



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ROSSANA PICCOLI

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO
DECORRENTE DA APLICAÇÃO DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO
AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES**

Trabalho submetido ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da UNISINOS
como requisito para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dra. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

Junho de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Piccoli, Rossana

Análise das alterações no processo de construção decorrentes de sistema de avaliação ambiental de edificações: ênfase nos processos de projeto e produção. São Leopoldo, 2009.

101 pp.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC

1. Sustentabilidade. 2. Avaliação de edifícios.

CDU – 69:658

À Tatiana, Romano e Glória

AGRADECIMENTOS

No imenso Universo da vida Deus nos proporciona momentos inigualáveis para que possamos crescer e aprender. Ele está presente em todos os momentos e atua nas mais diversas situações sem que percebamos. Coloca no nosso caminho de vida, pessoas que se tornam especiais e luminosas como o facho de luz de uma estrela cadente.

Posso dizer que sou agradecida por poder compartilhar minha vida com a presença de várias dessas pessoas iluminadas.

Meus pais, Romano e Glória que possuem este brilho e sempre me ampararam, aconselharam e estiveram presentes em minha vida, me apoiando e, mais do que isso, acreditando de maneira indescritível no meu potencial para qualquer coisa a que eu resolvesse me dedicar e permitiram que mais esta etapa fosse concretizada.

À minha filha Tatiana, estrela querida que Deus me presenteou, minha amiga e companheira e que sem a presença dela não sei se teria conseguido vencer as dificuldades de que ambas nos deparamos. Sua luz me auxiliou muito e me fez ter a certeza que a prática do bem sempre é o caminho certo.

Ao meu irmão Alexandre e sua família, agradeço o apoio, mesmo que um pouco distante, mas sei que foi com muita energia e compreensão.

Ao Marcelo, querido irmão, e sua família, outra luz que me auxiliou num momento muito difícil de minha vida, sem sua colaboração não teria alcançado a paz de espírito e resgatado os meus verdadeiros valores que estavam adormecidos dentro do meu ser.

À minha querida amiga, colega e orientadora Andrea, a qual considero um anjo que Deus colocou no meu caminho de uma maneira muito especial. Através de um encontro inexplicável, nossas vidas se cruzaram novamente depois de muito tempo e foi onde a idéia do mestrado surgiu. A partir deste

momento posso dizer que meu destino começou a ser modificado e para melhor.

A minha amiga e colega Karina, uma estrela iluminada que encontrei no mestrado e que me fez enxergar que a vida pode ser bem mais divertida..

As queridas Sirlei e Sirlene, que me fizeram compreender a importância que é ter amizades duradouras e sinceras.

Aos meus queridos colegas de trabalho, João, Leonardo, Bruno, Caroline, Jacqueline e Vanessa. Com eles tive a chance de aprimorar meus conhecimentos profissionais e conviver com pessoas muito especiais.

Ao Alexandre, Daniel, Rafael, Marcelo e Cibeli, por sua colaboração e mostrarem sua competência e profissionalismo.

Ao Erwin, Shima, Fabiano, Ana, Luciano, Thiago, Shundi e Eduardo de Almeida, agradeço a compreensão e a permissão por poder participar das atividades que envolveram a concretização deste empreendimento cujas informações foram muito cruciais para a conclusão deste trabalho.

Ao Carlos que ajudou na realização deste trabalho fornecendo material e elementos que embasaram o conteúdo da pesquisa.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), pela competência, disponibilidade e dedicação. Em especial, à Professora Luciana Gomes, por facilitar o contato com a empresa do Estudo de Caso B.

Aos colegas da primeira turma do Mestrado em Engenharia Civil da UNISINOS, Aldrim, Amanda, Camila, Emerson, Jeferson, José Ricardo, Karina, Marcelo Caetano, Marcelo Grub, Marcelo Peruzatto e Marília, amigos que descobri e que farão parte da história de sucesso de minha vida para sempre.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma acreditaram em mim e se tornaram aquele rastro de luz, colaborando para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
SUMÁRIO	6
ABREVIATURAS E SIGLAS	8
RESUMO	10
Abstract.....	11
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	13
1.2 Limitações da dissertação	14
1.3 Estrutura da dissertação.....	14
2. SUSTENTABILIDADE, CONSTRUÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS.....	15
2.1 O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL	15
2.1.1 Elementos norteadores de ações para o desenvolvimento sustentável.....	17
2.1.1.1 Agenda 21.....	17
2.1.1.2 ISO 14000.....	18
2.2 A CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	19
2.2.1 Impactos ambientais relacionados com a construção civil	19
2.2.1.1 Consumo de recursos naturais	20
2.2.1.2 Geração de resíduos	21
2.2.2 Iniciativas para a diminuição dos impactos ambientais	23
2.3 FATORES ECONÔMICOS DE UM EMPREENDIMENTO SUSTENTÁVEL.....	25
3. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS.....	27
3.1 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS	27
3.2 PRINCIPAIS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL de edifícios.....	29
3.2.1 Conteúdo da avaliação dos sistemas existentes.....	32
3.2.2 Aspectos metodológicos e sistemas de avaliação	34
3.2.3 Leadership Energy and Environmental Design - LEED	36
3.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL.....	43
4. MÉTODO DE PESQUISA	50
4.1 ETAPA 1 – contexto	52
4.2 ETAPA 2: o projeto e a certificação ambiental de edifícios	53
4.3 ETAPA 3: o processo de produção e a certificação ambiental de edifícios	55
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
5.1 ETAPA 1 – contexto	60
5.1.1 Considerações sobre os resultados da Etapa 1	61
5.2 ETAPA 2 – o projeto e a certificação ambiental de edifícios	62
5.2.1 Requisitos, fase do empreendimento, observações e sugestões.....	62
5.2.1.1 Local sustentável	62
5.2.1.2 Eficiência da Água	66
5.2.1.3. Energia e atmosfera.....	67

5.2.1.4. Materiais e Recursos	70
5.2.1.5 Qualidade do Ambiente Interno	73
5.1.2.6. Inovação e Processo de projeto.....	77
5.2.2 Possíveis Alternativas	78
5.2.3 Considerações sobre os resultados da Etapa 2.....	80
5.3 ETAPA 3 – o processo de produção e a certificação ambiental.....	81
5.3.1 Principais envolvidos na execução de um prédio que busca a certificação ambiental.....	81
5.3.1.2 Projetistas	84
5.3.1.2 Construtora	85
5.3.1.3 Fornecedores.....	86
5.3.1.4 Empreendedor	87
5.3.2 Dificuldades encontradas	88
5.3.2.1 Local sustentável	88
5.3.2.2 Eficiência da água.....	89
5.3.2.3 Energia e Atmosfera	90
5.3.2.4 Materiais e Recursos	90
5.3.2.5 Qualidade do Ambiente Interno	91
5.3.2.6 Inovação e Projeto	93
5.3.3 Considerações sobre os resultados da Etapa 3.....	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
6.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXO 1 - questionário.....	103

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise de Ciclo de Vida
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ASAEC	Associação de Arquitetos e Engenheiros Civis de Novo Hamburgo
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering</i>
BEPAC	<i>Building Environmental Performance Analysis Club</i>
BRE	<i>Building Research Establishment</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CFCs	Clorofluorcarbonos
CIB	<i>Conceil International du Batiment</i>
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CSTB	<i>Centre Scientifique ET Technique Du Bâtiment</i>
DNPM	Departamento Nacional de produção Mineral
DOE	<i>Department of Energy</i>
EPA	<i>US Environmental Protection Agency</i>
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
GBC	<i>Green Building Council</i>
GBCB	<i>Green Building Council Brasil</i>
HQT	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
HK-BEAM	<i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method</i>
HCFC	Hidroclorofluorcarbono
IISBE	<i>International Initiative for SustainableBuilt Environment</i>
IEQ	<i>Indoor Environmental Quality</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
LEED	<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
MDF	<i>Médium Density Fiberboard</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MSDG	<i>Minnesota Sustainable Design Guide</i>
NFRC	<i>National Fenestration Rating Council</i>

NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PPA	Programa do Plano Plurianual
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PVC	Policloreto de Vinila
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SHGC	<i>Solar Heat Gain Coefficient</i>
TC	<i>Technic Comitee</i>
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>

RESUMO

O setor da construção civil é responsável por diferentes e significativos impactos ambientais, quer seja pelo expressivo consumo de recursos naturais, pela significativa quantidade de resíduos e perdas gerados, ou ainda, pela ocupação e uso inadequado do solo. Em alguns países, um conceito que vem sendo desenvolvido e pesquisado é o da avaliação ambiental de edifícios. No Brasil, a importância e a necessidade deste tipo de avaliação já são percebidas pelos diversos agentes do setor da construção civil e o interesse pelo tema está se consolidando, sendo que alguns empreendedores já buscam algum tipo de certificação, ainda que estrangeira. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar as principais alterações no processo de construção decorrentes de sistema de certificação ambiental de edificações, com ênfase nos processos de projeto e produção. Como objetivos específicos, a realização do trabalho prevê: (i) analisar o interesse dos profissionais da região no tema da construção sustentável e sistema de certificação ambiental de prédios; (ii) identificar as principais alterações a serem realizadas nos processos de projeto e produção de empreendimentos que buscam a certificação ambiental; (iii) identificar os principais envolvidos e respectivos papéis na execução de um empreendimento que busca a certificação ambiental; e (iv) identificar principais dificuldades na etapa de preparação para a certificação de empreendimentos de construção. De uma forma geral, os resultados apontaram que os profissionais da Região do Vale do Sinos desconhecem os sistemas de avaliação ambiental, ainda que tenham interesse no tema, e que na prática, a implementação e aplicabilidade dos quesitos exigidos pelo método de certificação provoca modificações substanciais nos processos de projeto e produção, além de exigirem uma mudança cultural que atinge canteiros de obras, projetistas, profissionais da área e fornecedores.

Palavras-chave: Construção civil, sustentabilidade, certificação ambiental de edifícios, projeto.

ABSTRACT

The civil construction sector is responsible for different and significant environmental impacts, e.g. the high natural resources consumption, the high amount of losses and waste generated, the inadequate soil occupation. In some countries, a concept that has been developed and applied is the environmental evaluation of buildings. In Brazil, the importance of those type of evaluation has been perceived by different construction agents, and the interest about this topic is growing, and some projects have already searched some kind of certification, even from other countries. However, the certification process requires significant changes in design and production processes, also cultural changes in the sites and suppliers. In this context, this work has as general objective to analyse the main changes in the buildings construction process due to the environmental evaluation system, with focus on design and production processes. As specific objectives, this work searches: (i) to analyse the interest of regional professionals in the topic of sustainability in construction and environmental evaluation systems; (ii) to identify the main changes needed in the design and production phases of projects that are willing to be certified; (iii) to identify the main agents and its roles in the production of a building that are being certified; and (iv) to identify main difficulties in the preparation phase for certification. In general, the results obtained point that the professional from Região do Vale do Sinos do not properly know the environmental evaluation systems, although they show interest in the subject, and that actually, the implementation and application of the requirements of the certification method results in substantial changes in design and production processes, besides a cultural change that occurs in the production sites and in the supply chain.

Key-Words: Civil construction, sustainability, building environmental certification

1. INTRODUÇÃO

Para efetivamente alcançar o que se chama de desenvolvimento sustentável, é preciso buscar um equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, o que vem a formar o tripé da sustentabilidade que engloba as esferas sociais, econômicas e ambientais. Da esfera ambiental é esperado que haja o equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma racional, sem comprometer a qualidade de vida aceitável no planeta. No âmbito social requer-se o desenvolvimento de sociedades justas, proporcionando oportunidades de desenvolvimento humano e de um nível aceitável de qualidade de vida para todos. Da dimensão econômica espera-se a facilidade de acesso a recursos e oportunidades, aumentando a prosperidade para todos, sem ferir os direitos humanos básicos (SILVA, 2003).

A construção sustentável pode ser definida como aquela que considera a economia e eficiência de recursos, o ciclo de vida do empreendimento e o bem estar do usuário, reduzindo significativamente, ou até eliminando possíveis impactos negativos causados ao meio ambiente e a seus usuários (ECOPLANO, 2007).

Segundo Silva *et al.* (2003), esforços para a construção de bases de dados ambientais de produtos disponíveis nos níveis regional e nacional são de extrema importância. Principalmente o estabelecimento de desempenhos de referência que orientem a confecção de novos projetos e a definição de políticas e regulamentações específicas para o setor de construção (energia, uso da água, teor mínimo de resíduos/reciclados, etc) ou mesmo de esquemas de certificação ambiental de edifícios.

Em alguns países, a proposta de certificação “verde” das edificações deixou de ser meramente estratégia de mercado e passou a ser condição para a legalização do edifício (SILVA, 2007). No Brasil, embora se observe um crescente interesse no tema sustentabilidade no setor da construção, o número de pesquisas relacionadas à avaliação de produtos da construção em termos de desempenho ambiental ainda é relativamente baixo. Assim como é incipiente a realização de iniciativas no âmbito legislativo por parte do poder público.

O presente trabalho faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Construção Civil: sustentabilidade, sistemas de gestão e redução de perdas” que se encontra em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Rio Grande do Sul.

A motivação deste trabalho ocorreu principalmente pela oportunidade da mestranda em fazer parte de uma equipe de profissionais que atuou na execução de uma obra de grande porte que buscou um selo de certificação ambiental, durante o segundo ano do curso de Mestrado. A partir desta experiência, e por considerar um tema de interesse pessoal e extremamente atual, surgiu a curiosidade de investigar mais a respeito da dimensão do conhecimento e esforço dos profissionais locais a respeito da aplicação dos sistemas de certificação ambiental de edificações, os envolvidos da indústria da construção e a informação destes sobre este tema bem como as dificuldades e as alterações nos processos de projeto e produção para atender as principais exigências de obras certificadas ou que buscam certificação no Brasil.

1.1 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

O objetivo geral da dissertação consiste em analisar as principais alterações no processo de construção decorrentes da aplicação de sistema de certificação ambiental de edificações

Como objetivos específicos, a realização do trabalho prevê:

- Analisar o interesse dos profissionais da Região do Vale do Sinos no tema da construção sustentável e de sistema de certificação ambiental de prédios;
- Identificar as principais alterações necessárias a serem realizadas nos processos de projeto e produção de empreendimentos que buscam a certificação ambiental;
- Identificar os principais envolvidos e os respectivos papéis na execução de um prédio que busca a certificação ambiental;
- Identificar as principais dificuldades na etapa de preparação para a certificação ambiental de empreendimentos de construção.

1.2 LIMITAÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Esse trabalho teve como foco a análise do processo de produção de empreendimento a ser certificado e na análise do produto projeto, sendo que a mestranda não teve acesso ao processo de projeto em si. O projeto analisado no Estudo de Caso A é o que foi realizado por arquitetos e aprovado pela Prefeitura. No Estudo de Caso B, a análise do sistema de certificação em termos de eficiência e desempenho ambiental não faz parte do escopo do trabalho.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Essa dissertação contém seis capítulos. Neste primeiro, está descrita a introdução ao tema, os objetivos e a limitação da dissertação, além da apresentação da estrutura do documento.

No segundo capítulo é realizada uma revisão bibliográfica, relacionada às peculiaridades da construção civil, destacando aspectos como: resíduos, impactos ambientais, sustentabilidade e desenvolvimento da consciência ambiental na construção civil.

O capítulo três, também de revisão bibliográfica, apresenta uma visão sobre sistemas de avaliação ambiental existentes passíveis de aplicação a edificações, o conteúdo de avaliação, suas metodologias, mais especificamente do sistema de certificação americano LEED por ser esta certificação que atualmente está sendo mais utilizada no Brasil e também por ter sido o sistema norteador nos estudos de caso neste trabalho. Este capítulo também aborda a avaliação ambiental de edificações no Brasil.

O capítulo quatro apresenta a metodologia empregada, o delineamento da pesquisa e descreve as três etapas através das quais o trabalho foi desenvolvido. No capítulo cinco os resultados obtidos nas três etapas da pesquisa são apresentados e analisados. Por fim, no capítulo seis, estão descritas as considerações finais, conclusões obtidas e as recomendações para realização de trabalhos futuros.

2. SUSTENTABILIDADE, CONSTRUÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS

Desde que o homem começou a ocupar a superfície da terra, há muitas centenas de anos, várias transformações têm sido percebidas e muitas delas são relativas às alterações ambientais que vêm ocorrendo constantemente (DRUSZCZ, 2002). Atualmente, a sustentabilidade tem sido um assunto amplamente discutido pelas diferentes nações, envolvendo todas as áreas do conhecimento.

Sjöstrom (1992) define desenvolvimento sustentável como a forma de desenvolvimento econômico que emprega recursos naturais e o meio ambiente, não apenas para benefício do presente, mas também visando o benefício às gerações futuras.

Trata-se de um tema que, por conceito é amplo, complexo e multidisciplinar. Além disso, quando se pretende definir sustentabilidade, a principal dificuldade encontrada reside no fato de que os problemas ambientais são, em grande medida, impossíveis de serem avaliados de forma totalmente objetiva. O grau de subjetividade implícito nas avaliações ambientais torna a questão um terreno fértil para as mais variadas opiniões, nem todas pautadas pelo senso comum e pela ética (DEMANBORO *et al.*, 2004).

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

O desenvolvimento da consciência ambiental vem acontecendo gradativamente, e em diversos níveis nos vários setores da sociedade do planeta, tendo sempre como pano de fundo graves acidentes envolvendo a sociedade e o ecossistema (COSTA, 2003), que provocam, muitas vezes, sérios impactos ambientais. Moreira (1999) define impacto ambiental como uma alteração no meio, ou em algum de seus componentes, causada por determinada ação ou atividade, podendo ser positiva ou negativa, grande ou pequena. O que caracteriza o impacto ambiental, não é qualquer alteração nas propriedades do ambiente, mas alterações que provocam o desequilíbrio das relações constitutivas do ambiente.

Segundo Moura (1998), foi a partir da década de 60 que as primeiras mudanças significativas em relação ao meio ambiente foram observadas. A partir daí, os recursos naturais começaram a ser valorizados, assim como seu esgotamento futuro (petróleo, madeira, água, etc.) passou a ser visualizado. Nas décadas de 70 e 80, vários fatos e acidentes ambientais levaram à tomada de medidas de combate à poluição ambiental. Segundo Moreira (1999), nesse período a expressão “impacto ambiental” teve uma definição mais precisa, e diversos países perceberam a necessidade de estabelecer diretrizes e critérios para avaliar efeitos adversos das intervenções humanas na natureza. Como exemplo, a crise energética provocada pelo aumento repentino do custo do petróleo levou à busca de alternativas energéticas de fontes renováveis, visando a economizar recursos e aumentar, por conseguinte, a conscientização da reciclagem de materiais e a valorização energética dos resíduos (MOURA, 1998).

Ainda na década de 70 surgiu o conceito de ‘desenvolvimento sustentável’, e passou a ser exigida, nos Estados Unidos, a realização de estudos de impactos ambientais para aprovação de empreendimentos potencialmente poluidores. Em 1978, na Alemanha, surgiu o primeiro selo ecológico, “Anjo Azul”, utilizado para rotular produtos considerados ambientalmente corretos. Foi nesta década que ficou em evidência o problema da destruição da camada de ozônio pelo uso de gases como os CFCs (clorofluorcarbonos) (VALLE, 1995).

A década de 90 iniciou-se com a percepção de que os problemas do meio ambiente deviam ser vistos de forma globalizada, ultrapassando as fronteiras das nações. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, também conhecida como Cúpula da Terra, Rio 92, ou ECO 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, mostrou que estava ocorrendo uma mudança generalizada de maior preocupação com o meio ambiente, associada à aceitação da necessidade de desenvolvimento, posição defendida principalmente pelos países do terceiro mundo. A partir dessa conferência, passou a ser melhor entendida a mútua dependência entre o desenvolvimento e um meio ambiente ecologicamente em equilíbrio, com conservação dos recursos para as gerações futuras (MOURA, 1998).

Em 1997 foi realizada uma reunião em Kyoto - Japão, da qual resultou um Protocolo no qual os chefes de Estado presentes assumiram o compromisso de não superar, nos anos de 2008 a 2012, a emissão média de gases causadores do efeito estufa em 1990 (DIAS, 2001). No Protocolo de Kyoto estão expressos vários mecanismos que facilitam a obtenção das metas estabelecidas. Entre eles, o mais polêmico diz respeito à aquisição de créditos de carbono.

Também são colocadas medidas relacionadas à obtenção de licença para emissão ou substituição de matéria que resulte em uma produção limpa, buscando formas alternativas de energia. Isto porque combustíveis fósseis, como o petróleo, são os maiores causadores do efeito estufa, além de colocar outros compromissos para países industrializados e em desenvolvimento que devem reduzir sua emissão, e são hoje grandes credores de carbono para as nações industrializadas (OLIVEIRA, 2003).

2.1.1 Elementos norteadores de ações para o desenvolvimento sustentável

Nessa caminhada mundial rumo à preservação do meio ambiente e do aumento da consciência ambiental, dois elementos, dentre outros, surgem como norteadores de ações a serem realizadas, discutidos e implementados por diferentes países: a Agenda 21 e o conjunto de normas da série ISO 14000.

2.1.1.1 Agenda 21

A Agenda 21 é um plano a ser adotado de forma global, nacional e local, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. Composta por 40 capítulos, a Agenda 21 foi construída de forma consensuada, a partir da CNUMAD (ou Rio 92), num processo que durou dois anos e contou com a participação de 178 países. Pode ser considerada como uma abrangente tentativa de orientação para um novo padrão de desenvolvimento no século XXI, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica (MMA, 2008). O programa de implementação da Agenda 21 Global e os compromissos para com a carta de princípios do Rio 92 foram fortemente reafirmados durante a Cúpula de Johannesburgo, ou Rio+10, em 2002 (ONU, 2002). A construção da Agenda 21 Brasileira ocorreu entre 1996 e 2002, baseada nas diretrizes da Agenda 21 Global. A partir do ano de 2003, entrou em fase de implementação sendo elevada pelo governo à condição de Programa do Plano Plurianual (PPA), 2004 - 2007, passando a ser instrumento fundamental para a construção do Brasil Sustentável (MMA, 2008).

Em resposta às pressões regulamentadoras da sociedade, a indústria da construção, em conjunto com o *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção - CIB), desenvolveu o documento denominado Agenda 21 para o Setor de Construção. Essa agenda trata de noções, práticas, programas e dificuldades para alcançar o desenvolvimento sustentável na indústria da

construção com o objetivo de permitir às empresas comparar visões e percepções de desenvolvimento sustentável e avaliar o futuro de setor de construção. Além disso, serve como guia para as empresas do setor desenvolverem sua própria agenda e, dessa forma, diferenciar sua organização. Nessa agenda, fica claro que os métodos para atingir o equilíbrio ambiental dependem das características regionais dos vários países e de como eles evoluíram. As grandes diferenças aparecem entre as regiões norte e sul do globo, fazendo com que medidas apropriadas para um país não podem ser idênticas às medidas tomadas em outros (COSTA, 2003).

2.1.1.2 ISO 14000

A *International Standardization Organization* - ISO (Organização Internacional de Normatização) é a maior organização mundial que desenvolve normas técnicas. Desde 1947, é constituída por técnicos de 148 países, com sede em Genebra, Suíça. Trata-se de uma instituição não-governamental formada por membros do setor público e do setor privado. Os padrões estabelecidos pela ISO procuram dar um marco de referência ou uma linguagem técnica comum entre fornecedores e usuários, para facilitar o comércio e a transferência de tecnologia. Os programas incluem atividades como agricultura, construção e engenharia mecânica, e até a mais recente tecnologia da informação (ALBERTON, 2003). Dentre as famílias da ISO, destacam-se a ISO 9000, que virou uma referência internacional para a qualidade e padronização requerida nos negócios e a ISO 14000, com foco em desafios ambientais (MONTES, 2005).

A ISO 14000 surgiu nos anos 90, como resposta à necessidade de normalização das ferramentas de gestão no domínio ambiental. Neste contexto, foi criado em 1993 um comitê – Comitê Técnico TC 207 – para desenvolver as normas relacionadas com os diversos campos ambientais resultando nas normas para: Sistemas de Gestão Ambiental (ISO 14001-14004), Auditorias Ambientais (ISO 14010 – 14011 – 14012), Avaliação do Desempenho Ambiental (ISO 14031), Rotulagem Ecológica (ISO 14020), Análise do Ciclo de Vida (ISO 14040) e Termos e Definições (ISO 14050).

2.2 A CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O ambiente construído é um dos principais determinantes do desenvolvimento econômico e social, em termos de provisão de infra-estrutura, edificações e geração de emprego e renda. Porém, segundo Silva (2007), a construção civil tem papel dualístico. Por um lado, é um dos campos de maior capilaridade nas atividades sócio-econômicas. Por outro lado, contribui com importante parcela na deterioração ambiental.

Baseado em Druszczyk (2002), as primeiras manifestações que pareciam reconhecer a influência do setor sobre o meio ambiente só tomaram corpo no último terço do Século XX. Neste período, começaram as discussões sobre a poluição nas cidades, o consumo de recursos, o aumento da população e outros fatores ligados a problemas ambientais.

Existem várias interpretações do significado de sustentabilidade no setor de edificação e construção (KIBERT, 2000). Para esse autor, a construção sustentável consiste na “criação e manutenção responsável de um ambiente construído saudável, baseado na eficiência de recursos e princípios ecológicos”. Para Yeang (2001) *apud* Montes (2005), o projeto ecológico (ou sustentável) reconhece que o entorno edificado depende da terra como fornecedora de recursos materiais e energéticos. Portanto requer estratégias referentes ao uso de materiais, no sentido de projetar para reutilizar, reciclar para que dure, reduzir a quantidade de material empregado (se o material resulta escasso ou não reciclável), reparar e manter, reduzir os resíduos, regenerar, melhorar, e recarregar (no lugar de substituir). Contudo, de forma geral, esses conceitos têm mudado para abordar, além das questões relacionadas ao impacto no ambiente natural, aspectos relacionados à sustentabilidade econômica, social e cultural.

2.2.1 Impactos ambientais relacionados com a construção civil

Conforme Sattler (2003), o periódico britânico *Green Building Digest* classifica os impactos determinados pela construção em dois tipos: os impactos que ocorrem durante a fase de produção e aqueles que ocorrem durante a fase de uso da edificação.

A fase de construção do empreendimento envolve atividades com maior interferência no ambiente, compreendendo desde alteração do ecossistema com os processos naturais de movimentação de massa, a partir das terraplanagens e obras para a execução da infra-estrutura e edificações, até a geração e disposição de entulhos resultantes. Dentre os impactos ocorridos nesta fase, incluem-se o uso de energia, a diminuição dos recursos biológicos e não-biológicos,

o aquecimento global, a diminuição da camada de ozônio, emissões tóxicas, chuvas ácidas, e oxidantes fotoquímicos (SATTLER, 2003). Além desses, Couto e Couto (2007) citam os impactos sonoros e visuais, e a poluição do ar (poeira) causados na execução de obras.

Em termos de impactos ocorrentes durante a "fase de uso da construção", incluem-se o uso da energia, a reciclabilidade ou degradabilidade, e prejuízos à saúde (SATTLER, 2003). Trata-se da última fase considerada do empreendimento habitacional. Porém, diferentemente das anteriores, apresenta uma intervenção contínua e dinâmica no ambiente e deve, portanto, ser continuamente monitorada. Esta fase pode ser dividida em duas etapas, a primeira trata do uso do empreendimento e a segunda da sua eventual ampliação, também de demolição(JOHN 2000).

Assim, de uma forma ampla, os impactos no meio ambiente provocados pela construção devem ser entendidos sob diferentes prismas: quer seja pelo expressivo consumo de recursos naturais, pela significativa quantidade de resíduos e perdas gerados, ou ainda, pela ocupação e uso inadequado do solo.

Além dos gastos energéticos, outros impactos estão relacionados como a geração de esgoto, emissões, poluição interna dos ambientes - que pode provocar dano à saúde dos ocupantes - consumo de água, geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) e finalmente a geração de resíduos na construção e quando a vida útil do edifício é finalizada onde há o desmonte ou demolição, necessitando de local para fazer a disposição final destes resíduos.

2.2.1.1 Consumo de recursos naturais

Aproximadamente a quantia de 35% do volume total de recursos naturais empregados no setor produtivo é consumida pela construção civil (JOHN, 2000). Como exemplos, segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 2006, disponibilizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a construção civil foi responsável pelo consumo de aproximadamente 70% do consumo da areia e 80% do consumo de brita no ano de 2005 (DNPM, 2008). Em 2003, a produção nacional de cimento foi de aproximadamente 34 milhões de toneladas (CBIC, 2007), o que implica em grandes consumos de energia e matéria prima, especialmente calcário e argilas.

Em termos de consumo de energia, o setor da construção tem importante participação, tanto no que diz respeito à energia necessária para produção de materiais e componentes, quanto à energia devido ao uso das edificações. Dos 40% da energia consumida mundialmente

pela construção civil, aproximadamente 80% concentram-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais (CIB, 2000). Por exemplo, o esgotamento de reservas nas proximidades das grandes cidades faz com que a areia natural seja transportada de longas distâncias, implicando em significativos consumos de energia, além da geração de poluição (JOHN, 2000).

No Brasil, edifícios residenciais, comerciais e do setor público consomem cerca de 45,15% do total da energia elétrica produzida (Balanço Energético Nacional, 2007). Segundo Oliveira (1999) o país possui uma matriz energética amigável ambientalmente, em termos relativos, e sua população apresenta baixo consumo quando comparada com a de outros países. Porém, a deficiência dos projetos em termos de bioclimatologia resulta em edificações com pouco uso da ventilação natural e emprega componentes inadequados por desconhecimento de elementos arquitetônicos passivos. Assim, esses fatores acabam por tornar as habitações inadequadas ao clima tropical do país, sendo quentes no verão e frias no inverno. Do ponto de vista da iluminação, a ausência de técnicas de aproveitamento da luz natural apresenta resultados semelhantes (OLIVEIRA, 1999).

Ainda conforme Oliveira (1999), considerando o uso da energia nas habitações do país, percebe-se uma fração de quase um terço do total produzido sendo empregado no aquecimento de água por meio de chuveiros elétricos, o que exige grandes investimentos em potência instalada em hidrelétricas e termelétricas para atender a esta finalidade.

Segundo Druszcz (2002), a quantidade de energia gasta durante a operação do edifício, levando em conta uma vida útil de aproximadamente 50 anos, é quase a mesma gasta para a sua construção, incluindo os gastos energéticos para a produção dos materiais de construção.

2.2.1.2 Geração de resíduos

De acordo com Pinto (1999), os resíduos de construção e demolição (RCD) constituem cerca de 40% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos em vários municípios brasileiros. Em muitos municípios, mais da metade dos resíduos gerados por toda a cidade são resíduos da construção civil. Ainda segundo o autor, a quantidade gerada de resíduos é, em média, 150kg/m² de área construída.

Especificamente com relação ao consumo de materiais, o consumo desnecessário de materiais é denominado perda. Soibelman (1993) caracteriza as perdas de materiais num canteiro de obra em ocultas e aparentes. As perdas ocultas são as que advêm do emprego de

materiais em quantidades superiores às previstas no projeto inicial. Como exemplo, cita-se a parcela de material que não é aproveitada ou aplicada no local previsto, materiais incorporados à obra por super-dimensionamento, etc. Por outro lado, as perdas aparentes decorrem da geração de produtos indesejáveis, ou seja, de materiais não incorporados à obra, denominados comumente de entulho e caracterizados pelas sobras de materiais adquiridos, danificados ou não utilizados ao longo do processo produtivo.

Quanto à natureza das perdas num canteiro de obra, elas estão fortemente relacionadas a diversos fatores que podem ser associados a qualquer sistema produtivo. De acordo com Shingo (1981), as perdas geradas em processos produtivos podem ser classificadas em sete categorias:

- superprodução, ou seja, a produção de itens acima do necessário;
- o transporte ou a movimentação desnecessária de materiais, numa fábrica ou num canteiro de obras;
- desperdícios no processamento, referente às atividades de transformação desnecessárias para que o produto adquira as necessidades básicas de qualidade;
- fabricação de produtos defeituosos, corresponde aos itens confeccionados fora das especificações de qualidade;
- desperdícios no movimento, ou seja, a movimentação inútil na execução das atividades;
- desperdícios por espera, formados pela capacidade ociosa;
- desperdícios por estoque, gerando um custo financeiro, além do material estocado ficar exposto à obsolescência e roubo, entre outros;
- desperdício de matéria-prima, ou seja, a utilização e emprego de matéria-prima de forma anormal ou acima do estritamente necessário à produção do produto.

Além dos resíduos gerados nos canteiros de obras em decorrência da produção de edificações propriamente dita, também deve ser considerado o resíduo gerado na produção de materiais e componentes utilizados pela indústria. Por exemplo, a produção mundial de cimento, da ordem de 1,7 bilhão de toneladas em 2002, é responsável por 7% das emissões globais de CO₂, sendo que 1 tonelada de cimento libera 1 tonelada de CO₂ para a atmosfera (PIERCE, 2002).

2.2.2 Iniciativas para a diminuição dos impactos ambientais

Para a diminuição dos impactos ambientais causados pelo setor da construção civil, é necessário o envolvimento dos diferentes agentes, tais como, o engajamento dos profissionais e da cadeia fornecedora, o incentivo e fiscalização do poder público, o desenvolvimento de pesquisa acadêmica no tema e a conscientização e exigência dos consumidores e da sociedade em geral.

Tendo em vista a complexidade de todo o processo e diversidade dos impactos ambientais gerados pela construção, é necessário focar onde agir em primeiro lugar e para o quê dar prioridade, já que dificilmente é possível atuar sobre tudo, pois, normalmente os recursos disponíveis são limitados. Deve-se ainda saber em que medida todos aqueles que sofrem impactos, as chamadas partes interessadas, consideram-se prejudicados, como os operários da obra, os fornecedores, o empreendedor, os projetistas, a vizinhança e, mesmo a sociedade como um todo (SILVA 2007).

Além disso, características peculiares da indústria ou do setor da construção dificultam a implantação de mudanças que conduzam à construção sustentável. Dentre essas, o baixo nível tecnológico com o qual a construção civil opera, o insuficiente treinamento dos operários, a falta de planejamento organizacional e social, a carência de educação ambiental não só por parte dos operários, a qual é primária, mas também do setor empresarial, e a pouca informação a respeito da situação das condições ambientais e sociais em que a obra se realiza (SILVA, 2007).

Conhecer os valores das perdas e consumos vigentes na construção, compreender as decisões tecnológicas potencialmente redutoras de consumos desnecessários e dominar as posturas de gestão que favoreçam a redução da demanda por materiais, constituem-se, portanto, caminhos obrigatórios para o contínuo aprimoramento da construção e a redução dos impactos ambientais por ela causados (PIERCE, 2002).

Neste contexto, podem ser mencionadas algumas iniciativas já realizadas, envolvendo o poder público, fornecedores, profissionais autônomos, empresas construtoras e a comunidade acadêmica. Em termos de ações por parte do poder público, uma iniciativa a ser citada é a Lei Federal 10.257, promulgada em 2001, que exige a adoção de políticas setoriais articuladas por parte dos municípios, com destaque à política de gestão dos resíduos sólidos, a qual originou a Resolução de número 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicada em 5 de julho de 2002, voltada especificamente à gestão dos resíduos da construção civil.

Resumidamente, esta resolução estabelece responsabilidades e prazos de adequação à gestão de resíduos de construção tanto para o poder público, para o gerador como para o transportador. Tem como premissas a não geração, a minimização, a reciclagem, e que a gestão integrada dos resíduos da construção civil deva proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental. O que se constata, porém, é que a exigência e fiscalização do cumprimento e adequação à esta norma até hoje não são efetivas.

Quanto aos resíduos causados pela demolição, sua diminuição depende de fatores fortemente relacionados com o projeto e escolha dos materiais, o que exige mais engajamento por parte dos projetistas e fornecedores. Como exemplos desses fatores são citados: o prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, através da tecnologia de projeto tanto quanto da escolha dos materiais; a existência de incentivos para que os proprietários realizem modernizações e não demolições; e de tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes (PATRICIO, 2005).

Quanto ao desenvolvimento de equipamentos redutores de consumo, Silva (2007) cita o aproveitamento da energia solar sob a forma de termo-acumulação, como importante alternativa. Esta tecnologia teve um primeiro impulso com a crise do petróleo nos anos 70, e difundiu-se mais ainda com o “apagão” brasileiro de 2001, apresentando hoje um desenvolvimento tecnológico avançado, com a presença de muitas empresas no mercado. O Brasil já conta com algumas iniciativas de implantação de aquecimento solar em habitações de interesse social, gerando uma economia na ordem de 30 % na conta de energia elétrica, além de proporcionarem maior conforto para o usuário em relação ao chuveiro elétrico comum. Apesar de recomendável a intensificação do uso de aquecedores solares de água nos conjuntos habitacionais, seu custo inicial é mais elevado, o que torna sua implantação mais fácil nas habitações de construção destinadas à população de rendas média e elevada (SILVA, 2007).

Também são encontrados no mercado equipamentos economizadores de água, assim como equipamentos para o aproveitamento de águas pluviais, o reuso de águas servidas e o controle de escoamento superficial, que abordam a preocupação ambiental relacionada à conservação e gestão da água, desde o abastecimento até o tratamento do esgoto (SILVA, 2007).

Outro exemplo de iniciativa por parte de importantes fornecedores, diz respeito à indústria cimenteira. Segundo WBCSD (2006), a indústria do cimento está consciente das

pressões que exerce ao meio-ambiente, e se diz engajada em desenvolver produtos alternativos que permitam sua permanência a longo-prazo. O cimento ecológico, baseado no uso de carbonato de magnésio em substituição ao carbonato de cálcio, pode ser uma tentativa promissora de diminuir os impactos da indústria do cimento ao meio-ambiente, uma vez que tal cimento absorveria até 400 kg de CO₂ em meses e não em séculos, como o cimento tradicional. Além disso, sua fabricação exigiria temperaturas da ordem de 600 °C contra os cerca de 1200 °C necessários para o cimento portland (PIERCE, 2002).

Atualmente percebe-se o forte engajamento de algumas empresas construtoras, no que diz respeito à adoção de estratégias para redução de perdas e organização de canteiros, geralmente através de melhorias implementadas no sistema de gestão da produção. Como ações tomadas por essas empresas tem-se a modularização de projetos, o uso de sistemas pré-moldados ou pré-fabricados, o controle de estoque, o reaproveitamento de materiais, entre outros. Esse fato ocorre geralmente por parte de empresas de maior porte, ou empresas mais estruturadas e que investem fortemente em sistemas de gestão, resultando em canteiros mais organizados e limpos, quando comparados ao cenário geral da indústria dos anos anteriores, ou o cenário atual de empresas ainda despreocupadas e não comprometidas com essas questões.

Especialmente na esfera acadêmica, a sustentabilidade tem sido pauta de ampla discussão durante as últimas décadas. São encontrados na literatura muitos artigos científicos, teses e dissertações que versam sobre o tema, abordando os mais diferentes aspectos, tais como, reciclagem de resíduos, desenvolvimento de materiais, componentes e equipamentos com apelo ambiental, otimização de processos, entre outros.

2.3 FATORES ECONÔMICOS DE UM EMPREENDIMENTO SUSTENTÁVEL

As Figuras 2.1 e 2.2 apresentadas por Ceotto (2008), mostram que ao considerar a vida útil de 50 anos de um edifício comercial, com base na forma tradicional de construção, incluindo o custo de idealização, concepção, projeto, construção, uso e manutenção, bem como sua adaptação para novo uso, o item mais importante é o de uso e operação (manutenção), e é ele que vai se destacar num prazo maior como forma diferenciadora no produto edifício.

O planejamento cuidadoso com implementação de concepções e técnicas sustentáveis promove uma vantagem econômica que se estende por toda a vida operacional do projeto e vai além, mas começa com o design, aprovação e o processo de construção.

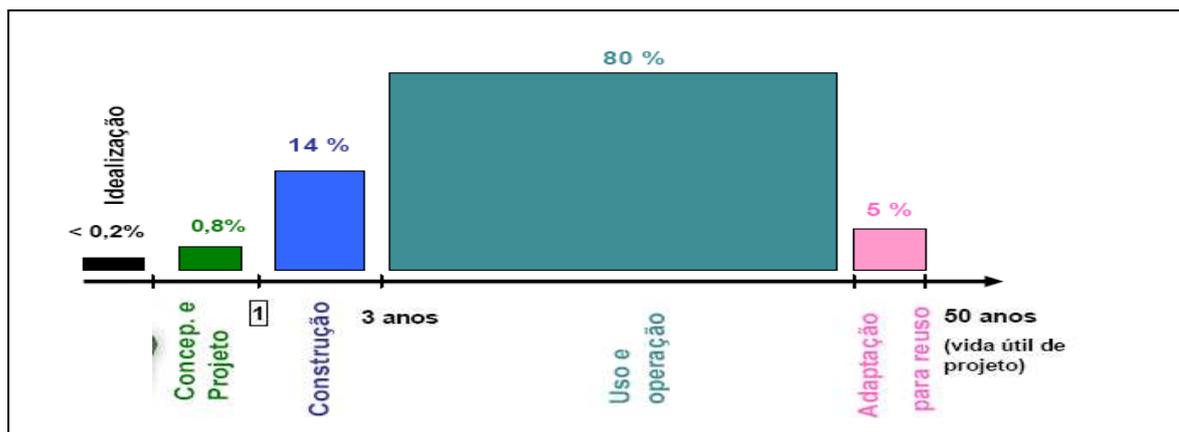


Figura 2.1 Custo total de um edifício comercial tradicional em 50 anos. Fonte: CEOTTO, 2008

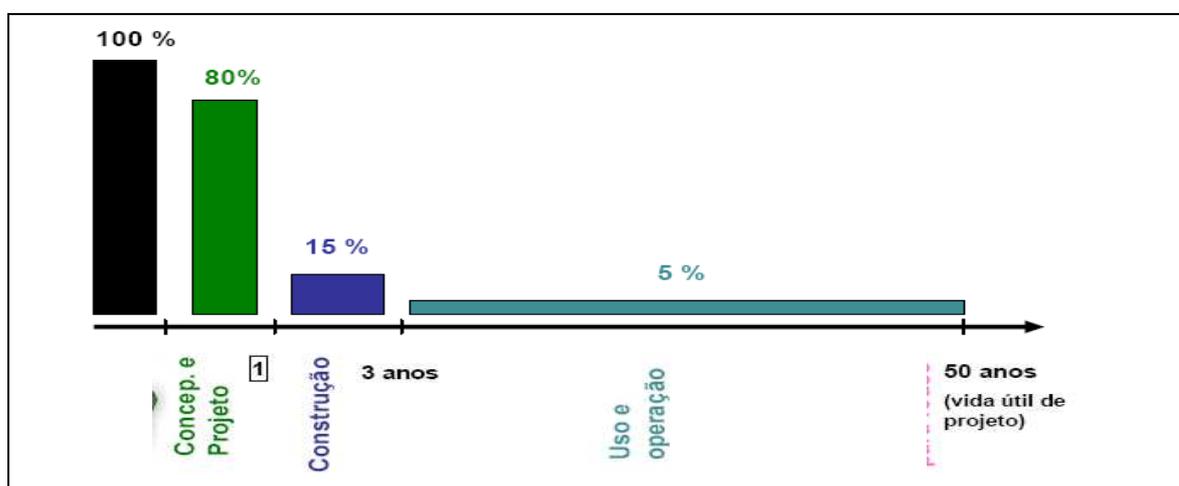


Figura 2.2 Possibilidade de interferência no custo total. Fonte: CEOTTO, 2008

Inicialmente a idealização e o processo de concepção do projeto podem parecer mais custosos, todavia, essa despesa excedente não tarda a desaparecer à medida que os projetistas adquirem experiência e é mais do que compensador a economia em material. O maior conforto visual, térmico e acústico do prédio também acaba por criar um ambiente de pouco estresse e alto desempenho, que gera ganhos valiosos e a produtividade do trabalho, nas vendas e no varejo, assim como na qualidade e na produção industrial. Os prédios verdes, em geral, são vendidos ou alugados antes e conservam os inquilinos por mais tempo, pois combinam atração e conforto superiores com custos operacionais mais baixos e em termos mais competitivos. Os ganhos resultantes em ocupação, aluguéis e resíduos ampliam o retorno financeiro (CEOTTO,2008)

3. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram de fato os seus edifícios. O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o acordo entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações (SILVA, 2007).

Para englobar todas as iniciativas dedicadas à criação de construções que utilizem recursos de maneira eficiente, a expressão *Green Building* foi então cunhada com claro foco em uso adequado de energia, em conforto, e em longevidade, adaptando-se às mudanças de acordo com as necessidades dos usuários e permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem (SILVA *et al*, 2003).

3.1 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Um conceito que vem sendo desenvolvido e pesquisado atualmente é o da avaliação ambiental de edifícios, já que os edifícios são produtos com longa vida útil, e responsáveis por parcela significativa do impacto ambiental da construção civil (DRUSZCZ, 2002).

Segundo Gonçalves e Duarte (2006), a certificação constitui-se em um sistema de avaliação no qual é quantificado o grau de sustentabilidade de um projeto de acordo com determinados critérios de desempenho, que podem englobar desde o consumo de energia até tópicos como o impacto ambiental gerado por tintas, por exemplo.

Os principais estudos e sistemas para avaliação ambiental de edifícios, em geral, partiram dos sistemas de avaliação de impactos ambientais de processos ou produtos industriais, que utilizam a ferramenta da Análise do Ciclo de Vida (ACV) (em inglês - *Life-Cycle Analysis - LCA*). Entretanto, na avaliação de impactos de edifícios, que envolve uma diversidade de produtos, processos e agentes, esse sistema se torna demasiadamente complexo. Outra deficiência, em se tratando do setor da construção, é que a ACV é usada apenas para abordar os impactos ambientais de um edifício, não tratando também dos impactos econômicos e sociais (SOUZA *et al.*, 2007).

Uma grande variedade de sistemas de avaliação ambiental tem sido lançada no mercado, tomando, segundo Trusty (2000), a escolha apropriada para cada situação uma tarefa trabalhosa e determinante para o êxito da avaliação. Reconhecendo esta multiplicidade de propostas, algumas classificações têm sido sugeridas com o objetivo de facilitar a discussão e a escolha entre as ferramentas (KUHN, 2006).

Verifica-se que a maioria dos sistemas existentes, difundidos até recentemente, compreendem um grupo similar de elementos que permite aos usuários fornecerem dados e obterem resultados de desempenho ou de potenciais impactos associados à produção e ao uso da edificação. Além disso, grande parte dos sistemas voltados à avaliação ambiental de edificações, mesmo não seguindo a metodologia de ACV, extrai do método o conceito de avaliar impactos ao longo do ciclo de vida, o que faz transparecer em suas estruturas o uso de muitos dos seus elementos (SILVA, 2003).

Dos sistemas dirigidos à aplicação em diferentes etapas do ciclo de vida de uma edificação, existem aqueles orientados à etapa de projeto e têm, geralmente, o objetivo de dar suporte à tomada de decisões, possibilitando que sejam feitas melhorias no desempenho potencial do edifício. No entanto, nesta etapa apenas se pode fazer uma estimativa do desempenho do edifício nas etapas seguintes. Já os sistemas para condução de avaliações durante a etapa de uso, possibilitam análises mais precisas, pois medem o desempenho das soluções efetivamente implantadas no edifício. Porém, nesta etapa, poucas alterações podem ainda ser feitas no próprio edifício.

Segundo Graham (2000), o que praticamente todos os sistemas existentes têm em comum é não avaliar todos os aspectos da sustentabilidade relacionados ao ciclo de vida das edificações, concentrando-se na dimensão ambiental. Ainda assim, os focos sobre determinados

aspectos ambientais são diferenciados de um sistema para outro. Primeiro, porque os impactos críticos variam de um país para outro. Segundo, porque as práticas construtivas e de projeto são distintas, influenciadas pelas características climáticas e culturais de cada região (SILVA et al., 2003). Além disso, a experiência tem demonstrado que os saltos nos níveis mínimos de desempenho aceitáveis dependem necessariamente de alterações nas demandas do mercado, sejam elas voluntárias ou originadas de exigências normativas (SILVA, 2007).

Silva (2001) destaca que, em linhas gerais, as avaliações ambientais de edifícios compreendem pelo menos cinco categorias:

- Utilização de recursos naturais: energia (energia incorporada, operacional, monitoramento/gerenciamento); água (consumo, emprego de dispositivos de controle, monitoramento e plano de manutenção) e materiais (teor de resíduos e reciclados; presença de materiais danosos ao homem ou ao ambiente; reutilização de elementos; geração e reciclagem de entulho).
- Geração de poluição e emissões: emissões para o ar; resíduos sólidos; efluentes líquidos e outras cargas ambientais.
- Qualidade do ambiente interno.
- Comprometimento ambiental dos agentes (projetistas, executores e empreendedores) e qualidade do monitoramento da operação do edifício.
- Contexto da inserção: distâncias de transporte e impactos nas áreas vizinhas.

Forsberg e Von Malmberg (2004) argumentam que tem surgido recentemente uma geração mais nova de sistemas para a avaliação de edificações como um todo, que se diferenciam desses difundidos nos últimos 10 anos, pela utilização exclusiva de dados quantitativos. Segundo os autores, os sistemas que se baseiam em critérios e pontuações, têm algumas questões fundamentadas em dados quantitativos e outros estritamente em critérios qualitativos ou até mesmo prescritivos. Caracterizam-se por auditorias de edificações, onde são atribuídas pontuações para cada parâmetro ambiental avaliado, resultando em uma pontuação geral ou várias pontuações parciais para a edificação (KUHN, 2006).

3.2 PRINCIPAIS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Os sistemas de avaliação de construção sustentável são ferramentas importantes que permitem incentivar e auxiliar a implementação de edifícios sustentáveis. Estes sistemas são

compostos por um determinado conjunto de critérios que agregam os aspectos ambientais e fatores de construção relevantes, sendo a avaliação dos edifícios efetuada de acordo com o seu desempenho referente a esses critérios (PINHEIRO e SOARES, 2007).

Atualmente, praticamente cada país europeu - além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong - possui um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. As circunstâncias contextuais que resultaram na criação destes sistemas variam, assim como as aplicações pretendidas, desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação. A grande maioria dos sistemas é mais adequada à avaliação de edifícios novos ou projetos, trabalhando no plano do desempenho potencial, sendo raros os exemplos de sistemas voltados à etapa de uso (SILVA, 2007). Poucos sistemas distinguem claramente entre o desempenho ambiental com base em propriedades inerentes ao edifício (desempenho potencial) e o desempenho real do edifício em operação. Sob este aspecto, o alcance das exigências normativas é limitado à garantia de um desempenho mínimo, não havendo incentivo para procurar atender a patamares superiores. Os sistemas de adoção voluntária, por outro lado, pretendem que o próprio mercado impulse a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação mercadológica (ZIMMERMANN *et al.*, 2002).

Na prática, países como EUA, Canadá, alguns asiáticos e europeus têm investido em certificação de edifícios, baseados em critérios e indicadores de desempenho que avaliam, dentre outros, o consumo de energia e impacto ambiental, com destaque aos sistemas BREEAM (Inglaterra) e LEED (Estados Unidos da América). Estes sistemas visam encorajar a demanda de mercado por níveis superiores de desempenho ambiental. Tratam-se de ferramentas de avaliação ambiental sistêmicas, respeitadas internacionalmente, procurando, em alguns casos, a aplicabilidade a nível mundial dos sistemas. Porém verificam-se grandes influências de problemas de caráter ambiental de cada região na utilização desses sistemas (SILVA, 2007).

Conforme Benini *et al.* (2003), a certificação ambiental pode seguir vários modelos, dependendo de cada país e de suas necessidades. Abaixo, uma relação abrangente onde estão citados alguns órgãos que criaram critérios de avaliação de desempenho:

- BREEAM / EcoHomes (*Building Establishment Environmental Assessment Method*) 1990 – Inglaterra - o primeiro deles e que embasou os vários sistemas orientados ao mercado subsequentes;

- BEPAC – (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*) – 1993 – Canadá - o primeiro sistema orientado a pesquisa metodológica;
- LEED™ (*Leadership in Energy and Environmental Design*) 1999 – Estados Unidos - atualmente o sistema com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
- Certification Operation HQE Tertiaire / CSTB 1996 – França - metodologia inovadora que avalia o sistema de gestão do desenvolvimento do empreendimento, além de suas características de desempenho, as quais são priorizadas em função do contexto e dos princípios de sustentabilidade do empreendedor;
- HK-BEAM
- GBC (*Green Building Challenge*) 1996, *SBTool*, *GBToll* / iiSBE- atual *SBTool* (*Green Building / International Initiative for Sustainable Built Environment*), sucessor do BEPAC – aplicação internacional - utilizado no estudo exploratório;
- CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency*) 2002 – Japão - o sistema lançado mais recentemente, que introduziu alguns conceitos inovadores à avaliação de edifícios;

Segundo Silva (2003), embora não exista uma classificação formal, os sistemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser divididos em duas categorias. No primeiro grupo estão aqueles orientados por mecanismos de mercado, desenvolvidos para serem facilmente aplicados por projetistas e pelo mercado em geral. Geralmente estes esquemas possuem uma estrutura mais simples, muitas vezes na forma de listas de verificação, e estão atrelados a algum tipo de certificação ambiental. Neste grupo se enquadram o BREEAM, HK-BEAM, LEED™, CSTB ESCALE, CASBEE. No segundo grupo estão os orientados à pesquisa, como o BEPAC e seu sucessor, o *SBTool* (anteriormente nomeado *GBToll*). Estes esquemas estão centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica para orientar o desenvolvimento de novos métodos.

Os principais sistemas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios existentes em alguns países estão demonstrados na Tabela 3.1, com um breve comentário da metodologia que seguem.

Tabela 3.1 - Principais sistemas de avaliação de desempenho ambiental em edifícios. Fonte: SILVA, 2003.

BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> , Reino Unido. Sistema criado pelo BRE em 1990. Considerado o sistema mais antigo e que influenciou grande parte dos sistemas posteriores, inclusive o LEED™.
BEPAC	<i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i> , Canada. Sistema baseado no BREEAM que praticamente não foi usado, mas deu origem ao GBC.
GBC	<i>Green Building Challenge</i> . Consórcio de iniciativas que criou, em 1998, a ferramenta GBTool para avaliar edifícios. Tem como meta abordar as características locais de cada local onde é aplicado.
LEED™	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> . Sistema criado pelo USGBC em 2000, fortemente difundido nos EUA e com influência na criação de outros sistemas pelo mundo.
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i> . Japão. Introduzido em 2002.
HKBEAM	<i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method</i> . Iniciado em 1996 inspirado no BREEAM. É uma iniciativa privada da <i>The Real Estate Developers Association of Hong Kong</i> .
Ecoprofile	Sistema oficial de avaliação da Noruega. Coordenado pela <i>Byggforsk</i> (Instituto Norueguês de Pesquisa de Edifícios).
Miljöstatus	<i>Environmental Status</i> . Sistema sueco de avaliação. Iniciado em 1995, começou a atividade em 1997, sendo que, em 2002, já estava na versão 4 e contava com aproximadamente 2000 edifícios avaliados.
NABERS	<i>National Australian Building Environmental Rating System</i> . Sistema de avaliação australiano, iniciado em 2001, e com versão piloto a ser lançada em 2003. Avaliação de edifícios de escritório e residências.
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i> . Sistema oficial francês de avaliação de diversos tipos de edifícios. Em 2002, entrou em teste.
SPeAR™	<i>Sustainable Project Appraisal Routine</i> , criado pela empresa de engenharia Arup Group. Sistema privado de acesso e uso restrito à empresa, usado para a avaliação da sustentabilidade de edifícios.
BEES®	<i>Building for Environmental and Economic Sustainability</i> . Software produzido por Barbara Lippiatt no <i>National Institute of Standards and Technology</i> nos EUA. Permite avaliar o desempenho econômico e ambiental na escolha de materiais de construção.
Green Globes	Canadá. Sistema on-line de avaliação que faz parte do BREEAM/ <i>Green Leaf</i> . Uma versão para o Reino Unido foi lançada em 2002.

3.2.1 Conteúdo da avaliação dos sistemas existentes

As estruturas de seis dos principais sistemas disponíveis - BREEAM, LEED™, HKBEAM, MSDG, CASBEE e GBTool foram estudadas pormenorizadamente em Silva (2003). Constatou-

se que os nomes, conteúdo e nível de detalhamento das categorias variavam de um sistema a outro, dentro de blocos de discussão relativamente comuns, porém com diferente importância entre as categorias, como é mostrado na Figura 3.1. A separação das categorias não é perfeitamente clara, pois alguns itens podem enquadrar-se em mais de uma categoria (uso de energia renovável, por exemplo, pode ser entendido como pertinente à categoria de gestão de energia ou de prevenção de poluição) (SILVA, 2003).

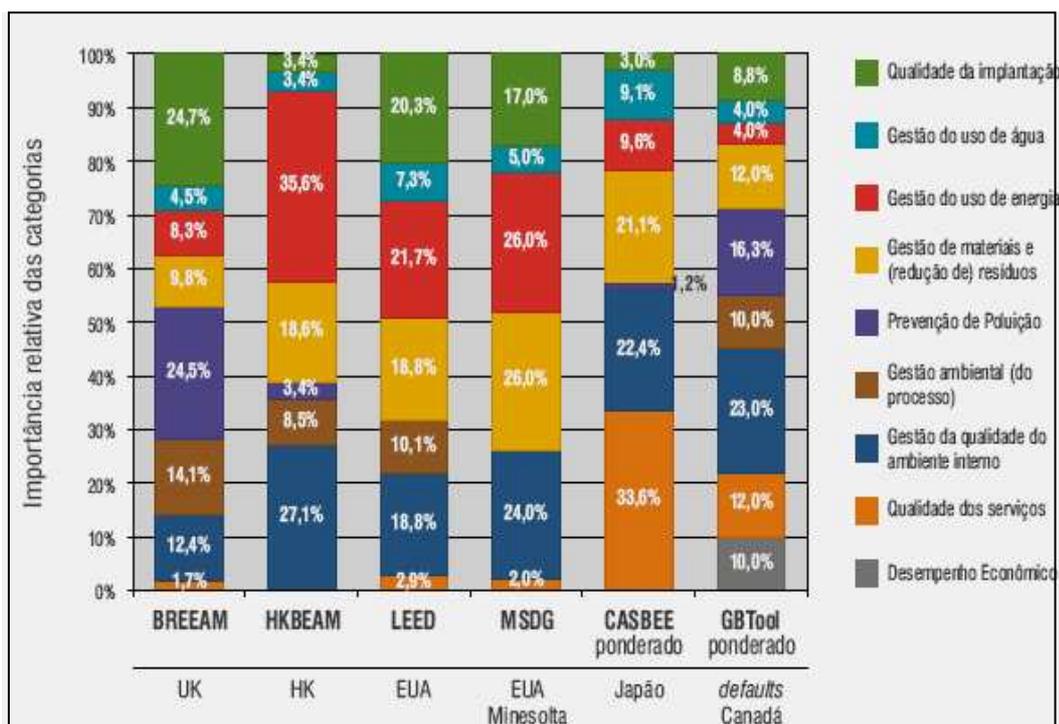


Figura 3.1 – Distribuição de créditos ambientais. Fonte: SILVA, 2003.

Os sistemas são diferentes porque refletem expectativas de mercado, práticas construtivas e, principalmente, agendas ambientais diferentes para cada país. A maior parte dos sistemas de avaliação existentes – especialmente aqueles que atribuem pontos ou créditos com base em critérios, como o LEED™, BREEAM, etc. – não utilizam a ACV como ferramenta de apoio à atribuição de créditos ambientais relacionados ao uso de materiais. Esta deficiência resulta da natureza evolucionária das estruturas dos sistemas de avaliação ambiental e da ausência de dados ambientais apropriados e consensualmente aceita, mas pode ser superada pela integração de ferramentas de suporte à decisão com base em ACV e aos sistemas de avaliação ambiental. São poucos os sistemas que seguem mais rigorosamente este formato,

devido às dificuldades práticas de aquisição e manipulação de dados, e ao fato de aspectos importantes do desempenho de edifícios ficarem fora de seu alcance. De toda forma, o conceito de avaliar impactos ao longo de todo o ciclo de vida do edifício permeia todos os sistemas de avaliação disponíveis e de alguma forma transparece em suas estruturas. (SILVA, 2007).

Cabe ainda uma observação específica sobre a consideração da categoria Desempenho Econômico. O único sistema que vai além da avaliação de desempenho ambiental é o GBC, que procura estimar o custo envolvido na obtenção de um determinado nível de desempenho ambiental, com a intenção de: (i) estimular o emprego de métodos de valoração no longo prazo; e, (ii) reunir dados para desmistificar o pré-conceito de que edifícios com melhor desempenho ambiental são necessariamente muito mais caros que um edifício comum. No entanto, o desempenho econômico é balanceado no mesmo nível que as diversas subcategorias de desempenho ambiental (SILVA, 2007).

3.2.2 Aspectos metodológicos e sistemas de avaliação

O desenvolvimento ideal das metodologias de avaliação de edifícios é migrar dos critérios prescritivos para critérios de desempenho. Neste caso, o papel dos valores referências (*benchmark*) considerado de forma implícita na definição das metas, passa para o primeiro plano, e sinaliza o grande desafio de acumular os dados para construção destas referências de desempenho. Diante da complexidade de aplicar os conceitos de avaliação de desempenho, a maior parte das metodologias é prescritiva e orientada a dispositivos ou estratégias, e trabalham com listas de verificação que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de determinados equipamentos (DEGANI e CARDOSO, 2002).

Conforme Silva (2003), os pontos metodológicos-chave de um sistema de avaliação de edifícios podem ser estruturados em torno de três questões centrais:

- O que avaliar? Definição da estrutura e do conteúdo da avaliação;
- Como avaliar? Definição da natureza da avaliação (prescritiva x desempenho); seleção dos indicadores destas medidas, definição dos pesos a serem atribuídos a cada um deles, e do formato de apresentação de resultados; e
- Quanto atingir? Definição de pontuação mínima, da escala de pontuação (referências e metas), e de classes de desempenho.

Ainda não há consenso sobre um conjunto de indicadores mais apropriado. Os valores de referência naturalmente variam de um contexto a outro, sendo normalmente obtidos através de programas experimentais para coleta de dados da prática típica, que retroalimentam a definição das metas. Uma vez adotado um determinado indicador, a unidade é normalmente consensual, isto é: emissões são expressas em kg de substâncias equivalentes/ano; o consumo de energia, em MJ/ano; e o consumo de água, em m³/ano. O que muda um pouco é o critério de normalização, isto é, se os valores dos indicadores são expressos como a quantidade absoluta de impacto ou por unidade de área, ou por horas de ocupação (SILVA, 2007).

No entanto, em geral há pouca informação sobre o desempenho de edifícios existentes em relação a diversos indicadores, pois há aspectos de desempenho ambiental (como o efeito de qualidade do ar interno na saúde dos ocupantes) substancialmente mais difíceis de avaliar quantitativamente, seja de forma absoluta ou comparativa (HARRIS, 1999).

Sobre a aplicação de ponderação, esta é a área mais complexa de avaliação de impactos ambientais. Segundo Silva (2007), ainda não há um método consensual para determinar objetivamente os fatores de ponderação apropriados, pois:

- Há dificuldade em obter consenso sobre a importância relativa de diferentes efeitos, ex.: “como a redução do consumo de energia compara-se ao consumo de matéria prima em termos ambientais?”, ou “uma tonelada de material depositada em aterro tem um impacto ambiental equivalente a uma tonelada de emissão de CO₂?”;
- Um determinado efeito pode ser não só dependente de materiais, mas também de características de uso;
- A importância pode variar geograficamente, ex: conservação de água, isolamento térmico;
- Há variações geográficas na energia incorporada, atreladas a diferentes requisitos de transporte e variações de eficiência energética na manufatura.

Por essas razões, nem todos os sistemas agregam todos os resultados. A diferença em importância relativa entre variáveis pode existir explícita ou implicitamente e, neste sentido, os sistemas existentes acabam adotando critérios muito diferentes.

A pontuação da certificação de desempenho é conferida com base no total de créditos obtidos, sendo necessário, portanto, atender a um número mínimo de créditos em cada uma das categorias (COLE e LARSSON, 2002).

O sistema de avaliação ambiental de edifícios LEED será abordado a seguir por ser objeto de referência nos estudos de caso deste trabalho.

3.2.3 Leadership Energy and Environmental Design - LEED

Em 1993 nasceu o US Green Building Council (USGBC). Trata-se de uma instituição sem fins lucrativos, financiada pelo NIST (National Institute of Standards and Technology) onde, sob a iniciativa de alguns agentes individuais, foram conduzidas reuniões com representantes do mercado de construção civil nos Estados Unidos, em associação com órgãos governamentais e associações de classe. Ela tem como objetivo abordar a questão da sustentabilidade do ambiente construído (HERNANDES e DUARTE, 2007), com o objetivo original de desenvolver um sistema para definir o que constitui um edifício verde - *green building* (SOUZA et al., 2007). Após o estudo dos programas existentes (principalmente o BREEAM e o BEPAC), decidiu-se desenvolver um sistema próprio para os Estados Unidos, com o nome de LEED™ (Leadership in Energy and Environmental Design) – Liderança em Projeto Energético e Ambiental (SILVA, 2007).

É um sistema de classificação e certificação ambiental projetado para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável aos profissionais da indústria de construção americana, e proporcionar reconhecimento junto ao mercado pelos esforços despendidos para essa finalidade (USGBC, 2005). Os trabalhos foram iniciados em 1996, voltados inicialmente para edifícios de ocupação comercial (SILVA, 2007). Hoje, porém, tornou-se também aplicável a edifícios institucionais e residenciais de múltiplos pavimentos, utilizado tanto como uma ferramenta auxílio de projeto, como uma ferramenta de certificação ambiental (MARQUES, 2007).

Os principais objetivos do sistema LEED, segundo Goulart (2005), são: (i) definir “green building” para estabelecer um padrão comum de medição; (ii) promover a prática de projeto integrado, do edifício como um todo; (iii) reconhecer a liderança ambiental na indústria da construção; (iv) estimular a competição na construção sustentável; (v) aumentar a consciência

nos consumidores dos benefícios de edificações sustentáveis; (vi) transformar o mercado da construção.

A primeira versão do LEED foi desenvolvida em 1998, conhecida também como projeto piloto. Em março de 2000, foi lançada a versão 2.0 e em 2002 foi apresentada a versão 2.1 (HERNANDES e DUARTE, 2007).

A certificação LEED reconhece projetos de edificações que tenham demonstrado um comprometimento com a sustentabilidade, alcançando determinados parâmetros de desempenho. Para verificar se um projeto poderá receber um selo do LEED, a USGBC encoraja as equipes de projeto a usarem uma lista de verificação, o *Checklist Leed Rating System* (MONTES, 2005). Esta lista de verificação atribui pontos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, sendo cada um desses critérios dividido em sub-créditos que são basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais do edifício (ARAUJO e CALMON, 2007). Com a obtenção de um mínimo de 26 pontos na lista, os projetos são vistos como tendo potencial para ganhar uma Certificação LEED (MONTES, 2005). A avaliação do edifício verde é realizada através de uma certificação em 4 níveis (Certificado, Prata, Ouro e Platina – *Certified, Silver, Gold e Platinum*). Os selos que representam esses níveis de classificação são mostrados na Figura 3.2. A Figura 3.3 mostra a faixa de créditos necessária para atingir cada um dos quatro níveis.



Figura 3.2 – Selos da certificação LEED. Fonte: USBCG, 2007

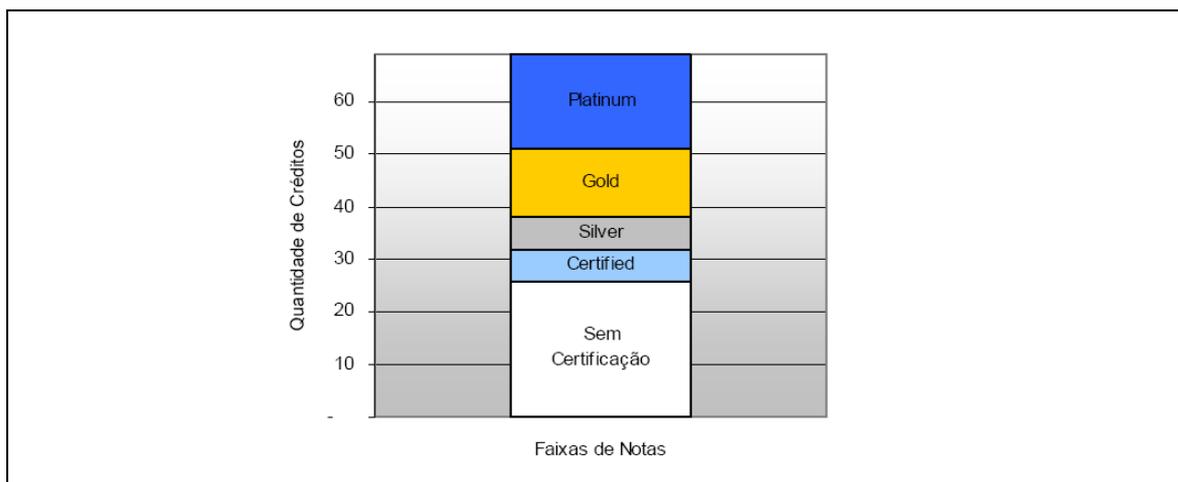


Figura 3.3 – Quantidade de créditos necessária para cada nível da certificação LEED. Fonte: SILVA, 2007

Na versão atual do sistema existem 7 pré-requisitos e 69 pontos possíveis. A versão 3.0 está sendo preparada e deverá ser lançada em breve (HERNANDES e DUARTE, 2007). Consiste num sistema computadorizado, com foco nas características exatas e no contexto do projeto, chamado de LEED Multi-dimencional, considerando uma adaptação mais regional (USGBC, 2005).

Os vários créditos são distribuídos em 5 categorias de impactos ambientais (sítios sustentáveis; uso eficiente de água; energia e atmosfera; materiais e recursos; e qualidade do ambiente interno) e mais 5 créditos são destinados à categoria de inovação e processo de projeto como demonstrado na Tabela 3.2. Não há um critério explícito de ponderação entre as categorias já que todos os créditos possuem peso igual. Entretanto, o número variável de itens dentro de cada categoria acaba por definir pesos para cada uma delas (SILVA, 2003).

Tabela 3.2 - Créditos, requisitos e pontuação do sistema LEED. Fonte: SILVA, 2007.

Categorias (% total de pontos)	Requisitos (7 PReq)	Pontos (máx. 69 pts)
Sítios sustentáveis (20%)		até 14 pts.
1. Seleção de área	Controle de erosão e sedimentação	01
2. Redesenvolvimento urbano		01
3. Redesenvolvimento de áreas contaminadas (<i>brownfields</i>)		01
4. Transporte alternativo		até 04
5. Redução de perturbação no sítio original		até 02
6. Gestão de água da chuva		até 02
7. Paisagismo e projeto de áreas externas para redução de ilhas de calor		até 02
8. Redução de poluição luminosa		01
Uso eficiente de água (7%)		até 05 pts.
1. Paisagismo com uso eficiente de água		até 02
2. Tecnologias inovadoras para reutilização de água		01
3. Conservação de água		até 02
Energia e atmosfera (25%)		até 17 pts.
1. Otimização do desempenho energético	Verificação de conformidade pré-entrega (commissioning) Eficiência energética mínima Redução de CFCs nos equipamentos de condicionamento e ventilação artificial	02 a 10
2. Uso de energia renovável		até 03
3. Verificação de conformidade pré-entrega adicional (01 ponto)		01
4. Redução de HCFC ¹⁷		01
5. Mensuração e verificação de desempenho		01
6. Uso de tecnologias renováveis e de poluição zero: solar, eólica, geotérmica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto		01

HCFC - Hidroclorofluorcarbono

Tabela 3.2 (continuação) - Créditos, requisitos e pontuação do sistema LEED. Fonte: SILVA 2007.

Categories (% total de pontos)	Requisitos (7 PReq)	Pontos (máx. 69 pts)
Materiais e recursos (19%)		até 13 pts.
1. Reutilização de edifício	Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários do edifício	até 03
2. Gestão de RCD		até 02
3. Reutilização de recursos		até 02
4. Materiais com conteúdo reciclado		até 02
5. Materiais regionais/locais		até 02
6. Materiais rapidamente renováveis		01
7. Uso de madeira certificada		01
Qualidade do ambiente interno (22%)		até 15 pts.
1. Monitoramento de CO2	Qualidade do ar interno mínima Controle ambiental de fumaça de cigarros	01
2. Aumento eficiência de ventilação		01
3. Plano de gestão da qualidade do ar interno no processo de construção		até 02
4. Materiais com baixa liberação de VOCs [®]		até 04
5. Controle de poluição interna por origem química		01
6. Controlabilidade dos sistemas pelos usuários		até 02
7. Conforto térmico		até 02
8. Luz natural e vista para o exterior		até 02
Inovação e processo de projeto (7%)		até 05 pts.
1. Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)		até 04
2. Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED		01

VOCs (Volatile Organic Compounds) - Compostos orgânicos voláteis

Segundo Souza (2007), este sistema se tornou, claramente, um instrumento de *marketing* para edifícios ambientalmente responsáveis e como estímulo a políticas de mudança. A princípio destinado simplesmente à avaliação de edifícios comerciais, hoje existem versões para diferentes situações como para edifícios novos, edifícios existentes, interiores comerciais, habitações, entre outros. Em 2004 foram lançadas as versões do LEED™ específicas (USGBC, 2007), descritas a seguir e conforme mostra Figura 3.4:

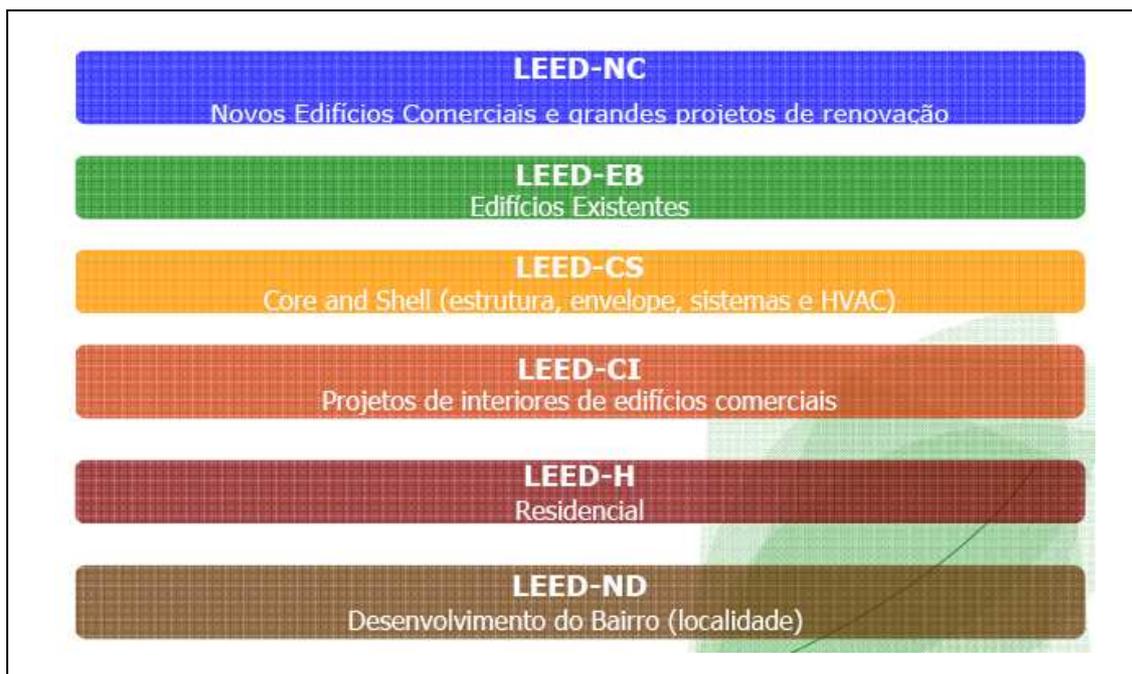


Figura 3.4 – Versões da certificação LEED. Fonte: SILVA, 2007

- LEED™NC - New Construction (Construções Novas): designado para guiar projetos institucionais e de alto-desempenho em construções novas;
- LEED™EB - *Existing Buildings* (Edifícios Existentes): fornece um nivelamento para os usuários, proprietários para a melhoria das medidas de operação e manutenção de edifícios existentes.
- LEED™CS - *Core and Shell* (Estrutura e Envelope): auxilia aos projetistas, construtores, colaboradores e novos proprietários de edifícios em executar projetos sustentáveis de novas construções de núcleo e cascas como grandes edifícios comerciais e escritórios;
- LEED™CI *Commercial Interiors/Renovations* (Interiores Comerciais e Reformas): direcionado a projetos de renovações e reabilitações de maiores proporções para projetos de interiores comerciais, não necessariamente em *green buildings*;
- LEED™H - *for Homes* (Residencial): dedicado ao desenvolvimento e construção de residências unifamiliares ou edifícios residenciais com até 3 pavimentos;

- LEED™ NB - *Neighborhood Development* (Desenvolvimento do Bairro): integra princípios de crescimento considerável do entorno, do urbanismo do *green building*; como condomínios e loteamentos. Sua versão piloto foi publicada em fevereiro de 2007. Esta versão preliminar deverá ser aplicada em mais de 120 projetos, após o que será realizada a sua revisão baseada no retorno dos comentários públicos acerca da versão piloto, culminando em 2009 na votação e lançamento da versão final.

A certificação LEED é válida por um período de cinco anos, quando deverá ser encaminhada uma nova solicitação de avaliação por um programa apropriado do USGBC, desta vez centrado na avaliação da operação e gestão do empreendimento. A partir de janeiro de 2000, foram previstas revisões regulares do sistema de certificação a cada 3 ou 5 anos ou em período inferior, caso uma decisão consensual do USGBC ou alguma regulamentação local assim o exigir (USGBC, 2007). É aconselhado registrar o projeto logo nas suas primeiras fases, já que assim é possível estabelecer contato e obter informação com a USGBC (MONTES, 2005).

O LEED é considerado uma ferramenta auxiliar de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Com uma estrutura simples a ponto de ser, por isso, criticada, o LEED é baseado em especificação de desempenho em vez de critérios prescritivos, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos com credibilidade reconhecida, como a ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado); a ASTM - *American Society for Testing and Materials* (Sociedade Americana de Ensaio e Materiais); a EPA (*U.S. Environmental Protection Agency* (Agência Americana de Proteção Ambiental). e o DOE - *U.S. Department of Energy* (Departamento Americano de Energia). (BENINI *et al*,2003).

Segundo o USGBC (2007), existem aproximadamente 875 projetos certificados (650 LEED-NC, 75 LEED-EB, 100 LEED-CI e 50 LEED-CS). Dados de 2003 mostravam que a metade dos projetos registrados no LEED (cerca de 48%) eram do governo (federal, estadual e local dos EUA). Em 2006, os dados mostram que a participação dos projetos do governo haviam se mantido constante, cerca de 46% (USGBC, 2006b). Estas participações são mostradas na Figura 3.5.

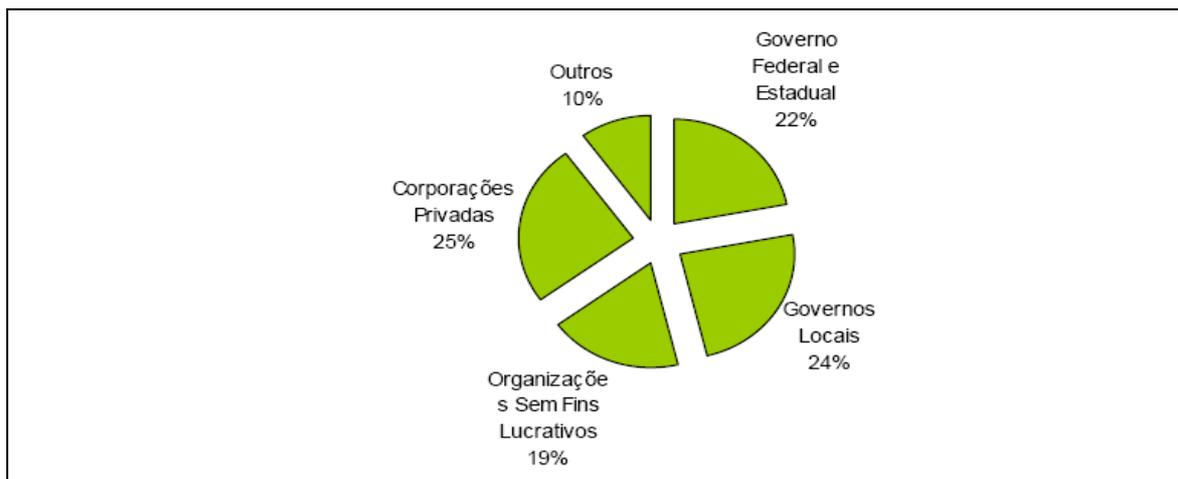


Figura 3.5 - Usuários do LEED (EUA). Fonte: HERNANDES e DUARTE, 2007

Avaliando-se a progressão do número de projetos certificados pelo sistema, observa-se um aumento expressivo de mais de 28 vezes nos últimos 5 anos, indo de 4 projetos no ano de 2001 para 114 projetos em 2005 (HERNANDES e DUARTE, 2007).

Ainda segundo Hernandes e Duarte (2007), identificando os itens mais alcançados pelos projetos certificados, destacam-se os seguintes aspectos: (i) alta presença dos itens relacionados à qualidade do ar (*Indoor Environmental Quality* — IEQ) um dos aspectos que chamam mais atenção do mercado americano, pela tendência dos ambientes fechados em climas frios de serem menos salubres; (ii) itens relacionados com a disponibilidade de materiais de construção com baixa emissão de VOCs, fabricados localmente ou com conteúdo reciclado, têm grande destaque, indicando a necessidade de adaptação dos fornecedores desses materiais a novas exigências de mercado relacionadas ao desempenho ambiental; (iii) itens relacionados ao uso racional da água e economia de energia, e, conseqüentemente, de recursos financeiros na fase de operação do edifício; (iv) os créditos diretamente relacionados com o papel dos clientes/empreendedores, à escolha do terreno e ao reaproveitamento de edifícios existentes; (v) créditos relacionados com o incentivo às energias alternativas apresentam ainda um grande desafio para os projetos, já que apresentam 4 dos 16 créditos que não são alcançados.

3.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL

A importância e a necessidade da avaliação da sustentabilidade de edifícios já são percebidas pelos diversos agentes do setor da construção civil no Brasil e o interesse pelo tema

está se consolidando. Entretanto, ainda se enfrenta a carência de um sistema de avaliação que responda às questões próprias do país. Em geral, os sistemas disponíveis, consagrados internacionalmente, têm origem em países desenvolvidos e já foi constatado que não são aplicáveis em realidades distintas às do seu contexto original. Diferenças culturais, ambientais, climáticas, sociais e econômicas influenciam significativamente nas prioridades e objetivos da avaliação, entre diferentes países ou mesmo entre diferentes regiões de um mesmo país (SOUZA *et al.*, 2007)

As diferenças entre os países em desenvolvimento, especificamente o Brasil, com relação aos desenvolvidos referem-se, além dos aspectos econômicos, aos impactos ambientais, que têm características diferenciadas, pois a estrutura industrial e de consumo são diferentes. Além disso, citam-se outros problemas de ordem social e ambiental, como a falta de saneamento básico, o déficit habitacional e de infra-estrutura, a grande concentração de renda e a exclusão social (JOHN *et al.*, 2001).

Alguns pesquisadores acreditam ser fundamental a criação de um modelo nacional de certificação ambiental. Porém, o que se deve observar é que a certificação não deva se tornar uma “rotulagem verde” ou apenas um meio publicitário para viabilizar empreendimentos com “carimbos” e “selos” de atitudes ecologicamente corretas. A tendência do mercado nacional, no entanto, aponta para uma crescente valorização das certificações, como o Sistema ISO, o INMETRO, o selo PROCEL de eficiência energética, entre outros. Obviamente, o destaque publicitário ou mercadológico proveniente da certificação ou da aplicação de um selo sempre ocorrerá, mas isto deve ser entendido como uma consequência, e não um objetivo. Afinal, se a publicidade conquistada com a obtenção de um certificado se tornar o objetivo principal, os meios avaliados para a obtenção do selo, razão principal da existência de uma metodologia, podem ser negligenciados por tornarem, neste caso, de importância secundária (SOBREIRA, *et al.*, 2007).

Ao contrário da realidade européia, a legislação brasileira ainda não contempla conceitos e critérios para a construção sustentável. Além do mais, a legislação e os códigos de obra são muito mais normativos do que de fato direcionados para o desempenho. Em termos de impacto ambiental do edifício em construção ou do edifício em operação, não existe ainda uma definição por parte da legislação brasileira que demonstre uma atitude pública em prol de edificações de menor impacto ambiental, como um indicador de consumo de energia, por

exemplo. No entanto, vale ressaltar o valor metodológico e científico de propostas já feitas e em desenvolvimento para o tema no Brasil, cuja viabilidade de implementação está na dependência de vontades políticas (GONÇALVES e DUARTE, 2007).

Entre um conjunto de iniciativas nesse sentido, existe o trabalho de pesquisa identificada no contexto nacional, voltada a edificações como um todo, que foi conduzida por Silva (2003). Neste trabalho foram estabelecidas diretrizes, base metodológica e o início do desenvolvimento de um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros. No modelo de avaliação sugerido, os limites do estudo abrangem as etapas de construção e uso dos edifícios. Também são avaliados os agentes envolvidos no processo, iniciando-se pela empresa construtora. Essa estrutura de avaliação, e uma lista abrangente de indicadores relacionados a ela, foram submetidas à consulta das partes interessadas no Estado de São Paulo. Foi constatado, no entanto, que o setor não estaria preparado, em curto prazo, para medir ou ser avaliado por sistemas sofisticados, o que a fez adotar uma estrutura simplificada, com uma estratégia de implementação gradual.

Sob este aspecto, pesquisas que contribuam para o acúmulo de experiência nacional para o desenvolvimento de um sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros se mostram necessárias. Dentre as várias possibilidades, experiências na coleta e tratamento de dados necessários para a avaliação, identificação de itens relevantes da agenda ambiental local, relatos das dificuldades encontradas na aplicação do método adotado, avaliação de impacto ambiental de edifícios para definição de bases de referência, fornecem subsídio para o aprimoramento do Brasil nesse campo (SOUZA *et al.*, 2007).

Algumas empresas públicas têm desenvolvido os seus projetos de novas edificações com o objetivo de obter certificações internacionais de eco-eficiência, como o selo francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE) ou o LEED,

Em outubro 2007 foi criado o primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios a ser lançado para o setor da construção civil, o *Referencial Técnico de Certificação Edifícios do setor de serviços - método Alta Qualidade Ambiental - AQUA*, da Fundação Vanzolini. Ele tem como base o sistema francês *NF Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE®*, em particular o documento técnico *Référentiel Technique de Certification "Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE®*. Este foi adequado para a realidade brasileira pela Fundação Vanzolini, a partir de um acordo com o *Centre Scientifique et Technique Du Bâtiment - CSTB*, instituição líder na

França na área de pesquisa e desenvolvimento, e com sua filial *Certivéa*, detentoras da certificação (AULICINO, 2008).

Assim como o francês, o referencial técnico brasileiro é estruturado em duas partes que avalia o empreendimento de maneiras complementares (VANZOLINI, 2008). A primeira compreende o Sistema de Gestão do Empreendimento, que trata da gestão a ser estabelecida pelo empreendedor para assegurar a qualidade ambiental final de sua construção. A segunda corresponde à Qualidade Ambiental do Edifício, que avalia o desempenho do empreendimento de acordo com suas características técnicas e arquitetônicas. O empreendimento também é avaliado em três momentos: na fase de pré-projeto (programa de necessidades), na fase de concepção e ao final da execução da obra, para a certificação final. Para avaliar a Qualidade Ambiental do Edifício, o referencial estrutura-se em 14 categorias, propostas no documento original francês pelos trabalhos da *Association HQE®*.

Quanto à influência do sistema LEED™ no Brasil, existe um esforço por parte do *Green Building Council Brasil (GBCB)*, criado em 2007, no sentido de adaptar o sistema LEED às edificações brasileiras, conferindo o selo de "*green building*", já implementado em projetos por algumas empresas construtoras.

A partir da constatação do uso do sistema LEED™ no Brasil, e de seu potencial de disseminação no mercado, identifica-se a necessidade da elaboração de uma iniciativa local que responda de maneira consistente às demandas e particularidades nacionais, eventualmente até baseada nos pontos fortes reconhecidos no LEED™. O objetivo principal desse sistema deveria ter foco na questão mais estratégica para o contexto nacional: a grande desigualdade e baixa média de sustentabilidade dos projetos e novas construções no Brasil.

Apesar disto, a Figura 3.6 mostra que nos últimos seis anos houve um acúmulo significativo nos registros do USBCG, na busca pela certificação do sistema ambiental LEED no mercado da construção brasileira. Registra também um decréscimo dos registros no ano de 2009, podendo representar a influência da crise mundial no mercado imobiliário que atingiu a maioria dos países neste período, incluindo o Brasil.

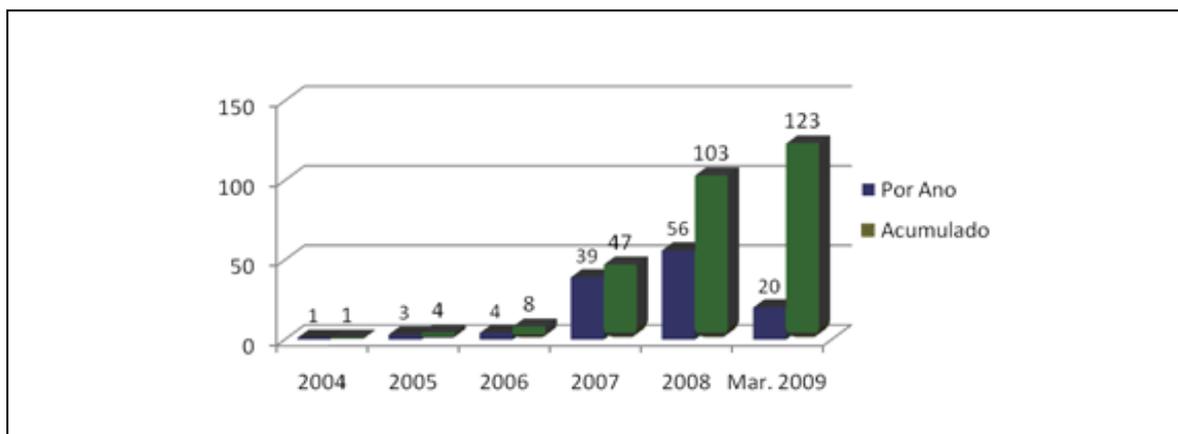


Figura 3.6 Registros do LEED no Brasil. Fonte USBCG, 2009

Recentemente, em 2007 e 2008, alguns empreendimentos no Brasil receberam a certificação com selo LEED conforme mostrado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Empreendimentos que receberam certificação com selo LEED no Brasil Fonte: USBCG 2009

<u>Nome do Projeto</u>	<u>Proprietário</u>	<u>Cidade</u>	<u>Estado</u>	<u>País</u>	<u>Nível LEED</u>
Banco Real Agencia Bancaria Granja Viana	ABN AMRO BANK	Cotia	SP	BR	<u>Silver</u> NC
Morgan Stanley	Bank Morgan Stanley Dean Witter S.A.	São Paulo	SP	BR	<u>Silver</u> EB
Delboni Auriemo - Dumont Villares	Diagnósticos da America	São Paulo	SP	BR	Silver NC
Bracor - Brazil Project	Bracor VII Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro	RJ	BR	<u>Certified</u> CS

Dentre alguns empreendimentos brasileiros registrados e que buscam a certificação estão: dois conjuntos de edifícios com escritório de mais alto padrão do país, o Rochaverá em São Paulo, o Ventura Corporate no Rio de Janeiro (HERNANDES e DUARTE, 2007); a Sede da Serasa e o Edifício Eldorado Business Tower, ambos em São Paulo e o edifício comercial de escritórios Primavera Green Office, em Florianópolis, todos desenvolvidos usando o LEED™ como norteador do processo de projeto com objetivo de certificação (TRIANA, 2006).

A procura pelo selo de certificação LEED no Brasil concentra-se na maioria nos grandes centros urbanos pois, é onde encontra-se um mercado imobiliário mais atuante e competitivo, proporcionando à indústria da construção civil a aplicação de técnicas mais arrojadas tanto em tecnologia quanto em sustentabilidade ambiental. A Figura 3.7 mostra a porcentagem de registros por estados brasileiros de empreendimentos brasileiros que buscam a certificação. O

estado de São Paulo é o que concentra maior numero de registros seguido dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul .

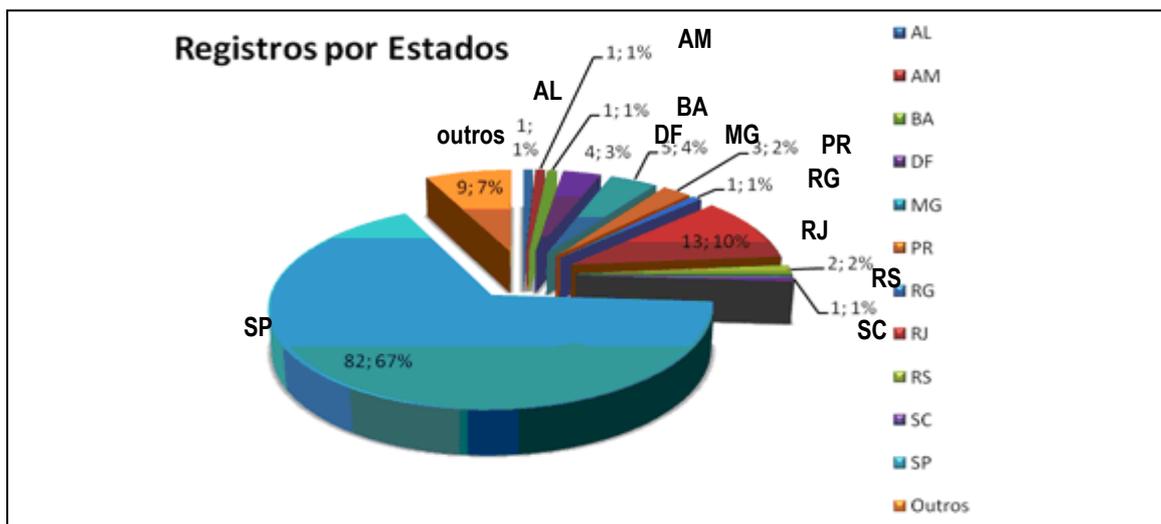


Figura 3.7 – Porcentagem de registros no USBCG por estado no Brasil Fonte: USBCG 2009

No entanto, uma das críticas que se faz a esse tipo de certificação é a pouca importância relacionada à qualidade do projeto de arquitetura propriamente dita. Em alguns casos, constata-se que edificações de baixa qualidade arquitetônica, sob o ponto de vista plástico, funcional e do conforto ambiental passivo, têm sido premiadas com selos de qualidade ambiental em virtude da quantidade de acessórios e tecnologias adicionadas ao edifício: células fotovoltaicas, reutilização de águas pluviais, utilização de materiais com selos ecológicos, acessórios tecnológicos de automação, etc. Retirados todos esses adereços, o que se tem, muitas vezes, são edificações ineficientes. Não obstante, a importância das certificações deve-se ter o cuidado para que a importação indiscriminada de selos não venha a causar a promoção de uma arquitetura nociva ao meio urbano e de alto impacto sócio-ambiental, se consideramos a sustentabilidade no sentido mais amplo, que considera as características da cultura local (SOBREIRA, *et al*, 2007).

A preocupação com desempenho, segundo Borges e Sabbatini (2008), é uma tendência irreversível no mundo todo, porém a aplicação do conceito na construção é difícil, pois depende de vários fatores como por exemplo, de acordo com esses autores, formação para conceber os projetos utilizando a abordagem de desempenho. Além disso, toda a normalização técnica existente no Brasil é prescritiva, e a migração de uma abordagem prescritiva para uma de desempenho tem se mostrado difícil na prática por várias razões, entre elas, o fato de que é

necessária, na maioria dos casos, uma mudança radical para substituir o arcabouço prescritivo existente, desenvolvido por décadas, além da própria dificuldade e falta de experiência na explicitação das necessidades dos usuários em requisitos de desempenho mensuráveis.

Desta forma, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que o conceito de desempenho possa ser efetivamente aplicado na construção civil brasileira. Contudo, além dos aspectos ambientais e do atendimento aos usuários, a aplicação do conceito de desempenho também pode ser uma boa oportunidade para a melhoria da qualidade das habitações brasileiras e da otimização dos recursos governamentais, pois a aplicação do conceito exige uma visão de longo prazo (BORGES e SABBATINI, 2008).

4. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem como proposta descrever o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. De acordo com Yin (2001), a primeira e mais importante condição para se diferenciar e optar dentre as várias estratégias de pesquisa é a identificação do tipo de questão a que o trabalho busca responder. Além de considerar o tipo de questão de pesquisa, Yin (2001) ressalta que a opção também deve ser em função do nível de controle que o pesquisador possui sobre os eventos, considerando se o foco da pesquisa é em fenômenos históricos ou em fenômenos contemporâneos. A estratégia de pesquisa escolhida para este trabalho foi o estudo de caso.

O estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas de eventos da vida real – tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores (YIN, 2001)

O método de estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo. Estudos de campo são investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência significativa do pesquisador. Seu objetivo é compreender o evento em estudo e ao mesmo tempo desenvolver teorias mais genéricas a respeito dos aspectos característicos do fenômeno observado (FIDEL, 1992).

Segundo Hamel (1993) o estudo de caso emprega várias ferramentas, como entrevistas (semi-estruturadas ou não-estruturadas), questionários, observação participante e estudos de campo, por exemplo, que devem ser escolhidas de acordo com a tarefa a ser cumprida.

Os estudos de caso realizados nesta pesquisa são chamados de empíricos, pois foram conduzidos no ambiente real e envolveram múltiplas variáveis. A Figura 4.1 apresenta o delineamento da pesquisa, através dos objetivos específicos, questões de pesquisa, estudos empíricos e os objetos de estudos das três etapas realizadas.

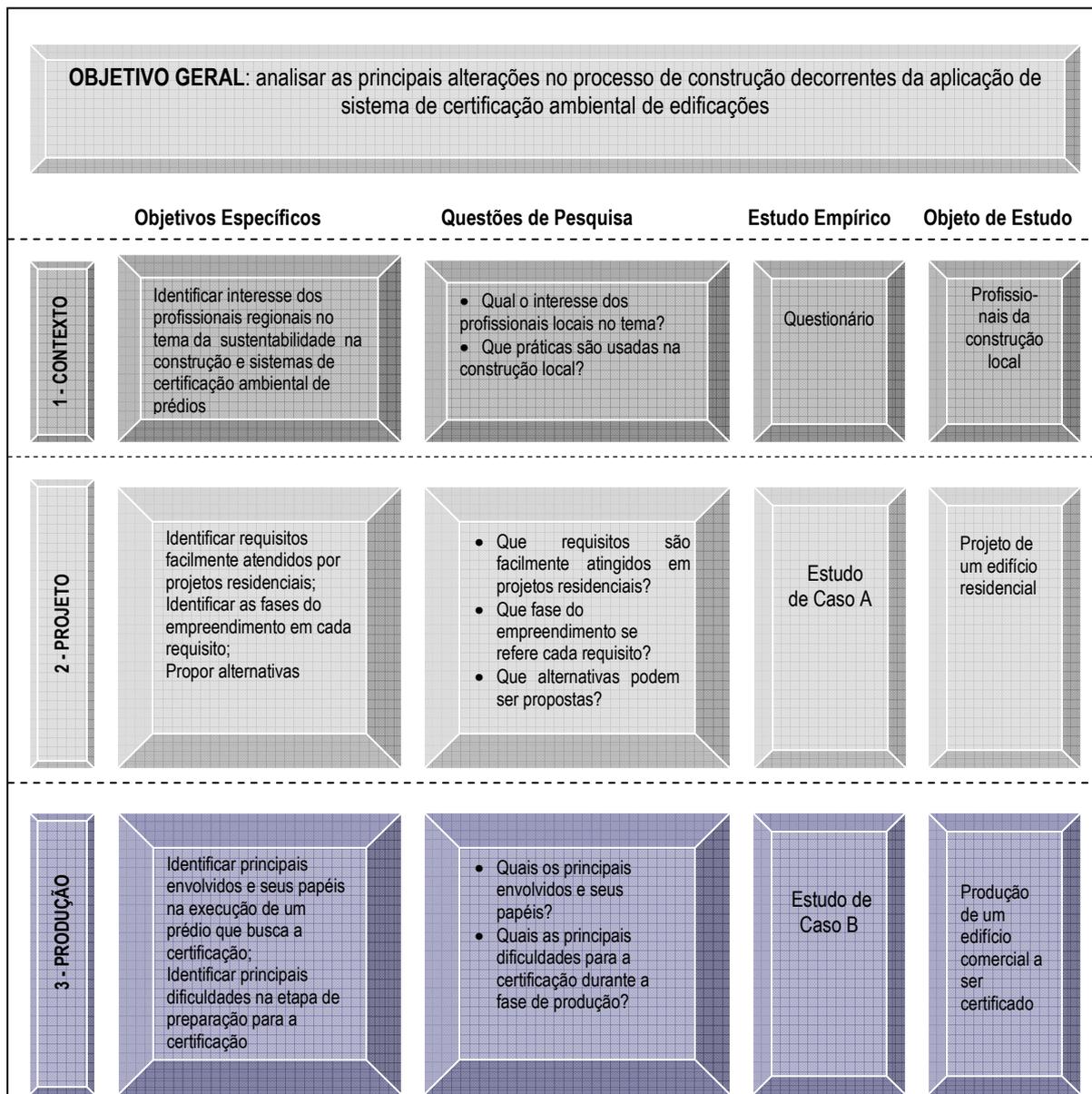


Figura 4.1 - Delineamento da pesquisa

De acordo com a Figura 4.1, realização do trabalho foi dividida em três etapas. De uma forma geral, a primeira etapa serviu de contextualização ao trabalho, abrangendo uma pesquisa em campo com profissionais da construção das cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo sobre o interesse do tema da sustentabilidade na construção, práticas aplicadas, conhecimento em sistemas de certificação ambiental. Na segunda etapa foi realizado um estudo de caso envolvendo questões de certificação ambiental na análise do produto projeto de um prédio

residencial. Por fim, a terceira etapa consistiu na realização de um estudo de caso durante a fase de produção de um prédio comercial que busca a certificação.

Durante as três etapas, o trabalho foi embasado em revisão bibliográfica sobre práticas de sustentabilidade e sistemas de avaliação e certificação, aplicados nos diferentes processos da construção civil. As referências utilizadas incluem artigos de periódicos, dissertações, teses, artigos de congressos, com foco na identificação de parâmetros propostos pelo sistema americano de avaliação de edifícios, o sistema LEED.

Tanto no Estudo de Caso A quanto no Estudo de Caso B, o sistema de avaliação ambiental de prédios estudado foi o LEED, especialmente pelo fato de este ser o sistema de certificação utilizado na obra do Estudo de Caso B. Outra razão é também por ser um sistema que vem sendo gradativamente utilizado no Brasil, com algumas obras já certificadas. Cabe ressaltar que não é intuito do trabalho realizar uma apologia a esse sistema em si, mas sim analisar o processo da construção dos prédios, identificando envolvidos, facilidades e dificuldades encontradas.

4.1 ETAPA 1 – CONTEXTO

Na primeira etapa de contextualização da pesquisa foi realizada uma investigação sobre o interesse e aplicabilidade por parte dos profissionais atuantes na construção civil local em questões de sustentabilidade e certificação ambiental. Para tanto, foi elaborado um questionário direcionado a engenheiros civis e arquitetos, composto por seis questões de respostas objetivas:

(1) você tem contato atualmente com o tema? (2) aplica práticas e conceitos de sustentabilidade nos projetos e/ou produção das obras? (3) seus clientes, quando o procuram, solicitam a aplicação de conceitos e práticas de sustentabilidade? (4) dentre os possíveis entraves ou barreiras para a aplicação e implementação de práticas sustentáveis na construção, abaixo listados, indique os três que, em sua opinião, são os mais proeminentes; (5) dentre as normas, resoluções e leis que versam sobre o tema, quais são de seu conhecimento? (6) você é favorável a programas de certificação de edifícios: “selo verde” “*green building*”?

O questionário com as opções de respostas, enviados aos profissionais, é apresentado no Anexo 1. O acesso aos profissionais foi permitido através das listas de sócios das associações de arquitetos e engenheiros civis das cidades de Novo Hamburgo e São Leopoldo.

Ao todo foram enviados 276 questionários entre os dias 14 e 15 de abril de 2008, via correio eletrônico. Esta etapa da pesquisa contou com a participação de duas bolsistas de iniciação científica, alunas do curso de Arquitetura e Urbanismo da Unisinos.

4.2 ETAPA 2: ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS AO PRODUTO PROJETO E À CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

A segunda etapa do trabalho buscou responder o objetivo específico de identificar as principais alterações a serem realizadas ao produto projeto de um prédio para a certificação ambiental, baseado na forma tradicional de projeto, ou seja, na realização de projetos inicialmente sem a preocupação de conceitos ambientais ou certificação. As questões de pesquisa que embasaram esta etapa consistem em:

- Que requisitos do sistema de certificação ambiental estudado são facilmente atendidos por um projeto residencial, desenvolvido inicialmente sem preocupação ambiental?
- A que fase do empreendimento se refere cada requisito do sistema de avaliação ambiental?
- Que alternativas podem ser propostas para atender os requisitos não atendidos?

Para a realização desta etapa da pesquisa foi realizado um convênio com uma empresa construtora da cidade de Novo Hamburgo com a realização de um estudo de caso exploratório, denominado “Estudo de Caso A”.

O objeto de estudo consistiu no projeto arquitetônico e memorial descritivo de um edifício residencial, já desenvolvido, a ser construído na Cidade de Novo Hamburgo. Segundo esses documentos, a edificação será composta por 11 pavimentos divididos em 2 subsolos com 30 vagas de estacionamento, pavimento térreo com portaria, salão de festas, apartamento do zelador, 8 pavimentos-tipo, subestação, playground, guarita e área de uso comum. Os pavimentos-tipo são compostos por 2 apartamentos de 2 dormitórios e uma suíte, sendo o último pavimento composto por duas coberturas e casa de máquinas (Figuras 4.2, 4.3 e 4.4).

A estrutura em concreto moldada no local será composta por pilares, lajes treliçadas, vigas e as paredes de vedação em blocos cerâmicos ou tijolos cerâmicos maciços, dependendo da solicitação estrutural. São previstas esquadrias internas e guarnições de madeira e externas de alumínio anodizado e ferro. A cobertura com telhas metálicas e os terraços serão

impermeabilizados com manta asfáltica. Os pisos das áreas comuns serão revestidos de lajota cerâmica e o revestimento de piso dos apartamentos será escolhido pelos proprietários.

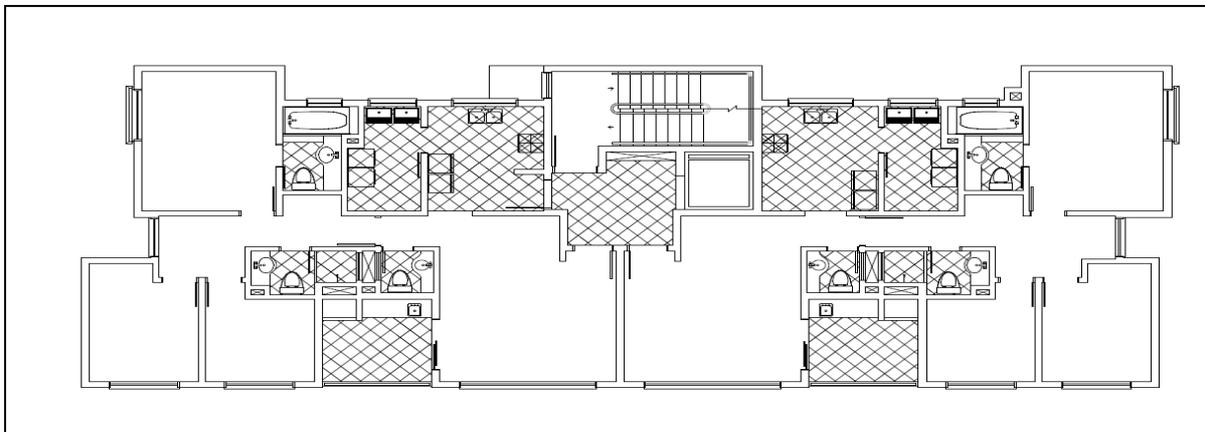


Figura.4.2 -.Planta Baixa do Pavimento Tipo.

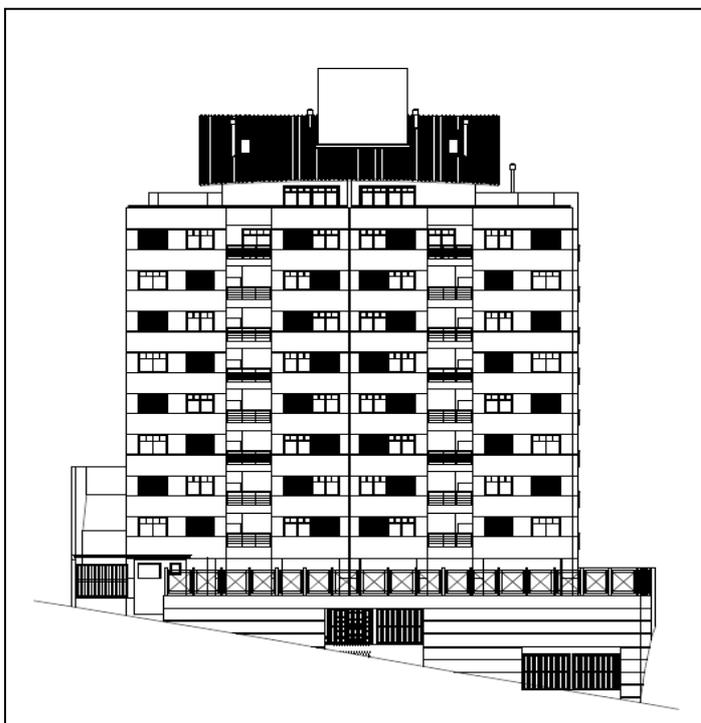


Figura 4.3 - Elevação Frontal Norte

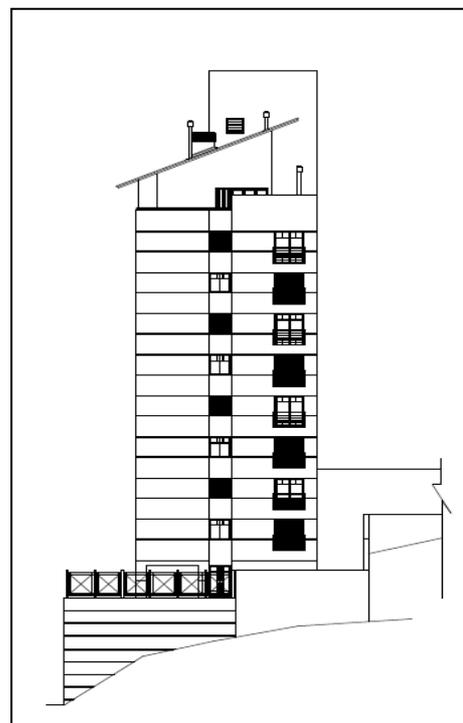


Figura 4.4 - Elevação Lateral Oeste

A primeira atividade desta etapa do trabalho consistiu na tradução da versão do sistema LEED mais adequada ao objeto de estudo. Como o sistema ainda não prevê uma versão voltada a edifícios residenciais, a análise foi realizada tomando como referência a última versão (LEED 2.2 NC) voltada a novas construções.

Em seguida o projeto e o memorial foram analisados de acordo com os parâmetros (pré-requisitos e requisitos) do sistema em cada um dos itens do sistema. Num primeiro estágio, foi identificado se o projeto atende ou não os parâmetros. Após, foi feita uma nova análise quanto aos parâmetros não atendidos, identificando aqueles que ainda poderiam ser atendidos mediante modificações no projeto ou nas fases de produção e uso, ou aqueles que não se aplicam à realidade do projeto.

Essas análises foram realizadas com auxílio de uma tabela, cujas colunas relacionam os itens do sistema, o atendimento ou não dos parâmetros, a possibilidade de atendimento dos parâmetros não atendidos, a fase do empreendimento que se relaciona com o parâmetro, e, observações e sugestões para cada um dos parâmetros analisados.

Esta etapa teve duração de quatro meses, com início no mês de abril de 2008, envolvendo a realização de reuniões entre a pesquisadora, empresa construtora e arquitetos, assim como a análise dos principais documentos do empreendimento, como projetos, memoriais e orçamento.

4.3 ETAPA 3: O PROCESSO DE PRODUÇÃO E A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

A terceira etapa do trabalho refere-se às questões de certificação de um prédio durante a fase de produção. Buscou responder os objetivos específicos de “identificar os principais envolvidos e seus respectivos papéis na etapa de preparação para a certificação durante produção de uma obra esta etapa” e “identificar as principais dificuldades encontradas”.

Para tanto foi realizado um convênio com uma empresa consultora que atuou em uma obra em São Leopoldo - RS para a realização de um estudo de caso exploratório, denominado “Estudo de Caso B”. O objeto de estudo nesta etapa foi um empreendimento comercial que se

encontrava na fase de execução. O diferencial deste empreendimento consiste na busca, por parte do cliente, da certificação do sistema de avaliação norte-americano LEED, nível "gold". A empresa com a qual o convênio foi firmado prestou consultoria quanto à certificação, e representou o cliente frente à empresa construtora da obra. A análise também foi realizada tomando como referência a última versão (LEED 2.2 NC) voltada a novas construções.

As questões de pesquisa que embasam a realização do estudo de caso consistem em:

- Quais os principais envolvidos e seus respectivos papéis na fase de preparação para a certificação durante a produção de uma obra?
- Quais as principais dificuldades encontradas?

Neste estudo de caso a mestrandia possuiu um envolvimento fortemente participativo, pois atuava como estagiária da empresa consultora, sendo responsável por tarefas como redação de relatórios, acompanhamento e fiscalização da obra, acompanhamento e participação em reuniões com fornecedores, empresa construtora e cliente.

Este estudo de caso teve duração de 13 meses, com início em abril de 2008. Nesse período os itens de certificação que tiveram maior envolvimento da pesquisadora foram: movimentação de terra e impactos de entorno na implantação da obra (prevenção e controle da poluição do solo e do ar); diretrizes e providências no processo de suprimentos (fornecedores, especificação de materiais, produtos e reciclados) e o comprometimento dos diferentes agentes envolvidos no processo para a certificação do empreendimento.

O empreendimento estudado consiste num prédio comercial dividido em dois blocos separados por um espelho d'água e locados ao longo de um eixo Leste-Oeste, orientados com as fachadas principais no sentido Norte-Sul. Cada bloco é composto por um pavimento subsolo, 3 pavimentos tipo, área de estacionamento e área de ajardinamento. A área total da edificação será de 18.893,58m². A construção será efetuada em duas fases: a primeira fase, já concluída e objeto deste estudo, constituída de subsolo, térreo, primeiro e segundo pavimentos com área total de 7.326,92m².

O prédio foi projetado com a preocupação de incorporar práticas e elementos para reduzir o impacto negativo da construção ao meio ambiente e ao entorno, mantendo ao mesmo tempo altos níveis de desempenho. O projeto teve como premissas racionalização construtiva e aproveitamento ao máximo dos elementos arquitetônicos visando menor consumo de energia da

edificação na fase pós-ocupação. A seguir algumas vistas da edificação através de maquetes eletrônicas (Figuras 4.5, 4.6, 4.7)



Figura 4.5 Vista do lado Sul da edificação



Figura 4.6 Vista do lado Oeste da edificação



Figura 4.7 Vista geral da edificação

O projeto arquitetônico contemplou um volume cujo principal elemento é a fachada de concreto com vidros expostos. Introduziu projeto sustentável através da preocupação com a localização do empreendimento no entorno, orientação solar favorável, utilização racional do solo aproveitando o desnível existente do terreno, área específica para depósito de resíduos recicláveis, e utilização de materiais regionais e com conteúdo reciclado.

Nos projetos complementares a utilização de elementos como forros e vidros especiais com brises verticais e horizontais para sombreamento nas fachadas, o controle da umidade, aberturas com vistas para o exterior e ventilação natural foram especificados para garantir o conforto acústico e térmico dentro dos padrões do sistema de certificação utilizado.

A preocupação com racionalização da energia foi solucionada através dos projetos de automação (sistema DALI – dimerização da iluminação conforme a claridade externa) e elétrica, com especificação e controle de equipamentos elétricos, ar condicionado e iluminação.

No projeto paisagístico, para atingir o controle do calor externo exigido para a certificação, foi previsto um espelho d'água entre os dois blocos e um memorial das espécies nativas (que necessitam de pouca manutenção e água) para sombreamento adequado diminuindo as ilhas de calor.

A redução do consumo de água potável é prevista com a adequação do projeto hidrossanitário, com a implantação de uma estação de tratamento total do esgoto, utilizando

água de reuso nos sanitários, sistema de refrigeração do ar condicionado e na rega de ajardinamento.

Na Figura 4.8 é apresentado um corte ilustrativo da edificação, indicando alguns dos elementos utilizados para certificação LEED, como: a implantação da edificação no terreno aproveitando a orientação solar para incidência dos raios solares tanto no inverno quanto no verão. Para o conforto térmico, utilização de brises nas fachadas laterais e superior interna (entre os dois blocos); vidros amplos proporcionando vistas do usuário para o exterior da edificação; forro acústico nos ambientes internos; controle da umidade e resfriamento do ar através de um espelho d'água entre as duas edificações e plantio de árvores para sombreamento das calçadas e estacionamento. Controle da iluminação interna conforme incidência de luz externa, para redução do consumo energético e local para usuário de bicicleta.

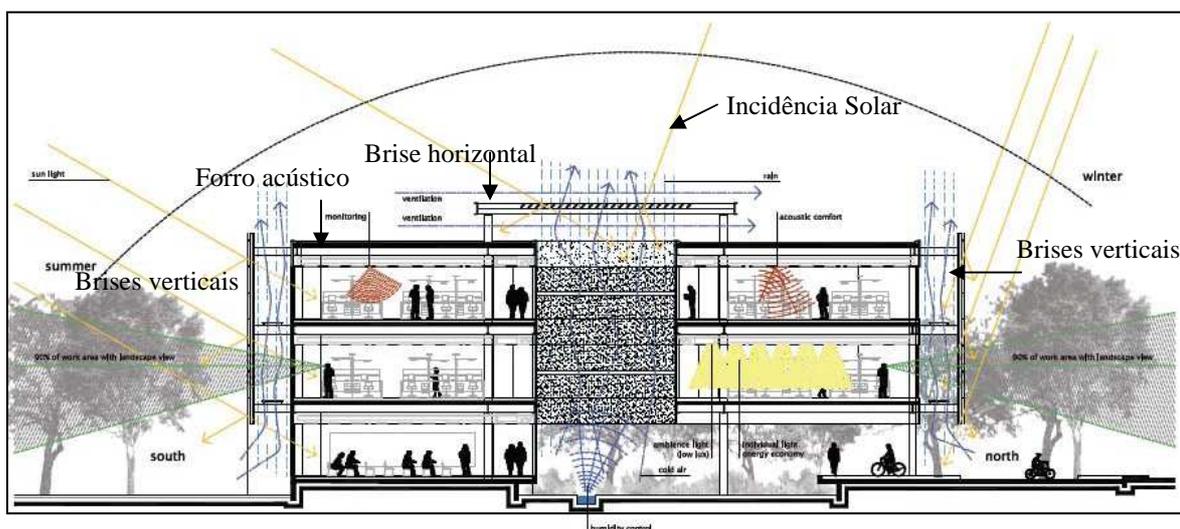


Figura 4.8. Corte ilustrativo da edificação com os elementos utilizados para a certificação LEED

Para a execução desse empreendimento o cliente contratou projetistas e uma empresa construtora. Para representar o cliente frente à empresa construtora e auxiliar questões referentes à certificação, o cliente contratou uma empresa consultora. Durante o estudo de caso, o cliente rescindiu o contrato com a primeira empresa construtora, e contratou outra empresa construtora para a conclusão da obra.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, os resultados obtidos nas três etapas da pesquisa são apresentados e analisados.

5.1 ETAPA 1 – CONTEXTO

Dos 276 questionários enviados aos engenheiros civis e arquitetos das cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo, 25 foram respondidos, o que representa um percentual de aproximadamente 9% de respondentes.

Esse número de resposta relativamente baixo leva a diferentes interpretações. Pode ter havido problemas com endereços eletrônicos, desinteresse em participar da pesquisa (ainda que haja interesse pelo tema) e/ou desinteresse pelo tema.

A Figura 5.1 demonstra que no percentual das respostas obtidas há um desinteresse ou desinformação por parte dos clientes já que, segundo os respondentes, os clientes da indústria da construção raramente ou nunca demonstram alguma preocupação ou solicitam introduzir práticas sustentáveis nos projetos.



Figura 5.1. Percentual de clientes que solicitam práticas sustentáveis

As principais barreiras e entraves apontados pelos profissionais quanto à aplicação de práticas sustentáveis na construção estão representadas na Figura 5.2 e foram: 15% alto custo

inicial; 13% desinteresse por parte do mercado consumidor; 13% distância entre academia e prática; 13% desinformação dos profissionais; 9% falta de parâmetros; 5% falhas na legislação.

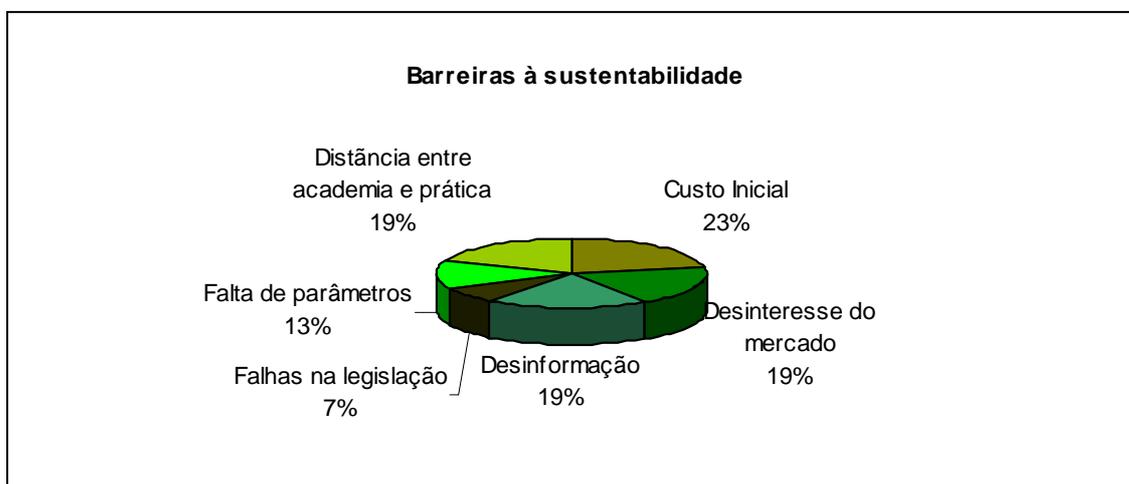


Figura 5.2. Principais barreiras e entraves apontadas pelos profissionais quanto à aplicação das práticas sustentáveis

Quanto ao conhecimento e interesse nas normas, leis e resoluções vigentes que abordam o tema sustentabilidade, mais da metade dos respondentes (54,55%) desconhece a ISO 14000, e (59,10%) afirma conhecer a resolução CONAMA 307. No que diz respeito aos sistemas de avaliação ambiental de edificações, 63,60% dos profissionais respondentes afirma que não conhece os sistemas existentes, porém 86,40% se dizem favoráveis à utilização dos sistemas, enquanto 13,60% se diz desfavorável.

5.1.1 Considerações sobre os resultados da Etapa 1

Grande parte dos profissionais que responderam ao questionário, apesar de apresentaram grande interesse pelo tema, desconhece algumas das normas vigentes e dos sistemas de avaliação ambiental de edificações. Ainda verificou-se que o fator custo faz com que estas práticas sustentáveis não sejam aplicadas e implantadas em seus projetos devido à desinformação nesta área juntamente com o desinteresse por parte do cliente e do mercado consumidor.

A distância entre estudos acadêmicos e a prática profissional bem como a falta de parâmetros de sustentabilidade também foram apontados como fatores de entrave para a aplicação e implementação de práticas sustentáveis na construção. Por último, e não menos

significativo, as falhas na legislação que ainda não possui exigências legais ou programas de conscientização na construção neste setor.

5.2 ETAPA 2 – O PROCESSO DE PROJETO E A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Assim como descrito no capítulo do método de pesquisa, os resultados da Etapa 2 do trabalho se referem ao Estudo de Caso A. Com o objetivo de responder os objetivos específicos e as questões de pesquisa propostos nessa etapa da pesquisa, os resultados são apresentados nos dois itens a seguir.

5.2.1 Requisitos atendidos, fase do empreendimento envolvida, observações e sugestões

Os requisitos do sistema de avaliação ambiental atendidos e não atendidos pelo projeto estudado, assim como a fase do empreendimento envolvida em cada requisito, são apresentados em figuras com as tabelas referentes a cada um dos seis grandes itens do sistema de avaliação utilizado (LEED): (1) Local sustentável; (2) Eficiência da água; (3) Energia e atmosfera; (4) Materiais e recursos; (5) Qualidade do ambiente interno (6) Inovação e processo de projeto.

A primeira coluna das tabelas relaciona os itens do sistema, seus pré-requisitos e requisitos. Na coluna seguinte, o projeto e memorial são analisados se atendem (At) ou não atendem (Nat) os parâmetros, utilizando-se a cor verde e vermelha, respectivamente. Na terceira coluna, os parâmetros não atendidos pelo projeto e memorial são analisados se ainda podem ser atendidos (Pat) (amarelo) ou se não se aplicam (Nap) (vermelho) à realidade do empreendimento. Na quarta coluna é identificada a fase do empreendimento que se relaciona com o parâmetro: projeto (PJ), produção (PD) e uso (U). Na última coluna são apresentadas as observações e sugestões para cada um dos parâmetros analisados.

5.2.1.1 Local sustentável

A Tabela 5.1 apresenta os resultados do item Local Sustentável.

Tabela 5.1 - Local Sustentável

Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (P J) / produção (P D) / uso (U)	Observações / Sugestões
Prevenção de poluição das atividades de construção	NA t	PA t	P J / P D	Plano de controle da sedimentação e
Escolha do local	At		P J	Dentro das exigências da legislação local, estadual, etc
Densidade de desenvolvimento & conectividade com a	At		P J	Local com infra-estrutura existente
Recuperação de locais contaminados	NA t	NA p	P J	A implantação do projeto não é em
Transportes alternativos: transporte público	At		P J	Próximo a linhas de ônibus
Transportes alternativos: bicicletário e vestiário	NA t	PA t	P J	Prever um espaço para bicicletas e
Transportes alternativos: combustível não poluente	NA t	PA t	P J	Vagas para veículos com combustível não
Transportes alternativos: capacidade do estacionamento	At		P J	Dentro das exigências da legislação local
Desenvolvimento do local: proteção ou restauro de habitat	NA t	PA t	P J / P D	Restaurar as áreas com vegetação nativa
Desenvolvimento do local: maximização de espaço aberto	At		P J / P D	Área permeável segundo exigência da
Projeto de água pluvial: controle da quantidade de água	NA t	PA t	P J	Infiltração, detenção e escoamento das
Projeto de água pluvial: controle da qualidade da água	NA t	PA t	P J	Filtros para retenção de sólidos em
Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias..)	At		P J	Mínimo de 50% dos estacionamentos no subsolo
Efeito ilha de calor, telhado	NA t	PA t	P J	Impermeabilização e cores claras/alta refletância
Redução da poluição luminosa	NA t	PA t	P J	Iluminação interna e externa não ultrapassar o entorno

a) *Prevenção da poluição das atividades da construção* (pré-requisito obrigatório): não atende; pode atender; fase de projeto e produção.

O projeto do estudo de caso possui garagens em dois subsolos. Para realizar as escavações e evitar possíveis erosões, foi projetada cortina atirantada em concreto armado. Não contempla outra atividade, mas pode atender a este requisito antes da implantação, na fase de projeto e durante a fase de construção, com implementação de um Plano de Controle da Erosão e Sedimentação de algumas atividades como: controle de poeira em suspensão através do umedecimento superficial do solo por pulverização de água; trincheiras drenantes para direcionar as águas no perímetro do canteiro; paisagismo temporário para reforçar a estabilização do solo; cercas filtrantes para contenção dentro do perímetro do canteiro dos resíduos sólidos em suspensão; lava-rodas no controle da entrada e saída de veículos no canteiro da obra.

b) *Escolha do local*: atende; fase de projeto.

O projeto atende a este requisito, pois o terreno de implantação não é reserva ecológica, não é vulnerável a inundações e nem compromete ou polui mananciais. Além disso, o projeto atende ao código de obras, plano diretor e legislação local com documentações segundo as leis federais, estaduais e municipais.

c) *Densidade de desenvolvimento e conectividade com a comunidade*: atende; fase de projeto.

O local de implantação do projeto encontra-se numa área central da cidade, portanto de grande adensamento e infra-estrutura existente, como: próximo ao transporte público, aos centros

de trabalho, a áreas residenciais, a facilidades comerciais e culturais e ao espaço verde público e em distâncias que possam ser percorridas a pé. Desta maneira evita gastos de recursos financeiros, naturais e energéticos na implantação de nova infra-estrutura.

d) Recuperação de locais contaminados: não atende; não aplica, fase de projeto.

O terreno selecionado não é uma recuperação de área industrial abandonada, de aterro sanitário ou depósito de detritos. Parte do local é um reaproveitamento de área previamente construída, mas cuja edificação existente é residencial e será demolida para implantação no novo projeto.

e) Transportes alternativos (transporte público): atende; fase de projeto.

O terreno encontra-se em torno de 400m de uma ou mais linhas de ônibus.

f) Transportes alternativos (bicicletário e vestiários): não atende, pode atender, fase de projeto.

Uma alternativa seria criar um local coberto para que 15% dos ocupantes da edificação possam guardar suas bicicletas.

O atendimento desse requisito por si só pode não ser eficaz se a cidade não oferecer facilidades ao uso de bicicletas, como ciclovias e locais para estacionamento, entre outros. Culturalmente falando, no Brasil, em poucas cidades há o uso intenso desse meio de transporte, e ocorre geralmente em cidades com topografia plana.

g) Transportes alternativo (veículos com combustível não poluente): não atende; pode atender; fase de projeto

No Brasil existe a produção do álcool e o gás como fonte combustível, portanto este requisito pode ser atendido fazendo uma seleção das vagas no projeto para no mínimo 3% dos ocupantes da edificação usuários dos veículos que utilizem algum tipo de combustível menos poluente.

h) Transportes alternativos (capacidade do estacionamento): atende, fase de projeto.

O projeto contempla aos requisitos mínimos da legislação local para a capacidade de estacionamento. Na via pública, em frente ao terreno do empreendimento, também é permitido o estacionamento de veículos de transporte público (táxis, micro-ônibus, vans, etc) capaz de atender a 5% dos ocupantes da edificação.

i) Desenvolvimento do local (proteção ou restauração de habitat): não atende; pode atender, fase de projeto e produção.

É um local que possui infra-estrutura interna como playground e áreas descobertas de uso comum. O projeto como está não contempla este requisito, mas pode ser atendido através de um projeto de paisagismo complementar onde 50% da área não construída seja vegetada com espécies nativas, adaptadas ao clima da região local (não necessitam muita manutenção e irrigação).

j) Desenvolvimento do local (maximização do espaço aberto): atende; fase de projeto e produção.

O Plano Diretor do município de Novo Hamburgo admite uma taxa de ocupação de 75% do terreno sendo a área restante permeável e com espaços abertos. O projeto analisado cumpre as exigências da legislação local, portanto atende este requisito.

k) Projeto de água pluvial (controle da quantidade de água): não atende; pode atender, fase de projeto.

Através de um projeto detalhado do local, pode ser implementado um plano de gerenciamento da água da chuva, dependendo da permeabilidade local do solo, que determine a carga máxima de chuva em um período de 24 horas para evitar enchente. Prever os fluxos naturais da água das chuvas promovendo infiltração com especificação dos tetos, jardins, superfícies permeáveis e reuso de água de chuva para usos não potáveis.

l) Projeto de água pluvial (controle da qualidade da água): não atende; pode atender; fase de projeto

Através de projeto que vise à captura e o tratamento do escoamento superficial da água da chuva usando práticas de gestão capazes de remover a carga de sólidos totais em suspensão (bacias de infiltração, faixas filtrantes vegetadas, etc) este requisito pode ser atendido.

m) Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias.): atende; fase de projeto.

As vagas de estacionamento encontram-se todas nos subsolos, portanto cobertas. Outra estratégia que pode ser considerada é usar o paisagismo para sombrear as áreas abertas impermeáveis, calçadas ou caminhos abertos, da qual o projeto prevê implantação de vegetação

adequada. Nas áreas permeáveis também pode ser utilizado material de cores claras com alta refletância.

n) Efeito ilha de calor, telhados: não atende; pode atender; fase de projeto.

Pode ser facilmente atendido através de uma modificação do projeto de cobertura, utilizando telhas de cores claras com alta refletância (75% da área do telhado) ou prever um telhado jardim. O projeto apenas contempla impermeabilização dos terraços dos apartamentos de cobertura, que auxilia em parte para reduzir o efeito de aquecimento dentro dos locais cobertos.

o) Redução da poluição luminosa: não atende, pode atender; fase de projeto.

Este requisito tem por objetivo minimizar a passagem de luz da edificação para o ambiente, através de projeto de iluminação eficiente, reduzindo o impacto do edifício no ambiente noturno. O projeto do estudo não atende esta solicitação. Propõe-se verificar o projeto de luminotécnica de interiores e no paisagismo para que a incidência luminosa não ultrapasse o perímetro do terreno.

5.2.1.2 Eficiência da Água

A Tabela 5.2 apresenta os resultados do item Eficiência da Água.

Tabela 5.2 - Eficiência da Água

	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (P) / produção (PD) / uso (U)	Observações / Sugestões
Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED				
Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50%	NA t	PA t	PJ	Reduzir o uso de água potável no
Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação	NA t	PA t	PJ	Não utilizar água potável no paisagismo
Tecnologias inovadoras para águas residuais	At		PJ/PD	Sistemas de tratamento de águas residuais
Redução do uso de água: 20% de redução	NA t	PA t	PJ	Dispositivos economizadores (bacias, torneiras, etc)
Redução do uso de água: 30% de redução	NA t	PA t	PJ	

a) Uso eficiente de água no paisagismo (reduzir em 50%): não atende; pode atender; fase de projeto.

No projeto do estudo não foi prevista nenhuma medida de redução. A implementação de algumas estratégias, no projeto de paisagismo, pode atender a este requisito tais como

tecnologia para irrigação de alta eficiência (gotejamento), usar água da chuva ou água reciclada e usar plantas nativas para reduzir a necessidade de irrigação.

b) Uso eficiente da água no paisagismo (não utilização de água potável ou sem irrigação): não atende; pode atender; fase de projeto.

Medidas como plantio de vegetação nativa adaptada ao local, aproveitamento da água da chuva, utilização de água de reuso (águas cinzas), podem ser previstas no projeto de hidráulica e paisagismo.

c) Tecnologias inovadoras para águas residuais: atende; fase de projeto e produção.

Este requisito do método visa reduzir o desperdício de água e limitar os efluentes líquidos das operações da edificação enviados para fora do local do terreno. As estratégias para esta redução consistem em tratamento de 50% dos efluentes gerado na edificação ou tratar e reter no terreno 100% das águas residuais na forma de infiltração, irrigação, reuso em bacias sanitárias, lavagens etc. O projeto do estudo prevê o tratamento de 50% dos efluentes, portanto atende este requisito.

d) Redução do uso de água (reduzir de 20% a 30%): não atende; pode atender; fase de projeto.

O requisito visa maximizar a eficiência da água na edificação para reduzir os encargos do abastecimento da água municipal e a demanda dos sistemas das águas residuais. O projeto não atende este requisito, mas pode atingir este requisito através de planos de gerenciamento para limitar o uso da água para os sistemas da edificação e as necessidades dos ocupantes (sem contar a água para irrigação). Usar alternativas eficientes como: bacias e torneiras economizadoras, sistema de descarga dual, aeradores/restritores, tecnologia a vácuo, reuso das águas cinzas nas bacias sanitárias.

5.2.1.3. Energia e atmosfera

A Tabela 5.3 apresenta os resultados do item Energia e Atmosfera.

Tabela 5.3 - Energia e atmosfera

Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (P) / produção (PD) / uso (U)	Observações / Sugestões
Pré-requisito: Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia	NA _t	PA _t	PJ/PD	Sistemas fundamentais funcionam como pretendido
Pré-requisito: Desempenho energético mínimo (redução de CFC em ar condicionado)	NA _t	PA _t	PJ	Modelos computacionais p/simular o desemp. energético condicionado
Otimização de desempenho energético	NA _t	PA _t	PJ	Sistemas reguladores de energia (boilers, isolam. térm)
Uso de energia renovável:2,5%	NA _t	PA _t	PJ	Uso de aquecimento solar, a gás, óleo, eólica, etc)
Uso de energia renovável:7,5%	NA _t	PA _t	PJ	Uso de aquecimento solar, a gás, óleo, eólica, etc)
Uso de energia renovável:12,5%	NA _t	PA _t	PJ	Uso de aquecimento solar, a gás, óleo, eólica, etc)
Comissionamento adicional	NA _t	PA _t	PJ/PD	Controle da implantação dos projetos pelos projetistas
Gestão adicional de refrigerantes (eliminação de HCFCs e Halogêneos)	NA _t	PA _t	PJ	Controle de HCFCs e Halogêneos no ar condicionado
Mensuração e Verificação	NA _t	PA _t	PJ	Monitoramento por pessoal comissionado
Energia Verde	NA _t	NA _p	PJ	35% da energia da edificação gerada por energia verde

a) *Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia (pré-requisito obrigatório):* não atende; pode atender; fase de projeto e produção

O projeto do estudo para atender este pré-requisito, deve assegurar que os elementos e sistemas fundamentais da edificação (sistemas de ventilação, calefação, ar condicionado, elétrico, hidráulico, energias renováveis, etc) estejam projetados, instalados e calibrados para funcionar como pretendido. Isto deverá ser feito através de monitoração e comprovação documentada de profissionais habilitados como relatório de testes dos equipamentos durante a fase de produção, manuais de uso e operação, especificações técnicas dos equipamentos, entre outros.

b) *Desempenho energético mínimo (pré-requisito obrigatório):* não atende; pode atender; fase de projeto.

O projeto do estudo não contempla este requisito. Com a utilização de equipamentos mais eficientes e modelos computacionais para simulação do desempenho energético da edificação e também o cumprimento de normas para o funcionamento dos sistemas, descrito em projeto elétrico complementar com assessoramento de profissional habilitado, o projeto do estudo poderá atender este requisito.

c) *Gestão fundamental de refrigerantes (pré-requisito obrigatório):* não atende; pode atender; fase de projeto.

Para cumprimento deste requisito a edificação deve evitar a utilização de equipamentos de refrigeração (ar condicionados) que eliminem CFCs (clorofluorcarbonetos). Não há nenhuma consideração a respeito deste requisito no projeto do estudo, mas pode ser adicionado através de um caderno de especificações dos equipamentos a serem instalados na edificação (manual de instalações e do usuário).

d) Otimização de desempenho energético: não atende; pode atender, fase de projeto

Para que o projeto do estudo atenda este requisito é necessário que os equipamentos a serem instalados na edificação, além de atender as especificações como mencionado no item anterior, sejam também mais eficientes (que tenham o selo PROCEL- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) como : uso de lâmpadas mais econômicas, sensores de presença nas áreas de uso comum e garagens, aquecimento solar ou a gás, bem como o desempenho térmico dos componentes da edificação (paredes, janelas e coberturas).

e) Uso de energia renovável (2,5% ou 7,5% ou 12,5%): não atende; pode atender; fase de projeto.

Para atender este requisito o projeto do estudo pode prever um sistema de coletores solares para aquecimento da água auxiliando na redução de energia ou outra energia renovável como biogás e geotérmica.

f) Comissão adicional: não atende; pode atender; fase de projeto e produção.

Este requisito pode ser atendido se houver, durante a execução e implementação do projeto, um plano de ação de atividades monitorado por pessoal comissionado e capacitado para atender da forma mais completa as exigências dos projetistas, reduzindo as alterações e retrabalhos que geram perdas de energia e custos.

g) Gestão adicional de refrigerantes (eliminação de HCFCs e Halogênios): não atende; pode atender; fase de projeto

O projeto do estudo pode atender este requisito especificando o uso de aparelhos de ar condicionado que não usem refrigerantes HCFCs (hidroclorofluorcarbonos) utilizar e monitorar o uso de equipamentos que não liberem ácido foto-oxidante, dióxido de carbono, óxido nitroso, metano e halogênios. Estes gases devem ser monitorados durante o processo de construção, pois estão associados à queima de combustíveis fósseis, na produção de energia e, durante o uso da edificação, em alguns dos equipamentos de combate ao incêndio.

h) *Mensuração e verificação*: não atende; pode atender; fase de projeto

Para atender, é necessário um investimento em equipamentos de automação para um monitoramento otimizado. Prever modificações nos projetos complementares e implantar, para cada unidade (apartamento), medidores de água e energia que são medidas de controle e podem auxiliar na redução destes consumos.

i) *Energia Verde*: não atende; não aplica, fase de projeto.

A orientação deste requisito é que seja proporcionado através de fontes renováveis ao menos 35% da eletricidade do edifício como, por exemplo, o uso de energia eólica ou energia solar através de coletores solares (células fotovoltaicas). O projeto do estudo não atende. No Brasil, a utilização regular destas energias nos projetos ainda não são muito viáveis devido ao seu alto custo e ausência de uma política ambiental para estas fontes energéticas renováveis.

5.2.1.4. *Materiais e Recursos*

A Tabela 5.4 apresenta os resultados do item Materiais e Recursos.

Tabela 5.4 - Materiais e Recursos .

Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (PJ) / produção (PD) / uso (U)	Observações / Sugestões
Pré-requisito: Armazenamento e coleta de resíduos	NA _t	PA _t	PJ	Implantar local para armazenar e coletar
Reuso de edifícios,manutenção de 75% de paredes,pisos e telhados	NA _t	NA _p	PJ	Não se aplica - edificação nova
Reuso de edifícios,manutenção de 100% de paredes,pisos e telhados	NA _t	NA _p	PJ	Não se aplica - edificação nova
Reuso de edifícios,manutenção de 50% dos elementos	NA _t	NA _p	PJ	Não se aplica - edificação nova
Gestão de resíduos de construção,evitar aterro de 50% dos RCD	NA _t	PA _t	PJ/PD	Controle de resíduos enviado para aterros
Gestão de resíduos de construção,evitar aterro de 75% dos RCD	NA _t	PA _t	PJ/PD	Controle de resíduos enviado para aterros
Reuso de materiais, 5%	NA _t	NA _p	PD	Falta de cultura e logística no Brasil
Reuso de materiais, 10%	NA _t	NA _p	PD	Falta de cultura e logística no Brasil
Teor reciclado, 10% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)	NA _t	PA _t	PD	Utilização de materiais com teor reciclado
Teor reciclado, 20% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)	NA _t	PA _t	PD	Utilização de materiais com teor reciclado
Materiais regionais,10% extraído,processado e manufaturado regionalmente	At		PD	Utilização de materiais fabricados e extraídos na região
Materiais regionais,20% extraído,processado e manufaturado regionalmente	NA _t	PA _t	PD	Utilização de materiais regionais
Materiais rapidamente renováveis	NA _t	NA _p	PD	Não viáveis de aplicação neste projeto - custo/benefício
Madeira certificada	NA _t	PA _t	PD	Uso de madeira com certificação ambiental

a) *Armazenamento e coleta de resíduos recicláveis (pré-requisito obrigatório)*: não atende; pode atender; fase de projeto e uso.

Analisando o desenho arquitetônico no projeto do estudo, verifica-se que não existem áreas destinadas aos usuários armazenarem estes resíduos. Para atender este requisito se fazem necessárias algumas medidas: i) na fase de construção, um estudo do layout no canteiro de obras com implantação de um local específico para armazenar os resíduos; ii) na fase de uso, projetar um local na edificação de fácil acesso onde os usuários possam armazenar estes resíduos para coleta posterior.

b) Reuso de edifícios, manutenção de 75% e 100% de paredes pisos e telhados: não atende; não aplica; fase de projeto

Nesta diretriz o objetivo é revitalização e renovação de estruturas existentes para edificações novas. Manter de 75% a 100% da estrutura e casca da edificação (sem incluir janelas) ou ainda manter também mais de 50% da casca (paredes, pisos, sistema de forro e teto), remover elementos que possam ser contaminantes e reformar janelas, tubulações e sistemas mecânicos. No projeto do estudo não se aplica este requisito, pois é uma construção nova.

c) Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 50% a 75% dos RCD: não atende; pode atender; fase de projeto e produção.

Com este requisito o método promove a redução do desperdício de materiais e do volume enviado para aterros, de resíduos gerados durante a construção. Para este requisito o projeto do estudo pode atender as diretrizes, desenvolvendo um plano detalhado de gestão de resíduos (Resolução 307 do CONAMA) e um monitoramento constante da produção, reciclagem e direcionamento dos resíduos durante a fase de construção. Neste requisito pode-se atingir um ponto de inovação se alcançar 100% de resíduos reciclados e desviados de aterros.

d) Reuso de materiais, 5% a 10%: não atende; não aplica; fase de produção

Requisito que incentiva o reuso de 5% a 10% (por custo) de materiais e produtos de construção (esquadrias, vidros, móveis, detalhes decorativos, guarnições, pisos) para reduzir o impacto de extração e produção dos recursos naturais no meio ambiente. O projeto do estudo não atende este requisito. No Brasil, devido à falta de uma cultura e logística apropriadas, torna-se ainda muito difícil implantar e incentivar reutilização de materiais recuperados em construções novas.

e) *Teor reciclado 10% a 20% (pós-consumo + ½ pós-industrial ou pré-consumo):* não atende; pode atender; fase de produção;

Este requisito tem o propósito de aumentar a demanda para a produção de produtos que incorporem conteúdo de materiais reciclados, reduzindo assim os impactos resultantes da extração e transformação da matéria prima. Pós-consumo: resíduos que já não podem mais ser utilizado para o propósito a que foram concebidos. Pré-consumo: resíduos de materiais retirados do fluxo ou gerados durante o processo de fabricação. Para atender este requisito, o projeto do estudo deve estabelecer uma meta, em conjunto com a fase de construção, para a utilização de materiais com conteúdo reciclado (10% ou 20%) identificando os fornecedores que possam atingir este objetivo.

f) *Materiais regionais, 10% ou 20%, extraído processado e manufaturado regionalmente:* não atende; pode atender; fase de produção.

Neste requisito deve-se analisar a aquisição dos produtos e materiais de forma a garantir que estes tenham sido extraídos, beneficiados e manufaturados num raio de 800 km do local do empreendimento, reforçando assim, o uso de recursos locais e reduzindo os impactos ambientais, resultantes de transporte. Como o local da implantação do projeto do estudo é uma região com infra-estrutura industrial e comercial, os materiais utilizados para a fase de implantação e execução do mesmo atendem a porcentagem de 10% de material regional. Pode-se neste requisito, no processo de construção, alcançar um índice de 20%, através da otimização do uso de materiais e na identificação dos fornecedores locais.

g) *Materiais rapidamente renováveis:* não atende; não se aplica; fase de produção

Renováveis são os materiais que se regeneram mais rapidamente que a demanda da extração tradicional (plantados) e colhidos num ciclo de menos de 10 anos; não afetam a biodiversidade, não aumentam a erosão nem impactam a qualidade do ar. O objetivo deste requisito é reduzir o uso (2,5% do custo total) e prevenir o esgotamento da extração da matéria prima de materiais renováveis e com ciclo de vida longo, com a substituição de materiais que podem ser renovados dentro de um curto período de tempo depois de extraídos ou colhidos (cortiça, bambu, linóleo, lã, algodão, palha, fibras naturais). Estes materiais, no projeto do estudo, não se aplicam, pois a utilização num âmbito mais abrangente na edificação envolve custos elevados, manutenção e monitoramento do período de renovação.

h) *Madeira certificada:* não atende; pode atender; fase de projeto e produção

Este requisito vem assegurar que, no mínimo, 50% (em custo) de todos os materiais ou produtos de madeira que serão incorporados à edificação, sejam certificados pelos princípios e critérios do FSC (*Forest Stewardship Council*). Estes componentes incluem, mas não se limitam a, estruturas de madeira, esquadrias de madeira, pisos em geral, rodapés, molduras, portas, batentes e acabamentos. Somente incluem materiais que fiquem permanentemente na edificação. Mobiliário pode ser incluído desde que seja parte permanente no local do uso. O projeto do estudo pode atender este requisito especificando os materiais no projeto de interiores e, durante a construção, exigir a certificação do produto dos fornecedores que processam, manufaturam e/ou vendem madeira.

FSC é uma sigla em inglês para *Forest Stewardship Council*, ou Conselho de Manejo Florestal, em português. Este conselho foi criado como o resultado de uma iniciativa para a conservação ambiental e desenvolvimento sustentável das florestas do mundo inteiro. Seu objetivo é difundir o uso racional da floresta, garantindo sua existência no longo prazo. Para atingir este objetivo, o FSC criou um conjunto de regras reconhecidas internacionalmente, chamadas Princípios e Critérios, que conciliam as salvaguardas ecológicas com os benefícios sociais e a viabilidade econômica, e são os mesmos para o mundo inteiro. O FSC atua de três maneiras: desenvolve os princípios e critérios (universais) para certificação; credencia organizações certificadoras especializadas e independentes; e apóia o desenvolvimento de padrões nacionais e regionais de manejo florestal, que servem para detalhar a aplicação dos princípios e critérios, adaptando-os à realidade de um determinado tipo de floresta. O Conselho Brasileiro de Manejo Florestal fornece o cadastro de empresas e fornecedores qualificados.

5.2.1.5 Qualidade do Ambiente Interno

A Tabela 5.5 apresenta os resultados do item Qualidade do Ambiente Interno.

Tabela 5.5 - Qualidade do Ambiente Interno

Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (P) / produção (PD) / uso (U)	Observações / Sugestões
Pré-requisito: desempenho min, de controle do ar interno	At		PJ	Conforme exigências da legislação local
Pré-requisito: controle de fumaça de cigarro	NA t	PA t	PJ/U	Controle em áreas de uso comum e pouco ventiladas
Monitoramento da tomada de ar externo	NA t	NA p	PJ/U	Não se aplica - automação com controle do CO2
Aumento de ventilação	NA t	PA t	PJ	Fluxo da ventilação - janelas, dutos etc
Plano de Gestão de qualidade do ar interno (IAQ) durante a construção	NA t	PA t	PJ/PD	Plano de Gestão da qualidade do ar durante a construção
Plano de Gestão de qualidade do ar interno (IAQ) pré-ocupação	NA t	PA t	PJ/U	Plano de Gestão da qualidade do ar durante o uso.
Materiais de baixa emissão de COV : adesivos e selantes	NA t	PA t	PD	Baixo teor de compostos orgânicos voláteis
Materiais de baixa emissão de COV : tintas e vernizes	NA t	PA t	PD	Baixo teor de compostos orgânicos voláteis
Materiais de baixa emissão de COV : sistemas de carpetes	NA t	PA t	PD	Baixo teor de compostos orgânicos voláteis
produtos de fibras agrícolas	NA t	PA t	PD	Baixo teor de compostos orgânicos voláteis
Controle de fontes químicas e poluentes internas	NA t	NA p	PJ	Edificação não manipula produtos químicos
Controlabilidade dos sistemas de iluminação	At		PJ/U	Controle individual dos sistemas de iluminação - usuário
Controlabilidade dos sistemas de conforto térmico	At		PJ/U	Controle individual dos sistemas térmicos - usuário
Conforto térmico: projeto	NA t	PA t	PJ	Projeto arquitetônico e sistemas de refrigeração/calefação
Conforto térmico: monitoramento	NA t	NA p	PJ/PD/U	Monitoramento constante automático
Iluminação natural e vistas para o exterior, iluminação natural em 75%	At		PJ	Aberturas com o máximo de iluminação e ventilação nat.
Iluminação natural e vistas para o exterior, vistas para o exterior 90%	At		PJ	Ambientes com vistas para o exterior

a) *Desempenho mínimo da qualidade do ar interno (pré-requisito obrigatório):* atende, fase de projeto

O projeto do estudo atende este requisito porque satisfaz as exigências mínimas da norma ASHRAE 62.1 – 2004 e do sistema de ventilação mecânica e atende as especificações da legislação local estabelecendo um rendimento mínimo na qualidade do ar interno na edificação, contribuindo assim, para manter o conforto e bem estar dos usuários.

No pré-requisito *Controle de fumaça de cigarro*, o projeto do estudo pode contemplar este requisito na fase de uso da edificação através de um manual do usuário, ou convenção de condomínio, para especificar e informar as áreas permitidas aos fumantes.

b) *Monitoramento de tomada de ar externo:* não atende; não se aplica; fase de projeto

Neste requisito o objetivo é verificar a maximização na eficácia da ventilação garantindo um nível satisfatório da qualidade do ar interno em locais de ocupação ventilados mecanicamente, garantindo o conforto e bem estar do usuário. Este requisito não se aplica no projeto do estudo, pois envolve monitoramento constante do rendimento da ventilação nos

espaços ocupados e do ar condicionado, de modo que permita ajustes automáticos de equipamentos no controle da medição dos níveis de CO₂.

c) *Aumento de ventilação*: não atende; pode atender; fase de projeto

O projeto do estudo pode atingir este requisito verificando as dimensões das aberturas e as trocas do ar interno e externo nos espaços e, demonstrando através de cálculos e diagramas, a orientação da edificação quanto aos ventos predominantes na região. A recomendação do método é que para edifícios naturalmente ventilados, a ventilação do ar envolva mais de 90% da área, sendo que o mínimo de 75% tenha ventilação cruzada.

d) *Plano de gestão de qualidade do ar interno durante a construção*: não atende; pode atender; fase de produção

Para atender este requisito, um plano de gestão da qualidade do ar pode ser implantado no projeto do estudo, através de uma análise no cronograma de obra para compatibilizar as atividades, antes e durante a construção da edificação com a finalidade de evitar a contaminação com poluentes nas instalações, garantindo a qualidade do ar interno e o bem estar dos trabalhadores durante as etapas de construção/reforma da edificação,

e) *Plano de gestão de qualidade do ar interno, pré-ocupação*: não atende; pode atender; fase de produção

O projeto do estudo pode atender o requisito desenvolvendo e implementando um plano de gestão da qualidade do ar interno, após a construção e antes da ocupação. Executar a ventilação do ar no interior da edificação (*Flush out*) por um período determinado para remover resíduos ou poluições emitidas, quando todos os equipamentos e acabamentos estiverem instalados, reduzindo os problemas da qualidade do ar interno resultantes do processo de construção/reforma a fim de auxiliar a manter o conforto e o bem estar dos trabalhadores e usuários da edificação

Flush out - teste de qualidade do ar interno após o término da construção e anterior à ocupação da edificação por intermédio de ensaios consistentes com o *USEPA Compendium of Methods for the Determination of Air Pollutants in Indoor Air* – Sumário de Métodos para Determinação de Poluentes Atmosféricos do Ar Interno (com mobiliário, carpetes e todos os componentes instalados antes da ocupação)

f) Materiais de baixa emissão de COV: adesivos, selantes, tintas, vernizes e sistema de carpetes: não atende; pode atender; fase de projeto e produção

O projeto do estudo, para atender este requisito, deve elaborar uma pesquisa antecipada dos materiais que serão utilizados na execução da edificação. Certificar-se dos limites aceitáveis de COV (Compostos Orgânicos Voláteis) em todos os adesivos, selantes, tintas, vernizes e revestimentos entre eles: argamassa, colas, espumas plásticas, primer, manta asfáltica e impermeabilizantes, carpetes, forrações, almofadas entre outros produtos químicos utilizados no interior da edificação para reduzir a quantidade de contaminantes do ar interno que exalem odores e sejam irritantes e/ou prejudiciais para a saúde e o conforto dos instaladores e usuários.

g) Materiais de baixa emissão de COV: madeira compósita e fibras naturais: não atende; pode atender; fase de projeto e produção

Para o projeto do estudo atender este requisito, os compostos de madeira e produtos de fibras naturais (inclusive adesivos de laminação) incorporados no interior da edificação, não devem conter resina de uréia-formaldeído. Estes componentes incluem, mas não se limitam a: piso laminado, painéis, lâminas de paredes, MDF (painéis de fibras naturais), sisal, algodão, bambu, preenchimento das portas e compensados. A proposta é reduzir a quantidade de contaminantes do ar interno que exalem odores e sejam irritantes e/ou prejudiciais para a saúde e o conforto dos instaladores e usuários.

h) Controle de fontes químicas e poluentes internas: não atende; não se aplica; fase de projeto e produção.

O projeto do estudo é uma edificação residencial e não contempla áreas ocupadas com poluentes químicos.

i) Controlabilidade dos sistemas: iluminação e do conforto térmico: atende; se aplica; fase de projeto

O projeto do estudo atende este requisito, pois os usuários têm controle individual em toda edificação sobre os sistemas de iluminação, janelas e ar condicionado garantindo condições de saúde, produtividade e conforto.

j) Conforto térmico: projeto: não atende; não se aplica; fase de projeto

O projeto do estudo não atende este requisito porque é uma edificação residencial onde os usuários monitoram individualmente suas unidades (apartamentos). Em função disso, torna-

se difícil estabelecer parâmetros de conforto térmico de acordo com a norma ASHRAE 55, incluindo controle da umidade relativa, radiante de temperatura, velocidade do ar de uma forma integrada em toda a edificação (automação no controle do ar condicionado e ventilação natural).

k) Conforto térmico: verificação: não atende; não se aplica; fase de projeto, produção e uso

O projeto do estudo para atender este requisito, deve promover, durante a fase de ocupação, uma avaliação através de uma pesquisa de satisfação dos usuários quanto ao desempenho da edificação no conforto térmico, num período de seis a dezoito meses após a ocupação. Desenvolver um plano de ação com os resultados da pesquisa para maximizar a eficiência da edificação não é uma estratégia usual nas edificações residenciais no Brasil .

l) Iluminação natural e vistas para o exterior: iluminação natural em 75%: atende; fase de projeto

Neste requisito o método prevê uma ligação entre os ambientes internos e externos através da introdução de vistas e iluminação natural nas áreas regularmente ocupadas da edificação com exigência de que o coeficiente de luz diurna seja no mínimo 2% para 75% da área de ocupação principal. O projeto do estudo atende este requisito porque o projeto arquitetônico contempla o aproveitamento da luz natural através de aberturas e insolação na maioria das áreas regularmente ocupadas, proporcionado pela localização e orientação da edificação no terreno.

m) Iluminação Natural e vistas para o exterior: vistas para o exterior em 90% dos espaços: atende; fase de projeto

O projeto do estudo atende este requisito, pois 90% dos espaços regularmente ocupados permitem visão para o exterior da edificação (não incluem depósitos, sala de máquinas e lavanderias e outras áreas de apoio).

5.1.2.6. Inovação e Processo de projeto

A Tabela 5.6 apresenta os resultados do item Inovação e Processo de Projeto.

Tabela 5.6 - Inovação e Processo de projeto

Pré-requisitos e requisitos para avaliação LEED	Atende/não atende	Pode atender/não aplica	projeto (PJ) / produção (PD) / uso (U)	Observações / Sugestões
Inovação no projeto	NA t	PA t	PJ/PD	Desempenho além dos exigidos pelo LEED
Profissional credenciado LEED	NA t	PA t	PJ/PD	credenciado

a) *Inovação em projeto*: não atende; pode atender; fase de projeto, produção e uso

Neste requisito o método proporciona buscar junto aos projetistas, cliente e usuários as possibilidades de buscarem estratégias ou medidas para serem atribuídos pontos em um desempenho excepcional, acima daqueles requeridos e que demonstrem uma abordagem abrangente na qualidade e saúde ambiente. O projeto de estudo pode buscar este requisito buscando maior eficiência no desempenho de energia, água e materiais com resíduos reciclados.

b) *Profissional credenciado LEED*: não atende; pode atender; fase de projeto e produção

O projeto do estudo pode buscar este requisito através da contratação deste profissional para acompanhar as fases desde o projeto, execução até a ocupação da edificação, que auxilie e oriente os projetos para que atendam e apliquem os requisitos da maneira mais completa agilizando o processo de certificação.

5.2.2 Possíveis Alternativas

A seguir são apresentadas algumas propostas que podem ser facilmente implementadas no atendimento de requisitos não atendidos para que o projeto de estudo possa implementar práticas de sustentabilidade com base nos requisitos do sistema de avaliação ambiental estudado:

a) *Local sustentável*:

Na fase de implantação e construção prever um plano de controle da erosão e sedimentação do local; no projeto prever um local onde os usuários possam guardar suas bicicletas, projetar vagas de estacionamento para transportes que utilizem combustíveis menos poluentes (álcool e gás), projetar áreas permeáveis com escoamento da água da chuva e filtragem de resíduos sólidos em suspensão; no projeto de paisagismo selecionar espécies de vegetação nativa (requerem menos manutenção); para diminuir o efeito de calor prever um telhado jardim ou utilizar materiais com alta reflectância, utilizar cores claras com sombreamento

nas áreas abertas pavimentadas, controlar a iluminação externa no projeto elétrico para que não ultrapasse o perímetro da edificação.

b) Eficiência da água:

Prever no projeto hidráulico um sistema de aproveitamento da água da chuva para irrigação, em sistemas de calefação a água, uso em bacias sanitárias e lavagens de pisos nas áreas comuns. Prever outras medidas eficientes como medidores de consumo individuais (por apartamento), bacias e torneiras economizadoras com sistema de descarga dual, aeradores/restritores, tecnologia a vácuo e reuso das águas cinzas nas bacias sanitárias (provenientes dos chuveiros, tanques, máquinas de lavar roupas e louças, pias de cozinha e banheiro).

c) Energia e atmosfera:

Controle da emissão de CFCs dos sistemas de refrigeração através de um caderno de especificações dos equipamentos a serem instalados na edificação (manual de instalações e manual do usuário); no projeto elétrico especificar lâmpadas mais econômicas, sensores de presença nas áreas de uso comum e garagens, prever um sistema de coletores solares ou a gás para aquecimento da água, especificar o desempenho térmico dos componentes da edificação (paredes, janelas, vidros e coberturas) e medidores individuais (por apartamento) auxiliando na redução do consumo de energia.

d) Materiais e recursos:

Projetar local adequado para materiais recicláveis durante a construção e, na fase de uso, prever a redução e gestão do envio de resíduos para aterros durante a construção; especificar materiais fabricados e manufaturados regionalmente; usar materiais com conteúdo reciclado e utilizar madeira certificada.

e) Qualidade do ambiente interno:

Especificar em projeto as áreas permitidas aos fumantes e informar através de um manual do usuário ou convenção de condomínio; projetar dimensões das aberturas para permitir trocas do ar interno e externo satisfatório, reduzindo o uso do ar condicionado bem como maior aproveitamento da incidência da luz natural e vistas para o exterior nos espaços ocupados; prever um plano de controle da poluição do ar durante e após a construção; especificar materiais

que emitam baixo teor de compostos orgânicos voláteis como tintas, vernizes, carpetes, solventes, fibras, colas, espumas etc.

5.2.3 Considerações sobre os resultados da Etapa 2

Analisando as categorias e os requisitos propostos pelo sistema de avaliação utilizado no projeto do estudo, percebe-se a existência de aspectos que devem ser contemplados na fase de concepção do projeto, na fase de produção (desde a implantação do empreendimento no local, na interface destas duas fases – projeto/produção) e na fase de uso e manutenção, os quais requerem envolvimento dos usuários como um todo.

Os requisitos propostos pelo sistema estudado permitem visualizar que a fase de concepção do projeto tem um papel significativo, senão o mais significativo, na maioria dos quesitos considerados solicitados pelo sistema de avaliação. A concepção do projeto deve considerar todo o ciclo de vida da edificação e seus componentes, de forma que as escolhas sejam as menos impactantes possíveis em cada etapa.

Embora o interesse da empresa construtora não seja a certificação em si, a título ilustrativo é possível verificar a classificação atingida pelo projeto, considerando a pontuação dos créditos atendidos, conforme é apresentada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Pontuação atingida pelo projeto de estudo

Categoria	Pontuação do projeto do estudo
Local Sustentável	6
Eficiência da água	1
Energia e Atmosfera	0
Materiais e Recursos	1
Qualidade do Ambiente Interno	5
Inovação e processo de Projeto	0
Total de pontos	13

Verifica-se que projeto do estudo não se classifica em nenhuma categoria de pontuação dos créditos atendidos pelo sistema estudado, pois a pontuação para o nível Certificado é de 26 a 32 pontos; Prata de 33 a 38 pontos; Ouro de 39 a 51 pontos; e Platina de 52 a 69 ou mais pontos.

Contudo, vários requisitos considerados pelo sistema de avaliação são de fácil implantação. Outros, para serem atendidos, dependem de um pouco mais de empenho e custos, desenvolvimento tanto tecnológico como de projeto, e outros só serão atendidos na fase de uso da edificação. Alguns dos quesitos não são claros ou não se aplicam por serem avaliados por normas americanas e internacionais, diferentes das brasileiras.

5.3 ETAPA 3 – O PROCESSO DE PRODUÇÃO E A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Os resultados da Etapa 3 do trabalho se referem ao Estudo de Caso B e serão apresentados nos dois itens a seguir, buscando atingir os objetivos específicos e responder às questões de pesquisa propostos nessa etapa da pesquisa.

5.3.1 Principais envolvidos e respectivos papéis na execução de um prédio que busca a certificação ambiental

Analisando a etapa de produção da obra a ser certificada, verificou-se que houve o envolvimento e a participação dos projetistas, da construtora, dos fornecedores e do empreendedor, sendo uns mais intensamente solicitados que outros, envolvendo os processos de projeto e produção.

A Tabela 5.8 foi desenvolvida para apresentar os requisitos do sistema de avaliação atendidos pelo empreendimento (primeira coluna), indicando dois momentos: (i) o maior responsável por solucionar cada requisito e a fase do processo na qual a solução do requisito foi definida (segunda coluna); (ii) o maior envolvido na realização da solução definida e a fase correspondente (terceira coluna). Como responsáveis ou envolvidos foram considerados construtor, projetista e empreendedor, e as fases consideradas foram projeto, produção e uso.

Tabela 5.8 - Créditos e respectivos responsáveis, envolvidos e fase do processo

<i>Local Sustentável</i>	<i>Definição da solução Responsável/fase</i>	<i>Realização da solução Envolvidos/fase</i>
Prevenção de poluição das atividades de construção	Construtor/ produção	Construtor/produção
Escolha do local	Projetista/ projeto	Empreendedor/ projeto
Densidade de desenvolvimento & Conectividade com a comunidade	Projetista/ projeto	Empreendedor/ projeto
Transporte alternativo: acesso ao transporte público	Projetista/ projeto	Empreendedor/ projeto

Transporte alternativo: armazenamento de bicicletas e vestiários	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Transporte alternativo: veículos com baixa emissão e eficientes no uso de combustível	Projetista/ projeto	Empreendedor/ Uso
Transporte alternativo: capacidade de estacionamento	Projetista/ projeto	Empreendedor/ Uso
Desenvolvimento do local: proteção ou restauração do habitat	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Desenvolvimento do local: maximização do espaço aberto	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias,..)	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Efeito ilha de calor, telhado	Projetista/ projeto	Construtor/produção

<i>Eficiência da água</i>	<i>Definição da solução Responsável/fase</i>	<i>Realização da solução Envolvidos/fase</i>
Uso eficiente da água no paisagismo, reduzir em 50%	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Uso eficiente da água no paisagismo, não utilizar água potável ou não irrigar	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Tecnologias inovadoras para águas residuais	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Redução no uso da água: 20% de redução	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Redução no uso da água: redução de 30%	Projetista/ projeto	Construtor/produção

<i>Energia e Atmosfera</i>	<i>Definição da solução Responsável/fase</i>	<i>Realização da solução Envolvidos/fase</i>
Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia	Empreendedor/ projeto	Construtor/produção
Desempenho energético mínimo	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Gestão fundamental de refrigerantes (redução de CFC)	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Otimização do desempenho energético	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Comissionamento adicional	Empreendedor/ projeto	Construtor/produção
Gestão adicional de refrigerantes (eliminação de HCFC e Halogênios)	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Medição e Verificação	Projetista/ projeto	Construtor/produção

<i>Materiais e Recursos</i>	<i>Definição da solução Responsável/fase</i>	<i>Realização da solução Envolvidos/fase</i>
Armazenamento e coleta de resíduos recicláveis	Projetista/ projeto	Empreendedor/ uso
Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 50% dos RCD	Construtor/produção	Construtor/produção
Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 75% dos RCD	Construtor/produção	Construtor/produção
Teor reciclado, 10% (pós-consumo + ½ pós-industrial)	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Teor reciclado, 20% (pós-consumo + ½ pós-industrial)	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Materiais regionais, 10% extraído, processado e manufaturado regionalmente	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Materiais regionais, 20% extraído, processado e manufaturado regionalmente	Projetista/ projeto	Construtor/produção

Madeira certificada	Projetista/ projeto	Construtor/produção
---------------------	---------------------	---------------------

Qualidade do Ambiente interno	Definição da solução Responsável/fase	Realização da solução Envolvidos/fase
Desempenho mínimo da qualidade do ar interno	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Controle de fumaça de cigarro	Projetista/ projeto	Empreendedor/ Uso
Monitoramento da tomada de ar externo	Projetista/ projeto	Empreendedor/ Uso
Plano de gestão da qualidade do ar interno durante a construção	Construtor/produção	Construtor/produção
Plano de gestão da qualidade do ar interno pré ocupação	Construtor /produção	Construtor/produção
Materiais de baixa emissão de COV, adesivos e selantes usados no interior	Projetista/ projeto	
Materiais de baixa emissão de COV, tintas e vernizes	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Materiais de baixa emissão de COV, sistemas de carpetes	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Materiais de baixa emissão de COV, madeira compósita & produtos de fibras agrícolas	Projetista/ projeto	Construtor/produção
Conforto térmico: projeto	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Conforto térmico: verificação	Projetista/ projeto	Empreendedor/ Uso
Iluminação natural e vistas para o exterior, iluminação natural em 75% dos locais	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Iluminação natural e vistas para o exterior, vistas para o exterior em 90% dos locais	Projetista/ projeto	Projetista/ projeto
Inovação & Projeto	Definição da solução Responsável/fase	Realização da solução Envolvidos/fase
Inovação em projeto	Projetista/projeto Construtor/ produção Empreendedor/ Projeto	Projetista/projeto Construtor/ produção Empreendedor/ Uso
Profissional credenciado LEED	Profissional LEED	Profissional LEED

De uma forma geral, a partir da Figura 5.8 é possível identificar que as seis categorias de impactos ambientais abordadas no sistema de avaliação requerem diferentes participações dos principais envolvidos para atingir os créditos previstos. No item Local Sustentável, o responsável pelas soluções da grande maioria dos créditos é o projetista, durante a fase de projeto, porém os responsáveis pela realização da solução proposta pode ocorrer nas três fases (projeto, produção e uso), envolvendo a participação do construtor e empreendedor. Na categoria Eficiência da Água, as soluções são definidas pelos projetistas na fase de projeto e são realizadas pela construtora na fase de produção. No item Energia e Atmosfera, a definição da solução dos seis créditos ocorre na fase de projeto, envolvendo os projetistas em quatro créditos e o empreendedor em dois. A realização da solução envolve as fases de projeto e produção, e a

participação de projetistas e construtores. Na categoria Materiais e Recursos, as soluções são definidas por projetistas e construtores nas fases de projeto e produção, sendo realizadas nas fases de produção e uso, pelo construtor e empreendedor. O item Qualidade do Ambiente interno envolve créditos que requerem soluções definidas nas fases de projeto e produção, envolvendo a participação de projetistas e construtor, sendo realizadas nas fases de projeto, produção e uso, por projetistas, construtor e empreendedor. Por último, na categoria Inovação e Projeto, as soluções são definidas e realizadas nas fases de projeto e produção, envolvendo projetistas, construtor, empreendedor e profissional LEED.

A seguir, com base na realização do Estudo de Caso B é descrito o envolvimento dos projetistas, da construtora, dos fornecedores e do empreendedor na fase de produção da obra estudada.

5.3.1.2 Projetistas

Para a concretização deste empreendimento, foi realizado um concurso onde projetos concorreram, sendo escolhido aquele que melhor atingiu as determinações da concepção exigida pelo empreendedor, ou seja, aplicação de parâmetros que atendessem às especificações determinadas pelo sistema escolhido – o sistema de certificação ambiental americano LEED.

O envolvimento dos projetistas demonstrou ser o mais importante de todo o procedimento, pois pode ser considerado o principal determinante para o empreendimento atingir as características ambientais exigidas pelo processo de certificação. Este envolvimento ocorreu não só na fase de concepção do projeto, mas durante toda a fase de execução, pois ocorreram algumas revisões para aperfeiçoar o desempenho da edificação. Como exemplos de modificações podem ser citados o comportamento de absorção do solo, que se mostrou diferente ao considerado na etapa de projeto e a troca do sistema de ar-condicionado solicitado pelo cliente. O envolvimento dos projetistas, em especial do arquiteto na fase de execução se deu por meio de reuniões por fone-conferência e por visitas no local para discutir modificações de projetos.

Um dos diferenciais desta obra foi a utilização do memorial descritivo realizado na etapa de projeto com extensas e detalhadas especificações e definições das características construtivas em cada projeto complementar, da descrição detalhada em memoriais de todo o

material a ser empregado, bem como as formas de execução que foram definidas antes da fase de produção, tendo em vista os desempenhos determinados pelo sistema de avaliação ambiental, ao contrário do que ocorre tradicionalmente no processo de projeto, onde muitas vezes as definições são realizadas durante a fase de produção. Como exemplo, os equipamentos a serem utilizados na execução, foram especificados em termos de consumo de energia, geração de ruídos, com aplicação e comprovação de ensaios de simulação energética, e a utilização da setorização da iluminação através de projeto de automação com dispositivos que medem o fluxo luminoso. Outro exemplo é a especificação de vidros e esquadrias que exigiram a realização de testes e simulações em laboratórios americanos, quanto à refletância, estanqueidade e isolamento térmico (base na norma ASHRAE 90.1/2004). No projeto estrutural, a especificação de formas de PVC (cubetas) para a confecção das lajes e aplicação de papelão tratado para confecção de pilares, em substituição das tradicionais formas de madeira, também foram procedimentos adotados pelos projetistas visando economia e contribuindo para minimização do impacto ambiental. Na pavimentação das áreas externas e internas, bem como para os tampos das pias dos sanitários, os projetistas especificaram a utilização da pedra basalto que, além de atender as exigências da certificação ambiental, também contribui para o desenvolvimento da economia local. No projeto de paisagismo, a especificação de uma vegetação que exigisse menos manutenção e consumo de água, bem como espécies nativas oriundas da região, contribuíram para garantir a pontuação do método de certificação.

5.3.1.2 Construtora

Devido a uma solicitação do empreendedor, a exigência para a contratação da construtora foi o conhecimento e adequação da mesma para execução da obra dentro dos parâmetros ambientais solicitados para certificação internacional escolhida.

A construtora teve uma participação efetiva em todo o processo que envolveu desde a contratação da mão-de-obra e dos fornecedores até a conclusão e entrega efetiva da edificação.

Neste estudo de caso a construção do empreendimento se desenvolveu em dois momentos. Num primeiro momento com a contratação pelo empreendedor de uma construtora de outro estado, denominada Construtora A, que teve a sua atuação na obra a partir de Novembro de 2007 e se prolongou até Novembro de 2008, quando o empreendedor cancelou o contrato com a mesma. Num segundo momento, o empreendedor contratou uma construtora do

estado, denominada Construtora B, que assumiu em Dezembro de 2008, permanecendo até a conclusão da obra.

Esta decisão por parte do empreendedor deu-se em função de que a Construtora A demonstrou que, além de não cumprir o prazo estipulado de entrega da obra, não estava atendendo uma série de questões necessárias de qualidade e de especificações dentro dos padrões internacionais LEED, para a certificação Gold da edificação. Como consequência deste descomprometimento ocorreram retrabalhos e atraso no prazo de entrega da obra.

Como importante diferencial à primeira empresa, a construtora B contratou um profissional capacitado para orientar e esclarecer as equipes de trabalhadores bem como produzir documentação necessária dentro das exigências e padrões da certificação escolhida, garantindo assim a satisfação do cliente.

Em termos de envolvimento com a certificação, diferentemente de uma obra tradicional, nesta obra as construtoras tiveram que solicitar diferentes documentos dos fornecedores quanto à especificação dos produtos, como: declaração ambiental, ficha técnica (composição química, reciclados), regionalidade (distância do fornecimento à obra). Além desta documentação, a construtora teve que comprovar a gestão dos resíduos da obra, gerando documentação comprobatória do resíduo destinado a aterros, especificando o material, transportador e destino final. Por fim, um importante papel desempenhado foi quanto a cuidados especiais no canteiro da obra, em termos de poeira, ruídos e erosão.

A construtora também participou de decisões construtivas auxiliando na revisão e viabilizando soluções juntamente com os arquitetos e o empreendedor.

5.3.1.3 Fornecedores

Os fornecedores tiveram uma participação singular no esforço de entregar o produto dentro dos padrões exigidos pelos projetistas e pelo empreendedor para garantir a certificação do empreendimento. Alguns tiveram um envolvimento mais intenso, pois buscaram, além da venda, um diferencial de mercado, adaptando o produto às exigências ambientais solicitadas, como o exemplo da concreteira, que modificou a composição do concreto fornecido à obra com a substituição de 25% da areia por resíduo de britagem de pedra. A escolha da construtora e do empreendedor foi, em grande parte, por fornecedores e materiais regionais que, além de contar

na pontuação para certificação, também agilizaram o processo em função do custo e disponibilidade dos mesmos.

5.3.1.4 Empreendedor

O empreendedor atuou significativamente em todo o processo e teve um papel decisivo desde a concepção do projeto até escolha dos materiais, a qualidade, funcionalidade, cores, mobiliário, análise de custos, modificações e acabamentos dos elementos integrantes do empreendimento. Para tratar das questões ligadas à certificação, o empreendedor contratou uma empresa fiscalizadora, um profissional credenciado LEED e um gerente de comissionamento.

- Empresa Fiscalizadora

Para auxiliar nas decisões construtivas e execução da obra, o empreendedor contou com a colaboração de uma Empresa Fiscalizadora que atuou ativa e integralmente junto ao canteiro de obras e na interface com os projetistas para garantir a qualidade dos serviços. Reuniões semanais foram realizadas com a participação do empreendedor, projetistas, construtora e fiscalizadora e que foram documentadas através da confecção de atas. As reuniões que ocorreram entre fornecedores, construtora, empreendedor e fiscalizadora, foram decisivas para a definição do processo de fornecimento e recebimento de materiais empregados na obra conforme exigência do empreendedor e do sistema de certificação. Como documentação, foram realizados relatórios descritivos e fotográficos para conferência da qualidade dos trabalhos e conferência do uso dos materiais conforme especificações dos projetistas. Além disso, foram realizadas reuniões entre o cliente a construtora e fiscalizadora no acompanhamento do cronograma físico para garantir que os prazos fossem cumpridos. A atuação da fiscalizadora se deu também após a conclusão da obra, na fase pós-ocupação, para acompanhar e documentar as atividades exigidas pela certificação. Enfim, o principal papel da empresa fiscalizadora foi de garantir as expectativas do empreendedor para o desempenho e certificação ambiental da edificação.

- Profissional LEED

Visando aprimorar e garantir o processo de certificação, o empreendedor também optou pela contratação de um profissional credenciado pelo método de certificação LEED que atuou ativamente na forma de visitas e reuniões à obra. Este profissional foi o orientador de decisões e informações cruciais sobre o processo de certificação, sendo também responsável pela organização da documentação exigida para envio ao USGBC.

- Gerente de comissionamento

Outro profissional contratado pelo empreendedor foi o gerente de comissionamento, cujo principal papel é verificar e garantir que os sistemas relacionados à área de energia estão instalados, calibrados e com as características de desempenho conforme os Requisitos de Projeto do Proprietário, as Bases do Projeto e os documentos da construção.

Os benefícios do Comissionamento incluem a redução do consumo de energia, custos operacionais menores, menor quantidade de chamadas aos instaladores para reparos/correções, melhor documentação, melhoria na produtividade dos usuários e a garantia da verificação que os sistemas apresentam um desempenho conforme os Requisitos de Projeto do Proprietário.

Os sistemas relacionados à energia foram completamente comissionados (através das atividades do processo de comissionamento) por profissional qualificado contratado pelo empreendedor atendendo as exigências do sistema de certificação. Os sistemas comissionados foram os de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração, iluminação, sistemas de água quente.

5.3.2 Dificuldades encontradas

As dificuldades encontradas pelos envolvidos para implantar e garantir a certificação ambiental da edificação na fase de produção são descritas a seguir, seguindo como referência as seis categorias do sistema de avaliação.

5.3.2.1 Local sustentável

Nesta categoria a Construtora teve um papel primordial para que fosse atingido o pré-requisito exigido pela certificação, através da confecção de um plano de prevenção da poluição nas atividades de construção.

A Construtora A encontrou dificuldades na elaboração deste plano para conter o processo de erosão e sedimentação, pois não é uma prática usual na construção civil (exceto por alguns itens, como o lava-rodas, cujo uso tem sido cada vez mais exigido em diferentes tipos de construção) e também pelas equipes de trabalho que não foram orientadas corretamente pois desconheciam o processo.

Apesar de ter um conhecimento maior do processo de certificação, a dificuldade maior encontrada pela Construtora B foi o planejamento e ordenamento de atividades que levassem à redução de movimentação e exposição de solo. Verificações periódicas das medidas tomadas para a minimização da erosão foram necessárias, bem como a manutenção de diversos itens como o lava-rodas, o lava-bica para caminhão de concreto, as proteções com material geotêxtil nas bocas de lobo, os anteparos junto aos pés de taludes e as lonas para proteção dos taludes. Como se trata de um pré-requisito, o controle da erosão e sedimentação mereceu uma atenção especial por parte da construtora, pois, segundo a análise do solo realizada, o terreno mostrou ser pouco permeável o que contribuiu para que houvessem áreas alagadas e com escoamento lento em alguns pontos do terreno, principalmente em períodos de chuva.

No crédito Ilhas de Calor, as construtoras tiveram um papel importante e difícil na identificação e compra de materiais com alta reflectância. Neste caso, tiveram de trabalhar em conjunto com o arquiteto e cliente na escolha de materiais que atendessem, simultaneamente, às necessidades estéticas e aos requisitos da certificação. Como exemplo, na cobertura da edificação, a colocação de uma camada de pedrisco branco em substituição a última camada de impermeabilização mecânica, para atender o índice de reflectância exigida pelo método de certificação. A dificuldade foi o deslocamento deste material até a cobertura, exigindo da construtora a contratação de maquinário especializado.

No item Redução de Poluição Luminosa, o empreendedor acatou a decisão do projetista, que foi enfático e não concordou com a redução da iluminação externa, não atendendo assim a pontuação nesta categoria.

5.3.2.2 Eficiência da água

Não houve, por parte dos projetistas, um estudo para recolhimento e aproveitamento da água da chuva, levando o empreendimento a não atingir a pontuação para certificação no crédito Projeto da Quantidade e Qualidade da Água Pluvial. Diante disto, o empreendedor buscou alternativa para redução do consumo de água potável com a construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, onde 100% do esgoto produzido na edificação será tratado e a água será reutilizada em vasos sanitários e regas de jardim, garantindo assim a pontuação na categoria Eficiência da água. Outra particularidade foi que, devido as características pouco permeáveis do solo, a ETE foi executada com uma estrutura de tratamento ao nível do solo e não enterrada .

Neste crédito a Construtora A teve um envolvimento parcial monitorando apenas o processo de montagem e funcionamento inicial do sistema, ficando ao encargo do empreendedor a manutenção e operação do mesmo.

5.3.2.3 *Energia e Atmosfera*

Como o principal elemento da edificação é a fachada de concreto com vidros expostos, a maior dificuldade encontrada nesta categoria foi a análise dos vidros para comprovação da simulação energética da edificação. Como a Construtora A não estava preparada sobre as questões que envolviam a certificação, ocorreu que na compra e na etapa de vedação da edificação esta análise dos vidros não havia sido realizada, gerando atraso na execução e colocando em risco a certificação que o empreendedor buscava.

No período em que a Construtora B assumiu a execução, foram realizados testes por laboratório credenciado no exterior e procedimentos de ensaio estabelecidos pelo NFRC (NFRC 100, NFRC 200 e NFRC 400) da *National Fenestration Rating Council* (www.nfrc.org) onde devem ser apresentados valores de *U factor* (coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado) que depende de três fatores fundamentais: as características técnicas dos vidros, a qualidade da caixilharia e o grau de proteção oferecido pelo sistema de sombreamento exterior. Este conjunto de fatores deve conseguir reduzir as perdas térmicas do interior para o exterior, para que sejam criadas condições de conforto no interior e junto do mesmo, e deve controlar os ganhos de calor do exterior para o interior. Outra análise é do SHGC (*Solar Heat Gain Coefficient* – coeficiente de ganho de calor solar) que mede a fração de radiação solar incidente através de um vidro – quanto menor o coeficiente menor o calor transmitido para o ambiente. Também foi feita a análise dos vidros conforme exigências mandatórias da norma ASHRAE 90.1/2004 (itens 5.4.2 e 5.8.2). Isto tornou o processo lento e oneroso tanto para o empreendedor quanto para a construtora.

5.3.2.4 *Materiais e Recursos*

Esta categoria concentra o maior número de créditos sob a responsabilidade da construtora no processo de certificação. Uma dificuldade encontrada, tanto pela Construtora A quanto pela Construtora B na obtenção deste crédito, residiu no fato de encontrar empresa que fizesse o reaproveitamento final de determinados resíduos. Resíduos como lâ de rocha, lâ de vidro e gesso não possuem reutilização definida no mercado. Outros resíduos são de mais fácil

reaproveitamento devido à cultura já aplicada de reciclagem no mercado brasileiro. Encontrar produtos com conteúdo reciclado que apresentem informações claras sobre o percentual de material reciclado incorporado ao processo de fabricação também foi outro entrave no processo para ambas construtoras, tendo a Construtora B maior empenho na pesquisa destes materiais. A Construtora A, pela falta de informações sobre as exigências do processo, muitas vezes não obteve qualidade nos serviços executados, em desacordo com o que foi especificado pelos projetistas e pelo empreendedor.

Grande parte dos produtos empregados na construção do empreendimento foram encontrados em um raio de 800km do local da obra, o que facilitou a obtenção do crédito Materiais Regionais. A dificuldade, aqui, foi planejar com antecedência e de forma alinhada com o arquiteto a especificação e as alternativas disponíveis, pois para o processo de certificação o método exige que haja uma comprovação da origem dos materiais através da rastreabilidade de documentos. Um exemplo foi na aquisição da vegetação especificada pelo projeto de paisagismo. O projeto foi concebido por projetistas de outro estado levando a que muitas das espécies especificadas não atendessem ao quesito regionalidade da certificação e tiveram de ser substituídas por outras espécies nativas. A Construtora A, pelo desconhecimento do processo neste crédito, teve dificuldade em fornecer informação adequada, já a Construtora B disponibilizou informações corretas aos fornecedores que adequaram suas documentações conforme as exigências do método.

Madeira certificada foi outra questão que envolveu dedicação para ambas construtoras. Adquirir madeira com certificação FSC (*Forest Stewardship Council*- Conselho de Manejo Florestal) requereu, muitas vezes, uma explicação ao fornecedor acerca do que é a certificação devido ao desconhecimento do mesmo sobre o tema. A maior dificuldade encontrada pela Construtora B foi a análise da documentação comprobatória (certificado emitido pelo FSC) e orientações ao fornecedor para incluir o número do certificado na nota fiscal. Percebeu-se que este processo de certificação ainda é muito pouco difundido no mercado consumidor regional, daí a dificuldade de os fornecedores atenderem os parâmetros de qualidade exigidos pelo método de certificação

5.3.2.5 *Qualidade do Ambiente Interno*

Nesta categoria a Construtora A teve um envolvimento parcial, pois sua atuação foi interrompida logo que as atividades iniciaram. Sua participação foi na instalação de dutos do sistema de ar condicionado, onde cuidados mais específicos como vedação dos dutos, controle

de umidade no material isolante e controle de poeira não estavam sendo monitorados conforme o Plano de Qualidade do Ar exigido pelo método. Isto colocou em risco a pontuação para certificação do empreendimento.

A Construtora B teve uma atuação mais significativa nesta categoria, pois as atividades que exigiam mais controle de alguns créditos ocorreram no período em que esta assumiu a execução do empreendimento. Dentre eles, o Plano de Qualidade do Ar Interno Durante a Construção. Reconhecidamente a atividade da construção civil é uma atividade com grande geração de poeira, fumaça, barro, sujeira, etc. A necessidade de se fazer um Plano de Qualidade Interna do Ar pode ser considerada como uma novidade no setor da construção civil brasileira. Conscientizar os operários da construção a seguir o que está preconizado neste Plano foi a maior dificuldade relacionada a este crédito. Atividades simples como limpeza ao final de uma atividade, colocação de lona plástica sobre o piso, minimização de poeira com o umedecimento do piso durante a varrição, uso de máscaras protetoras e luvas em atividades específicas, fechamento de grelhas de ar condicionado, etc., tiveram inspeção mais rígida e de forma contínua.

No decorrer da execução da obra, o proprietário, em função da estética, optou pela mudança do modelo do sistema de ar condicionado, gerando mais um entrave na continuidade do cronograma das atividades da construtora. Foi necessário uma adequação de projeto junto aos projetistas, construtora e fornecedores para que o novo sistema fosse implantado dentro do prazo e também estivesse dentro das especificações exigidas pelo sistema de certificação

O Plano de Qualidade do Ar Interno Pré-Ocupação também foi outro crédito no qual a Construtora B teve seu empenho bastante solicitado. Este crédito oferece duas alternativas: a realização do *flush-out* ou a análise da qualidade do ar por laboratório. A análise de laboratório ainda é muito cara no Brasil e somente uma empresa de São Paulo realiza este trabalho. O *Flush-Out* que é um processo pouco empregado, a sua dificuldade residiu no fato de se conciliar o final de obra ao cronograma e às atividades inerentes à entrega da obra, como reparos, acabamentos finais e arremates que geravam muito pó e resíduos particulados. Desta forma, o tempo para a realização do *flush-out* foi a maior dificuldade e este objetivo não foi alcançado pela Construtora B para a obtenção deste crédito no processo de certificação.

No pré-requisito Comissionamento do prédio, a Construtora B teve um papel importante no processo, uma vez que foi responsável pela contratação e gerenciamento das empresas

instaladoras. A maior dificuldade encontrada neste processo foi a necessidade de listas de verificação e comprovação de que os itens especificados foram realmente instalados e estavam funcionando corretamente. Como não existe a cultura do comissionamento na construção civil brasileira, fez-se necessário um planejamento de todos os itens que deveriam ser considerados neste processo. A carência de profissionais no mercado com o correto entendimento acerca do processo também dificultou a realização do comissionamento, sobrecarregando, muitas vezes, toda a equipe que participou da construção.

O conceito de comissionamento ainda não está bem definido no Brasil e normalmente é confundido com as atividades de fiscalização do projeto ou inspeção. Muitas vezes a atividade se resume na elaboração e preenchimento de documentação a ser apresentada. Além disso, é importante que a atividade de comissionamento seja vista como uma atividade de qualificação de todo o processo (incluindo o projeto e a instalação), tendo como referência a expectativa do Proprietário.

No crédito Materiais de Baixa Emissão – adesivos, selantes, tintas, e carpetes, a maior parte das empresas fornecedoras desses materiais apresentou o valor de compostos orgânicos voláteis presente em sua composição devido ao fato de serem materiais com controle (a maioria apresenta fichas técnicas). A maior dificuldade enfrentada pela Construtora B foi encontrar empresas que tenham desenvolvido produtos com VOC abaixo do limite exigido pelo sistema de certificação escolhido. Outro entrave foi encontrar materiais isentos de uréiaformoldeído na sua composição, como no caso da fabricação das portas, que no Brasil este componente é encontrado nas colas e resinas utilizadas pelos fabricantes do setor. Empresas multinacionais como a Basf, por exemplo, levam vantagem sobre outras empresas menores, pois já disponibilizam produtos de baixa emissão no mercado e fazem a devida divulgação de seu atendimento aos sistemas de certificação ambiental em edificações.

5.3.2.6 Inovação e Projeto

Nesta categoria, tanto a Construtora A quanto a Construtora B encontraram certa dificuldade em manter contato com a profissional LEED. Por ela estar estabelecida e trabalhar em outro estado, suas visitas à obra foram mensais e muitas comunicações e informações foram realizadas através de correio eletrônico ou por telefone, gerando certa demora em algumas decisões que precisavam ser resolvidas rapidamente na obra.

A compatibilização dos projetos foi outra dificuldade que influenciou nas atividades das construtoras devido ao fato destes terem sido idealizados por projetistas contratados de outro estado e que nunca visitaram a obra gerando algumas revisões e modificações nos mesmos. Este procedimento comprometeu e atrasou muitas vezes o processo de produção da obra.

5.3.3 Considerações sobre os resultados da Etapa 3

Para aplicação das exigências da certificação, a análise na gestão do processo de produção identificou uma série de alterações importantes como por exemplo o sugimento de novos agentes intervenientes com novos papéis tanto para projetistas como para gestores.

O papel e o envolvimento dos projetistas demonstrou ser o mais importante de todo o processo, pois pode ser considerado o principal determinante para o empreendimento atingir as características ambientais exigidas pelo processo de certificação. Deles foram exigidos memorias descritivos mais elaborados nos projetos complementares com descrições detalhadas de todos os materiais e equipamentos que foram empregados, bem como os procedimentos de execução de alguns serviços.

O empenho da construtora e o seu conhecimento do método de certificação foram bastante significativos pois tiveram influência em diferentes atividades como na orientação e esclarecimento do processo na contratação da mão-de-obra; na solicitação de diferentes documentos e informações especificadas aos fornecedores dos produtos e materias conforme exigência do sistema de certificação; na geração de documentação comprobatória da gestão de resíduos de obra e cuidados especiais no canteiro de obra em termos de ruido, poeira e erosão.

O envolvimento dos fornecedores foi grande na adaptação e entrega dos materiais dentro das especificações solicitadas e muitas vezes até modificando a composição de seu produto para garantir as exigencias da certificação também foi um procedimento diferenciado dentro do processo.

Um diferencial dessa obra foi a contratação de uma empresa fiscalizadora por parte do empreendedor que atuou ativa e integralmente no processo de produção e na interface com os projetistas para garantir a qualidade dos serviços e as exigências do empreendedor e do sistema de certificação. Também essa obra contou com a atuação de um profissional credenciado pelo sistema de certificação, contratado pelo empreendedor, para informar e organizar a documentação exigida.

Alguns conceitos como o de comissionamento e a aplicação de testes e procedimentos conforme normas internacionais, exigidos pela certificação foram entraves bastante acentuados no processo de produção, pois envolveram custos e disponibilidade, tanto do empreendedor quanto da construtora, além de não serem práticas comuns da cultura e do procedimento tradicional da indústria da construção no Brasil.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema sustentabilidade na construção é atualmente um assunto constante e em pauta na academia, existindo numerosos trabalhos publicados, e a aproximação da academia com a prática profissional pode ser entendida como um excelente meio de mudar esse cenário.

Com o intuito de verificar o conhecimento sobre aplicação de sistemas de certificação ambiental em edificações e o interesse no uso de práticas sustentáveis na construção local, elaborou-se uma pesquisa através de um questionário, dirigido aos profissionais da área.

Constatou-se uma relativa baixa participação na pesquisa realizada, mas com relação aos profissionais questionados, apesar do interesse no assunto e aplicarem algumas práticas sustentáveis em seus projetos e obras quando possível, demonstraram não ter conhecimento das leis e resoluções vigentes que abordam o tema sustentabilidade e dos sistemas de avaliação ambiental existentes. As principais barreiras e entraves apontados pelos profissionais quanto à aplicação de práticas sustentáveis na construção foram: alto custo inicial, desinteresse por parte do cliente e do mercado consumidor e a falta de parâmetros para avaliação do que é sustentável.

Buscando entender a aplicação da certificação ambiental em edificações, foi realizada uma análise de um sistema de certificação através de dois estudos de caso. Nos estudos de caso realizados, analisando o método de certificação buscado, a fase de projeto demonstrou ser o norteador principal de todo o processo. A introdução de especificações mais detalhadas de materiais e de memoriais mais elaborados bem como conhecimento dos quesitos solicitados pelo método, exigiu do profissional um empenho mais significativo. Na prática, a implementação e aplicabilidade dos quesitos exigidos pelo método de certificação demonstrou ser mais complexa, pois durante a análise do produto projeto não se tem parâmetros para perceber o grande envolvimento que ocorre, de todas as partes, durante a fase de produção principalmente em práticas de organização do canteiro, compra de materiais, rigorosas fiscalizações e documentação. Essa constatação foi possível comparando-se a realização do Estudo de Caso A e o Estudo de Caso B.

Para aplicação das exigências da certificação, a análise na gestão do processo de produção identificou uma série de alterações importantes como por exemplo o surgimento de novos agentes intervenientes com novos papéis, e mostrou englobar o envolvimento de todas as partes que integram a indústria da construção desde o fornecedor , a construtora, o empreendedor e o projetista. Os fornecedores devem disponibilizar informações de seus produtos, usualmente não disponibilizadas. Este é um entrave bastante acentuado, pois não é prática comum da cultura e do procedimento tradicional da indústria da construção no Brasil.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, a realização do presente estudo aponta para:

- Analisar o desempenho do prédio certificado ao longo da fase de uso
- Investigar impactos no custo decorrente da certificação ambiental de prédios (custos de produção e custos de operação do empreendimento);
- Estudar ferramentas para o sistema de gestão de empreendimentos que buscam a certificação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTON, A.; Meio ambiente e desempenho econômico-financeiro: o impacto da ISO 14001 nas empresas brasileiras. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ARAUJO S.L.; CALMON J.L.; Avaliação ambiental de edifícios hospitalares no município de Vitória: Aplicação da metodologia LEED – NC. IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2007.

AULICINO, P.; Análise de Métodos de Avaliação de Sustentabilidade do Ambiente Construído: o Caso dos Conjuntos Habitacionais. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Civil, 2008.

BELL, Judith. Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science. 2. reimp. Milton Keynes, England: Open University Press, 1989. 145p.

BENINI, H, *et al.* Análise simplificada da sustentabilidade pós-ocupação de um edifício comercial. Artigo científico. Universidade Politécnica de São Paulo – SP, 2003.

BORGES, C.A.M.; SABBATINI, F.H. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/515. São Paulo: UPUSP, 2008.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da construção. O Macrossetor da Construção. Conjuntura da Construção, Ano 3, N. 3, Setembro de 2005. Disponível em : <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em julho de 2007.

CEOTTO, L.H.; Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil. I Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS . São Pulo , Setembro de 2008

CECOVI SP - Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo – SP. Disponível em: www.cecovi.org.br . Acesso em Março de 2007

CIB. Agenda 21 para construção sustentável. Tradução do Relatório CIB – publicação 237. São Paulo. Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.

COLE, R.J.; LARSSON, N. GBTool user manual. Vancouver: GBC, 2002. Disponível em: <http://www.iisbe.org/download/gbc2005/gbc2k2/gbc2k2_manual_a4.pdf>. Acesso em abril de 2007.

COSTA, N.A.A. A reciclagem do resíduo de construção e demolição: uma aplicação da análise multivariada. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação do departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. Construction sites environment management: establishing measures to mitigate the noise and waste impact. In: SB07 Sustainable construction, materials

and practices: challenges of the industry form the new millennium. Proceedings. Portugal, Lisboa, 2007

DEGANI, C.M.; CARDOSO F.F., A Sustentabilidade ao Longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. NATAU 2002-Universidade de São Paulo – USP - Escola Politécnica – SP.

DEMANBORO, A.C. FERRÃO, A.M.A.; MARIOTONI, C.A., Desafios da sustentabilidade sob o enfoque do estoque de recursos naturais. Artigo Científico. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP – 2004.

DIAS, G.F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 7 ed. São Paulo: Gaia 2001

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <<www.dnpm.gov.br>>. Acesso em abril de 2008.

DRUSZCZ, M.T., Avaliação dos aspectos ambientais dos materiais de construção civil – uma revisão bibliográfica com estudo de caso do bloco cerâmico. Dissertação de mestrado – PGCC – Universidade Federal do Paraná, 2002.

ECOPLANO. Site Oficial. Disponível em <<www.ecoplano.com.br>>. Acesso em dezembro de 2007.

FIDEL, Raya. The case study method: a case study. In: GLAZIER, Jack D. & POWELL, Ronald R. Qualitative research in information management. Englewood, CO: Libraries Unlimited, 1992. 238p. p.37-50.

FORSBERG, A.; VON MALMBORG, F. Tools for environmental assessment of the built environmental. Building and Environment. v. 39. n. 2. p. 223-228. Fevereiro 2004

GONÇALVES, J.C.S.; DUARTE, D.H.S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiência de pesquisa, prática e ensino. Ambiente Construído. Porto Alegre, v.6, n.4, p.51-81. Out/dez. 2006.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Site Oficial Disponível em <<www.gbcbrazil.org.br>> Acesso em dezembro de 2007.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Site Oficial Disponível em <<www.gbcbrazil.org.br>> Acesso em Março de 2009.

GOULART, S.V.G.; AET nº 03/04 Levantamento da Experiência Internacional – LabEEE- Laboratório em Eficiência Energética em Edificações – Engenharia Civil - UFSC, Convênio ECV – 007/2004 Eletrobrás/UFSC, Maio de 2005.

HAMEL, Jacques, DUFOUR, Stéphane, FORTIN, Dominic. Case study methods. Newbury Park, CA: Sage, 1993. 77p. (Séries de métodos de pesquisa qualitativa).

HARRIS, D.J. A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. Building and Environment 34, 1999, p. 751-758.

HARTLEY, Jean F. Case studies in organizational research. In: CASSELL, Catherine & SYMON, Gillian (Ed.). Qualitative methods in organizational research: a practical guide. London: Sage, 1994. 253p. p. 208-229.

HERNANDES, T.Z.; DUARTE, D.H.; LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: questionamentos para uma aplicação local. IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2007.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (livre docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G. da; AGOPYAN, Vahan. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: II Encontro Nacional E I Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2001 .

KIBERT, C. J.; LANGUELL, J. L. Implementing deconstruction in Florida: Materials reuse issues, disassembly techniques, economics and policy. Florida center for solid and hazardous waste management, 2000. Disponível em: << <http://www.floridacenter.org/publications/kibert.pdf>>>. Acesso em março de 2008.

KUHN,E.A. Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2006.

MARQUES, F.M. A importância dos materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício. Dissertação (mestrado em Arquitetura) PROARQ/FAU – Universidade Federal do Rio de Janeiro, BR-RJ, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional de 2007. Disponível em <<<http://www.mme.gov.br>>>. Acesso em abril de 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA. Disponível em <<<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>> Acesso em março de 2008.

MONTES, M.A.T.; Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, 2005.

MOREIRA, A. C. Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano. Material didático da disciplina de pós-graduação AUP 5861 - Políticas públicas de proteção do ambiente urbano.SãoPaulo: 1999 Disponível em <<http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/a_moreira/producao/conceit.htm>> Acesso em março de 2008.

MOURA, L. A. A. Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas. São Paulo: Editora Oliveira Mendes, 1998.

OLIVEIRA, L.H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício. 1999. 344 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, J.L.S. Desenvolvimento Sustentável: um desenvolvimento intergeracional. Revista Eletrônica de Turismo. Retur. Edição 4 , vol.2, Novembro de 2003.

PATRICIO, R.M.R. Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada à realidade do nordeste brasileiro. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Pós Graduação de Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

PIERCE, F. Cimento ecológico pode reduzir efeito estufa – 2002. Disponível em <<www.herbario.com.br>>, Acesso em abril de 2008.

PINHEIRO, M.D.; SOARES, L.; Contributo para os mecanismos de ponderação dos critérios, no sistema Lidera, para avaliação e gestão ambiental da construção sustentável. Artigo Científico. Lisboa- Portugal, 2007.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo. 1999. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo.

SATTLER, M.A., Edificações e Comunidades Sustentáveis: Atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS. In: Vº Seminário de Transferência y Capacitación para Viviendas de Interés Social, 2003, San Lorenzo, Paraguai.

SHINGO, S. Study of Toyota production system from industrial engineering viewpoint. Tokyo, Japan: Japan management Association, 1981.

SILVA, V.G. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: Estágio atual e perspectiva para desenvolvimento no Brasil. II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e comunidades Sustentáveis. ANTAC. Canela, Rio Grande do Sul, RS, Abril de 2001.

SILVA, V.G. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

SILVA, V.G. Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep .2386/04-2007. UNICAMP- Universidade de Campinas -. SP, BR.

SILVA, V.G.; SILVA M.G; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação da sustentabilidade. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.3, p.7-18, Julh/set. 2003.

SJÖSTROM, C. Durability and sustainable use of building materials. In: Sustainable use of materials. J.W. Liewellyn & H. Davies editors. (London BRE/RILEM, 1992).

SOBREIRA, F.J.A, et all; Sustentabilidade em edificações públicas: entraves e perspectivas. . IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2007.

SOIBELMAN, L. As Perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

SOUZA, A.D.S.; SILVA, M.G.; SILVA, V.G.; Avaliação da sustentabilidade do edifício sede do tribunal de contas da união no Espírito Santo: Discussão preliminar sobre metodologia para avaliação na etapa de uso e operação. IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2007.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; RUTTKAY, O. e outros. Certificação LEED como Norteador do Processo de Projeto para um Edifício Comercial em Florianópolis, Brasil. Comunicação Técnica. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2006, 23 a 25 de agosto, Florianópolis, SC, Brasil.

TRUSTY, W. B. Introducing an Assessment Tool Classification System. Advanced Building Newsletter. Ottawa. n. 25. p. 18. jul. 2000. Disponível em: <<http://www.athenasmi.ca/publications/publications.html>>. Acesso em: 19 Junho. 2008

US. GREEN BUILDING COUNCIL. 2006b. Site Oficial. Disponível em <<www.usgbc.org>>. Acesso em novembro de 2007

VALLE, C. E.; Qualidade ambiental: como se competitivo protegendo o meio ambiente - como se preparar para as normas ISO 14000. São Paulo: Pionera, 1995.

VANZOLINI, FUNDAÇÃO. Referencial Técnico de Certificação “Edifícios do setor de serviços - Démarche HQE®”. 2008.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. Formation and Release of POPs in the Cement Industry. Second Edition. Jan.2006 Disponível em <<www.wbcscd.org>>. Acesso em abril de 2008.

YIN, Robert.K.; estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre, Editora Bookman, 2001-2ªedição ,205 p.

ZIMMERMANN, A.; AHO, I. BORDASS, B.; GEISLER, S.; JAANISTE, R.; Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings. In: Sustainable Building 2002. Proceedings. iiSBE/CIB/Bigforsk: Oslo, Norway. 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom).

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO

Dados do respondente:

Formação: () arquitetura () engenharia civil
 Tempo de formatura: () até 5 anos () de 6 a 15 anos () mais de 15 anos
 Atuação: () como autônomo () em empresa construtora
 Ramo: () residencial () comercial () industrial
 () projeto () execução

Questionário:

1. Você tem contato atualmente com o tema?
 () Sim. Através de () jornal/revista () seminários () cursos () Não.
2. Aplica práticas e conceitos de sustentabilidade nos projetos e/ou produção das obras?
 () Sim. Quais? _____ () Não. Por quê? _____
3. Os seus clientes, quando o procuram, solicitam a aplicação de conceitos e práticas de sustentabilidade?
 () Sempre. O que é mais solicitado? _____
 () Raramente. O que é mais solicitado? _____ () Nunca.
4. Dentre os possíveis entraves ou barreiras para a aplicação e implementação de práticas sustentáveis na construção, abaixo listados, indique os três que, na sua opinião, são os mais proeminentes.
 () custo inicial; () desinteresse por parte do mercado;
 () desinformação dos profissionais; () falhas na legislação;
 () falta de parâmetros de sustentabilidade; () distância entre estudos acadêmicos e prática profissional;
5. Dentre as normas, resoluções e leis que versam sobre o tema, abaixo listadas, quais são de seu conhecimento?
 () ISO 14.000;
 () Resolução CONAMA 307;
 () Sistemas internacionais de avaliação LEED, BREEM, etc.
6. Você é favorável a programas de certificação de edifícios: “selo verde” “green building”?
 () Sim. Por quê? _____
 () Não. Por quê? _____
 Algum comentário a respeito do assunto: _____