivos, como os de desenvolvimento urbano; até projetos que requerem maiores detalhamentos, como determinados elementos dos edifícios, a exemplo da estrutura, seu envelope e demais sistemas. A ferramenta orienta diversos tipos de construções, desde prédios comerciais, escolas, unidades de saúde, até a manutenção de edifícios já existentes.

TABELA 3.2 – Versões do LEED.

Versões	Tipo de edifício aplicável
LEED-NC (<i>New Construction and Major Renovations</i>)	Novas construções comerciais e projetos de renovação com alguma dimensão
LEED-H (<i>Home</i>)	Habitações “verdes”
LEED-EB (<i>Existing Buildings</i>)	Suportar a operação e manutenção (e melhoria) sustentável de edifícios existentes
LEED-CI (<i>Commercial Interiors</i>)	Espaços comerciais
LEED-S (<i>Schools</i>)	Direcionado para as necessidades específicas das escolas
LEED-HC (<i>Healthcare</i>)	Espaços de cuidados de saúde
LEED-R (<i>Retail</i>)	Espaços comerciais
LEED-CS (<i>Core and Shell Development</i>)	Abrange a construção de elementos dos edifícios, como a estrutura, o envelope e os sistemas dos edifícios
LEED-ND (<i>Neighborhood Development</i>)	Direcionado para o desenvolvimento urbano envolvente, baseado no conceito e princípios do <i>smartgrowth</i> (em desenvolvimento)

Fonte: Lucas (2011).

O LEED possui o objetivo de ser uma ferramenta simples, de apoio ao projeto e construção, fato que desencadeia a elaboração de diversas críticas quanto à sua utilização. Seus valores são dados através do limite máximo de pontos que cada critério pode atingir. Os pontos obtidos levam à atribuição de diversos níveis de certificação: “certificado”, “certificado prata”, “certificado ouro” e “certificado platina”, tendo que garantir no mínimo 40 pontos de um total de pontos das sete áreas, que perfazem 110 pontos (vide Tabela 3.3) (LUCAS, 2011).

TABELA 3.3 – Níveis de certificação LEED.

Níveis de Certificação	
Certificado	40 a 49 Pontos
Prata	50 a 59 Pontos
Ouro	60 a 79 Pontos
Platina	80 a 110 Pontos

Fonte: Lucas (2011).

Antes de se chegar à etapa de certificação, que determina sua classificação de acordo com os níveis demonstrados na Tabela 3.3, o empreendimento deve passar por uma avaliação que compatibiliza seus critérios, o que irá resultar na geração da pontuação atingida. A Tabela 3.4 ilustra a lista de pré-requisitos e relaciona os critérios definidos para cada categoria, incluindo os pontos referentes, que serão validados somente após a confirmação do alcance de seu pré-requisito. Esta relação também demonstra a porcentagem máxima de pontos que poderá ser alcançada por cada categoria, o que ressalta o maior peso em relação a certas práticas.

Esse tipo de avaliação possui a característica de permitir ao edifício uma boa classificação final, se este obtiver bom desempenho em determinada categoria, mesmo apesar de possuir o mínimo de cumprimentos admitido em outra, o que resulta na classificação apenas do desempenho geral do edifício.

Sobre os critérios definidos para a categoria de maior destaque no contexto da presente pesquisa, nomeada Materiais e Recursos, apresentam-se:

1. Reutilização de edifício;
2. Gestão de RCD;
3. Reutilização de recursos;
4. Materiais com conteúdo reciclado;
5. Materiais regionais e locais;
6. Materiais rapidamente renováveis;
7. Uso de madeira certificada.

A porcentagem máxima de pontos que poderá ser alcançada por esta categoria é de 19%, representando até 13 pontos, o que faz com que esta seja a quarta categoria com maior peso em relação às práticas exigidas. Como pré-requisito da categoria, são determinados a coleta e o armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários do edifício.

TABELA 3.4 – Estrutura de avaliação do LEED.

Categorias (% total de pontos)	Pré-requisitos (7PReq)	Pontos (máx 69 pts)
Sítios sustentáveis (20%) até 14 pts		
1. Seleção de área	<ul style="list-style-type: none"> Controle de erosão e sedimentação 	1
2. Redesenvolvimento urbano		1
3. Redesenvolvimento de áreas contaminadas (<i>brownfields</i>)		1
4. Transporte alternativo		Até 4
5. Redução de perturbação no sítio original		Até 2
6. Gestão de água da chuva		Até 2
7. Paisagismo e projeto de áreas externas para redução de ilhas de calor		Até 2
8. Redução de poluição luminosa		1
Uso eficiente de água (7%) até 5 pts		
1. Paisagismo com uso eficiente de água		Até 2
2. Tecnologias inovadoras para a reutilização de água		1
3. Conservação de água		Até 2
Energia e atmosfera (25%) até 17 pts		
1. Otimização do desempenho energético	<ul style="list-style-type: none"> Verificação de conformidade pré entrega (<i>commissioning</i>) Eficiência energética mínima Redução de CFCs nos equipamentos de condicionamento e ventilação artificial 	2 a 10
2. Uso de energia renovável		Até 3
3. Verificação de conformidade pré entrega adicional (1 ponto)		1
4. Redução de HCFCs ³⁰ e Halons (dano à camada de ozônio)		1
5. Mensuração e verificação do desempenho		1
6. Uso de tecnologias renováveis e de poluição zero: solar, eólica, geotérmica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto		1
Materiais e recursos (19%) até 13 pts		
1. Reutilização de edifício	<ul style="list-style-type: none"> Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários do edifício 	Até 3
2. Gestão de RCD		Até 2
3. Reutilização de recursos		Até 2
4. Materiais com conteúdo reciclado		Até 2
5. Materiais regionais/locais		Até 2
6. Materiais rapidamente renováveis		1
7. Uso de madeira certificada		1
Qualidade do ambiente interno (22%) até 15 pts		
1. Monitoramento de CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Qualidade do ar interna mínima Controle ambiental de fumaça de cigarros 	1
2. Aumento eficiência de ventilação		1

3. Plano de gestão da qualidade do ar interno durante o processo de construção		Até 2
4. Materiais com baixa liberação de COV		Até 4
5. Controle de poluição interna por origem química		1
6. Controlabilidade dos sistemas pelos usuários		Até 2
7. Conforto térmico		Até 2
8. Luz natural e vista para o exterior		Até 2
Inovação e processo de projeto (7%) até 05 pts		
1. Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)		Até 4
2. Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED™		1

Fonte: Zambrano (2004).

3.2.2. HQE - *Haute Qualité Environnementale*

Este sistema de avaliação foi desenvolvido em 1996, na França, através de uma iniciativa do setor da construção civil em favor do meio ambiente, através do programa *Écologie Habitat* lançado pelo *Plan Urbanisme Construction et Architecture* (PUCA) em 1992 (LUCAS, 2011).

Segundo Lucas (2011), este sistema traz entre seus princípios: diminuir os impactos dos edifícios novos e existentes sobre o ambiente exterior, em nível global, regional e local, e busca criar um ambiente interior confortável e saudável para os usuários. A certificação não é o principal objetivo, sendo esta ferramenta uma das poucas a integrar-se ao desenvolvimento sustentável nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

A metodologia desenvolvida para o sistema baseia-se na associação de conceitos arquitetônicos aos alvos ambientais e se aplica a todos os tipos de programa e setores da edificação. Dentre os itens empregados pela ferramenta foram pré-selecionados 20 aspectos arquitetônicos, 14 alvos e 16 metas ambientais. Estes 14 alvos são desmembrados, representando as principais preocupações associadas a cada desafio ambiental, e depois em preocupações elementares (GAUZIN-MÜLLER, 2002) (vide Tabela 3.5).

O método não possui uma escala de pontuação. Para cada questão analisada é atribuído um nível de desempenho, distribuído em três categorias (ZAMBRANO, 2004):

- *Base* (Desempenho de Base): nível correspondente ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Pode corresponder à regulamentação, se esta for suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática corrente.
- *Performant* (Desempenho): nível correspondente às boas práticas, ou seja, com desempenhos acima da prática corrente.
- *Três Performant* (Alto Desempenho): nível calibrado por meio de desempenhos máximos, constatados recentemente em empreendimentos com alta qualidade ambiental, à condição que sejam atingíveis.

A certificação só pode ser obtida quando o edifício possui pelo menos três tópicos correspondentes ao nível máximo e no mínimo quatro itens com classificação de nível médio, podendo cumprir somente sete das exigências mínimas para que seja concedido o certificado HQE (LUCAS, 2011), vide Figura 3.1.

TABELA 3.5- Os 14 Alvos da Alta Qualidade Ambiental.

Eco construção	1	Relação do edifício com o seu entorno
	2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
	3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão	4	Gestão da energia – fontes energéticas
	5	Gestão da água
	6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
	7	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental
Conforto	8	Conforto higrotérmico
	9	Conforto acústico
	10	Conforto visual
	11	Conforto olfativo
Saúde	12	Qualidade sanitária dos ambientes
	13	Qualidade do ar (dentro do edifício)
	14	Qualidade da água (dentro do edifício)

Fonte: Zambrano (2004).

Alto Desempenho	3 Categorias ou mais	4 Categorias ou mais	7 Categorias ou mais
Desempenho			
Desempenho de Base			

Figura 3.1- As categorias se avaliam pelos conceitos Desempenho de Base, Desempenho ou Alto Desempenho, sendo a atribuição do certificado vinculada à obtenção de um perfil mínimo referente às 14 categorias (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

A certificação é realizada através de auditorias presenciais: primeiro ocorre a fase do *programa*, que constitui o SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento); a segunda fase corresponde à *concepção*, em que se define o perfil ambiental do empreendimento; e, por último, a fase de *realização*, parte da QAE (Qualidade Ambiental do Edifício) (HILGENBERG, 2010). Sendo assim, o perfil ambiental do edifício pode ser alterado a qualquer momento, contribuindo para que os pontos fracos do projeto sejam identificados antes de sua execução.

Dentre os alvos definidos para a obtenção da Alta Qualidade Ambiental do edifício, aqueles que se relacionam à seleção de materiais e serão alvo de uma análise mais detalhada no próximo capítulo são:

- Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;
- Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício;
- Gestão da energia – fontes energéticas;
- Gestão da água;
- Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício;
- Manutenção - Permanência do desempenho ambiental;

- Conforto higrotérmico;
- Conforto acústico;
- Conforto visual;
- Qualidade sanitária dos ambientes;
- Qualidade do ar (dentro do edifício).

3.2.3. BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

O sistema inglês BREEAM, lançado no ano de 1997, no Reino Unido, visa a especificação e a mensuração de desempenho. Dentre os seus objetivos, destacam-se: o reconhecimento do mercado de edifícios com baixo impacto ambiental; as práticas ambientais incorporadas no planejamento do edifício, nas etapas de concepção, construção e operação; o desafio do mercado para fornecer serviços inovadores e soluções eficazes que minimizem o impacto ambiental dos edifícios; o aumento da consciência entre os proprietários, ocupantes, projetistas e operadores sobre os benefícios dos edifícios com um reduzido impacto do ciclo de vida no ambiente, dentre outros.

O método é atualizado regularmente para refletir a evolução das tecnologias, sendo sua última revisão realizada em 2011. É considerado um dos métodos de avaliação mais amplamente utilizado em relação ao comportamento ambiental dos edifícios, sendo o desempenho dos edifícios mensurado pelo sistema de maneira quantificada, por um número de medidas individuais e critérios que se estendem através de uma série de questões ambientais (Tabela 3.6).

TABELA 3.6– Versões do BREEAM

Versões	Tipo de edifício aplicável
BREEAM <i>Offices</i>	Edifícios de escritórios novos, existentes e em uso
BREEAM <i>EcoHomes</i>	Edifícios de habitação unifamiliares novos ou modificados
BREEAM <i>Multi-residential</i>	Edifícios multiresidenciais
BREEAM <i>Industrial</i>	Novos edifícios industriais
BREEAM <i>Courts</i>	Tribunais ou edifícios similares
BREEAM <i>Healthcare</i>	Hospitais ou edifícios similares
BREEAM <i>Education</i>	Instituições de ensino
BREEAM <i>Prisons</i>	Prisões ou edifícios similares
BREEAM <i>Retail</i>	Edifícios comerciais
BREEAM <i>Bespoke</i>	Restantes edifícios que não se incluem em nenhum dos sistemas anteriores

Fonte: Lucas (2011).

Segundo Lucas (2011), o sistema possui duas formas de avaliação, sendo que uma está relacionada aos novos edifícios ou aqueles submetidos a reformas, enquanto a outra é voltada para os edifícios existentes e em uso. Os parâmetros de desempenho ambiental e as questões referentes às fases de projeto e execução são examinados quando realizado o primeiro tipo de avaliação. Para os existentes e em uso, devem ser considerados os parâmetros de desempenho e questões referentes à operação e gestão do edifício.

A avaliação quando relacionada a casos gerais é embasada em um conjunto básico de critérios de desempenho do edifício, formado por dez categorias. Neste sistema, as categorias dos critérios de desempenho: Transporte, Poluição e Inovação são as quais englobam, principalmente, todo o ciclo de vida dos materiais (LUCAS, 2011) (vide Tabela 3.7).

TABELA 3.7- Critérios de desempenho do BREEAM

Categorias dos critérios de desempenho		Questões Avaliadas
1	Gerenciamento	Aspectos globais de políticas e procedimentos ambientais
2	Saúde e bem-estar	Ambiente interno e externo ao edifício
3	Operação e energia	Energia Operacional e emissão de CO ₂
4	Transporte	Localização do edifício e emissão de CO ₂ relacionada a transporte
5	Água	Consumo e vazamentos
6	Materiais	Implicações ambientais da seleção de materiais
7	Uso de terra	Direcionamento do crescimento urbano
8	Locais ecológicos	Valor ecológico do sítio
9	Poluição	Poluição de água e ar, excluindo CO ₂
10	Inovação	Inovação no campo da sustentabilidade

Fonte: Lucas (2011).

Seis níveis de certificação são distribuídos pelo sistema: *Unclassified* (Não Classificado), *Pass* (Aprovado), *Good* (Bom), *Very Good* (Muito Bom), *Excellent* (Excelente) e *Outstanding* (Excepcional). Esses níveis são definidos a partir de ponderações que permitem a obtenção de um índice de desempenho ambiental, o EPI (*Environmental Performance Index*). Uma classificação provável do edifício é realizada a partir do número de pontos obtidos em uma lista de verificação simplificada, representada pela Tabela 3.8(LUCAS, 2011).

TABELA 3.8 - Níveis de certificação do BREEAM

Níveis de Certificação	
Não Classificado	< 30%
Aprovado	≥ 30%
Bom	≥ 45%
Muito Bom	≥ 55%
Excelente	≥ 70%
Excepcional	≥ 70%

Fonte: Lucas (2011).

Segundo Cunha (2011) um fator ainda pouco disponível na América Latina, incluindo o Brasil, e empregado na certificação da ferramenta BREEAM são as informações sobre os impactos ambientais dos materiais de construção, imprescindíveis para a pontuação dos edifícios, devido à indisponibilidade de informação sobre a composição dos produtos e bancos de dados que utilizem a Análise de Ciclo de Vida, quer seja pelo elevado custo, quer seja pela omissão de informação pelos fabricantes e/ou empresas.

Dentre as questões avaliadas nas categorias dos critérios de desempenho do BREEAM, aquelas que serão apresentadas em uma análise mais detalhada no próximo capítulo, por se relacionarem à seleção de materiais, são:

- Ambiente interno e externo ao edifício;
- Localização do edifício e emissão de CO₂ relacionada a transporte;
- Implicações ambientais da seleção de materiais;
- Poluição de água e ar, excluindo CO₂;
- Inovação no campo da sustentabilidade.

3.3. SISTEMAS NACIONAIS

3.3.1. LEED/Brasil

O LEED/Brasil é a versão nacional do sistema americano mencionado no item 3.2.1, que vem sendo analisado para melhor adequação ao cenário brasileiro. Seu emprego é questionado principalmente pelo fato de os seus referenciais técnicos não possuírem uma adaptação à realidade nacional. De acordo com Silva *et al* (2003), não é possível copiar ou simplesmente aplicar um método estrangeiro, baseado apenas no sucesso que tenha atingido em seu país de origem, pois seus aspectos perdem a validade quando mudam de continente.

Sobre o mesmo aspecto Duarte *et al* (2010) enfatiza a respeito da necessidade do estabelecimento de metas compatíveis com a realidade do país, identificando as possibilidades mais cabíveis para intervenções no Brasil, além de orientar o desenvolvimento de novas pesquisas dirigidas a outras tipologias de edificações.

De acordo com Marques (2007), já existe, há algum tempo, um movimento pela consolidação do sistema no Brasil, marcado em 2006 pela associação do Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) ao USGBC, para prestar consultoria sobre os conceitos do

LEED, em vista da obtenção de certificação ambiental. No país, até 3 de julho de 2012 existiam 191 profissionais LEED, sendo 108 LEED AP's e 83 LEED GA's.

Este sistema de certificação avalia a edificação em diferentes níveis, de acordo com o desempenho do empreendimento, assim podendo ser classificado como Prata, Ouro ou Platina, em diversas versões, conforme ilustrado na Tabela 3.9.

Segundo Marques (2007), uma das alterações fundamentais necessárias à adaptação para a realidade local é aquela referente às legislações ambientais brasileiras, o que parece não ser tão difícil de ser realizado, especialmente se aplicadas por órgãos competentes para tal. A expectativa criada pelo USGBC é que os países que utilizam este método de certificação possam trocar experiências e assim adquirir conhecimentos que sejam aplicados paralelamente às suas realidades.

TABELA 3.9 – Tipos de LEED atualmente disponíveis pelo GBC Brasil

Versões	Tipo de edifício aplicável
LEED-NC	Novas construções e grandes projetos de renovação
LEED-ND	Desenvolvimento de bairro (localidades)
LEED-CS	Projetos de envoltória e parte central do edifício
LEED- Retail NC e CI	Lojas de varejo
LEED-Healthcare	Unidades de saúde
LEED-Schools	Escolas
LEED- CI	Projetos de interiores e espaços comerciais
LEED-EB_OM	Operação de manutenção de edifícios existentes

Fonte: GBC Brasil (2012).

Um exemplo de certificação LEED/Brasil pode ser representado por um complexo multiuso, que agrega edifícios comerciais, residenciais, hotéis e centros médicos. O edifício de escritórios padrão classe A está localizado ao lado do Morumbi Shopping, na capital paulistana. Com investimento de aproximadamente R\$ 66 milhões, a edificação foi planejada para locação e tem total flexibilidade para receber um único inquilino ou diversos ocupantes.

O projeto arquitetônico foi realizado pelo escritório de arquitetura Aflalo & Gasperini, de São Paulo, e recebeu a certificação LEED/Brasil em 1º de outubro de 2012, na categoria Ouro, alcançando 64 pontos da certificação. Dentre as especificações do projeto destacam-se piso elevado em placas metálicas preenchidas com concreto, com instalações com esferas para telefonia, conexões de comunicação e rede elétrica; forro modular mineral; iluminação média de 500 lux, de acordo com a NBR, e lâmpadas fluorescentes tipo TS; vidros insulados, laminados, de alto desempenho e com baixa transmissão energética.

Para mais detalhamento no Capítulo 4, os critérios definidos no LEED/Brasil devido ao contexto da pesquisa, que fazem parte da categoria Materiais e Recursos, são os mesmos apresentados pelo LEED desenvolvido nos Estados Unidos.

3.3.2. AQUA – Alta Qualidade Ambiental

O sistema AQUA (Alta Qualidade Ambiental) foi adaptado do *Haute Qualité Enviromentale* (HQE). Seu processo de certificação é totalmente independente dos órgãos franceses, passando por auditorias presenciais, que transcorrem exclusivamente no Brasil. No universo das 14 categorias que compõem o referencial técnico da certificação, existem 38 subcategorias que se desdobram em cerca de 160 preocupações, das quais mais de 40% são obrigatórias para se atingir o conceito mínimo (BOM) em cada categoria, o que ainda não é suficiente para se conseguir o certificado, como mostra a Tabela 3.10.

De acordo com a Fundação Vanzolini (2007), três níveis de desempenho são associados às categorias de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE):

- Bom: Desempenho mínimo aceito para uma iniciativa de Alta Qualidade Ambiental;
- Superior: satisfatório para o nível das boas práticas;
- Excelente: sua qualificação é feita quando verificados desempenhos máximos em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, através da certificação do alcance das metas pretendidas.

O AQUA possui categoriais idênticas ao HQE. Hilgenberg (2010) cita que para a criação do sistema AQUA, a maior parte das preocupações das subcategorias do HQE manteve-se inalterada. Segundo o autor, as duas categorias que mais sofreram alterações, em mais de 60% dos itens, foram: Escolha integrada de produtos, Sistemas e processos construtivos e Qualidade sanitária do ar. Em seguida, com quase metade de suas exigências alteradas, encontram-se as categorias: Conforto higrotérmico e Qualidade sanitária dos ambientes.

O AQUA caracteriza-se por uma ferramenta capaz de conduzir o processo de concepção de um edifício de alto desempenho ambiental no Brasil, porém há alguns desafios estabelecidos pela adoção da normatização ainda inexistente, em busca de se estabelecer um novo patamar de padrão técnico. O processo de certificação do sistema envolve a gestão de

um empreendimento, através de metodologia que contém a eco construção e a eco gestão e avalia os impactos provenientes da relação do edifício com seu entorno. O processo garante a verificação pelos órgãos competentes; possibilita a escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; a formação de canteiros de obras de baixo impacto; a gestão da energia, da água, dos resíduos e da manutenção; além de avaliar o conforto acústico, e olfativo do edifício em uso (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

TABELA 3.10- Categorias do Sistema AQUA.

Categorias		Famílias
1	Relação do edifício com o seu entorno	Ecoconstrução
2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	
3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	
4	Gestão da energia – fontes energéticas	Gestão
5	Gestão da água	
6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	
7	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	
8	Conforto higrotérmico	Conforto
9	Conforto acústico	
10	Conforto visual	
11	Conforto olfativo	
12	Qualidade sanitária dos ambientes	Saúde
13	Qualidade do ar (dentro do edifício)	
14	Qualidade da água (dentro do edifício)	

Fonte: Fundação Vanzolini (2007).

A primeira certificação completa foi atingida por um edifício de comércio varejista em Niterói. O empreendimento com 17.238 m² de área construída levou nove meses para ser concluído. A obra caracterizou-se por grande reaproveitamento de resíduos na fase da construção, sua implantação valorizou extensa área de vegetação, incluindo plantação de espécies nativas como o pau-brasil. Diversos materiais de acabamento foram escolhidos em função da fácil manutenção e limpeza. O partido arquitetônico foi desenvolvido de maneira a contribuir com o conforto interno da loja. Ainda o sistema de refrigeração de ar teve tecnologias desenvolvidas em parceria com o fabricante, visando economia de energia para funcionamento. Há sistema de captação de água da chuva que é reaproveitada em parte para usos não potáveis e o restante é encaminhado para os lençóis freáticos, sendo continuamente monitorada. Soluções eficientes garantem uma economia de 17% de energia, também continuamente monitorada (HILGENBERG, 2010).

Observa-se nos referenciais técnicos brasileiros do processo AQUA, assim como em alguns estrangeiros, a existência de mais de um tipo de classificação, no caso deste sistema, com a divisão em três categoriais (OLIVEIRA *et al*, 2011):

- Referencial Técnico de certificação: Escritórios e Edifícios Escolares (desde outubro de 2007);
- Referencial Técnico de certificação: Hotéis;
- Referencial Técnico de certificação: Edifícios Habitacionais (desde fevereiro de 2010);

Segundo a Fundação Vanzolini (2007), para a certificação, os referenciais técnicos brasileiros são estruturados em duas partes, que avaliam o empreendimento de maneiras complementares. O Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) é a primeira parte da avaliação e trata da gestão a ser estabelecida pelo empreendedor para assegurar a qualidade ambiental de sua construção, constituído de quatro estruturas:

- Comprometimento do empreendedor: descrição dos elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento com todas as suas exigências;
- Implementação e funcionamento: descrição das exigências em termos de organização;
- Gestão do empreendimento: descrição das exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE (Qualidade Ambiental do Edifício) e de correções e ações corretivas;
- Aprendizagem: descrição das exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

A segunda parte é avaliada pela QAE, este perfil é próprio a cada contexto, assim como a cada empreendimento. Nesta etapa, o empreendimento passa por três momentos de análise: na fase de pré-projeto (programa de necessidades), na fase de concepção e na execução da obra, para então a obtenção da certificação.

Para a Fundação Vanzolini (2007), a ferramenta AQUA é capaz de melhorar a convivência entre as pessoas que ocupam o ambiente e criar conforto e qualidade de vida. Além disso, o empreendedor que a utilizar, poderá ter uma edificação com valorização patrimonial ao longo do tempo e menores custos de condomínio, em relação à água, energia, conservação e manutenção.

As 14 categorias do AQUA possuem nomenclatura semelhante aos 14 alvos apresentados pelo sistema HQE, entretanto, consideram alterações presentes nas categorias devido à adaptação do sistema à realidade brasileira. Portanto os mesmos critérios servirão para uma análise mais detalhada no Capítulo 4, sobre a seleção de materiais, levando em conta todas as transformações realizadas para o sistema AQUA.

3.3.3. CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) busca diretrizes, trabalhos e pesquisas que norteiem o rumo das construções sustentáveis brasileiras, conseguindo reunir representantes da academia com o setor produtivo ligado à construção civil (CBCS, 2009).

Um projeto nomeado “Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável” contempla o estudo de uma metodologia de avaliação adaptada ao panorama brasileiro. Este projeto é um trabalho conjunto de várias universidades (Universidade Federal de Santa Catarina; Escola Politécnica da USP; Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP; Universidade de Uberlândia e a Universidade de Goiás) e conta com os patrocínios da FINEP, CNPQ, CAIXA, SINDUSCON - Florianópolis, TAKAOKA-SP e CEDIPLAC. Entre os temas abordados enquadram-se: gestão do empreendimento; qualidade do ambiente externo e infraestrutura; seleção de materiais, componentes e sistemas; canteiro de obras; água; energia; qualidade do ambiente interno e saúde; uso, operação e manutenção.

A metodologia de avaliação em andamento considera cada um dos temas citados anteriormente como uma das categorias, ou seja, oito. Seu desenvolvimento se submeteu ao estudo de parâmetros existentes nas metodologias de avaliação internacionais, porém considerando o foco residencial e as normas brasileiras vigentes para cada um dos temas abordados.

O CBCS possui um grupo de trabalho específico sobre materiais, responsável pela criação de um roteiro que apresenta a filosofia do grupo. O documento traz considerações e recomendações em torno da seleção de materiais com base na sustentabilidade (CBCS, 2009).

Primeiramente, o roteiro levanta a importância da escolha por fornecedores que investem em ecoeficiência e que sejam socialmente responsáveis, partindo do pressuposto que a seleção do fabricante ou fornecedor muitas vezes é mais importante do que a escolha dos materiais a serem empregados. Por isso é essencial que os fornecedores trabalhem

formalmente, possuindo licença ambiental e CNPJ, para que a construção seja de fato mais sustentável.

Os critérios para a seleção de uma alternativa ecoeficiente devem ser analisados após serem descartados todos os fornecedores que não atendam aos parâmetros mínimos de responsabilidade socioambiental. A durabilidade e vida útil do material é outro item relacionado entre os critérios pelo grupo, levando em consideração a interação entre o material e o microambiente específico, devido ao clima e detalhes do projeto, o que determina sua eficiência econômica.

Somente os produtos que atendam aos pré-requisitos e critérios de desempenho selecionados para determinada aplicação podem ser considerados. Deve-se atentar que um material de baixo impacto de produção pode não ser o mais eficiente se sua vida útil for pequena.

Sobre a redução do consumo de materiais, quando considerado durante a vida útil do empreendimento, é um fator fundamental para sua ecoeficiência. Muitas vezes, o consumo do material está relacionado a perdas oriundas do processo, influenciadas pela baixa qualidade do produto e qualificação dos profissionais na sua aplicação. A atenção sobre o processo produtivo dos materiais é outro fator importante, que possibilita verificar o impacto ambiental de diferentes fábricas de um mesmo produto.

Em relação à seleção de materiais, o roteiro que apresenta a filosofia defendida pelo CBCS neste âmbito, relata sobre a diferença das fontes de matéria, recordando que alguns resíduos utilizados como matéria-prima já são empregados com sucesso, apresentando muitas vezes grandes vantagens ambientais. A atenção ao processo de reciclagem neste caso é determinante para que não haja equívocos ao se utilizar materiais que apresentam altos impactos.

Para o consumo de recursos e energia no ciclo de vida, o ideal é minimizar o consumo na produção e durante o ciclo de vida da construção, além de fazer o uso de fontes de energia renováveis. Por fim, a segurança e saúde dos usuários e trabalhadores devem ser respeitadas e a análise do ciclo de vida realizada.

O CBCS não desenvolveu um método de avaliação, mas possui um instrumento de auxílio aos projetistas, empreendedores e usuários para contribuir no momento de seleção dos fornecedores e dos materiais que serão utilizados nas obras. Este instrumento permite, principalmente, a conferência do compromisso social, ambiental e a qualidade das empresas fornecedoras de produtos (CBCS, 2012).

O instrumento de auxílio aos projetistas, desenvolvido pelo Comitê de Materiais do CBCS, para contribuir no momento de seleção dos fornecedores e dos materiais não é a garantia de única e efetiva solução, mas pode ser considerada uma estratégia viável para abordar práticas acessíveis a todos os compradores e especificadores de materiais e fornecedores. A ferramenta utiliza seis passos para a escolha de materiais de maneira mais consciente e de acordo com os conceitos de sustentabilidade descritos a seguir (CBCS, 2012):

- 1) **Verificação da formalidade da empresa fabricante e fornecedora** - Deve 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 o imposto não está sendo recolhido ou que a empresa não tem existência legal. Neste caso o fornecedor deverá ser descartado.
- 2) **Verificação da licença ambiental** - Atividades industriais não podem operar legalmente sem licença ambiental, concedida pelo órgão ambiental estadual. Sua ausência praticamente extingue qualquer possibilidade de respeito à lei.
- 3) **Verificação das questões sociais** - 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.
- 4) **Qualidade e normas técnicas do produto** - As normas técnicas são o critério mínimo de qualidade vigente e sua consideração é obrigatória no Brasil. Recomenda-se a verificação do fornecedor na lista de empresas qualificadas pelo PBQP-H, programa do Governo Federal que acompanha a qualidade e a relação dos fabricantes às normas técnicas da ABNT. Caso o setor não conste no PBQP-H, as recomendações das Entidades Setoriais sobre o padrão de qualidade do produto devem ser consultadas.
- 5) **Consultar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa** - A Responsabilidade Social Empresarial (RSE) pode promover negócios sustentáveis, que por sua vez, são conscientes dos impactos positivos e negativos no campo econômico, social e ambiental. A RSE pode ser organizada em quatro grandes temas: Funcionários e Fornecedores; Meio Ambiente; Comunidade e Sociedade; e Transparência e Governança.
- 6) **Identificar a existência de propaganda enganosa** - É necessário que o cliente confirme a consistência e relevância das afirmações de ecoeficiência dos produtos e

processos declarados pelos fornecedores. Deve-se avaliar a ecoeficiência global da empresa e não apenas do produto de interesse.

Todos estes itens serão alvos de mais detalhamento Capítulo 4, fazendo parte da análise dos critérios que irão contribuir para o desenvolvimento das recomendações, que farão parte do questionário proposto como auxílio e pré-avaliação da seleção de materiais ainda na fase de projeto.

Nota-se que, diferentemente de alguns dos sistemas analisados anteriormente, dentre os 6 (seis) passos propostos pelo instrumento do CBCS, não estão inseridas propostas que avaliam certas características importantes relacionadas aos materiais para garantia de maior sustentabilidade do edifício. O exemplo de indicações para o uso de materiais que conferem conforto térmico, acústico e visual a edificação, além do uso de materiais renováveis e de materiais reciclados, que não foram indicados.

3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS

Como observado durante o detalhamento dos sistemas de certificação, os critérios utilizados por estes para seleção de materiais são diferenciados, o que reforça a importância do emprego de critérios advindos de variados sistemas analisados para formação da proposta final a que esta pesquisa objetiva-se.

Após os estudos sobre os sistemas de certificação ambiental considerados nesta pesquisa, apresenta-se uma análise comparativa dos sistemas citados. A análise é relacionada à sua estrutura, às características e aos critérios analisados pelas categorias referentes à seleção de materiais. Na Tabela 3.11 é possível compreender como cada um dos métodos propostos adapta-se a cenários e características específicas, bem como os sistemas direcionados à realidade nacional apresentam necessidade de mais desenvolvimento.

A Tabela 3.12 contempla, de forma compacta, pela autora, o conjunto de todos os critérios de sustentabilidade utilizados na escolha dos materiais, em todos os sistemas de certificação analisados. Mostrou-se necessária a redução da lista de critérios registrada na Tabela 3.11 para uma lista simplificada, representada na Tabela 3.12, devido à repetição de conceitos observada em tais critérios. Tal fato não consiste na retirada desses conceitos da lista final (Tabela 3.12), mas a inclusão dos mesmos de forma unificada, em uma nova nomenclatura, que engloba todos os itens análogos.

No Capítulo 4, a relação existente entre os critérios levantados e a simplificação em nova nomenclatura, poderá ser mais bem compreendida, já que cada um dos critérios apresentados na Tabela 3.12 é detalhado quanto aos conceitos utilizados.

É possível observar pela Tabela 3.12 que o sistema mais completo, por ser aquele que possui mais critérios analisados, é o sistema LEED dos Estados Unidos da América. É importante, contudo, que se proceda a uma análise dos diferentes critérios, tendo em vista a sua adaptabilidade na proposta das recomendações desenvolvidas mais adiante, que será realizada no Capítulo 4.

Na Tabela 3.12 observa-se ainda que os critérios adotados por cada sistema de certificação são bastante diferenciados. Segundo John *et al* (2007), isto ocorre, principalmente, porque cada ferramenta utiliza agendas ambientais específicas do próprio país onde foram desenvolvidas.

No Brasil, onde se encontra o foco desta pesquisa, percebe-se que a adoção de alguns critérios ambientais reflete diretamente em benefícios sociais e econômicos, como, por exemplo, o incentivo ao uso de materiais locais, que proporciona o fortalecimento de economias locais e melhorias sociais nas condições de trabalho (JOHN *et al*, 2007).

Neste contexto, observa-se que o AQUA e o CBCS tomam esta problemática mais direcionada ao panorama regional brasileiro, levando em conta as condições de trabalho, como o critério que prioriza o uso de materiais produzidos por uma cadeia produtiva formal, considerado por ambos os sistemas.

Deste modo, pode-se compreender a utilização de determinados critérios em alguns sistemas enquanto em outros não. A diferença na legislação, nas condições climáticas, assim como as características ambientais, econômicas, sociais e culturais de cada país, influenciam diretamente nos critérios utilizados pelos sistemas de certificação.

Por isso alguns autores comentam sobre a ineficiência da aplicação de metodologias internacionais no contexto brasileiro (SILVA, 2003), o que não deriva de alguma falha inerente a tais certificações, e sim do fato de tais sistemas terem sido criados para um contexto específico, no qual são frequentemente aplicados com sucesso.

TABELA 3.11 – Análise comparativa entre os sistemas de certificação relacionados para o estudo e critérios utilizados na seleção de materiais pelos mesmos.

SISTEMA	ESTRUTURA/CARACTERÍSTICAS	VANTAGENS	DESVANTAGENS	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA SELEÇÃO DE MATERIAIS
INTERNACIONAL				
LEED	Classifica o desempenho ambiental dos edifícios de maneira global; Certifica os edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos (<i>checklist</i>), sendo atribuídos créditos baseados em uma lista de objetivos pré-selecionada; Classificação final obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias; Certificação válida por cinco anos; Sua avaliação é orientada para o mercado.	Ferramenta de simples aplicação; Pré-requisitos obrigatórios e classificatórios para análise da eficiência ambiental; Versões em função do tipo de edificação.	Classifica apenas o desempenho geral do edifício.	Reutilização de edifício; Gestão de RCD; Reutilização de recursos; Materiais com conteúdo reciclado; Materiais regionais e locais; Materiais rapidamente renováveis; Uso de madeira certificada.
HQE	Considera critérios e indicadores; Trabalha no cruzamento dos aspectos arquitetônicos com os alvos ambientais gerando recomendações; Não possui processos de ponderações; Hierarquiza as áreas de acordo com o grau de importância, traçando o perfil ambiental desejado; Avaliação orientada para o mercado, realizada por órgão governamental.	Avalia aspectos ambientais, sociais e econômicos; Possui sistema de gestão ambiental; Certificação por auditorias presenciais.	Não contempla conteúdos recicláveis.	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício; Gestão da energia – fontes energéticas; Gestão da água; Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício; Manutenção - Permanência do desempenho ambiental; Conforto higrotérmico; Conforto acústico; Conforto visual; Qualidade sanitária dos ambientes; Qualidade do ar (dentro do edifício).
BREEAM	Utiliza um <i>checklist</i> , baseado em questionários; Possui categorias com diversos critérios que recebem créditos e são pontuados e ponderados para obtenção de um índice de desempenho;	Avalia aspectos ambientais, sociais e econômicos; Versões em função do tipo de edificação	Seus critérios possuem abordagens específicas e priorizam principalmente o impacto dos materiais no âmbito do próprio edifício.	Ambiente interno e externo ao edifício; Localização do edifício e emissão de CO2 relacionada a transporte; Implicações ambientais da seleção de materiais; Poluição de água e ar, excluindo CO2;

	Avaliação orientada para o mercado, realizada por auditores independentes treinados pelo BRE.			Inovação no campo da sustentabilidade.
NACIONAL				
LEED/BR	Classifica o desempenho ambiental dos edifícios de maneira global; Certifica os edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos (<i>checklist</i>), sendo atribuídos créditos baseados em uma lista de objetivos pré-selecionada; Classificação final obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias; Certificação válida por cinco anos; Avaliação orientada para o mercado.	Ferramenta de simples aplicação; Pré-requisitos obrigatórios e classificatórios para análise da eficiência ambiental; Versões em função do tipo de edificação.	Necessidade de alterações referentes às legislações ambientais brasileiras;	Reutilização de edifício; Gestão de RCD; Reutilização de recursos; Materiais com conteúdo reciclado; Materiais regionais e locais; Materiais rapidamente renováveis; Uso de madeira certificada.
AQUA	Possui categoriais idênticas ao HQE; A maior parte das preocupações das subcategorias do HQE manteve-se inalterada; Sofreram alterações: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; Qualidade sanitária do ar; Conforto higrotérmico e Qualidade sanitária dos ambientes; Processo de certificação é totalmente independente dos órgãos franceses, passando por auditorias presenciais, que transcorrem exclusivamente no Brasil;	Único sistema internacional que possui adaptação das exigências consideradas em suas categorias para a realidade do país.	Sua normatização ainda é inexistente.	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício; Gestão da energia – fontes energéticas; Gestão da água; Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício; Manutenção - Permanência do desempenho ambiental; Conforto higrotérmico; Conforto acústico; Conforto visual; Qualidade sanitária dos ambientes; Qualidade do ar (dentro do edifício).
CBCS	Desenvolveu um instrumento de auxílio para contribuir no momento de seleção dos fornecedores e dos materiais que serão utilizados nas obras; O instrumento utiliza seis passos para a escolha de materiais, de acordo com conceitos de sustentabilidade;	Sugere para seleção de materiais normas técnicas do produto e o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa.	Inexistência de base de dados das emissões e consumos das principais matérias-primas nacionais para análise do ciclo de vida.	Verificação da formalidade da empresa fabricante e fornecedora; Verificação da licença ambiental; Verificação das questões sociais; Consultar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa; Identificar a existência de propaganda

	Base de dados pública, na qual os agentes do setor da construção podem informar o desempenho de seus empreendimentos em relação a cada indicador.			enganosa
--	---	--	--	----------

Fontes: Lucas (2011), Hilgenberg (2010), Zambrano (2004), Fundação Vanzolini (2007), CBCS (2012).

TABELA 3.12 – Lista simplificada dos critérios utilizados na seleção de materiais pelos sistemas de certificação relacionados para o estudo.

LISTA SIMPLIFICADA DOS CRITÉRIOS RELATIVOS À SELEÇÃO DE MATERIAIS	SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO ANALISADOS						
	LEED	LEED BR	HQE	AQUA	CBCS	BREEAM	REPETIÇÕES
Reuso de materiais	X	X		X		X	4
Planejamento da destinação correta dos RCD	X	X	X	X		X	5
Uso de materiais reciclados	X	X				X	3
Uso de materiais com adições de resíduos					X		1
Uso de materiais de rápida renovação	X	X		X		X	4
Uso de materiais produzidos na região	X	X		X			3
Uso de madeira certificada	X	X			X	X	4
Uso de materiais com alta durabilidade	X	X	X	X	X	X	6
Uso de materiais que facilitem a adaptabilidade			X	X			2
Uso de materiais que não emitam compostos orgânicos voláteis	X	X	X	X	X	X	6
Uso de materiais produzidos por uma cadeia produtiva formal			X	X	X		3
Reuso de edificações	X	X		X		X	4
Uso de materiais ajustados ao projeto modular e padronizado	X					X	2
Uso de materiais que favoreçam melhor conforto térmico	X	X		X		X	4
Uso de materiais que favoreçam melhor conforto acústico	X		X	X			3
Uso de materiais para melhor conforto visual			X	X			2

Fonte: Elaborado pela autora.

4. INSTRUMENTO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Tendo o capítulo anterior apresentado os critérios adotados pelos sistemas de certificação ambiental, orientados para a seleção de materiais, considera-se que os mesmos podem servir de referência, contanto que transpostos para nossa realidade. Sendo assim, aqui serão examinadas diversas características desejáveis aos materiais de construção utilizados em qualquer empreendimento, se estes forem projetados à luz da sustentabilidade. Apesar da abordagem em busca de compreender maior amplitude de cada uma das recomendações abordadas, acabou-se, muitas vezes, por examiná-las de forma mais abrangente.

Como instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais foi elaborado um questionário que poderá ser utilizado por profissionais da área durante a etapa de projeto, buscando simplificar esta análise e contribuir para reduzir maiores falhas, ainda no momento inicial de decisão. É importante que a escolha dos materiais seja realizada de forma consciente, respondendo ao maior número de recomendações possível propostas pelo questionário elaborado, principalmente, conseguindo eleger as características que sejam imprescindíveis a cada projeto.

Uma pré-avaliação pode ser vantajosa quando realizada por empreendimentos que visam a certificação ambiental. Ao se decidir por uma pré-avaliação, antes do início do processo real de certificação, pode-se, através de um esforço relativamente baixo, saber com antecedência se as escolhas atingidas durante o processo do projeto estão de acordo com as exigidas pelos sistemas de certificação. Deste modo, a seleção de materiais é revisada com antecedência, para obter uma garantia à certificação ou à sustentabilidade do edifício.

Para o desenvolvimento deste questionário, além da análise geral sobre os sistemas de certificação escolhidos para aprofundamento da pesquisa, foram identificados e, especialmente, estudados os critérios para a seleção de materiais utilizados por cada um dos sistemas de certificação ambiental.

O questionário proposto resultou da análise dos critérios, agregando novas recomendações, definidas por conceitos mais abrangentes, provenientes das diversas características encontradas nos critérios advindos dos diversos sistemas de certificação. Vários itens foram propostos, servindo de *checklist* para cada recomendação. Sua verificação proporciona o conhecimento do efetivo cumprimento ou não das recomendações indicadas.

O questionário permite a verificação de quais recomendações estão sendo utilizadas para a escolha de materiais mais sustentáveis em determinado projeto. Quanto mais próximo o projeto estiver de alcançar as recomendações sugeridas, mais próximo estará de ser um edifício mais sustentável e de receber uma certificação quanto à seleção de materiais.

4.2. RECOMENDAÇÕES PROPOSTAS A PARTIR DA ANÁLISE DE CRITÉRIOS

Em função da vital importância da seleção dos materiais de construção para a sustentabilidade das edificações, procurou-se identificar neste trabalho o que deve ser considerado para a elaboração da especificação de materiais no desenvolvimento de projetos.

Percebe-se que é de vital importância que o projeto de arquitetura seja valorizado e para a seleção dos materiais existem várias questões que devem ser observadas, a partir das quais foi feita uma série de recomendações.

O julgamento dos critérios e a elaboração das recomendações, relativos à seleção de materiais, surgiu da revisão bibliográfica dos manuais técnicos referentes aos sistemas de certificação ambiental analisados. Outras referências citadas e dados obtidos para as recomendações derivam de pesquisas e estudos que envolvem o tema seleção de materiais e sistemas de certificação ambiental.

Durante a análise dos critérios foi possível notar diversas semelhanças entre seus conceitos estudados, sendo assim, após diagnóstico, optou-se por uma redução da listagem gerada inicialmente, integrando-se conceitos afins. O resultado final determinou um arranjo mais compacto, com recomendações que facilitam a utilização do questionário formulado para seleção de materiais mais sustentáveis, tornando-o um método simples e didático, objetivo desta pesquisa.

A compilação dos critérios levantados, apresentada na Tabela 3.12 subsidiou a elaboração de um questionário, que sugere recomendações para a seleção de materiais. O levantamento dos critérios a partir dos sistemas de certificação configurou-se numa lista inicial de dezesseis, nos quais foram observadas suas particularidades e a presença ou não em cada sistema examinado. As recomendações originadas a partir destes critérios resultaram em uma lista de sete itens (Tabela 4.1).

TABELA 4. 1– Recomendações propostas para a seleção de materiais.

Recomendações originadas de critérios utilizados pelos sistemas de certificação ambiental analisados	
Critério	Recomendação
Reuso de materiais	Reutilizar
Planejamento da destinação correta dos RCD	
Uso de materiais reciclados	Reciclar
Uso de materiais com adições de resíduos	
Uso de materiais de rápida renovação	Renovar
Uso de materiais produzidos na região	
Uso de madeira certificada	
Uso de materiais com alta durabilidade	Vida Útil
Uso de materiais que facilitem a adaptabilidade	
Uso de materiais que não emitam compostos orgânicos voláteis	Certificação
Uso de materiais produzidos por uma cadeia produtiva formal	
Reuso de edificações	Reabilitar Edificação
Uso de materiais ajustados ao projeto modular e padronizado	
Uso de materiais que favoreçam melhor conforto térmico	Conforto
Uso de materiais que favoreçam melhor conforto acústico	
Uso de materiais para melhor conforto visual	

Fonte: Elaborada pela autora.

Além disso, os estudos permitiram a incorporação de mais três recomendações, devido à relevância e grande importância em relação ao tema, indicadas como **Cultura, Água e Energia**. Tais recomendações foram fundamentadas teoricamente a partir dos conceitos de desenvolvimento sustentável, adequados à realidade do país, principalmente no que diz respeito ao setor da construção civil e o processo de projeto arquitetônico. As dez recomendações finais apresentam-se mais objetivas e aplicáveis para a seleção e escolha de materiais sustentáveis.

A seguir são detalhadas as principais características que originam o atendimento das recomendações propostas para o questionário, apresentando também os itens determinantes para sua implantação, além da análise quanto à sua origem, em relação aos critérios levantados pelos sistemas de análise ambiental.

4.2.1. Reutilizar

Reutilizar significa, como o próprio nome sugere, utilizar de novo, dar uma nova utilidade a materiais que muitas vezes são considerados inúteis. Com certa criatividade pode-

se criar novas formas de utilização para determinado material, algumas vezes de forma até mais duradoura. Esta recomendação visa a redução da utilização dos recursos naturais, bem como a poluição gerada pelo descarte irregular dos materiais.

A reutilização é de grande importância para economizar materiais, evitar o desperdício e áreas de aterro destinadas aos resíduos nas cidades, além de reduzir gastos com energia, transporte e matéria prima para a produção de novos materiais. Esta recomendação surgiu a partir da junção de dois critérios levantados nos sistemas de certificação:

- **Reuso de materiais – (LEED, LEED/Brasil, AQUA, BREEAM)** - Considera a reutilização dos materiais provenientes de demolições, sendo que o que for proveniente de outro edifício deve ser bem analisado e seu emprego só deverá ser concebido caso não apresente riscos à segurança dos usuários.
- **Planejamento da destinação correta dos RCD (Resíduos da Construção e Demolição) – (LEED, LEED/Brasil, HQE, AQUA, BREEAM)** - A gestão de RCD é a prática fundamental deste critério, compreendida pela segregação dos resíduos da construção na própria fonte, para evitar sua contaminação por impurezas, o que pode implicar em seu futuro custo.

Para correta implantação desta recomendação, a qualidade essencial para o reuso dos materiais implica na manutenção daqueles existentes no edifício reformado ou a adição de outros usados, derivados de reformas ou demolições, sem beneficiamento, o que pressupõe estar em boas condições de uso e não comprometerem a segurança da edificação e dos usuários (OLIVEIRA, 2009).

Segundo Marques (2007), é importante fazer uma pré-avaliação da construção para o levantamento de possíveis materiais a serem reutilizados, reaproveitados ou reciclados, bem como buscar possibilidades de introduzir estes tipos de materiais em novas edificações. Esta ação pode ser capaz de contribuir para restringir a geração de resíduos e reduzir a quantidade necessária de matérias-primas; sendo o principal objetivo desta prática, conter impactos que sejam ligados à aquisição e processamento desses recursos e efetuar o planejamento e a destinação correta dos RCD, de maneira abrangente.

Para projetos que levam em conta propostas de reutilização de material procedente de demolição, Mendler *et al* (2006) destacam a importância de buscar locais de estoque e possíveis fornecedores de materiais descartados, além de espaços de revenda para checar ao máximo a disponibilidade de materiais.

Entre as necessidades que envolvem esse tipo de planejamento, Mendler *et al* (2006) indicam medidas importantes como: realizar um programa de desmonte e definir se este será realizado manualmente ou mecanicamente, e se o programa será materializado para a completa desmontagem do edifício; a possibilidade de armazenamento de materiais que possam ser reutilizados como encanamentos, luminárias, lâmpadas, dutos conduítes, fiação e canalização, antes de efetivar-se a total demolição.

Após esta análise, considerando o que foi descrito para correta implantação de tal recomendação, sua manufatura, as características da empresa que o produz e ações que devem ser realizadas durante a execução da obra pelo empreendimento que busca a certificação ambiental, foi possível selecionar os seguintes itens a serem considerados no momento da seleção de materiais:

- Priorizar a redução do uso de recursos naturais;
- Evitar o descarte irregular dos materiais;
- Buscar locais de estoque, espaços de revenda e possíveis fornecedores de materiais descartados, para checar a disponibilidade de materiais, preferencialmente de fonte próxima;
- Realizar o planejamento e a destinação correta dos resíduos da construção e demolição (RCD);
- Realizar um programa de desmonte, a ser realizado manualmente ou mecanicamente, para o posterior armazenamento e utilização de materiais que possam ser reutilizados antes de efetivar a sua demolição;
- Priorizar, em projetos de reforma, a manutenção dos materiais existentes no edifício ou a adição de outros já utilizados, derivados de demolições e que não tenham sofrido beneficiamento.

4.2.2. Reciclar

A reciclagem é o termo geralmente utilizado para designar o reaproveitamento de materiais beneficiados como matéria-prima para um novo produto. Consiste em transformar materiais inúteis em novos produtos ou matérias-primas de forma a diminuir a quantidade de resíduos e conservar energia e recursos naturais preciosos.

A reciclagem permite a geração de novos materiais, a partir de outros que já tiveram sua vida útil finalizada e com características análogas e algumas vezes superiores aos seus

precedentes. Quando esta prática é executada através de uma correta gestão, apresenta uma opção de baixo impacto por reduzir a extração de recursos naturais, sobretudo os mais escassos.

Esta recomendação propõe o uso de materiais reciclados ou com adição de resíduos, que passam por processo de beneficiamento, empregados na sua matéria original, diferentemente dos materiais reutilizados. A reciclagem gera, além de benfeitorias ambientais, melhorias no âmbito social, pois motiva renda e empregos. Esta recomendação resultou da união dos seguintes critérios:

- **Uso de materiais reciclados – (LEED, LEED/Brasil, BREEAM)** - Além do uso de reciclados, esse critério leva em conta a utilização de materiais recicláveis, aqueles que mesmo tendo sua vida útil esgotada podem vir a gerar outros materiais. Dentre os materiais recicláveis encontram-se, basicamente, quase todos os metálicos e os de origem geológica.
- **Uso de materiais com adição de resíduos – (CBCS)** - Esse conceito abrange o uso de materiais de construção produzidos com a incorporação de resíduos de outras indústrias, incluindo os RCD, após passarem por um processo de reciclagem.

Para Mendler *et al* (2006) é necessário o agenciamento de resíduos recicláveis no local de trabalho da construção, pelo menos para aqueles provenientes do asfalto, do concreto, da alvenaria, da madeira, dos metais, ou outros, como a espuma rígida utilizada para isolamento, a madeira proveniente de projetos modulares e o vidro.

Segundo John (2000), as técnicas de reciclagem originam possíveis riscos ambientais e devem ser gerenciadas de maneira adequada. É preciso atenção, pois tanto o método exigido, quanto a qualidade do resíduo ou o tipo de emprego sugerido para o material reciclado, podem ser responsáveis por um processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado.

A possibilidade de reciclagem dos diversos tipos de materiais existentes é muito grande, fato consolidado pelo desenvolvimento intenso de novas tecnologias e recursos para esta prática. Dentre os resíduos mais utilizados para a reciclagem observam-se as fibras vegetais como sisal, coco e banana, ou polpas celulósicas, como a do eucalipto; a escória de alto-forno, usada na produção de cimento, como substituto parcial do clínquer Portland; e as cinzas volantes ou pesadas, que produzem elementos pré-moldados e argamassa de revestimento (PAES, 2008).

Utilizar materiais que passaram por técnicas de reciclagem, gerenciadas para a restrição de possíveis riscos ambientais, proporciona um processo menos impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado ou do uso de um novo material (JOHN, 2000).

Ponderando os atributos relatados para apropriada utilização desta recomendação, foram formulados os seguintes itens relativos à reciclagem, a serem considerados no momento da seleção de materiais:

- Utilizar Resíduos da Construção e Demolição (RCD) reciclados, tais como a escória de alto forno, cinzas volantes, entre outros;
- Utilizar materiais alternativos reciclados, como as fibras vegetais, sisal, coco e banana, ou polpas celulósicas;
- Utiliza materiais reciclados que apresentam desempenho previsto nas normas técnicas direcionadas ao material ou componente;
- Realizar o agenciamento de resíduos recicláveis no local de trabalho da construção;
- Incentivar a geração de renda e empregos através da reciclagem de materiais;
- Promove o aporte do pessoal envolvido ao oferecer ambientes apropriados e de qualidade, e as ferramentas que possibilitam a salubridade das zonas de resíduos.

4.2.3. Renovar

Nesta recomendação, a palavra renovar se insere no contexto dos materiais renováveis, caracterizando-se por um material natural, que pode ser recolocado na natureza ou se regenerar através de processos naturais, a uma taxa equivalente ou maior que o consumo humano. Deste modo, esta recomendação considera o uso de materiais de rápida renovação, com baixa energia embutida ou de materiais locais renováveis, seu surgimento se deu a partir dos seguintes critérios:

- **Uso de materiais de rápida renovação – (LEED, LEED/Brasil, AQUA) -** Compreendem os materiais que possuem rápida renovação e se formam em breve espaço de tempo no meio natural, se mostram mais vantajosos do que aqueles que necessitam longos ciclos para renovação, incluindo também os com baixa energia embutida e que não apresentam gastos elevados durante seu ciclo de vida. (DIAS *et al*, 2010)

- **Uso de materiais produzidos na região - (LEED, LEED/Brasil, AQUA -** Os materiais originados da produção local minimizam o consumo de energia relacionado ao transporte e principalmente reduzem a poluição. Para efetivação deste critério é preciso estar atento sobre a distância do local de produção do material em relação à obra.
- **Madeira certificada - (LEED, LEED/Brasil, CBCS, BREEAM) -** Um dos exemplos mais recorrentes de material de ascendência ilegal no Brasil é a madeira. Para correta fiscalização é preciso exigir o comprovante que legaliza a procedência da madeira.

Dentre os objetivos de se colocar em prática esta recomendação podem ser citados: diminuição do emprego de materiais com alta energia embutida; e a contribuição para a sustentabilidade da indústria da construção e o desenvolvimento de novas tecnologias adequadas e normatizadas para a utilização de materiais renováveis, a exemplo daqueles provenientes de atividades agrícolas, como a cortiça, a palha e o algodão.

A utilização dessa prática ainda busca minimizar o consumo de energia, relacionado ao transporte dos materiais, e assim reduzir a energia incorporada dos mesmos; e, principalmente, restringir a poluição gerada pelo deslocamento do material, retendo a emissão de gases poluentes oriundos da queima de combustível; além de contribuir para o menor desgaste das rodovias e incrementar o mercado e a economia local.

É notável que a utilização desses materiais contribua para a sustentabilidade da indústria da construção e, para tal, Doerr e Plagmann (2012) sugerem a especificação de materiais que melhor se encaixam a este conceito, como a madeira, proveniente de florestas sustentáveis, a palha ou mesmo o bambu.

No caso do uso de bambu, somente se justifica quando o tipo de espécie utilizada possui velocidade de renovação acima do tempo de consumo pela indústria da construção. Lengen (2004) *apud* Oliveira (2009) aconselha o uso do Bambu como substituto do ferro no concreto armado e defende o fato deste material não ser facilmente atacado por cupins, porém reconhece a necessidade de realizar sua proteção contra fungos e brocas.

Outro fator muito importante a ser considerado por esta recomendação é o uso de materiais regionais. Os materiais originados da produção local minimizam o consumo de energia relacionado ao transporte e principalmente reduzem a poluição. Para que seus benefícios sejam comprovados é preciso estar atento sobre a distância do local de produção do

material em relação à obra. De qualquer forma, há estímulo ao desenvolvimento econômico local. (GREENSPEC GUIDE, 2005; KIBERT, 2005 *apud* LUCAS, 2008).

Portanto a geração de empregos, uma das consequências desta recomendação, proporciona a valorização social e ainda favorece a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, ao capacitar os possíveis trabalhadores locais a oferecer mão de obra de qualidade à sua comunidade.

Analisando a recomendação descrita, alguns itens foram elaborados para utilização no questionário final, referentes à seleção de materiais locais e renováveis:

- Utilizar materiais de rápida renovação, com baixa energia embutida;
- Utilizar materiais renováveis como a palha, cortiça e outros, provenientes de atividades agrícolas, desenvolvidos por tecnologias adequadas e normatizadas;
- Especificar madeira certificada ou proveniente de florestas plantadas;
- Incentivar o desenvolvimento econômico local ao priorizar o uso de materiais abundantes na região e que não estejam em processo de extinção;
- Evitar o consumo de energia relacionado ao transporte dos materiais e o menor desgaste das rodovias, priorizando o uso de materiais produzidos em um raio próximo a obra.

4.2.4. Vida Útil

No contexto apresentado, a palavra “vida útil” abrange fatores como a adaptabilidade do material e sua durabilidade. Quanto à capacidade de adaptabilidade, consideram-se estratégias que colaboram para a economia de materiais, além da flexibilidade do projeto, inclusive no que se refere ao conceito de coordenação modular. Dentre os objetivos, pretende-se atingir menor consumo e desperdício de materiais, além de maior vida útil da edificação, por meio da redução de seu nível de obsolescência. Esta recomendação formou-se a partir dos seguintes critérios:

- **Uso de materiais com alta durabilidade – (LEED, HQE, AQUA, BREEAM, CBCS)** - Para a especificação de um material ou componente durável deve-se considerar, principalmente, seu tempo médio de vida útil, quando empregado em determinada função. Escolhas construtivas e produtos de natureza fácil de limpar e conservar possibilita fácil manutenção dos materiais, que reduz proporciona maior economia e durabilidade do material.

- **Uso de materiais que facilitem a adaptabilidade – (HQE, AQUA)** – Para empreendimentos que necessitam atingir flexibilidade no projeto e visam soluções que permitam adaptação à necessidade de vida útil da edificação.

Dependendo da vida útil estimada a determinada construção, torna-se imperativo refletir sobre sua durabilidade ao longo do tempo. Pensar sobre estas questões permite o ajustamento dos mesmos na obra bruta em conformidade com a vida útil do edifício, garantindo o gerenciamento da qualidade e durabilidade dos materiais, ou seja, a sua manutenção.

A Fundação Vanzolini (2007) reflete sobre os edifícios desenvolvidos para menor vida útil, afirmando que estes nem sempre se relacionam a um maior impacto ambiental. Para tal, o projeto deve ser desenvolvido agregando soluções de concepção que admitam sua desconstrução com um baixo impacto. Deste modo, o edifício é planejado para que seus componentes e materiais sejam posteriormente reutilizados em novas construções ou passem por processos de reciclagem.

A durabilidade de um material ou edifício pode variar consideravelmente de acordo com o uso a que foi dado, de qualquer forma, quanto maior for sua vida útil, maior redução na necessidade de manutenção e no consumo de energia e recursos. Os materiais de maior qualidade são aqueles corretamente ajustados ao seu uso. Esses produtos garantem melhor desempenho e evitam o desperdício de recursos naturais e financeiros em concertos que não seriam necessários. Outro benefício é a indução aos fabricantes, para que atuem de acordo com as normas para maior competitividade (CAIXA, 2010).

Segundo Green Spec Guide (2005) *apud* Lucas (2008), o uso de materiais capazes de perder sua função em pouco tempo de utilização, amplia ou gera impactos ambientais negativos relacionados à determinada construção. Por isso, proporcionar a substituição do material em períodos de tempo maiores e, em alguns casos, evitar sua substituição, encoraja menor geração de resíduos, pois a repetida substituição de produtos obriga a utilização de novos materiais.

Dentre as vantagens que podem ser alcançadas pelo uso de materiais mais duráveis estão a contribuição para a perenidade da construção; o cuidado da saúde dos usuários e do ambiente, através do emprego de produtos com qualidade; a promoção do aumento da vida útil da edificação; a redução da geração de resíduos; a minimização de gastos financeiros,

tendo em vista os impactos provenientes da extração de matéria prima, beneficiamento o transporte de novos materiais, com novas construções ou reformas.

Segundo Sattler e Pereira (2006), os materiais possuem uma habilidade variável em atender as necessidades dos usuários com o passar do tempo. Seu desempenho, portanto, é caracterizado como inconstante. Deste modo, é possível reforçar a importância atribuída aos responsáveis, no momento da seleção de materiais pela procura por empresas fornecedoras, que apresentem adequação ao sistema de gestão da qualidade.

De acordo com a Fundação Vanzolini (2007), os produtos passam a ser considerados de qualidade quando são corretamente ajustados ao seu uso ou quando obtêm garantias técnicas às quais estejam certificados a atender, como aspectos de solidez, segurança e durabilidade, características que os tornam vantajosos à saúde e ao ambiente.

Não sendo atendidas tais condições, as características ambientais e sanitárias não poderão conter qualidades duráveis, o que trará a perda de sentido de sua utilização. A qualidade técnica dos produtos, sistemas e processos é uma base indispensável que as exigências de desempenho ambiental e sanitário devem considerar, pois contribui para a perenidade da construção.

Sobre as boas condições de higiene do material, outro aspecto relevante neste critério, sabe-se que a manutenção regular e de qualidade age na durabilidade de um produto, na execução do desempenho para o qual foi projetado e em sua salubridade. Com relação ao fator salubridade, o material exige manutenções menos intensas e em menor número, o que determina menor gasto financeiro e menor utilização de produtos para conservação de suas condições de uso (DIAS *et al*, 2010).

Em algumas regiões do país há grande desgaste dos materiais pelas características do local, como nas áreas em que há grande quantidade de pó de minério em suspensão no ar, um ambiente que provoca o escurecimento de superfícies e pode influenciar negativamente na funcionalidade de alguns materiais.

Facilitar a manutenção dos materiais dos edifícios colabora neste sentido, principalmente nas regiões litorâneas, reféns de fenômenos como a maresia, que causa a corrosão de elementos construtivos, além de cooperar para o crescimento de bolores nos edifícios pela demasiada umidade do ar (DIAS *et al*, 2010).

Pode-se, antecipadamente, desde a fase de concepção, evitar futuras dificuldades para a conservação da construção. Segundo a Fundação Vanzolini (2007), para obter esta condição, devem ser considerados os seguintes pontos:

- Escolher produtos de fácil limpeza e conservação;
- Raciocinar sobre a acessibilidade dos elementos-chave da construção, ou seja, dos elementos facilitadores na conservação e limpeza. Esta tarefa engloba essencialmente as disposições arquitetônicas, mas deve, ao mesmo modo, abarcar a previsão dos elementos técnicos, que serão úteis à fixação de certos equipamentos de conservação (por exemplo, dispositivos para conectar cabos de sustentação de cadeiras para a limpeza de vidraças);
- Disposições tomadas para facilitar o acesso a elementos como fachadas, telhados, revestimentos internos (piso, parede, teto), janelas, esquadrias, vidraças, proteções solares, divisórias interiores e forros.

Para esta recomendação, os itens propostos, que asseguram o seu cumprimento, ou seja, a durabilidade e a capacidade de adaptação dos materiais utilizados no projeto do empreendimento são:

- Utilizar materiais em conformidade com a vida útil do edifício e as condições climáticas locais, garantindo a qualidade e durabilidade dos materiais;
- Utilizar materiais ajustados ao seu uso, de acordo com as normas, para garantias técnicas de aspectos de solidez, segurança, durabilidade e melhor desempenho, evitando o desperdício de recursos naturais e financeiros;
- Facilitar a manutenção do edifício, ao utilizar materiais de simples limpeza, disposições arquitetônicas e elementos facilitadores na conservação;
- Planejar maior vida útil das edificações, através da redução de seu nível de obsolescência;
- Parar os edifícios desenvolvidos visando menor vida útil e agregar soluções de concepção que admitam a sua desconstrução, com baixo impacto e posterior reutilização dos materiais;
- Utilizar materiais que colaboram para a economia e a flexibilidade do projeto, através do uso de coordenação modular.

4.2.5. Certificação

No Brasil, a construção civil é um dos setores da economia onde há mais informalidade. Nesta conjuntura, a certificação aparece em contraponto a essa questão, estimulando a utilização de materiais certificados, que proporcionam menor impacto

socioambiental. Esta ação representa uma opção mais segura, tendo em vista os processos de avaliação pelos quais passa o fabricante, proporcionando maior segurança quanto uma escolha mais sustentável ao empreendimento.

Dentre os objetivos desta recomendação encontram-se a contribuição no travamento do déficit habitacional no país e o incentivo à maior competitividade entre as empresas, através do maior interesse em atingir avanços na qualidade de produtos e serviços, a diminuição de custos e o uso mais eficiente dos recursos públicos. Esta recomendação surge da união dos seguintes critérios:

- **Uso de materiais que não emitem compostos orgânicos voláteis - (LEED, LEED/Brasil, HQE, AQUA, BREEAM)** - Uma das substâncias que constituem grande fonte de poluição atmosférica são os compostos orgânicos voláteis, conhecidos pela sigla COV (Composto Orgânico Volátil). A emissão contínua de COV em ambiente interno influencia diretamente na qualidade do ar no interior de edifícios. Estes efeitos geram conteúdos prejudiciais à saúde da população, sobretudo aqueles mais vulneráveis a esses agentes.
- **Uso de materiais produzidos por uma cadeia produtiva formal – (HQE, AQUA, CBCS)** - As empresas que trabalham na formalidade procuram atender os direitos dos trabalhadores e a não evasão fiscal, o que resulta no amparo a melhorias de vida da população, através do incremento à infraestrutura urbana (JOHN, OLIVEIRA e AGOPYAN, 2006). Os materiais passam por um processo de formulação e aplicação de regras, para seu tratamento ordenado, para o benefício e com a cooperação de todos os interessados e, em particular, para a promoção da economia global, levando na devida conta condições funcionais e requisitos de segurança. Nesta diretriz estão relacionados os materiais que possuem certificação e oferecem boas condições de higiene, além da não emissão de COV ou qualquer substância destruidora da camada ozônio.

Sendo assim, o ideal é o uso de materiais provenientes de empresas responsáveis, cujos produtores e fornecedores são regulamentados, com a produção que preveja os cuidados na preservação ambiental, inclusive de produtos como a madeira, blocos, tijolos, painéis, tintas, etc. (JOHN *et al*, 2007).

A certificação dos materiais busca colaborar para a saúde e o bem estar da sociedade, por meio de atividades socialmente responsáveis, e minimizar os impactos ao meio ambiente, pela adoção de práticas como o manejo da extração de recursos naturais (JOHN *et al*, 2006).

Adotar esta prática pode contribuir no conhecimento de muitas características do material, como as relacionadas aos impactos provocados durante o ciclo de vida. Ao estabelecer o uso de materiais certificados é possível a adoção daqueles com menor impacto ambiental durante a extração, beneficiamento e transporte, além da garantia do atendimento às exigências trabalhistas ou implementação de práticas que evitam ou minimizam o uso de processos nocivos à saúde humana (TURK, 2009 *apud* BISSOLI *et al*, 2011).

Sobre outro aspecto incluso nessa diretriz, objetiva-se a redução do uso de materiais emissores de gases que colaboram com o efeito estufa. Segundo a Fundação Vanzolini (2007), esses gases são os grandes responsáveis pelas mudanças climáticas que ocorrem no planeta atualmente. Os COV são uma das substâncias que constituem grande fonte de poluição atmosférica, podendo, também, afetar a vida de pessoas, principalmente das que participam do processo produtivo em espaços corporativos fechados e com pouca troca de ar. As implicações sobre a saúde humana podem ser sérias, de ordem respiratória, neurológica e hepática. Os sinais iniciais de contaminação são semelhantes a um resfriado e, por isso, são pouco detectados (CRINION, 2000; UEMOTO e AGOPYAN, 2006 *apud* OLIVEIRA, 2009).

Para o questionário final, baseando-se na análise desta recomendação, foram considerados os seguintes itens, na pré-avaliação da seleção de materiais, quanto à sua produção, por uma cadeia produtiva formal e a emissão de compostos orgânicos voláteis:

- Utilizar materiais com certificação concedida por organismos reconhecidos;
- Utilizar materiais provenientes de empresas responsáveis, cujos produtores são regulamentados e a produção prevê cuidados na preservação ambiental;
- Procurar conhecer as características dos materiais relacionadas aos impactos provocados durante o ciclo de vida, para adoção daqueles com menor impacto ambiental;
- Incentivar maior competitividade entre as empresas e o travamento do déficit habitacional, ao utilizar materiais com avanços na qualidade de seus produtos e serviços e diminuição de custo;
- Evitar utilizar materiais emissores de gases que colaboram com o efeito estufa, a exemplo dos compostos orgânicos voláteis.

4.2.6. Reabilitação Edificação

Reabilitar edifícios é uma das táticas que visa a minimização dos impactos ambientais decorrentes do processo construtivo. O reuso das edificações reduz a produção de resíduos descartados no ambiente, minimiza o consumo de combustíveis com o transporte de materiais, bem como o gasto energético com a produção dos mesmos. Esta recomendação formou-se a partir dos seguintes critérios:

- **Reuso de edificações – (LEED, LEED/Brasil, AQUA, BREEAM)** - Dispõe sobre edifícios degradados e abandonados que possuem grande potencial para incorporar usos diferenciados, sendo necessárias intervenções que observem simultaneamente a inserção de elementos contemporâneos e a recuperação das características existentes nos edifícios.
- **Uso de materiais ajustados ao projeto modular e padronizado – (BREEAM, LEED)** - Sistemas modulares apresentam soluções que permitem fácil reconfiguração, o que possibilita a obtenção do longo-termo de flexibilidade. O emprego de um projeto modular e/ou padronizado diminui também a quantidade de uso de materiais e de resíduos, além de proporcionar maior flexibilidade.

A reabilitação dos edifícios contribui na valorização do patrimônio histórico-cultural, ajuda a manter recursos culturais, estender o ciclo de vida do parque imobiliário e reduzir o desperdício e o impacto ambiental com a construção de novos edifícios. Segundo Gražulevičiūtė (2006), a preservação histórica pode ainda promover aspectos sociais, como a qualidade de vida da população.

Para implementação desta recomendação, quanto ao patrimônio histórico, é necessário um planejamento gerencial, tornando-o artigo importante nas políticas de desenvolvimento urbano. Deste modo, as atividades de preservação necessitam visar o aumento da vida útil dessas edificações e acrescentar-lhes valores de uso, a partir das novas adequações às exigências atuais.

Quando necessária a intervenção, deve-se, antes de tudo, aferir como será realizada, para a preservação dos elementos que caracterizam o local, além de ponderar sobre a necessidade de reconstrução e utilização de componentes degradados. Outro fator importante é consultar órgãos competentes, como o IPHAN, antes da realização do projeto (FERRAMENTA ASUS, 2011).

Para que a reabilitação de um edifício ocorra com reduzido impacto ao ambiente é recomendado o desenvolvimento de projetos modulares, mais flexíveis, que componham uma obra rápida e limpa. De acordo com Caixa (2010), a definição de flexibilidade do projeto constitui em proporcionar melhor adaptação da edificação a futuras necessidades, sem grandes custos financeiros e de material.

Quando a flexibilidade do projeto não é planejada desde o início, suas alterações poderão ser inviáveis tecnicamente, ou resultarão na geração de desperdício de materiais de construção, e poderá haver o acréscimo da quantidade de resíduos de demolição ocasionado por reformas.

Projetos baseados no conceito de longa vida útil do edifício podem ser caracterizados por aqueles que oferecem flexibilidade às necessidades futuras de adaptação. Os sistemas modulares estão entre os quais possuem seu desenvolvimento baseado nestes objetivos e apresentam soluções que permitem sua fácil reconfiguração, o que possibilita a obtenção do longo-termo de flexibilidade (MENDLER *et al*, 2006).

Para esta recomendação, os itens propostos, que asseguram sua verificação, ou seja, a correta reabilitação dos edifícios, e um projeto modular e padronizado, são:

- Valorizar o patrimônio histórico-cultural, visando estender o ciclo de vida do parque imobiliário;
- Consultar órgãos competentes, como o IPHAN, antes da realização de projetos para edifícios históricos;
- Realizar um planejamento gerencial do patrimônio histórico, acrescentando-lhe valores de uso, a partir das novas adequações às exigências atuais;
- Desenvolver projetos modulares, flexíveis para que a reabilitação do edifício ocorra com reduzido impacto ao ambiente.

4.2.7. Conforto

Esta recomendação incluiu, no momento da seleção de materiais, aqueles que se apresentem mais adequados para o conforto térmico, acústico e visual do edifício, englobando os seguintes critérios:

- **Uso de materiais que favoreçam melhor conforto térmico – (LEED, LEED/Brasil, AQUA, BREEAM)** - O uso de materiais adequados ao clima local e

ao microclima pode definir uma sensação de bem-estar, relacionado à temperatura da edificação.

- **Uso de materiais que favoreçam melhor conforto acústico – (LEED, HQE, AQUA)** - O limite da intensidade de ruídos suportáveis pelo ser humano é regulamentado, para que numa edificação não haja problemas dessa natureza e o conforto seja alcançado. Os ruídos externos e internos devem ser levados em conta ainda na fase do projeto, para que sejam selecionados os materiais mais adequados.
- **Uso de materiais para melhor conforto visual – (HQE, AQUA)** – Os materiais empregados podem colaborar para a ampliação do conforto visual do edifício sobre o ambiente. Do mesmo modo, quando não utilizados corretamente podem prejudicar outras soluções do projeto.

As características dos materiais utilizados para as vedações de mostram determinantes sobre o desempenho térmico das edificações, sendo o emprego de recursos para a qualidade térmica dos materiais muito importante para economia de energia, entre outros benefícios. Dentre as características dos produtos que mais influenciam no conforto térmico se encontram, a cor, o tipo de material, o uso ou não de materiais isolantes em paredes e coberturas, além do tamanho e tipo de vidro das aberturas e existência ou não de artigos para o sombreamento.

As propriedades térmicas das vedações e demais elementos de construção do edifício influenciam diretamente no conforto térmico. Ainda sobre o contexto que envolve o conforto ambiental, o conforto acústico se relaciona diretamente com a seleção dos materiais, e torna-se importante para obtenção de uma edificação mais sustentável, por ser capaz de proporcionar melhor qualidade de vida aos usuários do edifício, promovendo benefícios sociais.

O desempenho acústico dos produtos utilizados é essencial para a garantia de conforto acústico aos ambientes dos edifícios. Igualmente como as estruturas, as vedações e revestimentos, merecem a mesma preocupação, tanto ao observar as ondas sonoras, que são facilmente transmitidas pelo ar, assim como os ruídos de impacto por condução.

O desempenho visual do produto é o último item aqui relacionado ao conforto ambiental das edificações, influenciado diretamente pela escolha de materiais. Os materiais de construção, especialmente os de acabamento, desempenham forte influência na percepção do espaço edificado.

Segundo Zaleski (2006), a demanda por materiais com melhor aparência, durabilidade e resistência se formou paulatinamente através do tempo, na medida em que cresceram as necessidades humanas. Algumas qualidades dos revestimentos dos materiais, como a cor e a textura, podem influenciar não só na imagem do espaço, como também em sua utilidade. Suas cores e texturas atuam diretamente na distribuição da luz pelo ambiente e no despertar de emoções e sensações em seus usuários.

Uma qualidade que se enquadra perfeitamente a este item é a escolha dos materiais diretamente em função dos espaços e a capacidade de suas características em ampliar ou reduzir o grau de iluminação. De acordo com Zaleski (2006), a iluminação é um dos fatores de maior importância para os usuários, visando um ambiente confortável, com iluminação adequada e agradável.

Uma análise com âmbito psicológico demonstra a importância dos elementos arquitetônicos relacionados à identidade, que podem ser exemplificados por meio do uso de cores, texturas, revestimentos, adornos, entre outras características capazes de personalizar a aparência externa das edificações. O conceito de identidade exemplifica bem a necessidade da relação do homem com o valor estético do edifício. A ideia de que o valor pessoal confere significado ao espaço acontece do mesmo modo pelo sentido inverso, os valores associados aos elementos que compõe o espaço emprestam significado a quem o ocupa. A esta opinião reporta-se o conceito simbólico gerado pelos elementos, ou seja, pelos materiais inseridos naquele ambiente que influencia a imagem de quem utiliza aquele espaço (ZALESKI, 2006).

Compondo o questionário final, apoiando-se na análise desta recomendação, foram considerados os seguintes itens para a correta implantação de materiais que favorecem melhor conforto térmico, acústico e visual:

- Priorizar a economia de energia, utilizando materiais para o conforto térmico da edificação, de acordo com sua zona bioclimática;
- Utilizar materiais que permitem o sombreamento adequado do edifício;
- Utilizar materiais para vedações, revestimentos e estrutura, com características compatíveis às condições térmicas e acústicas adequadas;
- Utilizar materiais isolantes térmico-acústico;
- Utilizar materiais com qualidades (cor, textura, etc.) que influenciam na utilidade e imagem do espaço, configurando identidade a edificação.

4.2.8. Cultura

Esta recomendação visa contribuir para a valorização local, para a continuidade e diversidade da cultura, ao incentivar o emprego de materiais tradicionais, através de pesquisas aos costumes apreendidos por várias gerações que habitaram o local.

Os fatores relacionados à cultura foram incorporados ao conceito de desenvolvimento sustentável após os fatores econômico, social e ambiental. Segundo Boff (2012), esse quarto pilar da sustentabilidade surgiu em 2001, sendo considerado elemento fundamental para o planejamento público. O fator cultura veio para fortalecer e aprimorar o tripé base da sustentabilidade.

Tal recomendação induz a um processo de ocupação e exploração da Terra que respeite sua qualidade natural, na preservação de sua cultura, sem gerar prejuízos na área de produção e consumo. Sua utilização, através da seleção de materiais que carregam em si o valor cultural de uma determinada região, visa contribuir para a valorização local, para a continuidade e diversidade de sua cultura, ao incentivar o emprego de materiais tradicionais, através de pesquisas aos costumes apreendidos por várias gerações que ali habitam. É importante também reduzir o impacto do empreendimento na paisagem de seu entorno, a fim de não desqualificar e não interferir na visualização de marcos culturais ou naturais.

A dimensão cultural está atrelada às questões ambientais, assim como as de espaço e tempo. Engloba a história, o presente e o futuro, uma nação, uma cidade, a arte, entre diversos assuntos, o que faz com que a seleção de materiais neste âmbito seja bastante específica para cada local e situação, e por isso deve ser bem embasada.

A tradição é um produto da cultura, e como tal deve ser respeitada. Com relação aos materiais de construção, é possível observar diversas técnicas que foram deixadas de lado e substituídas por novas tecnologias, pelo simples fato de estas representarem o novo. Através de um acordo internacional estes materiais receberam a nomenclatura de materiais não convencionais, juntamente com os resíduos que são empregados nas construções modificados de alguma forma (BARBOSA, 2005).

Em relação ao emprego de materiais tradicionais propostos por esta recomendação, como a terra, a pedra, a madeira e as fibras, todos ainda fazem parte do nosso patrimônio arquitetônico. Segundo Pereira e Martins (2005), pegar nossas próprias referências culturais e reprocessá-las em novos termos pode ser um caminho para resgatar a cultura, ao mesmo tempo em que são empregados materiais locais e renováveis, tornando assim as novas edificações mais sustentáveis.

A tendência da nossa atual economia globalizada é a perda das identidades locais, devido à grande padronização global. Portanto, o sentido de perda da identidade do ambiente construído se torna preocupação para o desenvolvimento sustentável das comunidades. Considerando esse aspecto, o impacto na paisagem é outra preocupação relacionada ao uso de materiais da cultura local, por isso é relevante agregar aqui a importância, no momento da concepção do projeto, no cuidado da escolha de materiais, para que estes possibilitem a visualização com destaque e valor aos ícones culturais.

Considerando a descrição relativa à correta implantação desta recomendação, foram selecionados alguns itens indispensáveis para a pré-avaliação de um empreendimento que busca a certificação ambiental quanto à seleção de materiais:

- Utilizar materiais que valorizam a cultura local, por serem tradicionais, como a pedra, madeira, fibras, entre outros;
- Projetar de modo a reduzir o impacto do empreendimento na paisagem de seu entorno, a fim de não interferir na visualização de marcos culturais.

4.2.9. Água

A recomendação se refere à necessidade de economia da água e sua utilização de modo racional, para que não comprometa os recursos hídricos; além de incentivar a escolha por equipamentos que economizam água e a procura por indústrias ou manufatura que possuam sistemas de reuso de água, ou que a utilizem de forma racionalizada.

O uso eficiente da água durante a manufatura dos materiais promove a diminuição de consumo e o desperdício. É indispensável neste contexto o não comprometimento dos recursos hídricos além de contribuições para a reciclagem ou reuso de água durante a produção ou o uso dos materiais.

O controle do desperdício é um fator indispensável no Brasil, dada à cultura de utilizar de forma indiscriminada os recursos disponíveis, devido à abundância no país. A escolha por equipamentos que economizam água é de extrema importância no momento da seleção de materiais e componentes utilizados pelo empreendimento. Para tal é preciso conhecer as atividades dos usuários no edifício, para que se consiga reduzir os volumes de água para determinado uso, através de sistemas economizadores.

Outra relação importante aos gastos de água se encontra no momento da produção dos materiais. Por isso é indispensável a procura por indústrias ou manufatura que possuam

sistemas de reuso, que utiliza a água de forma racionalizada, ou mesmo que seja feita uma busca por materiais cujo processo de fabricação necessita de pouca água.

Após tal apreciação, considerando as ações que permitem o correto emprego desta recomendação, foram nomeados os seguintes itens a serem considerados no momento da seleção de materiais pelos empreendimentos que buscam a certificação ambiental:

- Utilizar materiais e equipamentos que oferecem reduzido consumo ou o reuso de água;
- Utilizar materiais cuja indústria ou manufatura possua sistemas de reuso, utilização da água de forma racionalizada ou o tratamento de efluentes para não comprometer recursos de água.

4.2.10. Energia

Esta recomendação reforça a importância do desempenho energético dos produtos, como um bom projeto da envoltória do edifício, que coopera para restringir suas necessidades de energia, principalmente em relação ao resfriamento e iluminação.

Dentre os fatores que envolvem esta recomendação, é importante estar atento ao desempenho energético dos produtos, assim como aos materiais referentes à envoltória do edifício. Soluções que podem e devem ser tomadas no início da concepção devem receber bastante atenção, como as propostas que incluem os diversos tipos de proteções solares, as escolhas construtivas e a inércia térmica.

Dentre os objetivos desta recomendação pode-se citar a preocupação em reduzir o consumo elétrico durante o uso da edificação, por meio da escolha de materiais adequados a esta exigência; contribuir para o uso racional da energia através da prioridade para o uso de energias renováveis; e priorizar o uso de materiais com menor consumo energético decorrente de sua fabricação, a fim de reduzir emissões de CO₂ na atmosfera.

A preocupação com a liberação de CO₂ durante a fabricação de materiais no Brasil é uma medida de grande peso, por isso implementar ações de controle durante a produção, como a certificação de materiais e processos quanto à emissão de CO₂ é sempre bastante considerável (SILVA *et al*, 2001).

Os produtos com alto consumo energético na manufatura derivam de problemas devido à extração, transporte de insumos e do seu processo de industrialização. Deste modo, apresenta-se notável a necessidade de verificação, no momento de decisão, do consumo

energético decorrente da fabricação dos materiais da construção civil, pois estes são capazes de gerar alterações ambientais significativas em seu meio.

Do mesmo modo, a escolha por materiais que possuem como recurso a energia renovável ou o emprego de produtos com baixo consumo elétrico podem contribuir significativamente para a redução de gastos com a energia. O uso de painéis solares térmicos e fotovoltaicos já está bastante disseminado no país, com preços acessíveis e, dependendo da região em que são inseridos, os gastos com o produto, que a princípio parece elevado, poderá ser compensado rapidamente através da economia a que este possibilita.

Considerando a recomendação descrita, alguns itens foram classificados para utilização no questionário final, quanto à seleção de materiais e o seu desempenho energético:

- Utilizar materiais com baixo consumo energético durante suas etapas de fabricação;
- Utilizar materiais que ajudam a racionalizar energia;
- Utilizar produtos com bom desempenho energético e materiais para a envoltória do edifício capazes de restringir necessidades de energia;
- Utilizar formas de energia renováveis.

4.3. QUESTIONÁRIO APLICÁVEL À PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM PROJETOS QUE VISAM A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Após o desenvolvimento das recomendações e apresentação dos itens necessários ao atendimento de cada uma delas, foi desenvolvido um questionário. Este questionário serve de instrumento auxiliar nos momentos de decisões referentes ao emprego dos materiais, nos empreendimentos que visam maior sustentabilidade.

Para a criação do questionário, a análise realizada sobre cada recomendação contribuiu consideravelmente, na medida em que permitiu o recolhimento de dados para a elaboração dos itens que as compõem. Tais itens são apresentados após uma pergunta chave, que contém uma questão em torno do conceito geral da recomendação.

Os itens servem para verificação das considerações utilizadas no momento da seleção dos materiais. Neles estão presentes todos os atributos indispensáveis para que as soluções atendam a recomendação proposta. Desta maneira, o projetista pode conferir a qualidade do

seu projeto quanto à seleção dos materiais ao seguir este questionário, marcando na lista quais itens conferem com o projeto desenvolvido.

Recordando as dez recomendações, a Tabela 4.2, a seguir, lista todas elas, apresentado-as quanto à sua origem:

TABELA 4.2 – Lista de recomendações propostas para seleção de materiais.

Recomendação		Origem
1.	Reutilizar	Diretrizes propostas a partir da análise dos Sistemas de Certificação Ambiental.
2.	Reciclar	
3.	Renovar	
4.	Vida Útil	
5.	Certificação	
6.	Reabilitar Edificação	
7.	Conforto	
8.	Cultura	Diretrizes propostas a partir da análise dos conceitos de sustentabilidade adequados à realidade do país.
9.	Água	
10.	Energia	

Cabe lembrar que este questionário serve para apreciação de um empreendimento da construção civil e pretende efetuar uma análise prévia das soluções adotadas a fim de se obter a “certificação ambiental”, proposta pelos sistemas de avaliação já consagrados e mencionados neste trabalho.

A seguir é apresentado o questionário com as recomendações e todos os itens necessários para pré-avaliação da seleção de materiais nos empreendimentos que visam a sustentabilidade. Recordando que este instrumento foi elaborado principalmente com o intuito de auxiliar o processo de projeto de profissionais que trabalham com certificação ambiental.

**QUESTIONÁRIO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS
EM PROJETOS QUE VISAM A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Recomendação 1 REUTILIZAR

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto quanto ao reuso de materiais?

1. Prioriza a redução do uso de recursos naturais.
2. Evita o descarte irregular dos materiais.
3. Busca locais de estoque, espaços de revenda e possíveis fornecedores de materiais descartados, para checar a disponibilidade de materiais, preferencialmente de fonte próxima.

4. Realiza o planejamento e a destinação correta dos resíduos da construção e demolição (RCD).
5. Realiza um programa de desmonte, a ser realizado manualmente ou mecanicamente, para o posterior armazenamento e utilização de materiais que possam ser reutilizados antes de efetivar a sua demolição.
6. Em projetos de reforma, prioriza a manutenção dos materiais existentes no edifício ou a adição de outros já utilizados, derivados de demolições e que não tenham sofrido beneficiamento.

Recomendação 2 **RECICLAR**

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais recicláveis, incluindo os RCD e os materiais alternativos?

1. Utiliza materiais que passaram por técnicas de reciclagem, gerenciadas para a restrição de possíveis riscos ambientais, proporcionando um processo menos impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado ou do uso de um novo material.
2. Utiliza Resíduos da Construção e Demolição (RCD) reciclados, tais como a escória de alto forno, cinzas volantes, entre outros.
3. Utiliza materiais alternativos reciclados, como as fibras vegetais, sisal, coco e banana, ou polpas celulósicas.
4. Utiliza materiais reciclados que apresentam desempenho previsto nas normas técnicas direcionadas ao material ou componente.
5. Realiza o agenciamento de resíduos recicláveis no local de trabalho da construção.
6. Incentiva a geração de renda e empregos, através da reciclagem de materiais.
7. Promove o aporte do pessoal envolvido, ao oferecer ambientes apropriados e de qualidade, e as ferramentas que possibilitam a salubridade das zonas de resíduos.

Recomendação 3 **RENOVAR**

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais de rápida renovação, de madeira certificada e de materiais produzidos na região?

1. Utiliza materiais de rápida renovação, com baixa energia embutida.
2. Utiliza materiais renováveis, como a palha, cortiça e outros provenientes de atividades agrícolas, desenvolvidos por tecnologias adequadas e normatizadas.
3. Especifica madeira certificada ou proveniente de florestas plantadas.
4. Incentiva o desenvolvimento econômico local, ao priorizar o uso de materiais abundantes na região e que não estejam em processo de extinção.

5. Evita o consumo de energia relacionado ao transporte dos materiais e o menor desgaste das rodovias, priorizando o uso de materiais produzidos em um raio próximo a obra.

Recomendação 4 VIDA ÚTIL

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais duráveis, de fácil conservação e materiais adaptáveis?

1. Utiliza materiais em conformidade com a vida útil do edifício e as condições climáticas locais, garantindo a qualidade e durabilidade dos materiais.
2. Utiliza materiais ajustados ao seu uso, de acordo com as normas, para garantias técnicas de aspectos de solidez, segurança, durabilidade e melhor desempenho, evitando o desperdício de recursos naturais e financeiros.
3. Facilita a manutenção do edifício, ao utilizar materiais de simples limpeza, disposições arquitetônicas e elementos facilitadores na conservação.
4. Planeja maior vida útil das edificações, através da redução de seu nível de obsolescência.
5. Agrega soluções de concepção que admitam a sua desconstrução com baixo impacto e posterior reutilização dos materiais, para os edifícios desenvolvidos visando menor vida útil.
6. Utiliza materiais que colaboram para a economia de materiais e a flexibilidade do projeto, através do uso de coordenação modular.

Recomendação 5 CERTIFICAÇÃO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais certificados, produzidos por empresas responsáveis, e materiais com baixa ou nenhuma emissão de COV?

1. Utiliza materiais com certificação concedida por organismos reconhecidos.
2. Utiliza materiais provenientes de empresas responsáveis, cujos produtores são regulamentados e a produção prevê cuidados na preservação ambiental.
3. Procura conhecer as características dos materiais relacionadas aos impactos provocados durante o ciclo de vida, para adoção daqueles com menor impacto ambiental.
4. Incentiva maior competitividade entre as empresas e o travamento do déficit habitacional, ao utilizar materiais com avanços na qualidade de seus produtos e serviços, e diminuição de custo.
5. Evita utilizar materiais emissores de gases que colaboram com o efeito estufa, a exemplo dos compostos orgânicos voláteis (COV).

Recomendação 6 REABILITAR EDIFICAÇÃO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao reuso das edificações e o emprego de coordenação modular?

1. Valoriza o patrimônio histórico-cultural, visando estender o ciclo de vida do parque imobiliário.
2. Consulta órgãos competentes, como o IPHAN, antes da realização de projetos para edifícios históricos.
3. Realiza um planejamento gerencial do patrimônio histórico, acrescentando-lhe valores de uso, a partir das novas adequações as exigências atuais.
4. Desenvolve projetos modulares, flexíveis para que a reabilitação do edifício ocorra com reduzido impacto ao ambiente.

Recomendação 7 CONFORTO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto quanto ao conforto térmico, acústico e visual da edificação?

1. Prioriza a economia de energia, utilizando materiais para o conforto térmico da edificação, de acordo com sua zona bioclimática.
2. Utiliza materiais que permitem o sombreamento adequado do edifício.
3. Utiliza materiais para vedações, revestimentos e estrutura, com características compatíveis às condições térmicas e acústicas adequadas.
4. Utiliza materiais isolantes térmico-acústico.
5. Utiliza materiais com qualidades (cor, textura, etc.) que influenciam na utilidade e imagem do espaço, configurando identidade a edificação.

Recomendação 8 CULTURA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais tradicionais e a valorização do patrimônio?

1. Utiliza materiais que valorizam a cultura local, por serem tradicionais, como a pedra, madeira, fibras, entre outros.
2. Projeta de modo a reduzir o impacto do empreendimento na paisagem de seu entorno, a fim de não interferir na visualização de marcos culturais.

Recomendação 9 ÁGUA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto à redução do consumo de água e sua utilização de forma racional?

- | | |
|----|--|
| 1. | <input type="checkbox"/> Utiliza materiais e equipamentos que oferecem reduzido consumo ou o reuso de água. |
| 2. | <input type="checkbox"/> Utiliza materiais cuja indústria ou manufatura possua sistemas de reuso, utilização da água de forma racionalizada, ou o tratamento de efluentes para não comprometer recursos de água. |

Recomendação 10 ENERGIA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto à redução do consumo de energia e ao uso de fontes alternativas de energia?

- | | |
|----|--|
| 1. | <input type="checkbox"/> Utiliza materiais com baixo consumo energético durante suas etapas de fabricação. |
| 2. | <input type="checkbox"/> Utiliza materiais que ajudam a racionalizar energia. |
| 3. | <input type="checkbox"/> Utiliza produtos com bom desempenho energético e materiais para a envoltória do edifício capazes de restringir necessidades de energia. |
| 4. | <input type="checkbox"/> Utiliza formas de energia renováveis. |

O questionário proposto foi testado por um arquiteto que trabalha com a elaboração de projetos que visam à certificação ambiental e a sustentabilidade das edificações. Durante uma entrevista realizada com este profissional o questionário proposto foi preenchido pelo próprio e se encontra em anexo ao final desta pesquisa. Para respondê-lo, o profissional baseou-se em práticas recorrentes para elaboração de projetos em geral e obras da empresa da qual é sócio. Segundo o profissional, seus trabalhos buscam seguir todos os pré-requisitos e quesitos específicos exigidos pelos sistemas de certificação para cada projeto, seja residencial, misto, comercial ou de serviços.

Ao aferir o questionário preenchido foi possível fazer algumas considerações acerca das recomendações propostas, sendo possível verificar que diversos itens já são considerados por este profissional no momento da escolha dos materiais. Sobre as recomendações sugeridas, o teste indicou a utilização de 65% dos itens pelo profissional.

Foram levantadas pelo arquiteto algumas considerações sobre determinadas recomendações. Sobre a recomendação 9 “Água” foi destacada uma sugestão para economia do uso de água no paisagismo, o plantio de espécies típicas de climas secos, que evitam a absorção exagerada de água. Para a recomendação 10 “Energia” foi reforçada a necessidade

de utilização de lâmpadas LED, equipamentos auxiliares eletrônicos e luminárias herméticas com difusores transparentes ao invés de difusores leitosos.

Sobre as recomendações 8, 9 e 10, “Cultura”, “Água” e “Energia”, que não aparecem diretamente ligadas à escolha dos materiais nos sistemas de certificação ambiental analisados, o teste demonstrou a consciência de sua relevância no momento de decisão pelo profissional. O arquiteto relatou utilizar 50% dos itens incluídos nas recomendações “Cultura” e “Água” e 100% dos itens sobre a recomendação “Energia”.

O arquiteto é sócio de uma empresa instalada na cidade de São Paulo, que desenvolve projetos luminotécnicos, para garantia da eficiência energética dos edifícios que visam à certificação ambiental. O profissional participa de todas as reuniões referentes às etapas do projeto que tem como objetivo a certificação. Portanto, trabalha juntamente com especialistas de outras empresas responsáveis pelos demais tipos de projeto necessários para execução e posterior certificação.

Durante a entrevista com o arquiteto, este falou um pouco sobre alguns dos projetos que realizou juntamente com sua empresa, os quais receberam certificação ambiental. Dentre os projetos citados, um deles se destacou recentemente, através de uma reportagem na Revista Green Building e será analisado devido às soluções mais relevantes para a presente pesquisa, relacionadas à seleção de materiais.

4.3.1. Análise Sobre Projeto Certificado

Para melhor entendimento dos conceitos relacionados à seleção de materiais, seguidos por profissionais e empresas que trabalham com projeto de certificação, foi analisado um projeto que recebeu a certificação ambiental LEED, elaborado com a participação da empresa do arquiteto entrevistado.

A empresa participou de um projeto executado em São Paulo, finalizado em fevereiro de 2012, nomeado Faria Lima Aqua, tendo o escritório do arquiteto contribuído como responsável pelo projeto luminotécnico, cooperando principalmente para maior eficiência energética do edifício. Localizado na Avenida Faria Lima, 4.440, com área de aproximadamente 38.422,87 m², o empreendimento teve um investimento total estimado em R\$ 150 milhões. Sua arquitetura foi idealizada por Collaço e Monteiro Arquitetos Associados.

O Edifício Faria Lima 4.440 recebeu a certificação LEED *Core & Shell* v2, nível *GOLD*, importante selo que atesta a sustentabilidade e contribui para o reconhecimento do

empreendimento como *Triple A*. Segundo a Revista Green Building (2013), o projeto foi motivado pelo interesse na certificação ambiental, e sua localização, em uma região com intensa circulação de pessoas, proporcionou uma das primeiras preocupações quanto à obra, visando à produção de menor impacto possível da construção sobre o seu entorno.

O consumo energético foi planejado de modo a atingir uma taxa 18% menor do que um edifício projetado com base na referência norte americana *Ashrae 90.1-2004*. Essa é uma norma pioneira, das mais conhecidas internacionalmente, que apresenta exigências mínimas de eficiência para o projeto e construção de edificações e sistemas. Sua aplicação é recomendada para edifícios não residenciais climatizados artificialmente.

A *Ashrae 90.1-2004* apresenta duas prescrições gerais para todos os climas, que visam eliminar o uso abusivo do vidro em fachadas e cobertas para minimizar os ganhos e perdas de calor. Venâncio (2007) demonstra em sua pesquisa que a *Ashrae 90.1-2004* apresenta-se apropriada para consultores especializados na etapa de projeto, pois possibilita prescrições para a escolha de sistemas construtivos transparentes e para o dimensionamento da área das aberturas, além de atenuar os fatores solares de acordo com o fator de projeção utilizado.

O empreendimento possui sensores de CO₂ para a renovação de ar e ventilação da garagem quando necessário. Visando a economia de água potável, as soluções empregadas foram o aproveitamento de água fluvial e a compra de água de reuso da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) para os meses de estiagem, além da instalação de metais sanitários economizadores (REVISTA GREEN BUILDING, 2013).

A gestão de resíduos foi implantada durante a obra, a fim de evitar a destinação incorreta dos materiais descartados. Os resíduos foram triados na fonte, todos os andares possuíam baias para a segregação e 83% deles foram enviados para reciclagem (REVISTA GREEN BUILDING, 2013).

Foi considerado o uso de madeira certificada pelo FSC, utilizada nas portas e revestimentos. Pisos elevados, aço, concreto, blocos de concreto, cimento CPIII e alumínio com alto teor de conteúdo reciclado também foram selecionados para a execução da obra. Do total destes materiais empregados, 42% consistiram em produtos da região, fornecidos num raio inferior a 800 km (REVISTA GREEN BUILDING, 2013).

Em relação ao uso de materiais com pouca ou nenhuma emissão de COV, houve certa dificuldade para sua realização. O problema encontrado deu-se devido à complexidade em encontrar fornecedores qualificados que atendessem aos níveis aceitáveis nos anos de início desta construção (REVISTA GREEN BUILDING, 2013).

Para o bom desempenho do edifício, logo após a entrega do empreendimento, alguns materiais e componentes ainda apresentaram necessidade de revisão, para que os sistemas operassem como o desejado (REVISTA GREEN BUILDING, 2013).

Aplicando as informações citadas acima, sobre as soluções adotadas pelo projeto referentes à seleção de materiais para sua aprovação pela certificação LEED, foi possível fazer uma relação entre as recomendações propostas pelo questionário desenvolvido nesta pesquisa e as soluções adotadas pelo Edifício Faria Lima 4.440.

A Tabela 4.3 apresenta um resumo das soluções adotadas pelo empreendimento, relacionando-as às recomendações propostas por esta pesquisa no questionário desenvolvido.

TABELA 4.3 – Relação entre as soluções adotadas pelo Edifício Faria Lima 4.440 e as recomendações propostas para pré-avaliação da seleção de materiais nesta pesquisa.

Recomendações Propostas pelo Questionário	Soluções Adotadas pelo Edifício Faria Lima 4440
Recomendação 1 – Reutilizar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestão de resíduos; ✓ Triagem do resíduo na fonte; ✓ Destinação de 83% dos resíduos para reciclagem.
Recomendação 2 - Reciclar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza materiais com alto teor de conteúdo reciclado.
Recomendação 3 - Renovar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Madeira Certificada pelo FSC; ✓ 42% dos materiais foram fornecidos num raio inferior a 800 km.
Recomendação 4 – Vida Útil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso de piso elevado, que colabora para a economia de materiais e a flexibilidade do projeto.
Recomendação 5 - Certificação	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Houve uma preocupação com este item, mas a falta de materiais disponível na época da construção impossibilitou sua efetivação.
Recomendação 9 – Água	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O uso de materiais que permitem o aproveitamento da água fluvial; ✓ Instalação de metais sanitários economizadores.
Recomendação 10 - Energia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistema de ar condicionado com pré-resfriamento do ar; ✓ Consumo energético planejado para atingir uma taxa 18% menor do que propõe a norma norte americana Ashrae 90.1-2004.

5. CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa foi possível observar que a seleção de materiais se mostra inteiramente relacionada a todas as outras premissas de projetos sustentáveis. Deste modo, a presente pesquisa procura apontar caminhos, através de diretrizes relacionadas à sustentabilidade dos materiais, na busca de subsídios capazes de contribuir para a manutenção da qualidade ambiental do edifício, a sustentabilidade do seu entorno, o aumento da eficiência energética, diminuição de desperdício e a geração de resíduos e do consumo de recursos naturais.

Ao avaliar os conceitos de sustentabilidade habitualmente aplicados, foram ressaltados, além dos mais difundidos, que envolvem os fatores econômicos, sociais e ambientais, aqueles relacionados ao fator cultural e institucional.

Estes conceitos relacionados à sustentabilidade reforçam o emprego de materiais tradicionais, no que envolve os materiais de construção, como a terra, a pedra, a madeira e as fibras, que ainda fazem parte do nosso patrimônio arquitetônico. Portanto, tal iniciativa incentiva o maior respeito à Terra e a geração de cultura na área de produção e consumo. Tais fatores encorajam habitações mais sustentáveis, planejadas através de nossas próprias referências culturais, transformadas em novos termos, e resgata o uso de materiais locais e renováveis.

A análise realizada, envolvendo os sistemas de certificação ambiental, permitiu a percepção de como estas ferramentas se voltam exclusivamente para o mercado. Sua importância e contribuição, referentes ao atingimento de metas sustentáveis, são indiscutíveis, considerando a atual situação em qual o planeta se encontra. Por outro lado, estes instrumentos não alcançam uma parcela da sociedade, incapaz de arcar com os custos exigidos para arrecadação.

Como discutido na Rio +20, há uma necessidade global urgente que vai de encontro a ações capazes de induzir a equidade social e a proteção ambiental, para garantia de um planeta habitável. Neste contexto, os sistemas de certificação apresentam-se inviáveis a determinada parte da população, seja pelo valor pago para adquirir a certificação ou mesmo pelo pouco acesso à informação existente, tanto para profissionais da área quanto para os leigos.

A presente pesquisa dispõe de um material que permite sua utilização por qualquer pessoa, permitindo sua acessibilidade e facilidade de emprego. Sua utilização e a incorporação de suas recomendações por qualquer empreendimento contribui para o projeto de um edifício mais sustentável, mesmo que este não vise alguma certificação ambiental.

Para elaboração do questionário proposto, o mapeamento de alguns sistemas de certificação ambiental, nacionais e internacionais, considerados para a pesquisa, permitiu a compilação de diversos critérios, que originaram recomendações para a seleção dos materiais. É importante ressaltar que a análise, incluindo sistemas nacionais, proporcionou à proposta final introduzir aspectos mais coerentes a questões de sustentabilidade vinculadas ao panorama brasileiro.

Durante o processo de elaboração das recomendações para o questionário, foi gerada uma lista inicial de dezesseis critérios, utilizados pelos sistemas de certificação analisados e por um grupo que visa a pesquisa de novas práticas de sustentabilidade para o setor da construção no país, o CBCS. Este total foi transformado em uma nova proposta, mais compacta, com sete recomendações, que mantiveram os conceitos e as características dos critérios levantados nesta primeira análise. Outras três recomendações foram incluídas, considerando sua importância, devido às características sociais, econômicas, ambientais e culturais presentes especificadamente no Brasil.

Os itens elaborados para as três recomendações possuem conceitos que fazem parte de critérios presentes nos sistemas de certificação analisados. Como os exemplos das recomendações “Água” e “Energia”, que aparecem no sistema LEED, mas não estão incluídas diretamente na categoria destinada a seleção de materiais.

A seguir, é apresentada, novamente, a lista das dez recomendações que favorecem a escolha de materiais mais sustentáveis:

1. Reutilizar
2. Reciclar
3. Renovar
4. Vida Útil
5. Certificação
6. Reabilitar Edificação
7. Conforto
8. Cultura
9. Água

10. Energia

As recomendações indicadas pela pesquisa buscam proporcionar uma orientação quanto à seleção de materiais considerados mais sustentáveis, àqueles que queiram receber um tipo de certificação ambiental ou executar um edifício com menor impacto ambiental. Apresentado em forma de questionário, o instrumento proposto caracteriza-se por ser de fácil utilização para a pré-avaliação da seleção de materiais por qualquer empreendimento.

Sobre a análise do empreendimento com certificação LEED, elaborado com a participação do arquiteto que colaborou com esta pesquisa, observou-se diversas soluções similares aos itens que compõem as recomendações propostas no questionário elaborado durante a presente pesquisa. Além disso, foi relatado que, após a entrega do edifício, alguns materiais e componentes necessitaram uma revisão, para que funcionassem adequadamente.

Esta colocação sugere um item a ser englobado na recomendação 4 “Vida Útil”, quanto ao uso de materiais duráveis. Esse item poderá ser anexado como item 7: “Realiza a revisão dos materiais e componentes instalados após a construção, para garantia de desempenho e durabilidade do edifício”.

Tal item complementarará outro já proposto: “Utiliza materiais ajustados ao seu uso, de acordo com as normas, para garantias técnicas de aspectos de solidez, segurança, durabilidade e melhor desempenho, evitando o desperdício de recursos naturais e financeiros”. Deste modo, será mais seguro proporcionar a durabilidade dos materiais e componentes antecipadamente, evitando a interferência após a entrega do empreendimento aos usuários.

Outro ponto que contribuiu significativamente para a pesquisa foi a solução apresentada pelo arquiteto sobre a utilização da norma americana *Ashrae* 90.1-2004 para ajuste do consumo energético do edifício.

A solução do uso de fachadas de vidro é adotada frequentemente por edifícios com certificação ambiental e se mostra vantajosa quando o prédio está em uma zona urbana muito adensada, que sofre pela poluição do ar, assim cria-se um ambiente interno favorável, independente das condições externas. Neste caso, outros fatores positivos podem ser destacados, como a iluminação natural, que possibilita economia de energia e as vistas externas favorecidas.

Ao observar todas as considerações levantadas e as análises realizadas durante a pesquisa, percebe-se que a seleção dos materiais depende de diversos fatores. Se os empreendimentos buscarem soluções que representam ao máximo as qualidades apresentadas

nos itens pelas recomendações sugeridas no questionário proposto, este estará a caminho da certificação ambiental.

A presente pesquisa contribui para o trabalho de profissionais da área, ao trazer subsídios para o melhor desempenho de edificações no Brasil, comprometidas com os princípios de sustentabilidade e o esclarecimento, à sociedade e ao setor produtivo, sobre aspectos gerais de sustentabilidade.

Compete às empresas que fazem parte do setor produtivo da construção civil a ponderação sobre a utilização da sustentabilidade como diferencial competitivo, com ênfase para o valor de sua contribuição para um mundo mais sustentável ambientalmente, ou simplesmente para um mundo mais justo, em que as práticas de sustentabilidade possam alcançar os diversos níveis sociais. O atendimento das recomendações aqui propostas deve ser uma decisão do empreendedor que deseja alcançar benefícios ao associar sua marca à sustentabilidade.

Percebe-se que a maioria das recomendações propostas neste estudo pode ser alcançada, envolvendo o pessoal da coordenação de projetos, o setor de produção, o de segurança do trabalho e o de produção, ainda nas fases de concepção e elaboração dos projetos.

Para que o instrumento proposto seja divulgado de forma mais ampla, seria sugestiva a incorporação das recomendações indicadas em trabalhos que envolvam a educação e disseminação dos conceitos de sustentabilidade no país. Seria também interessante a elaboração de panfletos e cartilhas que divulguem tais propostas, direcionando este conhecimento a diversas classes da sociedade.

5.2. SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

A partir do que foi revelado nesta pesquisa, tendo em vista seu prosseguimento e aprofundamento, sugere-se, para trabalhos futuros, o enfoque nos seguintes aspectos relacionados ao tema, instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental:

- Testar o instrumento proposto em larga escala.
- Aprofundar estudos relativos à aplicação da ACV, a fim de facilitar a avaliação dos impactos ambientais associados à construção civil. Existe uma grande dificuldade para obtenção de informações quantitativas a respeito de impactos ambientais gerados

pelos materiais de construção. Embora as restrições, seu aproveitamento na avaliação ambiental de sistemas e elementos construtivos permite uma análise mais minuciosa e crítica nas diversas etapas do ciclo de vida dos materiais, podendo contribuir para a verificação de diversas diretrizes propostas nesta pesquisa.

- Realizar procedimento de ponderação para avaliação das diversas recomendações propostas, por meio da utilização de algum método de análise com multicritério, para o desenvolvimento de um método viável, voltado para a avaliação de desempenho no Brasil, quanto à seleção de materiais. Seria útil a utilização de uma metodologia para orientar um critério de ponderação, a partir do desenvolvimento de uma planilha de votação, a fim de se obter uma relação de pesos para as recomendações, levando em conta o contexto da avaliação. Portanto, um tema interessante a ser desenvolvido seria sobre o emprego de uma ferramenta de análise hierárquica (AHP), desenvolvida por integrantes do setor, como projetistas, construtores e indústria, para a derivação inicial de ponderação mais adequada ao Brasil.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, Normando Perazzo. **Considerações sobre materiais de construção convencionais e não convencionais**. Departamento de Tecnologia da Construção Civil, Centro de Tecnologia, Universidade de Federal da Paraíba, Paraíba, 2005. Disponível em <www.habitare.org.br/publicacoes/arquivos/96.pdf> Acesso em 15 de setembro de 2012.

BISSOLI, Márcia; ALTOÉ, Emanuella Sossai; ALVAREZ, Cristina Engel de; SAELZER Gerardo. **Instrumento auxiliar na seleção dos materiais de construção alicerçados nos princípios da sustentabilidade**: estudo de caso com eucalipto. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS). Vitória, 2011.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. ISBN 978-85-326-4298-1.

BROWN, R. Lester. **Plano B 4.0: Mobilização para salvar a civilização**. Earth Policy, 2009.

CAIXA Econômica Federal. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica. 2010.

CARVALHO, Michele Tereza Marques. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de edificações de interesse social com foco no projeto**. Tese (Doutorado em estruturas e construção civil) Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2009.

CEPINHA, E.; RODRIGUES, M. **Sistemas de avaliação na construção sustentável**: aplicação do Green Building Tool. 2003. Monografia (Licenciatura em Engenharia do Meio Ambiente) – Instituto Superior Tecnológico, Portugal.

CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Materiais, componentes e a construção sustentável**. In: Comitê Temático de Materiais. São Paulo, SP, 2009. Disponível em: <www.cbcs.org.br>. Acesso em 25 nov. 2011.

_____. **Seleção em 6 passos**. Versão 2.0. Disponível em <<http://www.cbcs.org.br/selecaoem6passos/>>. Acesso em 20 de junho de 2012.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N 307: diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. 2002.

CUNHA, Viviane. **Certificação ambiental de edificações: lições aprendidas e visão de futuro – experiências brasileiras:***BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method*. Seminário internacional avaliação ambiental de edifícios as práticas brasileiras e as tendências ambientais. Sinduscon-SP, 2011.

CÚPULA DOS POVOS. Documentos finais da cúpula dos povos na Rio + 20 por justiça social e ambiental. Junho 2012. Disponível em: <<http://www.secretariageral.gov.br/internacional/consultapos2015/declaracao-cupula>>.

Acesso em: 25 nov. 2012.

DIAS, Bernardo Zandomenico; LUCAS, Thiara Pelissari; VENZON, Marcelo; BISSOL I, Márcia; SOUZA, Ana Dieuzeide Santos; ALVAREZ, Cristina Engel de. **Interface entre as ferramentas de avaliação de edifícios em relação aos materiais de construção visando o desenvolvimento da Asus**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, 2010.

DOERR, T.; PLAGMANN, J. **Green architecture checklist: commercial**. Colorado AIA Committee on the Environment. Disponível em: <www.BuildSustainably.org>. Acesso em 22 de maio de 2012.

DUARTE, Gracimeire de Carvalho; RODRIGUES, Monique Cordeiro; SOUZA, Maria Christina Rodrigues Xavier de; VIEIRA, Patrícia Faccioli Justi Gutierrez. **A aplicação da ferramenta de certificação Leed para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil**. Congresso latino-americano da construção metálica. São Paulo. Brasil, 2010.

FUENTES, Manoel; ROAF, Susan; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006. ISBN 85-363-0698-X.

FUNDAÇÃO Vanzolini. **Referencial Técnico de certificação – Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA (Escritórios – Edifícios escolares)**. São Paulo, SP, 2007.

GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Ed. Gustavi Gilli, S.A., 2002. ISBN-84-252-1918-3.

GRAŽULEVIČIŪTĖ, Indre. **Cultural Heritage in the Context of Sustainable Development**. Environmental research, engineering and management, 2006. No.3 (37), P.74-79.

HILGENBERG, Fabíola Brenner. **Sistemas de certificação ambiental para edifícios estudo de caso:** Aqua. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Tese (Livre Docência) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, Vanderley M.; OLIVEIRA, Daniel Pinho de; AGOPYAN, Vahan. **Critérios de sustentabilidade para a seleção de materiais e componentes** – uma perspectiva de países em desenvolvimento. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

JOHN, Vanderley Moacyr; OLIVEIRA, Daniel Pinho de; LIMA, José Antônio Ribeiro de. **Habitação mais sustentável – Levantamento do estado da arte:** Seleção de materiais. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007. Disponível em <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>> Acesso em 15 de junho de 2012.

LAMBERTS, Robert; BATISTA, Juliana Oliveira; FOSSATI, Michele; TRIANA, Maria Andrea. **Sustentabilidade nas Edificações:** Contexto Internacional e Algumas Referências Brasileiras na Área. Labeee, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

LUCAS, Sandra Manuel Simaria de Oliveira. **Critérios Ambientais na Utilização de Materiais de Construção.** Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental Materiais e Valorização de Resíduos) Universidade de Aveiro, 2008.

LUCAS, Vanessa Silvério. **Construção sustentável – sistema de avaliação e certificação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

MARQUES, Flávia Miranda. **A importância dos materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

MARQUES, Flávia Miranda; SALGADO, Mônica Santos. **Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto.** Rio de Janeiro, 2007.

MENDLER, Sandra; ODELL, William; LAZARUS, Mary Ann. **The HOK Guidebook to Sustainable Design.** United States of America, New Jersey, 2006.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Florianópolis. Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA M. L.; SILVEIRA C. B. da; QUELHAS, O. L. G.; LAMEIRA V. J. **Análise da aplicação da certificação Aqua em construções civis no Brasil**. “Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world”. 3rd International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo, maio 18-20, 2011.

ONU Brasil. **A ONU e o meio ambiente**. Dezembro 2010. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/print/>> Acesso em: 10 de Julho 2013.

PAES, Rosângela Fulche de Souza. **Materiais de construção e acabamento para escolas públicas na cidade do Rio de Janeiro**: uma reflexão sob critérios de sustentabilidade. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

PEREIRA, Vasco; MARTINS, João Guerra. **Materiais e técnicas de construção**. 2005.

RELATÓRIO Brundtland. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV. 1988.

REVISTA Green Building. Maio/junho 2013. Ano 1. N 05. Pág. 33 – 36. Disponível em <<http://www.revistagreenbuilding.com.br/revista/gb05.php>> Acesso em 02 de junho de 2013.

SATTLER, Miguel Aloysio; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Construção e Meio Ambiente**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 7).

SCHEUER, C. W. e KEOLEIAN, G. A. **Evaluation of LEED™ Using Life Cycle Assessment Methods**. National Institute of Standards and Technology: 2002. 159 p.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

_____. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento**

no Brasil. 2001. In: Encontro Nacional, 2nd and Encontro Latino Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1st. ANTAC. Canela, Rio Grande do Sul. 2001.

SOUSA, Pedro Miguel da Silva. **Construção Sustentável – Contributo para a construção de sistema de certificação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2012.

SPERB, Márcia Roig. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2000.

TRUSTY, W.B.; HORST, S. **Integrating LCA tools in green building rating systems.** USGBC Green Build International conference & Expo, Austin, November 2002, Building Green Inc.: 2002.

ZALESKI, Caroline Bollmann. **Materiais e Conforto:** Um estudo sobre a preferência por alguns materiais de acabamento e sua relação com o conforto percebido em interiores residenciais de classe média de Curitiba. Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

ZAMBRANO, Letícia Maria de Araújo. **A Avaliação do Desempenho Ambiental da Edificação: um Instrumento de Gestão Ambiental.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

_____ **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura.** Tese (Doutorado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

FERRAMENTA Asus. **Referencial Teórico.** Laboratório de Planejamento e Projetos. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES, 2011.

7. ANEXO – QUESTIONÁRIO PREENCHIDO

Empresa: X		Estado: SP	
Cidade: SÃO PAULO			
Profissional: Y			
Cargo: Coordenador de projetos/ Sócio			
Tempo de atuação: 36 meses			
Ramo de atuação:			
<input type="checkbox"/>	Empresa incorporadora	<input type="checkbox"/>	Residencial (alto-média renda)
<input type="checkbox"/>	Empresa construtora	<input type="checkbox"/>	Residencial (baixo renda)
<input type="checkbox"/>	Empresa incorporadora/ construtora	<input type="checkbox"/>	Comercial
<input type="checkbox"/>	Empresa gerenciadora de obras	<input type="checkbox"/>	Institucional
<input checked="" type="checkbox"/>	Outra - Projetos Sustentáveis		

QUESTIONÁRIO PARA PRÉ-AVALIAÇÃO DA SELEÇÃO DE MATERIAIS EM PROJETOS QUE VISAM CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Recomendação 1 REUTILIZAR

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao reuso de materiais?

1. Prioriza a redução do uso de recursos naturais.
2. Evita o descarte irregular dos materiais.
3. Busca locais de estoque, espaços de revenda e possíveis fornecedores de materiais descartados para checar a disponibilidade de materiais, preferencialmente de fonte próxima.
4. Realiza o planejamento e a destinação correta dos resíduos da construção e demolição (RCD).
5. Realiza um programa de desmonte, a ser realizado manualmente ou mecanicamente, para o posterior armazenamento e utilização de materiais que possam ser reutilizados antes de efetivar a sua demolição.
6. Em projetos de reforma, prioriza a manutenção dos materiais existentes no edifício ou a adição de outros já utilizados, derivados de demolições e que não tenham sofrido beneficiamento.

Recomendação 2 RECICLAR

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais recicláveis, incluindo os RCD e os materiais alternativos?

1. Utiliza materiais que passaram por técnicas de reciclagem gerenciadas para a restrição de possíveis riscos ambientais, proporcionando um processo menos impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado ou do uso de um novo material.
2. Utiliza Resíduos da Construção e Demolição (RCD) reciclados, tais como a escória de alto forno, cinzas volantes, entre outros.
3. Utiliza materiais alternativos reciclados, como as fibras vegetais, sisal, coco e banana ou polpas celulósicas.
4. Utiliza materiais reciclados que apresentam desempenho previsto nas normas técnicas direcionadas ao material ou componente.
5. Realiza o agenciamento de resíduos recicláveis no local de trabalho da construção.
6. Incentiva a geração de renda e empregos através da reciclagem de materiais.
7. Promove o aporte do pessoal envolvido ao oferecer ambientes apropriados e de qualidade, e as ferramentas que possibilitam a salubridade das zonas de resíduos.

Recomendação 3 RENOVAR

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais de rápida renovação, de madeira certificada e de materiais produzidos na região?

1. Utiliza materiais de rápida renovação, com baixa energia embutida.
2. Utiliza materiais renováveis como a palha, cortiça e outros provenientes de atividades agrícolas, desenvolvidos por tecnologias adequadas e normatizadas.
3. Utiliza madeira certificada ou proveniente de florestas plantadas.
4. Incentiva o desenvolvimento econômico local ao priorizar o uso de materiais abundantes na região e que não estejam em processo de extinção.
5. Evita o consumo de energia relacionado ao transporte dos materiais e o menor desgaste das rodovias, priorizando o uso de materiais produzidos em um raio próximo a obra.

Recomendação 4 VIDA ÚTIL

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais duráveis, de fácil conservação e materiais adaptáveis?

1. Utiliza materiais em conformidade com a vida útil do edifício e as condições climáticas locais, garantindo a qualidade e durabilidade dos materiais.

2. Utiliza materiais ajustados ao seu uso, de acordo com as normas, para garantias técnicas de aspectos de solidez, segurança, durabilidade e melhor desempenho, evitando o desperdício de recursos naturais e financeiros.
3. Facilita a manutenção do edifício, ao utilizar materiais de simples limpeza, disposições arquitetônicas e elementos facilitadores na conservação.
4. Planeja maior vida útil das edificações, através da redução de seu nível de obsolescência.
5. Para os edifícios desenvolvidos visando menor vida útil, agrega soluções de concepção que admitam a sua desconstrução com baixo impacto e posterior reutilização dos materiais.
6. Utiliza materiais que colaboram para a economia de materiais e a flexibilidade do projeto através do uso de coordenação modular.

Recomendação 5 CERTIFICAÇÃO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais certificados, produzidos por empresas responsáveis e materiais com baixa ou nenhuma emissão de COV?

1. Utiliza materiais com certificação concedida por organismos reconhecidos.
2. Utiliza materiais provenientes de empresas responsáveis, cujos produtores são regulamentados e a produção prevê cuidados na preservação ambiental.
3. Procura conhecer as características dos materiais relacionadas aos impactos provocados durante o ciclo de vida, para adoção daqueles com menor impacto ambiental.
4. Incentiva maior competitividade entre as empresas e o travamento do déficit habitacional, ao utilizar materiais com avanços na qualidade de seus produtos e serviços, e diminuição de custo.
5. Evita utilizar materiais emissores de gases que colaboram com o efeito estufa, a exemplo dos compostos orgânicos voláteis (COV).

Recomendação 6 REABILITAR EDIFICAÇÃO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao reuso das edificações e o emprego de coordenação modular?

1. Valoriza o patrimônio histórico-cultural, visando estender o ciclo de vida do parque imobiliário.
2. Consulta órgãos competentes como o IPHAN antes da realização de projetos para edifícios históricos.

3. Realiza um planejamento gerencial do patrimônio histórico, acrescentando-lhes valores de uso, a partir das novas adequações as exigências atuais.
4. Desenvolve projetos modulares, flexíveis para que a reabilitação do edifício ocorra com reduzido impacto ao ambiente.

Recomendação 7 CONFORTO

Quais desses itens são considerados na etapa de projeto, quanto ao conforto térmico, acústico e visual da edificação?

1. Prioriza a economia de energia, utilizando materiais para o conforto térmico da edificação de acordo com sua zona bioclimática.
2. Utiliza materiais que permitem o sombreamento adequado do edifício.
3. Utiliza materiais para vedações, revestimentos e estrutura, com características compatíveis as condições térmicas e acústicas adequadas.
4. Utiliza materiais isolantes térmico-acústico.
5. Utiliza materiais com qualidades (cor, textura, etc.) que influenciam na utilidade e imagem do espaço, configurando identidade a edificação.

Recomendação 8 CULTURA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto ao uso de materiais tradicionais e a valorização do patrimônio?

1. Utiliza materiais que valorizam a cultura local, por serem tradicionais, como a pedra, madeira, fibras, entre outros.
2. Projeta de modo a reduzir o impacto do empreendimento na paisagem de seu entorno, a fim de não interferir na visualização de marcos culturais.

Recomendação 9 ÁGUA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto à redução do consumo de água e sua utilização de forma racional?

1. Utiliza materiais e equipamentos que oferecem reduzido consumo ou o reuso de água.
2. Utiliza materiais cuja indústria ou manufatura possua sistemas de reuso, utilização da água de forma racionalizada, ou o tratamento de efluentes para não comprometer recursos de água.

Sugestão. Adotar o plantio de espécies típicas de climas secos, evitando absorção exagerada de água.

Recomendação 10 ENERGIA

Quais desses itens são consideradas na etapa de projeto, quanto à redução do consumo de energia e ao uso de fontes alternativas de energia?

1. Utiliza materiais com baixo consumo energético durante suas etapas de fabricação.
2. Utiliza materiais que ajudam a racionalizar energia.
3. Utiliza produtos com bom desempenho energético e materiais para a envoltória do edifício capazes de restringir necessidades de energia.
4. Utiliza formas de energia renováveis.

Sugestão.

Adotar lâmpadas LED, equipamentos auxiliares eletrônicos e luminárias herméticas com difusor transparente ao invés de difusores leitosos.