

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS, METALÚRGICA**  
**E DE MATERIAIS**

**PROPOSTA DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE PARA INDÚSTRIA DA**  
**CONSTRUÇÃO**

**LIANA SAMPAIO GORON**

**ORIENTADORA: REJANE MARIA CANDIOTA TUBINO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PORTO ALEGRE, OUTUBRO DE 2010**

**LIANA SAMPAIO GORON**

**PROPOSTA DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE PARA INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial á obtenção do título de Mestre em Engenharia, modalidade Acadêmica, na área de concentração de Tecnologia Mineral, Ambiental e Metalurgia Extrativa.

**Orientadora: Professora, Dra. Rejane Maria Candiota Tubino**

Porto Alegre  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

ESCOLA DE ENGENHARIA

Diretora: Denise Carpena Dal Molin

Vice-Diretor: Carlos Eduardo Pereira

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

Coordenador: Carlos Pérez Bergmann

Vice-Coordenador: Jaime Alvares Spim Junior

G672p

Goron, Liana Sampaio

Proposta de índice de sustentabilidade para indústria da construção / Liana Sampaio Goron. – 2010.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre, BR-RS, 2010.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rejane Maria Candiota Tubino

1. Sustentabilidade. 2. Indústria da construção. 3. Construção civil. I. Tubino, Rejane Maria Candiota, orient. II. Título.

CDU-69:658(043)

**LIANA SAMPAIO GORON**

**PROPOSTA DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE PARA INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO**

Este trabalho de conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Orientadora – Rejane Maria Candiota Tubino

\_\_\_\_\_  
Prof. Coordenador – Carlos Pérez Bergmann

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Rosa Maria Sposto – Dra. pela Universidade de São Paulo

\_\_\_\_\_  
Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho – Dr. pela Leeds University

\_\_\_\_\_  
Prof. Ruy Alberto Cremonini – Dr. pela Universidade de São Paulo

## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que participaram dessa caminhada.

Em especial:

A UFRGS por ter me dado a oportunidade de tornar este trabalho possível.

Ao SINDUSCON-RS pelo apoio institucional, em especial aos Eng. Paulo Garcia e Eng. Cláudio Teitelbaum, que além de todo o suporte técnico, ocuparam as suas tão preciosas horas de trabalho e de descanso, participando das nossas reuniões semanais.

Ao CNTL/SENAI também pelo apoio institucional, suporte e por ter possibilitado a construção do software, em especial a Rosele Neetzow e a Joseane Oliveira.

A Rejane pelo carinho, atenção, compreensão durante toda orientação, sem isso, com certeza este trabalho não teria chegado ao fim.

As empresas que participaram do projeto piloto, sem elas a parte prática deste trabalho teria ficado muito comprometida.

A Sr<sup>a</sup> Rosangela Haide Bratkowski, bibliotecária da Engenharia, pela competência e pronto atendimento, além do carinho e atenção com que se dedica aos alunos.

Ao meu marido Luiz e ao meu filho Ricardo, por terem entendido a minha ausência nos inúmeros finais de tarde.

*Obrigada a todos!*

*À minha amada família, em especial à minha mãe.*

*A felicidade não se resume  
na ausência de problemas,  
mas sim na sua capacidade  
de lidar com eles.*

*Albert Einstein*

## RESUMO

Em meados de 2005 a Comissão de Meio Ambiente do SINDUSCON-RS, ciente das necessidades das empresas construtoras de buscarem uma adequação aos requisitos ambientais, criou um projeto para elaboração de uma lista de verificação nacional que pudesse ser usado como um medidor ou avaliador da sustentabilidade dos empreendimentos. Na época já se falava em *Green Buildings*, porém a busca era por algo semelhante, mas que, no entanto, fosse brasileiro, com itens realmente significativos do ponto de vista ambiental e aplicáveis à realidade nacional, além é claro, de ser acessível ao maior grupo de empresas possíveis. O SINDUSCON-RS buscou a parceria do Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL do SENAI-RS que tem como foco, da grande maioria dos seus trabalhos, as pequenas e médias empresas e desta forma firmou-se a parceria. Mas somente no início de 2007 é que houve liberação das verbas e o trabalho começou a ser desenvolvido, com apoio ainda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No primeiro momento foi feita uma revisão bibliográfica dos principais índices mundiais e dos trabalhos existentes nesta área. Foi criada uma tabela comparativa entre os índices mundiais mais reconhecidos e em seguida foram avaliados os macro-itens e a forma de pontuação de cada um. Dali iniciou-se a criação do Índice de Sustentabilidade. Os trabalhos transcorreram por aproximadamente 1,5 ano, ocasião em que o documento que deu origem ao software e o próprio software foram concluídos. Em seguida foi executado um projeto piloto com construtoras filiadas ao SINDUSCON-RS para a validação deste projeto. Foi através deste piloto que a pontuação, os pesos dados para cada item da lista de verificação, e as boas práticas colocadas na lista foram testadas e aprimoradas. Somente após este projeto piloto que a esta primeira versão do índice foi considerada concluída. Entende-se que este projeto possa ser considerado como uma ferramenta para os pequenos e médios construtores, que são maioria neste país, executarem os seus serviços e empreendimentos usando a menor quantidade possível de recursos naturais e causando o menor impacto ambiental.

Palavras-chave: sustentabilidade, construção civil, lista de verificação.

## **ABSTRACT**

In 2005 The Environmental Committee of SINDUSCON-RS, knowing the construction companies needs of searching for the environmental requirements adequation, created a Project to make a national chek-list which could be used as an evaluation of the enterprises sustainability. At that time, the concept of Green Buildings was starting, but the search was for something similar, but brazilian, with practice with national significance and applicable to national reality and also accessible as many companies as possible. SINDUSCON-RS looked for a partner of the National Center of Clean Technologies- CNTL of SENAI-RS which focus, at the majority part of its jobs, small and medium size companies, and the partnership was created. But only at the beginning of 2007 the work started, advised by the Federal University of Rio Grande do Sul. At the beginning a reference revision of the main worldwide index and the existing works in this area was done. It was created a comparative table of the worldwide more used index, and after that, the major items and the pontuation form of each one were evaluated. Then the creation of the sustainability index developed by this group started. This work last about a year and a half with periodical meetings, the document that gave rise to the software and the software itself was completed. Then ran a pilot project with construction companies affiliated with the SINDUSCON-RS for the validation of this project. It was through this pilot that score, the weights given to each practice on the checklist, and best practices placed on the list have been tested and improved. Only after this pilot project that the first version of this index was considered complete. It's expected that this project will be used to help the small and medium companies to bild with the less amount of natural resources and causing the minimum environmental impact.

Keywords: sustainability, civil construction, check-list.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Centros de Produção mais Limpa no mundo .....	30
Figura 2.2 – Diferenças entre Produção mais Limpa e tecnologias de Fim de Tubo ....	32
Figura 2.3 – Abordagem Tradicional e da produção mais Limpa .....	33
Figura 2.4 – Diferença de abordagem.....	34
Figura 2.5 – Etapas do sistema de Gestão Ambiental .....	38
Figura 2.6 – Correlação entre aspecto e impacto ambiental .....	40
Figura 2.7 – Principais insumos, matérias-primas e resíduos da indústria da construção .....	42
Figura 2.8 – Custo total em um edifício comercial em 50 anos .....	43
Figura 2.9 – Possibilidade de interferência no custo total de um edifício em 50 anos ..	43
Figura 2.10 – Suíte de ferramentas de avaliação que compõem o CASBEE.....	55
Figura 2.11 – Estrutura conceitual do CASBEE .....	55
Figura 3.1 – Estrutura do Índice de Sustentabilidade.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Dados de produção de entulhos para diversas localidades .....	21
Tabela 2.2 – Geração de resíduos nas principais cidades brasileiras.....	21
Tabela 2.3 – Estrutura de avaliação do LEED™ versão 2.0 .....	52
Tabela 2.4 – Estrutura de avaliação do CASBEE .....	57
Tabela 4.1 – Resultados alcançados no projeto piloto .....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV	Análise de Ciclo de Vida
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ASBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
ECOPROFIT	<i>Ecological Project for Integrated Environmental Technologies</i>
ENIC	Encontro Nacional da Indústria da Construção
EPD	<i>Environmental Product Declaration</i>
GBC	<i>Green Building Challenge</i>
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NCPCs	Centros Nacionais de Produção mais Limpa
NCPPs	Programas Nacionais de Produção mais Limpa
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
PmaisL	Produção mais Limpa
RSCC	Resíduos Sólidos da Construção Civil
SB'02	<i>Sustainable Building 2002 in Oslo, September 2002</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SICEPOT	Sindicato da Indústria da Construção de Estradas, Pavimentação e Obras de Terraplanagem em Geral
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development - ECO'92</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
USGBC	<i>US Green Building Council</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVO GERAL	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	19
2.1	A CONSTRUÇÃO CIVIL E O MEIO AMBIENTE	19
2.2	LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO	24
2.3	SUSTENTABILIDADE	26
2.4	FERRAMENTAS E METODOLOGIAS DE SUSTENTABILIDADE	28
2.4.1	PRODUÇÃO MAIS LIMPA	29
2.4.2	SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL	37
2.4.3	SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ISO 14001	44
2.4.4	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO, VALIDAÇÃO E CERTIFICAÇÕES	46
<b>3</b>	<b>MATÉRIAS E MÉTODOS</b>	58
3.1	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE	58
3.2	DEFINIÇÃO DA PONTUAÇÃO	63
3.3	DETALHAMENTO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE	65
3.3.1	SUSTENTABILIDADE DO SITE	66
3.3.2	CONSUMO DE RECURSOS	69
3.3.3	GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	82
3.3.4	USO E MANUTENÇÃO DO EMPREENDIMENTO	83
3.3.5	ANÁLISE SÓCIO-ECONÔMICA DO EMPREENDIMENTO	84
3.4	EXECUÇÃO DO PROJETO PILOTO	85
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	88
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	91
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	93

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94
<b>APÊNDICE A - RESUMO DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	99
<b>ANEXO A - ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE</b> .....	103

## 1 INTRODUÇÃO

Até a década de 50, a natureza era considerada somente como um pano de fundo em qualquer discussão que abordasse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que utilizada em benefício da humanidade. Por outro lado, o avanço da tecnologia no pós-guerra, dava sinais que não existiriam problemas que não pudessem ser resolvidos.

Os movimentos sociais que tiveram início nos anos 70 representaram um marco na humanidade e em particular para a formação de uma consciência preservacionista embasada, naquele momento, nos princípios do equilíbrio cósmico e harmonia com a natureza. A palavra *ecologia* passa a ser um termo muito utilizado.

A década de 80, nos países desenvolvidos, foi um período de grande desenvolvimento econômico e técnico. O bem estar material voltou a ser relevante, independentemente dos prejuízos à natureza que sua produção pudesse provocar.

Somente no final dos anos 80, entretanto, no processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a Rio 92, que foi aprofundada a questão do *Desenvolvimento Sustentável*, que se contrapunha à tese-chave que imperara até então de que é possível desenvolver sem destruir o meio ambiente.

O documento resultante da RIO 92, a “Agenda 21”, resultou de um despertar sobre uma consciência ambiental, sobre a importância da conservação da natureza para o bem estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana. O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável.

Em Janeiro de 2005, entrou em vigor no Brasil a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – (CONAMA, 2002), que exige que todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos

competentes devem incluir também um projeto de gerenciamento de resíduos sólidos. A Resolução foi o primeiro documento a definir responsabilidades a todos os elementos envolvidos no processo de geração e destinação dos resíduos da construção civil, incluindo os municípios, as transportadoras e os geradores, sejam eles pequenos ou grandes.

Na mesma época, começou a se falar em *Green Buildings*. Alguns conceitos importantes do ponto de vista ambiental começavam a fazer parte da indústria da construção, no entanto apenas as grandes construtoras pareciam ter acesso a estas informações e certificações, uma vez que normalmente são projetos onerosos e que não possuem um valor de retorno financeiro garantido.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Em vários países do mundo têm-se exemplos bem sucedidos de sistemas de avaliação das práticas disponíveis na indústria da construção, que utilizam listas de verificação (*check-list*) focadas principalmente nas questões ambientais. Estes sistemas estão sendo bem aceitos e têm servido principalmente como ferramenta auxiliar de gestão, unidade de medida, banco de Boas Práticas e diferencial de mercado.

No Brasil, as necessidades não são diferentes. É importante para o mercado da construção que se iniciem trabalhos práticos, aplicáveis pelas construtoras, como listas de verificação nacional ou outras maneiras de medição de sustentabilidade. Todavia, observa-se que o que vem acontecendo não são projetos que busquem a criação de uma lista de verificação brasileira, mas sim adaptações locais de sistemas já consagrados de outros países, como, por exemplo, a lista de verificação adaptada ao Brasil do *Green Building Americano*.

Entretanto, em função das características particulares ao setor da construção civil, a aplicação direta de técnicas de avaliação, e por consequência, o uso de indicadores do desempenho econômico provenientes de outros setores produtivos, constitui uma prática inadequada que deve ser evitada (SANTOVITO, 2004). Entende-

se que é fundamental que se tenha, dentro da construção civil, um sistema de avaliação nacional, criado a partir de conceitos e práticas utilizados no Brasil, respeitando as suas particularidades, mas buscando a padronização, e que, sobretudo, seja capaz de apresentar um único resultado numérico confiável. Isso possibilitará comparações, divulgação, análises mais aprofundadas e principalmente possibilitará a validação do sistema construtivo, com as respectivas práticas ambientais utilizadas pelas construtoras em seus empreendimentos.

Com isso também, abre-se a oportunidade da criação de um banco de dados das Boas Práticas existentes no país, já que a informação relativa a estas práticas nem sempre é fácil de ser obtida e muitas vezes os pequenos e médios construtores não sabem como ter acesso a elas, dificultando a busca por alternativas mais adequadas para os seus processos.

Cabe salientar que não retira-se aqui a validade destas adaptações nacionais dos sistemas internacionais. Todo e qualquer sistema que ajude a avaliar, validar e até mesmo certificar empreendimentos do ponto de vista ambiental é bem vindo. No entanto, precisa-se de alternativas mais simples, mais rápidas e mais acessíveis a todos.

Diante deste cenário, entende-se que a criação de uma lista de verificação nacional é fundamental para que a indústria da construção rume em direção à sustentabilidade dos seus negócios. Este projeto de criação deverá principalmente:

- a) fomentar o interesse pela construção adequando às questões ambientais – percebe-se que boa parte das construtoras ainda não está sensibilizada com os impactos ambientais gerados por elas e as que estão não sabem como começar, quem procurar, o que fazer. Além disso, os pequenos e médios empresários acreditam que adequação ambiental gera aumento de custos, ou investimentos que não tem retorno em curto prazo. É necessário quebrar este paradigma mostrando que sendo mais eficazes em todos os seus processos e serviços estarão, inevitavelmente, obtendo benefícios econômicos e atrelado a isso estarão contribuindo diretamente para a melhora do meio ambiente;

- b) criar uma medida e uma linguagem padrão para a indústria da construção – observa-se que a construção no Brasil é carente de informações quantitativas relativas aos seus processos e que, o hábito de medir não é muito comum neste mercado. Existem vários trabalhos, como os de SOIBELMAN et. al, 1997, que avaliam as perdas na construção, no entanto eles pouco auxiliam quanto à adequação de seus processos construtivos a questões ambientais. Este Índice foi criado para que se tenha um valor numérico resultado dos processos construtivos utilizados, onde cada empreendimento é avaliado exatamente igual. Desta forma, pode-se comparar o resultado de um empreendimento em relação ao outro, pois a unidade de medida é a mesma. É uma alternativa para que se consiga padronizar as informações e os resultados obtidos;
- c) divulgar as Boas Práticas disponíveis - sabe-se que inúmeros trabalhos ou práticas bem sucedidas, do ponto de vista ambiental, estão sendo realizados nas construtoras, ou até mesmo em outros locais, mas não são divulgados, chegam sempre de forma pontual. Espera-se que o Índice possa servir para agregar e compilar estas informações.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Criar um sistema de avaliação, com o formato de lista de verificação, que tenha como meta o levantamento das questões relativas ao meio ambiente para a indústria da construção.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Buscar apoio para que a lista de verificação criada neste projeto origine um software que possa ficar disponível num site já existente, onde o empreendedor poderá acessar a lista nacional de avaliação e validação das questões ambientais para a construção civil.

Também faz parte deste projeto uma avaliação prática do índice criado. É fundamental avaliar se a metodologia desenvolvida é capaz de gerar um resultado numérico coerente com a situação da construtora, para um determinado projeto, em relação às questões ambientais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A descrição da situação da indústria da construção civil no Brasil principalmente em relação às questões ambientais será detalhada neste capítulo, desde assuntos mais amplos em relação ao cenário da construção nos últimos anos até as legislações mais específicas do setor, incluindo uma revisão de alguns dos sistemas de avaliação já amplamente utilizados.

### 2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E O MEIO AMBIENTE

A indústria da construção – particularmente a construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente (SILVA, et. al., 2001). No entanto, nesta indústria, até agora, não havia nenhuma preocupação quanto ao esgotamento dos recursos não renováveis utilizados ao longo de toda sua cadeia de produção e, muito menos, com os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e destino dados aos rejeitos produzidos nesta atividade. No Brasil, em particular, a falta de uma consciência ecológica na indústria da construção civil resultou em estragos ambientais irreparáveis, agravados pelo maciço processo de migração havido na segunda metade do século passado, quando a relação existente de pessoas no campo e nas cidades, de 75 para 25% foi invertida, ocasionando uma enorme demanda por novas habitações.

A indústria da Construção Civil ainda é uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país. Sua cadeia produtiva exerce um peso considerável na macro economia internacional. É responsável por cerca de 40% de sua formação bruta de capital e emprega uma grande massa de trabalhadores. Além disso, consome algo entre 20 e 50% do total dos recursos naturais consumidos pela sociedade (SINDUSCON, 2006).

O macro setor da construção representa 18,4% do PIB do País, considerando-se os efeitos diretos, indiretos e induzidos. Sendo que o efeito induzido pode ser explicado

da seguinte forma: o macro setor para produzir paga salários para os trabalhadores, que por sua vez, se convertem em demanda por bens produzidos fora do macro setor, tais como alimentos, roupas, eletrodomésticos, automóveis, etc. (SINDUSCON, 2010). Isto significa, considerando-se a última estimativa oficial (Contas Nacionais de 2001) apresentada pelo IBGE para o PIB brasileiro - R\$ 1,766 trilhão a preços de mercado e R\$ 1,581 trilhão referentes ao valor adicionado -, que o macro setor da construção movimentava cerca de R\$ 290 bilhões na economia nacional (SINDUSCON, 2010).

Outra característica importante do macro setor da construção é a sua elevada capacidade de gerar empregos: cerca de 6,2 milhões de trabalhadores estavam diretamente ocupados na cadeia produtiva da indústria da construção, em 2004, o que corresponde a 8,5% do total de postos de trabalho existentes no país no período (SINDUSCON, 2010).

Já considerando-se o somatório dos efeitos multiplicadores (diretos, indiretos e induzidos) de emprego do macro setor na economia, o número atinge a 12,1 milhões de trabalhadores ocupados em toda a economia brasileira. Em outros números: para cada R\$ 1 bilhão aplicado na produção da indústria da construção, através, por exemplo, de financiamentos à produção habitacional, são gerados, considerando os efeitos multiplicadores diretos, indiretos e induzidos, 39,9 mil empregos na economia (SINDUSCON, 2010).

Quanto aos resíduos gerados, os números são altos. Estima-se que os gastos variam entre R\$ 1 milhão e R\$ 1,5 milhão por ano, com recolhimento de entulho disposto irregularmente em municípios acima de 1 milhão de habitantes (SINDUSCON, 2006).

Segundo Fiúza, et. al. (2001), em Belo Horizonte, em 1999, a participação percentual dos entulhos em relação aos resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário foi de 48,67%, enquanto os resíduos provenientes da coleta domiciliar e comercial corresponderam a 31,16%. Percebe-se a representatividade dos entulhos perante aos resíduos sólidos urbanos. São apresentados na Tabela 2.1 dados sobre a produção de entulhos em relação aos seus habitantes para diversas localidades no mundo.

Tabela 2.1 – Dados de produção de entulho para diversas localidades

<b>Localidade</b>	<b>Taxa de Geração (t / hab.ano)</b>
Osaka, Japão – 1990	0,45
Massachusetts, EUA – 1986	0,17 a 0,83
República Federal da Alemanha - 1982	0,23
Santa André, SP, Brasil – 1988/89	0,21
São Paulo, SP, Brasil – 1992	0,10

Fonte: PINTO et. al., (1993).

As estimativas internacionais variam entre 130 e 3000 kg/hab.ano. Para o Brasil as estimativas de Pinto (1999) para cidades de Jundiaí, Santo André, São José dos Campos, Belo Horizonte, Ribeirão Preto, Campinas, Salvador e Vitória da Conquista, variam entre 230 kg/hab.ano para esta última até 760 kg/hab.ano para a primeira. Nesta amostra a média foi 510 kg/hab.ano, valor coerente com as estimativas estrangeiras.

A construção é, ainda, a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade. Os valores internacionais para o volume do entulho da construção e demolição oscilam entre 0,7 e 1,0 toneladas por habitante / ano (JOHN, 1996). Pinto (1999) estimou que em cidades brasileiras de médio e grande porte, as massas de resíduos gerados variam entre 41% e 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos. A dimensão do problema dos resíduos da construção civil em algumas das principais cidades brasileiras está demonstrada na Tabela 2.2, através da estimativa em t/mês desta geração em algumas capitais.

Tabela 2.2 – Geração de resíduos nas principais cidades brasileiras

<b>CIDADE GERADORA</b>	<b>GERAÇÃO ESTIMADA (t/mês)</b>
São Paulo	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000

Fonte: PINTO et. al., (1993).

O consumo de materiais utilizados pela construção civil nas cidades é pulverizado. Cerca de 75% dos resíduos gerados pela construção nos municípios provêm de eventos informais, que são obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios usuários dos imóveis (SINDUSCON, 2006).

As empresas que compõem o Sindicato da Indústria da Construção de Estradas, Pavimentação e Obras de Terraplanagem em Geral (SICEPOT), também têm uma parcela considerável na geração dos resíduos sólidos dos municípios.

Estima-se que a construção civil formal seja responsável por 20% dos resíduos sólidos gerados nos municípios. Apesar de ser uma parcela pequena na geração total do município, as empresas são as responsáveis por esses resíduos gerados.

No que diz respeito às conseqüências ambientais geradas por essas atividades, sabe-se que 60% a 70% dos resíduos sólidos urbanos nas cidades brasileiras, sejam eles gerados por construções formais ou informais, são encaminhados para aterros sanitários – lixões. Somente 8% são encaminhados à reciclagem (SINDUSCON, 2006).

A falta de efetividade ou, em alguns casos, a inexistência de políticas públicas que disciplinem e ordenem os fluxos da destinação dos resíduos sólidos da construção civil (RSCC) nas cidades, associada à falta de compromisso, principalmente dos construtores informais, no manejo e efetivamente, na destinação dos resíduos, provocam os seguintes impactos ambientais:

- a) degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- b) proliferação de agentes transmissores de doenças;
- c) assoreamento de rios e córregos;
- d) obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc;
- e) ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- f) existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade.

Como a maioria dos municípios não possui áreas destinadas à recepção destes resíduos, estes são, muitas vezes, dispostos em áreas ribeirinhas de importantes cursos d'água, ocasionando enchentes e prejuízos de monta para a sociedade. Por

outro lado, quando destinados pelo poder público a aterros sanitários, terminam por encurtar o tempo de vida útil destes.

É comum também, que os resíduos da construção venham acompanhados de materiais perigosos como latas de tinta e de solventes, lâmpadas fluorescentes e outros resíduos que deveriam receber tratamento específico, antes da sua destinação final. A falta de segregação destes resíduos aumenta ainda mais o problema. Quando os resíduos perigosos se misturam aos resíduos que não seriam classificados como perigosos, todo o volume misturado passa a ser perigoso, já que foi contaminado com o mesmo; ou seja, com isso aumenta-se o volume de resíduo perigoso e o impacto ambiental a ser gerenciado. Além disso, destinar resíduo perigoso requer um cuidado muito maior em todas as etapas, portanto o custo total desta gestão é mais elevado.

A remoção dos entulhos dispostos irregularmente nas áreas de bota-fora das cidades, os transtornos sociais causados pelas enchentes e os danos ao meio ambiente, representam custos elevados para o poder público e para a sociedade, apontando para a necessidade do estabelecimento de novos métodos para a gestão pública de resíduos da construção e demolição.

No entanto, é importante salientar que o setor tem se preocupado mais com o seu desenvolvimento de forma sustentável, pois está cada vez mais consciente dos impactos ambientais, das suas atividades, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Os impactos negativos causados por esse volume e essa disposição irregular fazem do resíduo sólido urbano um dos problemas mais graves enfrentados atualmente pela gestão urbana.

No conteúdo das discussões sobre a “Agenda 21” nasceu um movimento denominado de *construção sustentável*, que visava o aumento das oportunidades ambientais para as gerações futuras e que consistia em uma estratégia ambiental com visão holística. Este movimento repensava toda a cadeia produtiva, iniciando pela extração de matérias-primas. A construção sustentável levava em consideração os processos produtivos, com preocupações extensíveis à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo e considerava os consumidores finais das edificações. Fundamentava-se na redução da poluição, na economia de energia e água, na

minimização da liberação de materiais perigosos no ambiente, na diminuição da pressão de consumos sobre matérias-primas naturais, no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, e na qualidade e custo das construções para os usuários finais.

Nesse momento o principal desafio que se apresenta é conciliar as suas atividades dentro da cadeia produtiva do setor com a menor agressão possível ao meio ambiente. A resposta a esse desafio é bastante complexa, pois passa obrigatoriamente por uma mudança cultural e por uma ampla conscientização.

## 2.2 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

Conformidade com a legislação ambiental significa observar as normas ambientais vigentes, que objetivam o desenvolvimento econômico e o meio ambiente equilibrado com qualidade de vida a todas as formas de vida do Planeta.

Todas as atividades econômicas deverão observar os requisitos legais inerentes as suas atividades, adotando para tanto medidas que possam evitar os danos ambientais.

A constituição de 1988 mudou o sistema de competências ambientais. A competência para legislar e proteger o meio ambiente foi dada à União, Estados, DF e Municípios.

Em Janeiro de 2005, entrou em vigor no Brasil a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), que exige que todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos competentes devem constar também de um projeto de gerenciamento de resíduos sólidos.

Esta Resolução foi o primeiro documento que buscou definir diretrizes, critérios, procedimentos e responsabilidades a todos os elementos envolvidos no processo de geração e destinação dos resíduos da construção civil, incluindo os municípios, os geradores e os transportadores. Muitos aspectos ainda estão sendo questionados,

examinados, e apesar dos órgãos públicos ainda não estarem adequados à Resolução, em breve, a cada um caberá certa responsabilidade quanto à geração e destinação desses resíduos.

Em 02 de Agosto de 2010 entrou em vigor no Brasil a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta Lei dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (Lei nº 12.305, 2010).

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (Lei nº 12.305, 2010).

A Lei nº 12.305 é ampla; trata da inclusão social, da proibição dos “lixões”, inclui a logística reversa na cadeia produtiva, enfim, espera-se que esta Lei seja um marco regulatório na área dos resíduos sólidos.

É relevante comentar também o conjunto de Normas ABNT ISO 14000, mais especificamente a Norma ABNT ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental utilizada nas indústrias que buscam certificar os seus sistemas de gestão ambiental. A sua primeira versão foi publicada em 1996 e a Norma encontra-se hoje na segunda versão, publicada em 2004.

É importante ressaltar que as Normas ISO 14000 não fixam metas ambientais para a prevenção de poluição, e tampouco criam um ranking de desempenho ambiental. A Norma estabelece ferramentas e sistemas de gestão focados nos processos de produção internos de organizações e empresas em relação aos efeitos ou externalidades destes no meio ambiente (LEÓN, 2003).

No ordenamento jurídico brasileiro é grande o número de normas que visam à proteção dos recursos ambientais. Legislação esta, que requer uma adequada aplicação, de forma a permitir o desenvolvimento sustentável no Brasil, porque a variável ambiental é parte integrante desse desenvolvimento. Significa dizer que a

empresa deverá considerar as questões ambientais dentro do seu planejamento como instrumento a permitir a gestão racional dos recursos ambientais.

Para atender os requisitos legais, os empreendedores devem adotar medidas preventivas, corretivas, planejando o uso dos recursos ambientais, de forma a minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, permitindo dessa forma o desenvolvimento sustentável.

## 2.3 SUSTENTABILIDADE

Segundo Gehlen (2008), o conceito de sustentabilidade tem as suas origens na década de 1960, quando o movimento ambientalista se fortaleceu, sendo que a sua definição mais difundida foi o resultado da publicação do Relatório Brundtland em 1987, sob o título “*Nosso futuro comum*”, desenvolvido após quatro anos de estudos e debates promovidos pela *World Commission on Environment and Development* e coordenados pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland.

A definição criada por esta comissão recomendava que ecologia e economia deveriam ser abordadas de forma integrada, uma vez que os possíveis desastres ambientais afetam diretamente o desenvolvimento econômico e social de uma comunidade. Com isso, surgiu o conceito de Desenvolvimento Sustentável: “Aquele que atende às necessidades da geração atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1987)”.

No Rio de Janeiro, em 1992, onde foi realizada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança no Clima (UNCED), a busca pelo equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável tem sido descrita em função da chamada “*triple bottom line*” (SILVA, 2003).

Com isso o conceito de Desenvolvimento Sustentável passou a incorporar as dimensões sociais, econômicas e ambientais. Outros autores discordam, analisam, criticam, ampliam este conceito, no entanto, este tripé foi aceito e ainda está sendo amplamente difundido entre os interessados nesta questão.

A utilização do termo “construção sustentável” como uma construção mais durável, mas confortável, com menor consumo energético e de água, socialmente correta, entre outros, denota a insatisfação com o desempenho das construções atuais e a necessidade de mudar a maneira de idealizar, projetar, construir, usar manter e demolir as construções (GEHLEN, 2008).

A Agenda 21 para a Construção Sustentável para Países em Desenvolvimento apresenta os principais aspectos e desafios que a indústria da construção deve superar em busca do desenvolvimento sustentável, com ênfase nos aspectos sociais. Uma construção sustentável, vista dessa forma, pode ser encarada como uma contribuição para a redução da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios e melhorias para a comunidade.

As principais barreiras para a construção sustentável em países em desenvolvimento, que é o caso do Brasil, citadas na Agenda 21 “*For Sustainable Construction in Developing Countries*”, e os diferenciam dos países desenvolvidos, são:

- a) falta de capacitação tanto na indústria quanto nos governos;
- b) falta de autoridade das agências ambientais;
- c) financiamento e ambiente econômico incerto;
- d) pobreza e o subsequente baixo investimento urbano e baixa capacidade de pagar por serviços;
- e) falta de interesse por parte dos *stakeholders* (diversos atores envolvidos por um empreendimento);
- f) inércia e dependência tecnológica;
- g) falta de dados em geral;
- h) falta de padronizações e normas para contribuir com o estabelecimento de *benchmarks* nacionais;
- i) baixo nível de preocupação ambiental entre os cidadãos;
- j) e falta de instituições para facilitar políticas apropriadas.

Segundo Gehlen (2008), a construção sustentável é a aplicação harmônica de todas as dimensões, de modo a buscar o equilíbrio entre as questões econômicas,

ambientais, sociais e educativas, sendo que são as questões culturais que inter-relacionam as demais e permeiam a tomada de decisões que colocam em prática de modo responsável, como um imperativo ético, todos os aspectos da sustentabilidade.

## 2.4 FERRAMENTAS E METODOLOGIAS DE SUSTENTABILIDADE

A legislação brasileira, assim como a dos demais países, está se tornando cada dia mais rigorosa no que diz respeito à questão ambiental. Mais cedo ou mais tarde todos deverão estar adequados à legislação. Então, o interessante é ver nisso uma boa oportunidade de tornar os processos produtivos mais eficazes. Ter um processo produtivo eficaz significa transformar, de fato, todas as matérias-primas compradas em produto, ou seja, no empreendimento que deve ser construído. Em um primeiro momento isso pode parecer impossível, mas o importante é ter esta meta bem clara, pois somente assim se consegue eliminar ou pelo menos minimizar esta geração. Não se pode esquecer que as matérias-primas são compradas para se transformarem em produto e nunca em resíduo.

Em relação à construção civil, cabe salientar também, que ainda não é uma prática habitual na maioria das construtoras contabilizarem os custos de geração e de disposição dos resíduos. No entanto, estes mesmos custos poderão agora passar a fazer a diferença quando da escolha de um determinado tipo de processo, de fornecedor ou até mesmo de transportador.

Existem hoje algumas ferramentas e metodologias de trabalho que buscam a produtividade, a organização, a eficiência, dentro das atividades produtivas, algumas delas serão detalhadas a seguir.

### 2.4.1 Produção mais Limpa

A *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)* e a *United Nations Environment Programme (UNEP)* criaram, em 1994, o programa de Produção mais Limpa, voltado para a preservação ambiental. O Programa de Produção mais Limpa é uma estratégia integrada e preventiva que visa aumentar a produtividade da empresa, diminuindo os custos de matéria-prima, energia, recursos naturais, conseqüentemente reduzindo o impacto ambiental de maneira sustentável. Para implementar o programa e promover a aplicação da Produção mais Limpa por empresas e países em desenvolvimento existem cerca de 31 Programas Nacionais de Produção mais Limpa (NCPs) e Centros Nacionais de Produção Mais Limpa (NCCs). Além disto, outros centros estão em fase de planejamento. Esses centros localizam-se em diversas partes do mundo (Figura 2.1), e têm como papel principal promover demonstrações na planta industrial; treinamento de todos os envolvidos; disseminação das informações e avaliação das políticas ambientais.

Em julho de 1995, foi inaugurado o NCC brasileiro, denominado Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), o qual está localizado no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), em Porto Alegre no Estado do Rio Grande do Sul. O CNTL/SENAI tem a função de atuar como um instrumento facilitador para a disseminação e implantação do conceito de Produção mais Limpa em todos os setores produtivos. O programa desenvolvido no Brasil é uma adaptação do programa da UNIDO/UNEP e da experiência da Consultoria Stenum, da cidade de Graz, na Áustria, que desenvolveu o projeto *Ecological Project for Integrated Environmental Technologies (ECOPROFIT)*.



possibilidade de criação de outros problemas (Exemplos: produção de lodo de esgoto através do tratamento de águas residuais).

Comparada à disposição através de serviços externos ou às tecnologias de Fim de Tubo a PmaisL apresenta algumas vantagens:

- a) produção mais limpa, no sentido de reduzir a quantidade de materiais e energia usados, apresenta essencialmente um potencial para soluções econômicas;
- b) devido a uma intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos, efluentes e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa;
- c) a responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados;
- d) a minimização de resíduos, efluentes e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento sustentável.

A gestão convencional de resíduos questiona:

- a) o que se pode fazer com os resíduos, efluentes e as emissões existentes?
- b) quais as formas de se livrar deles?

A PmaisL, proteção ambiental integrada à produção, pergunta:

- a) de onde vêm os resíduos, os efluentes e as emissões?
- b) por que são gerados?
- c) como eliminar ou reduzir na fonte?

Portanto, a diferença essencial está no fato de que a PmaisL não trata simplesmente do sintoma mas tenta atingir as raízes do problema, como está apresentado na Figura 2.2.

Tecnologia de Fim de Tubo	Produção mais Limpa
Como se pode tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vêm os resíduos e as emissões?
Pretende reação	Pretende ação
Leva a custos adicionais	Ajuda a reduzir custos
Os resíduos, efluentes e as emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento:  - soluções de fim de tubo  - tecnologia de reparo  - armazenagem de resíduos	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte o que evita processos e materiais potencialmente tóxicos.
A proteção ambiental foi introduzida depois que os produtos e processos foram desenvolvidos	A proteção ambiental é uma parte integrante do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico	Resolvem-se os problemas ambientais em todos os níveis e envolvendo a todos
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes, que são trazidos de fora e aumentam o consumo de material e energia	Proteção ambiental é tarefa de todos, pois é uma inovação desenvolvida dentro da empresa e com isto reduz o consumo de material e energia
Complexidade dos processos e os riscos são aumentados	Os riscos são reduzidos e a transparência é aumentada
Proteção ambiental focada no cumprimento de prescrições legais. É o resultado de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais ainda não eram conhecidos	É uma abordagem que cria técnicas e tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável

Figura 2.2 - Diferenças entre PmaisL e Tecnologias de Fim de Tubo  
Fonte: (CNTL 2008).

Ainda para ilustrar a diferença de abordagens, pode-se observar a Figura 2.3. Como regra geral, pode-se dizer que, quanto mais próximos à raiz do problema e quanto menores os ciclos, mais eficientes serão as medidas. Isto se deve, essencialmente, ao fato desta abordagem não ajudar a reduzir adicionalmente a quantidade de materiais usados.

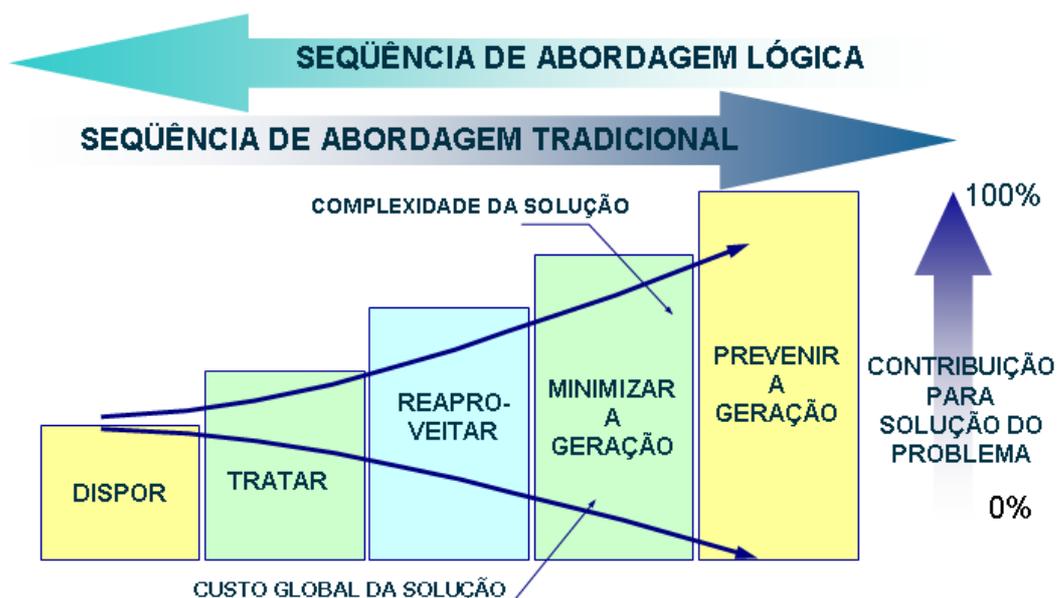


Figura 2.3 – Abordagem Tradicional e da Produção mais Limpa  
Fonte: (CNTL 2008).

Na abordagem tradicional, o primeiro item a ser considerado é a disposição final do resíduo e por último prevenir a geração, ou seja, o gerador só está preocupado em dar destino ao resíduo e não busca saber por que, quando, onde ele é gerado. Então, o gerador, provavelmente, ficará por um bom tempo tendo estes custos sem nem analisar bem o porquê deles estarem sendo gerados.

Já para PmaisL, esse ciclo é o inverso: primeiro se busca não gerar, através da análise das causas da sua geração, para só depois, se não houver alternativa, dispor. Um resíduo que não foi gerado é um resíduo que não necessita ser segregado, transportado, armazenado nem disposto. Portanto, eliminam-se todos esses custos, quando não se gera o resíduo. A solução de PmaisL é mais complexa, mais trabalhosa, envolve mais pessoas, mais difícil de ser implementada, no entanto, é uma solução definitiva.

A diferença básica, então, na abordagem de PmaisL em relação a uma abordagem tradicional (fim de tubo) é o enfoque. PmaisL enfoca sempre o lado preventivo, buscando evitar o problema, enquanto a abordagem tradicional enfoca o lado de resolver o problema já criado, como está na Figura 2.4.



Figura 2.4 - Diferença de abordagem  
Fonte: (SENAI 2007).

Ao fazer a avaliação pensando nos custos dos resíduos, a solução de PmaisL será sempre a mais econômica no longo prazo, até porque será definitiva e preventiva, ou seja, o resíduo não será gerado e, portanto, não será manuseado, não será transportado, não será armazenado e não será disposto. O que conseqüentemente reduzirá os custos associados aos resíduos.

Além disso, quando os processos se tornam mais eficazes e de fato as matérias-primas se transformam em produto, a quantidade de matéria-prima que a empresa deverá comprar também reduzirá, pois ela será utilizada somente para produzir produtos e não produtos mais resíduos.

Mesmo que não se consiga, em um primeiro momento, eliminar os resíduos gerados, consegue-se diminuir a sua geração e desta forma gerar benefícios econômicos e ambientais. Por exemplo, sempre será mais barato gerenciar 10 m<sup>3</sup> de calça, do que 50 m<sup>3</sup> de calça, mesmo se a avaliação for feita somente em relação ao transporte externo (apenas um dos custos relativos à disposição de resíduos).

É justamente a diferença de enfoque, entre tecnologias de Fim de Tubo e Produção mais Limpa, que faz com que seja possível obter benefícios econômicos e ambientais para as empresas. O grau de complexidade das soluções é maior, em Produção mais Limpa, pois penetra fundo na empresa, na sua maneira de executar as suas atividades, e necessita do apoio dos seus colaboradores. No entanto, uma vez

que há essa mudança cultural na maneira de resolver os problemas, e inicia a busca pela melhoria contínua, todo o resto se torna bem mais fácil.

No caso da construção civil, o desenvolvimento de projetos ambientais, com o enfoque da PmaisL, acaba por possibilitar a melhor organização do canteiro, uma obra mais limpa, resíduos acondicionados, e a redução de acidentes de trabalho. Além disso, o processo permite a quantificação dos materiais desperdiçados e uma visualização das oportunidades de melhoria dos processos de construção e execução de serviços dentro da obra.

Pode-se citar como vantagens da Produção Mais Limpa:

- a) redução de custos de produção e aumento de eficiência e competitividade;
- b) redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação;
- c) diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- d) melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador;
- e) melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público;
- f) ampliação das perspectivas de mercado interno e externo;
- g) acesso facilitado a linhas de financiamento;
- h) melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a mídia e com a comunidade.

#### 2.4.1.1 Produção mais Limpa e o Desenvolvimento Sustentável

Como Desenvolvimento Sustentável entende-se: “atender às necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Nessa definição estão embutidos dois conceitos fundamentais: o das necessidades, que podem variar de sociedade para sociedade, mas que devem ser satisfeitas para assegurar as condições essenciais de vida a todos, indistintamente; e o da limitação, que reconhece a necessidade da tecnologia desenvolver soluções que conservem os recursos limitados atualmente disponíveis e que permitam renová-los na medida em que eles sejam necessários às futuras gerações.

Reduzir a poluição através do uso racional de matéria-prima, água e energia, significa uma opção ambiental e econômica definitiva. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industrial e menores investimentos para soluções de problemas ambientais. A transformação de matérias-primas, água, energia em produtos, e não em resíduos, torna uma empresa mais competitiva.

O tema "Produção mais Limpa" não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo muitas vezes está diretamente relacionada a problemas de saúde ocupacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver a "Produção mais Limpa" minimiza estes riscos, na medida em que são identificadas matérias-primas e auxiliares menos tóxicas, contribuindo para a melhor qualidade do ambiente de trabalho. Uma consequência positiva, muitas vezes difícil de mensurar, é o fortalecimento da imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais.

Como justificativa, apresenta-se também o fato de que os consumidores de hoje exigem cada vez mais produtos "ambientalmente corretos". Os consumidores assumem previamente que as empresas sejam tão responsáveis em relação à qualidade de seus produtos, como responsáveis em relação ao meio ambiente nas suas práticas produtivas. Definições de desenvolvimento sustentável mencionam responsabilidades quanto ao emprego mais eficiente possível de recursos naturais, de maneira que seu emprego não prejudique as gerações futuras.

Relacionando esta definição com PmaisL, pode-se observar que produzir sustentavelmente significa, em palavras simples, transformar recursos naturais em produtos e não em resíduos. Neste contexto a Produção mais Limpa consolida-se como uma ferramenta extremamente útil para a promoção do desenvolvimento sustentável, pois se por um lado aumenta a eficiência dos processos produtivos, melhorando a competitividade das organizações, por outro lado racionaliza o consumo de recursos naturais e reduz a geração de resíduos, efluentes e emissões.

## 2.4.2 Sistemas de Gestão Ambiental

A tendência atual nas empresas, é que façam do seu desempenho ambiental um fator diferencial no mercado, o que significa adotar requisitos internos até, em alguns casos, mais restritivos que os legalmente impostos no País. Postura que é condizente com as exigências atuais de mercado, especialmente às empresas exportadoras.

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) fornece a ordem e a consistência necessária para uma organização trabalhar suas preocupações ambientais, através da alocação de recursos, atribuição de responsabilidade, e avaliação contínua de suas práticas, procedimentos e processos.

Segundo Scherer (1996), a Gestão Ambiental é uma parte integrante do sistema administrativo geral da organização. A formulação de um SGA é um processo interativo e contínuo. A estrutura, responsabilidade, práticas, procedimentos, processos e recursos para a implementação de políticas, objetivos e metas ambientais podem ser coordenados em conjunto com outros esforços de outras áreas administrativas. Carvalho et. al. (1996) concordam quando citam que um sistema de gestão ambiental “constitui parte integral do gerenciamento total de uma organização, que reconhece a qualidade de seu desempenho ambiental como um fator-chave para a sua capacidade de prosperar, arquitetando um sistema para identificar, examinar e avaliar, sistematicamente, as mudanças ambientais causadas por aspectos ou elementos de seus produtos, serviços e atividades.”

Figueiredo (1996) comenta que os Sistemas de Gestão Ambiental estão voltados para o contexto do homem em seu habitat. Dentro desta abordagem, ele é identificado como sendo uma atividade integrada de forma que, para obter-se uma performance ambiental dentro dos padrões estabelecidos pela legislação ambiental, deve-se atender basicamente os seguintes princípios:

- a) internamente ao processo: treinar: assegurando o perfeito entrosamento dentro do processo, manter vigilância nos sistemas: permitindo o trabalho em condições seguras, manter o ambiente limpo e seguro: garantindo a saúde dos técnicos;

b) externamente ao processo: tratar efluentes: garantindo a qualidade dos recursos naturais (água, ar e solo), informar: garantindo à população o nível de risco da atividade desenvolvida, monitorar sistemas externos: evitando danos ambientais minimizar impacto ambiental: desenvolvendo atividades visando eliminar ou minimizar os requisitos industriais.

O objetivo do SGA é assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa, envolvendo cinco estágios principais, como consta na Figura 2.5:

Etapa 1	Comprometimento e Definição da Política Ambiental
Etapa 2	Elaboração do Plano: -Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais associados - Requisitos legais e corporativos - Objetivos e Metas - Plano de ação e programa de gestão ambiental
Etapa 3	Implantação e Operacionalização: - Alocação de recursos - Estrutura e responsabilidade - Conscientização e treinamento - Comunicações - Documentação do sistema de gestão - Controle operacional – programas de gestão específicos - Respostas às emergências
Etapa 4	Avaliação Periódica: - Monitoramentos - Ações corretivas e preventivas - Registros - Auditorias do sistema de gestão
Etapa 5	Revisão do SGA

Figura 2.5: Etapas do Sistema de Gestão Ambiental  
Fonte: (PADOIN, L et al. 1997).

Segundo Widmer (1997), o objetivo maior de um sistema de gestão ambiental deve ser o de proteger o meio ambiente e a saúde humana dos impactos que são gerados pelas atividades, produtos ou serviços de uma organização. Um SGA efetivo também pode servir para, entre outras coisas, demonstrar aos clientes a preocupação ambiental da empresa, manter bom relacionamento com a comunidade e com organizações não governamentais, garantir acesso a financiamentos, obter seguro a

custos menores, reduzir causas trabalhistas, reduzir o consumo de materiais e energia e melhorar o relacionamento com órgãos governamentais.

Os sistemas de gestão ambiental devem fazer uso de processos, práticas, materiais ou produtos que evitam, reduzem ou controlam poluição, entre os quais se incluem reciclagem, tratamento, mudanças de processos, mecanismos de controle, uso eficiente de recursos e substituição de materiais. Sendo que os benefícios potenciais da prevenção de poluição incluem a redução dos impactos ambientais adversos, melhoria da eficiência e redução de custos. Cabe também aos sistemas de gestão ambiental criar formas de obter resultados mensuráveis do sistema de gerenciamento ambiental.

Os sistemas de gestão criados nas empresas são, em geral, sistemas particulares e específicos para cada empresa e seu respectivo negócio. Várias são as ferramentas que suportam o sistema e a forma como o mesmo foi construído, no entanto é importante salientar que o sistema de gestão deve ser estruturado, eficaz e buscar sempre a melhoria contínua.

Hoje, no Brasil, pode-se dizer que apenas as construtoras de grande porte possuem sistemas de gerenciamento ambiental estruturado, formalizado e sendo aplicado de maneira eficaz. As pequenas e médias empresas, em sua maioria, desconhecem o assunto e as que conhecem não costumam aplicar.

Tanto os sistemas de gestão ambiental certificados quanto as boas práticas que não estejam certificados, baseiam o desenvolvimento de todas as suas atividades no levantamento de aspectos e impactos ambientais. É isso que sustenta qualquer sistema que tenha o foco na adequação ambiental, juntamente com o conhecimento dos requisitos legais.

#### 2.4.2.1 Levantamentos de Aspectos e Impactos Ambientais

Uma das etapas mais importantes da implantação de um Programa de Gerenciamento Ambiental é a avaliação de aspectos e impactos ambientais associados

às suas atividades, produtos e serviços. A Norma ISO 14001:2004 define estes termos, da seguinte maneira:

- a) aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que podem interagir com o meio ambiente. Sendo que um aspecto ambiental significativo é um aspecto que tenha ou possa vir a ter um impacto ambiental significativo;
- b) impacto ambiental é qualquer mudança para o meio ambiente, seja adversa ou benéfica, totalmente ou parcialmente resultante das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

A relação entre aspecto e impacto ambiental é semelhante à relação entre causa e efeito; para determinada causa, tem-se determinado efeito. Esta co-relação é importante no momento em que parte-se para uma avaliação detalhada das atividades realizadas em um empreendimento. Para cada atividade realizada encontram-se aspectos ambientais. É sempre importante ver o processo global, as suas atividades, as suas entradas e as suas saídas. Busca-se ter isso claramente definido para possibilitar a tomada de ações que visem eliminar, diminuir ou controlar a atividade. Um exemplo de preenchimento desta relação está apresentado na Figura 2.6.

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Plano de Ação</b>
Causa do problema	Efeito do problema	Tomada das ações
Embalagem contendo resto de tinta	Contaminação do solo	Elaborar procedimento para envio de embalagem a local licenciado e reduzir a geração

Figura 2.6 – Correlação entre Aspecto e Impacto Ambiental  
Fonte: (SENAI 2007).

Para o caso específico de aspectos ambientais, pode-se citar os seguintes exemplos: consumo de energia, consumo de água, consumo de matérias-primas, geração de resíduos sólidos, geração de efluentes contaminados, etc. Já para os impactos ambientais, pode-se citar: esgotamento ou diminuição da disponibilidade da fonte, poluição do solo, poluição da água e poluição do ar.

Ao analisar-se cada etapa do processo construtivo detalhadamente, torna-se possível listar todos os aspectos e impactos ambientais relativos a este empreendimento e diante disso, torna-se possível criar os respectivos controles ou até mesmo as ações necessárias para evitar estas fontes de poluição e excessivo consumo. A Figura 2.7 sugere uma ampla avaliação do processo construtivo focando nas matérias-primas e resíduos gerados. Pode-se observar claramente a questão do consumo de recursos naturais e o seu respectivo impacto em relação à geração de resíduos. Qualquer projeto que pretenda buscar a adequação ambiental do processo construtivo deve passar pela análise detalhada desta questão.

Como se observa na Figura 2.7 o setor emprega uma grande diversidade de matérias-primas. Algumas possuem estoques bastante limitados, como o cobre e o zinco, por exemplo, estimadas em pouco mais de 60 anos. A madeira é outro insumo importante, sendo a atividade responsável pelo consumo de cerca de 70% das florestas naturais, que por sua vez não são remanejadas adequadamente.

O uso intenso de energia é outra das características da atividade, sendo sua maior utilização nos processos de extração e transporte das matérias-primas, da sua dispersão espacial e distâncias das jazidas aos centros de produção e/ou consumo.

A produção de partículas de poeira está presente em grande parte das atividades, quer seja na extração da matéria-prima, no transporte, na produção de materiais como o cimento e o concreto e a execução de atividades nos canteiros de obra.

Caso os responsáveis pela indústria da construção utilizassem estes conceitos de aspecto / impacto ambiental, seria mais fácil de entender por onde deveriam começar na sua busca pela adequação ambiental; ou seja, necessitariam conhecer com clareza as legislações vigentes no seu país e providenciar uma relação dos aspectos e impactos ambientais originados das suas atividades construtivas, para que desta forma possam estabelecer controles operacionais que evitem ou minimizem estes problemas.



Figura 2.7 - Principais insumos, matérias-primas e resíduos da indústria da construção.  
 Fonte: (CNTL 2008).

O processo de levantamento dos aspectos e impactos ambientais decorrentes de um empreendimento deverá ter uma abrangência que permita a realização desta avaliação durante todo o ciclo de vida da edificação. Estima-se que o período de uso e manutenção da edificação seja de 46 anos, e, portanto durante este período haverá aspectos e impactos ambientais.

Conforme Ceotto (2008) analisando-se a Figura 2.8 constata-se que durante as fases de idealização, concepção e projeto da edificação são gastos menos de 1% do custo total; enquanto que durante o período de uso e manutenção serão gastos 80% do custo total.



Figura 2.8 – Custo total de um edifício comercial em 50 anos  
Fonte: CEOTTO (2008).



Figura 2.9 – Possibilidade de interferência no custo total de um edifício em 50 anos  
Fonte: CEOTTO (2008).

Ainda conforme Ceotto (2008) observa-se na Figura 2.9 que a possibilidade de interferência no custo total de uma edificação terá a sua maior possibilidade nas fases de idealização, concepção e projeto; enquanto durante o período de uso e manutenção só existe 5% de possibilidade de interferência no que já foi feito.

Conclui-se então que o mais adequado é gastar muito tempo e investir muito nas fases de idealização, concepção e projeto, já que depois tudo que tiver sido avaliado ficará em uso por um longo período de tempo. Nestas etapas é que o levantamento de aspectos e impactos ambientais deverá ser cansativamente revisto; todas as alternativas disponíveis no mercado para controle e operação deverão ser avaliadas; e a busca deverá ser intensa por tecnologias e materiais mais adequados às questões ambientais. Tudo que se conseguir evitar ou reduzir em relação à quantidade de aspectos e a incidência dos impactos será definitivo para o ciclo de vida da edificação.

### **2.4.3 Sistema de Certificação ISO 14001**

Os Sistemas de Certificação são mundialmente conhecidos e aceitos na maioria das organizações. No Brasil, em relação ao meio ambiente o Sistema de Certificação mais conhecido e mais aplicado é o que certifica o sistema de gestão ambiental através da Norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2004).

Pode-se dizer que para a Norma ISO 14001:2004, Sistema de Gestão Ambiental é aquela parte do sistema de gerenciamento geral que inclui estrutura organizacional, planejamento, atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para o desenvolvimento, implementação, execução, avaliação crítica e manutenção da política ambiental.

Conforme descrito na Norma ISO 14001 (ABNT, 2004), “organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar de forma clara o desempenho ambiental pelo controle dos impactos de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente, considerando suas políticas e objetivos ambientais. Tais organizações assim procedem no contexto cada vez mais exigente das legislações, do

desenvolvimento das políticas econômicas e de outras medidas para fomentar a proteção ambiental, e o crescimento generalizado da preocupação das partes interessadas sobre assuntos ambientais incluindo o desenvolvimento sustentável”.

No entanto é raro encontrar-se empresas da indústria da construção com selo de Certificação ISO 14001. Os responsáveis pelo setor parecem pensar que esta Norma não é aplicável à construção, já que o entendimento é que a indústria da construção possui inúmeras particularidades e, portanto, não se enquadra no perfil das demais indústrias. No entanto a Norma é bastante ampla e pode ser aplicada nas construtoras, principalmente em relação aos conceitos e a necessidade da melhoria contínua através da ferramenta de processos PDCA (do inglês, *Plan* – planejamento; *Do* – fazer; *Check* – verificar; *Action* - ação).

O interessante em buscar uma certificação com a utilização de Normas Técnicas é a obrigação que as mesmas criam nas empresas para que elas passem a ter e a aplicar um eficiente sistema de gestão ambiental. Não basta ser certificado para ser eficaz; mas a certificação exige que as organizações necessitem ser conduzidas dentro de um sistema de gerenciamento estruturado e integrado com a atividade de gerenciamento global. Esta busca constante acaba trazendo inúmeros benefícios para a empresa, obrigando-a a manter-se atualizada em relação à legislação vigente, técnicas disponíveis, processos mais eficazes e conseqüentemente mais focados na busca pela adequação ambiental e a sustentabilidade dos seus negócios.

A Norma ISO 14001:2004 especifica os requisitos de um sistema de gerenciamento ambiental. Ela foi escrita para ser aplicável por organizações de todos os tipos e tamanhos e para acomodar condições geográficas, culturais e sociais. Um sistema desse tipo permite à organização estabelecer e avaliar a eficácia dos procedimentos para estabelecer uma política e objetivos ambientais, atingir conformidade com os mesmos, e demonstrar tal conformidade a terceiros. A meta geral da norma é dar suporte à proteção ambiental e prevenção da poluição em balanço com as necessidades sócio-econômicas. Deve-se notar que muitos dos requisitos podem ser aplicados simultaneamente ou revistos em qualquer época.

Uma diferença importante existe entre esta especificação, que descreve os requisitos para certificação/registro e/ou auto-declaração de um sistema de

gerenciamento ambiental, e um guia não certificável destinado a prover uma orientação genérica a uma organização para implementação ou melhoria de um sistema de gerenciamento ambiental. O gerenciamento ambiental engloba uma série completa de assuntos incluindo aqueles com implicações estratégicas e competitivas. Demonstração de uma implementação bem sucedida da norma pode ser usada por uma organização para assegurar às partes interessadas que um sistema de gerenciamento ambiental está em curso.

Pode-se dizer que a Norma ISO 14001 origina-se de dois conjuntos de informações principais: os requisitos legais e o levantamento de aspectos e impactos ambientais; e por isso, é válido dizer que ela é aplicável também à indústria da construção civil.

As informações relativas aos requisitos legais consistem em conhecer e ter gerência sobre todas as legislações federais, estaduais, municipais, Normas Técnicas e demais requisitos legais considerados aplicáveis à empresa.

Em relação ao levantamento de aspectos e impactos ambientais o trabalho também deve ser bastante detalhado, já que consiste em avaliar, levantar e gerenciar todos os aspectos e impactos pertinentes a cada atividade realizada na empresa. O nível de detalhamento deste levantamento, assim como a gerência sobre ele é que determinará a eficiência ou não do sistema de gestão ambiental.

#### **2.4.4 Sistemas de Avaliação, Validação e Certificações**

Na década de 1970 houve o crescimento da demanda e surgimento dos produtos chamados “eco-eficientes” nos países desenvolvidos. Na construção civil não foi diferente e ganhou força a construção dos chamados *green buildings*. No entanto, naquela época ainda não havia ferramentas de avaliação e de classificação de desempenho entre os empreendimentos; porém existia uma necessidade de destacar os projetos sérios com melhor desempenho ambiental.

A primeira certificação dessa natureza surgiu na Inglaterra em 1990, chamada de *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), com o intuito de fomentar no mercado o desenvolvimento e adoção de tecnologias com menor consumo energético por meio da identificação de edifícios de menor impacto ambiental no mercado. O BREEAM introduziu o incentivo às práticas ambientais de excelência no projeto, gestão e manutenção; a definição de critérios e padrões além dos exigidos por lei ou normas; e a conscientização de proprietários, ocupantes, projetistas e operadoras quanto aos benefícios dos edifícios com menor impacto ambiental. Ele estabeleceu um Índice de Desempenho Ambiental de Produtos (*Environmental Product Declaration - EPD*) baseado na Análise de Ciclo de Vida (ACV), níveis de classificação para edifícios, e fomentou um *benchmark* que avalia aspectos relacionados com energia, impacto ambiental, saúde e produtividade (SILVA, 2003).

As certificações de edificações têm por objetivo atestar a qualidade e o desempenho ambiental de edificações e ao invés de certificar a empresa construtora em si, foca as ações no empreendimento. Assume-se que através da adoção das práticas por empreendimento as empresas serão capazes de induzir melhorias no desempenho ambiental das suas construções como um todo (DEGANI e CARDOSO, 2002).

Após o BREEAM, considerado a base dessas ferramentas, diversos países desenvolveram as suas ferramentas de avaliação ambiental para edificações. Dentre eles pode-se citar: o *Green Building Challenge* (GBC) em 1996 no Canadá; o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) em 1999 nos EUA; o *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) em 2002 no Japão; e o *Haute Qualité Environnementale* (HQE) em 2005 na França.

A Tabela A do apêndice A faz uma análise crítica mais detalhada de alguns dos sistemas de avaliação utilizados no mundo. Vários deles possuem semelhança em relação às principais áreas abordadas, assim como em relação à forma de avaliação, *check-list*. Quase todos estabelecem categorias de acordo com o grau de desenvolvimento sustentável alcançado no emprego dos sistemas de avaliação. Observa-se também que, por terem sido criados em países diferentes, eles acabam possuindo particularidades específicas necessárias para cada situação. Então, pode-se

dizer que apesar de muitos terem sido criados para serem internacionais, no mínimo uma adaptação se faz necessária em cada país onde o sistema pretenda ser aplicado.

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 em sua criação variam, assim como as aplicações pretendidas para estes sistemas, que vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação. A grande maioria dos sistemas adequa-se melhor à avaliação de edifícios novos ou projetos, trabalhando no plano do *desempenho potencial*, sendo raros os exemplos de sistemas neste segundo caso. 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 (SILVA, 2003).

Pode-se dizer que embora não exista uma classificação formal neste sentido, os sistemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente separados em duas categorias (SILVA, 2003). De um lado estão os sistemas que promovem a construção sustentável através de mecanismos de mercado; de outro, os métodos orientados para pesquisa, centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica.

Em síntese, esses sistemas avaliam o desempenho da construção, em particular dos edifícios, de modo a fornecer indicações aos especialistas sobre as diversas áreas analisadas, tais como: a sua localização, o seu uso eficiente da água, o seu uso eficiente de energia, a sua qualidade ambiental interna, entre outras (PATRICIO e GOUVINHAS, 2004).

O Brasil ainda não possui um sistema de avaliação de edifícios genuinamente nacional. Entretanto, com a necessidade de promover e desenvolver a construção sustentável ou os chamados *green buildings*, estão em atuação no mercado brasileiro dois sistemas de avaliação internacionais, o LEED e o HQE. Ambos sofreram revisões para adequação às particularidades e necessidades brasileiras, sendo que o HQE passou a ser chamado no Brasil de AQUA.

Criado em 2008, o AQUA é a adaptação para o Brasil da “Démarche HQE”, da França e contém os requisitos para o sistema de gestão do empreendimento e os

critérios de desempenho nas categorias da qualidade ambiental do edifício. Foi desenvolvido e adaptado à realidade brasileira pela Fundação Vanzolini, maior certificadora nacional.

A certificação AQUA se baseia em 14 critérios de sustentabilidade divididos em quatro fases: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde. Isso abrange a avaliação de um empreendimento nas fases de programa, concepção, construção e fase de uso, sejam eles residenciais, comerciais, complexos esportivos e arenas, ou destinados à habitação popular. Mas como a certificação AQUA começou a vigorar em 2008 e a lista de verificação objeto deste trabalho, é de 2007, esta ferramenta não pode ser estudada detalhadamente.

Para o desenvolvimento deste projeto, diferentes sistemas de avaliação internacional foram considerados, no entanto dois deles foram estudados mais detalhadamente: o LEED (2006) e o CASBEE (2006).

#### 2.4.4.1 *Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED™

Em 1994 o *US Green Building Council* (USGBC), instituição financiada pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), iniciou um programa para desenvolver, nos Estados Unidos, um sistema de classificação de desempenho orientado para o mercado, visando acelerar o desenvolvimento e a implementação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis. Esta instituição sem fins lucrativos, congrega representantes de diversos ramos da construção no intuito de promover construções que espelhem responsabilidade ambiental, econômica e social.

O desenvolvimento e implementação bem sucedida de iniciativas anteriores de aplicação de sistemas voluntários de classificação de desempenho ambiental de edifícios no Reino Unido (BREEAM) e no Canadá (GBC-Tool), demonstraram que a identificação e a comunicação da eficiência e desempenho ambiental de edifícios elevaram a conscientização e o critério de seleção dos consumidores e estimulou os esforços de proprietários e construtores em produzir edifícios ambientalmente

adequados. Acreditava-se ainda que o desenvolvimento de sistemas de desempenho ambiental de edifícios tecnicamente consistentes implica necessariamente em incentivar outros segmentos da indústria da construção a desenvolver produtos e serviços de maior qualidade ambiental (SILVA, 2003).

Estas foram as bases para o desenvolvimento do LEED™, um sistema de classificação e certificação ambiental projetado para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana, e proporcionar reconhecimento junto ao mercado pelos esforços despendidos para esta finalidade.

O LEED™ hoje está presente em 41 países, inclusive no Brasil, através do GBC Brasil. A primeira versão foi lançada em 1999, e o sistema é atualizado a cada 3 ou 5 anos. A certificação dada é válida por um período de 5 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.

O LEED™ certifica diversos tipos de edificações, divididos nas seguintes categorias:

- a) LEED NC – novas construções e grandes projetos de renovação;
- b) LEED EB – edifícios existentes;
- c) LEED CI – projetos de interiores e edifícios comerciais;
- d) LEED CS – projetos da envoltória e parte central do edifício;
- e) LEED for Homes – residências;
- f) LEED Schools – escolas;
- g) LEED ND – desenvolvimento de bairros;
- h) LEED Retail – lojas;
- i) e LEED Hospitals – hospitais.

O LEED™ é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Possui uma estrutura simples a ponto de ser, por isso, criticada. O LEED™ é baseado em especificações de desempenho em vez de critérios prescritivos, e tomam por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida (SILVA, 2003).

A singularidade deste sistema resulta principalmente do fato de ser um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no seu conselho gestor. O apoio de associações e de fabricantes de materiais e produtos favoreceu a ampla e rápida disseminação do LEED™ nos EUA e posteriormente no mundo.

Os seus critérios de avaliação estão divididos pelos seguintes temas, ou áreas abordadas: Sítio Sustentável (SS); Eficiência do uso da Água (WE); Energia e Atmosfera (EA); Materiais e Recursos (MR); Inovação e Processo (IN); e Qualidade Ambiental Interna (EQ).

A pontuação varia de acordo com a categoria a ser atendida. A partir de um número mínimo de pontos a construção poderá ser certificada, sendo classificada como: Certificado, Prata, Ouro ou Platina. Além da pontuação mínima existem os pré-requisitos que devem ser atendidos.

Da Tabela 2.3, percebe-se que o foco principal desta versão é dado para a Energia e Atmosfera (25%), seguidos de Qualidade do Ambiente Interno (22%) e Sítio Sustentável (20%), depois vem Materiais e Recursos (19%) e por último Uso Eficiente da Água e Inovação e Processo de Projeto (7% cada um). Na versão 2.2, que é a que ainda está em vigor, algumas alterações foram feitas e foram atribuídos pesos diferentes para as áreas abordadas, em relação à versão 2.0.

Na versão 2.2 foi considerada como foco principal da análise a gestão de Materiais e Recursos com 35,29%, para Qualidade do Ambiente Interno ficou com 29,41% e Sítio Sustentável com 17,65%. No entanto observa-se que houve uma redução expressiva em relação à Energia e Atmosfera (5,88%) e da mesma forma em relação a Eficiência no Uso da Água (0%). É provável que isto tenha acontecido devido ao alto grau de industrialização dos canteiros de obra. Como nas versões anteriores, permanece a ausência de quesitos em relação aos aspectos sociais, tais como empregos, segurança e saúde ocupacional.

Tabela 2.3 – Estrutura de avaliação do LEED™ versão 2.0

<b>Categorias (% total de pontos)</b>	<b>Pré-requisitos (7PReq)</b>	<b>Pontos (máx 69 pts)</b>
<b>Sítios sustentáveis (20%)</b>		<b>Até 14 pts</b>
1. Seleção da 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
<b>Uso eficiente de água (7%)</b>		<b>Até 05 pts</b>
1. Paisagismo com uso eficiente de água		Até 02
2. Tecnologias inovadoras para reutilização de água		01
3. Conservação de água		Até 02
<b>Energia e atmosfera (25%)</b>		<b>Até 17 pts</b>
1. Otimização do desempenho energético	- Verificação de conformidade pré-entrega ( <i>commissioning</i> ) - 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 s e <i>Halons</i> (dano à camada de ozônio)		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
<b>Materiais e recursos (19%)</b>		<b>Até 13 pts</b>
1. Reutilização de edifício	- coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários do edifício.	Até 03
2. Gestão de RSCC		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
<b>Qualidade do ambiente interno (22%)</b>		<b>Até 15 pts</b>
1. Monitoramento de CO <sub>2</sub>	- Qualidade do ar interno mínima - controle ambiental de fumaça de cigarros	01
2. Aumento da eficiência de ventilação		01
3. Plano de gestão de qualidade do ar interno durante o processo de construção		Até 02
4. Materiais com baixa liberação de VOCs (compostos orgânicos voláteis)		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
<b>Inovação e processo de projeto (7%)</b>		<b>Até 05 pts</b>
1. Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)		Até 04
2. Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED™		01

Fonte: SILVA (2003).

O sistema LEED™ costuma sofrer algumas críticas negativas:

- a) não há preocupação formal com treinamento e disseminação do conhecimento entre os colaboradores e com a cadeia produtiva como um todo;
- b) ao modo como os itens são descritos, caracterizando uma “padronização” de soluções de projeto;
- c) a estrutura permite que apenas os quesitos para os quais se pretenda obter a certificação sejam avaliados, podendo não refletir o desempenho global do edifício;
- d) ainda não há versão para o Brasil, ou seja, tudo deverá ser traduzido e encaminhado para avaliação nos EUA.

São considerados, nos EUA, pontos positivos da aplicação do sistema:

- a) aumento da eficiência (energética, do uso de água e materiais);
- b) redução do impacto ambiental;
- c) melhoria da qualidade do ambiente interno;
- d) associação da marca LEED™ ao conceito de sustentabilidade.

Pode-se dizer ainda que são aspectos positivos:

- a) ter uma estrutura simples, compreensível e ajustável;
- b) tomar por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em Normas e Recomendações de organismos com credibilidade reconhecida;
- c) e estimula a adoção de tecnologias e conceitos inovadores.

#### 2.4.4.2 *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* – CASBEE

Em 2002, foi apresentado pela primeira vez na *Sustainable Building 2002* (SB'02), em Oslo, pelo *Japan Sustainability Building Consortium*, o CASBEE. Ele foi apresentado como um novo indicador de avaliação que segue o conceito de eco-eficiência.

O CASBEE foi desenvolvido com base em 3 princípios básicos. Primeiro, para a avaliação dos edifícios durante o seu ciclo de vida. Segundo, é baseado em um conceito que distinga claramente a carga ambiental (**L**) e a qualidade do desempenho ambiental do edifício (**Q**) como os alvos principais da avaliação. E terceiro, aplica o conceito de eco-eficiência como *Building Enviromental Efficiency* (BEE). Dados Q e L o BEE é definido como Q/L para indicar o resultado total da avaliação ambiental dos edifícios. Portanto pode-se dizer que o CASBEE está focado na definição dos limites do edifício, e no levantamento e balanceamento entre impactos positivos e negativos gerados ao longo do ciclo de vida.

Na verdade, o CASBEE não é uma, mas quatro ferramentas de avaliação, cada uma delas destinada a usuários bem definidos, que podem avaliar o projeto ou edifício existente em estágios específicos de seu ciclo de vida, conforme pode ser verificado na Figura 2.10. Este conjunto de ferramentas destina-se à avaliação de edifícios de escritórios, escolares e multi-residenciais (SILVA, 2003). O método analisado aqui será a ferramenta para projeto, também chamada de *Design for Enviromental* (DfE CASBEE).

O CASBEE propõe aplicar o conceito de sistemas fechados (um espaço hipotético encerrado pelos limites do terreno) para determinar a capacidade ambiental relacionada ao edifício a ser avaliado, conforme Figura 2.11. Este limite hipotético define e distingue claramente o espaço dentro dos limites do terreno (ambiente como propriedade privada), e o espaço fora do terreno (ambiente como propriedade pública) (SILVA, 2003).

	Ferramenta	Usuários	Objetivos / características
Edifícios novos	Ferramenta de avaliação pré-projeto	Proprietários Planejadores Projetistas	Identificação do contexto básico do projeto, com ênfase em seleção de área e impactos básicos do projeto.
	Ferramenta de projeto para o ambiente (DfE)	Projetistas Construtores	Testes simples de auto-avaliação para auxiliar a melhorar a eficiência ambiental do edifício (BEE) durante o processo de projeto.
Edifícios existentes	Ferramenta de certificação ambiental	Proprietários Projetistas Construtores Agentes Imobiliários	Para classificar edifícios concluídos segundo sua eficiência ambiental. Determinar o valor básico de mercado do edifício certificado.
	Ferramenta de avaliação pós-projeto (operação e renovação sustentáveis)	Proprietários Projetistas Operadores / gestores	Prover informações sobre como melhorar a BEE durante a etapa de operação.

Figura 2.10 – Suíte de ferramentas de avaliação que compõem o CASBEE  
Fonte: SILVA (2003).

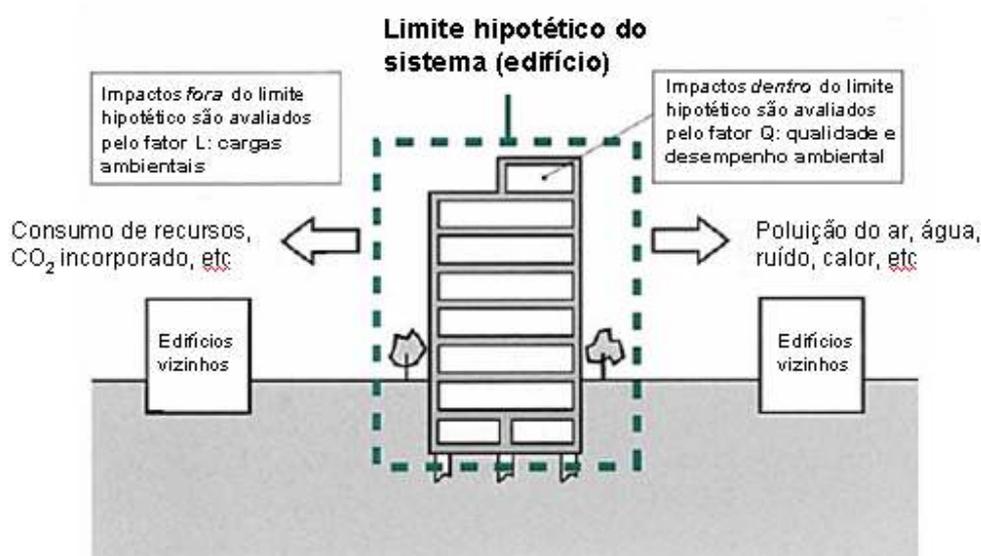


Figura 2.11 – Estrutura conceitual do CASBEE  
Fonte: (CASBEE 2006).

O **L** (as cargas ambientais) são os impactos negativos que se estendem para fora do espaço hipotético; o **Q** (qualidade ambiental) é a qualidade e desempenho ambiental dentro do espaço hipotético, ou seja, no edifício. Quanto maior o valor resultante de  $Q/L$ , BEE, maior a sustentabilidade ambiental do edifício.

Pode-se dizer que a inovação do CASBEE, em relação aos demais sistemas de avaliação mundialmente conhecidos, está em implementar avaliações ambientais com base no conceito de eficiência ambiental do edifício. A estrutura de avaliação é semelhante e derivada do *Green Building Challenge*. Nos 3 estágios principais do projeto – estudo preliminar, ante-projeto e projeto executivo, são preenchidos o formulário de pontuação e o formulário de resultado.

Ao analisar-se a estrutura de avaliação do CASBEE (Tabela 2.4) chama atenção o Q2 – qualidade dos serviços, o Q3 – ambiente externo (ao edifício) no terreno, assim como o L3 – ambiente fora do terreno. Observa-se ainda, a importância dada aos Eco-materiais. Alguns itens de avaliação, dentro destas categorias, demonstram uma preocupação bem mais clara em relação ao tripé da sustentabilidade, nem sempre vistos nos demais sistemas de avaliação.

Tabela 2.4 – Estrutura de avaliação do CASBEE

Aspectos avaliados	Categorias para derivar o BEE Categorias (peso)	Pts	BEE
	<b>Qualidade ambiental</b>		<b>Numerador BEE</b>
	<b>Q1: Ambiente interno (0,5)</b>		
	Ruído e acústica	15	
	Conforto térmico	15	
	Iluminação	20	
	Qualidade do ar	15	
	<b>Q2: Qualidade dos serviços (0,35)</b>		
	<i>Serviceability</i> (aconchego, funcionalidade)	10	
	Durabilidade	10	
	Flexibilidade e adaptabilidade	15	
	<b>Q3: Ambiente externo (ao edifício) no terreno (0,15)</b>		
- Consumo de energia	Manutenção e criação de ecossistemas	5	
	Paisagem	5	
- Uso de recursos críticos	Características locais e culturais	5	
	<b>Cargas ambientais</b>		<b>Denominador BEE</b>
- Ambiente local	<b>L1: Energia (0,5)</b>		
	Carga térmica do edifício	5	
- Ambiente interno	Uso de energia natural	10	
	Eficiência dos sistemas prediais	5	
	Operação eficiente	10	
	<b>L2: Recursos e materiais (0,3)</b>		
	Água	10	
	Eco-materiais	30	
	<b>L3: Ambiente fora do terreno (0,2)</b>		
	Poluição do ar	5	
	Ruído e odores	10	
	Acesso a ventilação	5	
	Acesso a iluminação	5	
	Efeito de ilhas de calor	5	
	Carga em infraestrutura local	5	
<b>80 subitens</b>	<b>18 categorias</b>	<b>220</b>	

Fonte: SILVA (2003).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo descreve-se a forma como foi elaborado o Índice de Sustentabilidade, assim como todos os itens que fazem parte da sua estrutura.

#### 3.1 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE

O projeto de criação do Índice de Sustentabilidade iniciou através de uma revisão bibliográfica, que buscou conhecer mais profundamente os sistemas de avaliação já com algum reconhecimento mundial, em especial o LEED™ (EUA) e o CASBEE (Japão). A revisão abordou também, os diversos artigos e trabalhos escritos, principalmente no Brasil, a respeito deste assunto.

Os principais sistemas de avaliações, índices, *check-list*, enfim, as principais formas de avaliação e estimativa de desempenho que estão sendo usadas hoje no mercado foram analisadas através de uma tabela comparativa, Tabela A apêndice A, cuja base já estava pronta (SILVA, 2003), e onde colunas e linhas foram adicionadas de forma a se obter um detalhamento ainda maior de cada um dos sistemas, facilitando assim a análise crítica das informações e a possibilidade de comparações entre os métodos existentes.

Logo no início das reuniões do grupo para o desenvolvimento do *check-list*, ficou clara a diversidade de empreendimentos que estariam sendo considerados. E foi assim que surgiu a primeira questão relevante. Como criar uma lista de verificação nacional que abrangesse empreendimentos residenciais, comerciais, hospitais, shoppings, e ainda por cima que tivesse a possibilidade de ser usado por engenheiros de todo o país? Em resposta a este desafio, estabeleceu-se que seria necessário partir para a criação de um limite de abrangência para o projeto. Além disso, seriam necessárias também, para se poder evoluir dentro da lista e ao mesmo tempo atualizá-la

permanentemente, criar versões, assim como é feito com os sistemas já em vigor, e com os próprios sistemas de gestão ambiental.

Verificou-se junto à Comissão de Assuntos Imobiliários, do SINDUSCON-RS, que segundo as suas pesquisas, aproximadamente 70% dos empreendimentos realizados por seus associados neste estado, correspondem a edifícios residenciais com cerca de 10.000 m<sup>2</sup>. Com isso, definiu-se que a primeira versão do Índice de Sustentabilidade teria a seguinte abrangência: aplicável a edifícios residenciais com até 10.000 m<sup>2</sup>, e deveria avaliar as etapas de projeto, construção e indicativos para o uso e manutenção futuros do empreendimento.

Definida a abrangência, o passo seguinte seria a definição dos itens principais, ou áreas principais a serem abordadas pela lista. Da Tabela A apêndice A dos sistemas avaliados, percebe-se que alguns tipos de itens são bastante semelhantes, apesar de muitas vezes terem denominações distintas. Dentre eles destacam-se: água, energia, materiais, e localização do terreno. Já a questão social só é contemplada na estrutura do CASBEE, mas mesmo assim acredita-se na sua importância e por isso também é considerada neste projeto.

Da análise de aspecto e impacto ambiental, busca-se pensar a construção como um processo que possui entradas e saídas, ou seja, consumos e gerações. Esta abordagem, do ponto de vista ambiental para edificações deste porte, tem como principais impactos o consumo de recursos (água, energia, materiais, etc) e a geração de resíduos, principalmente sólidos.

Definiu-se também, que para todas as áreas abordadas, assim como todas as subdivisões que existirem no Índice, haverá duas etapas sempre a serem consideradas: uma de projeto e outra na execução da obra. Sendo que sempre a etapa do projeto é considerada mais importante e conseqüentemente tem uma pontuação maior, que será detalhada mais adiante. Da influência da PmaisL neste trabalho, e das análises das etapas do empreendimento e seus respectivos custos, fica claro que tudo deve ser planejado previamente, ou no mínimo durante a etapa de projeto do empreendimento. Daí a razão de realizar esta divisão na fórmula da análise de cada item.

Levando-se em consideração todas estas questões, mas principalmente da análise crítica dos sistemas mais estudados e ainda da vivência dos participantes do

grupo de trabalho, e nunca esquecendo que este sistema de avaliação deveria ser simples e aplicável a nível nacional, chegou-se à divisão principal que o Índice deveria ter, ou seja, quais seriam as principais áreas de abordagem.

O Índice de Sustentabilidade desenvolvido é composto por 5 áreas de abordagem, que são: sustentabilidade do sítio; consumo de recursos; geração de resíduos; uso e manutenção; e análise sócio-econômica (Figura 3.1)

Após esta definição, analisou-se de que forma estas áreas deveriam ser detalhadas, ou melhor, subdivididas, para que pudessem de fato ser significativas do ponto de vista ambiental. O nível de subdivisões também foi diferente para cada área abordada, mas o objetivo foi chegar até a busca pelo impacto ambiental, de tal forma que o usuário pudesse fazer uma simples escolha e que esta representasse a situação do empreendimento em relação ao nível de adequação ambiental, formando a pontuação.

Cabe salientar que a idéia era criar um sistema onde o usuário só possa marcar a opção desejada. Portanto ele terá uma lista de opções e deverá escolher aquela ou aquelas que dizem respeito ao projeto ou construção do seu empreendimento.

Cada área de abordagem foi analisada e modificada inúmeras vezes até que se chegasse a um consenso em relação às opções colocadas. O mesmo foi feito com os subitens e com as respectivas opções. A Figura 3.1 resume a estrutura do Índice de Sustentabilidade, mostrando as áreas de abordagem, subitens e as suas respectivas divisões.

A escolha das opções, as que serão marcadas pelos usuários, foi uma etapa bastante delicada deste trabalho, principalmente por tratar-se do Brasil, onde as diferenças regionais são grandes. Nem sempre o que é aplicável na região sul, também é na norte e vice versa. Diante disso, optou-se por inserir as opções mais amplamente divulgadas e já reconhecidas, mesmo que isso tenha, algumas vezes, implicado na colocação de opções que possam ser consideradas simples. Sempre focando que o importante é que o Índice possa servir de diretriz para quem deseja iniciar a busca pela adequação ambiental.

Eventualmente um subitem não tem aplicação em ambas as etapas, isto é, na de projeto e na da execução da obra. Para estas situações, há a opção do usuário em marcar “não se aplica”.

Para todos os itens criados, antes de chegar às opções que deverão ser escolhidas pelo usuário, o mesmo terá acesso a 3 informações distintas para auxiliá-lo a responder as perguntas, são elas:

- a) objetivo: onde é descrito o que se pretende analisar neste item;
- b) requisito legal: se existe o requisito, ele está citado; senão, pode não haver nada escrito ou pode haver apenas alguma indicação que seja relevante;
- c) estratégia: onde se busca sugerir ao usuário ações que poderiam ser feitas para se alcançar o objetivo.

Cabe salientar ainda, que para todos os itens desenvolvidos, foi deixado um campo para escrever, na seqüência das opções, chamado de “outros” onde o usuário poderá inserir alguma opção, ou prática, que ele considere importante e que tenha trazido bons resultados, ainda que não tenha sido contemplada no Índice. Com isso, espera-se criar uma espécie de banco de dados para futuras atualizações da versão, fazendo com que o usuário cada vez tenha mais opções à sua disposição.

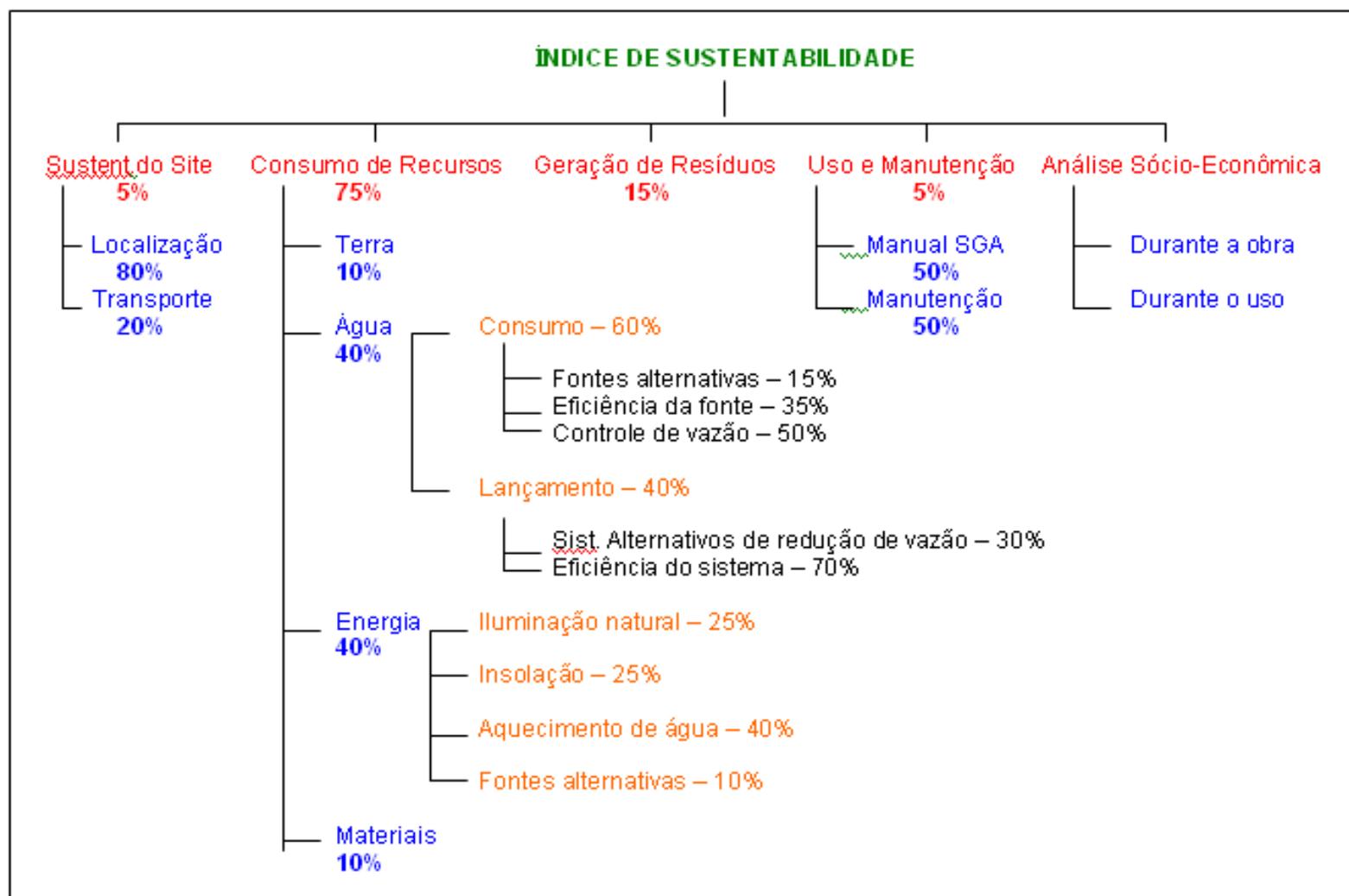


Figura 3.1: Estrutura do Índice de Sustentabilidade

### 3.2 DEFINIÇÃO DA PONTUAÇÃO

A criação da pontuação foi a etapa mais complexa da criação deste Índice. Neste momento ainda não se pode assegurar que a pontuação estabelecida está plenamente adequada à realidade brasileira e aos requisitos de adequação ambiental. Dizer que uma opção é ou não melhor do que outra, assim como afirmar que tal situação é mais adequada do ponto de vista ambiental do que outra, faz com que o processo de criação da pontuação se torne bastante complexo.

Alinhada com a idéia de simplicidade, o desafio maior da pontuação era a coerência em relação às boas práticas do ponto de vista ambiental praticadas pelas empresas. Isto é, o resultado final deveria ser coerente com a real situação da empresa e seus respectivos processos. Uma empresa que tenha uma série de ações adequadas à gestão ambiental deverá obter no final da lista de verificação um melhor resultado, se comparada a outra que não possua estas ações.

Outra dificuldade é porque nem todos os itens têm o mesmo formato de avaliação. Alguns possuem diversas alternativas que podem ser escolhidas e marcadas simultaneamente, enquanto outros possuem apenas uma opção possível.

Para iniciar decidiu-se estabelecer um valor de pontuação para cada uma das opções que o usuário deve escolher. Para que a comparação fosse permitida entre as opções, decidiu-se utilizar um sistema de pontuação que trabalha com o intervalo de -10 a 10. A escala de 0 a 10 já é comumente usada em diferentes situações, sendo que na sua maioria ela indica que quanto mais próximo de 10 melhor. Para este caso não será diferente, as opções cuja pontuação será 10 indica que esta é a opção mais adequada ao meio ambiente, enquanto as opções menos adequadas possuem pontuação em torno de 1, 2 ou até mesmo 3. Eventualmente, podem existir opções que não são adequadas do ponto de vista da sustentabilidade e estas terão a sua pontuação negativa. Mas cabe salientar, que o usuário não enxerga a pontuação, pois isso poderia induzi-lo a resposta. Ele apenas marca a opção e depois vê o resultado e o relatório produzido pelo preenchimento da lista de verificação.

Assim, lançou-se para todas as opções de cada um dos itens, um valor numérico que variasse de -10 a 10. Com base no conhecimento, na vivência e principalmente das informações e trabalhos científicos que fizeram parte da revisão bibliográfica (DEGANI, 2002; GEHLEN, 2008; PATRICIO, 2004; SANTOVITO, 2004; SILVA, 2003), sempre mantendo o foco na sustentabilidade do empreendimento, o grupo de trabalho estabeleceu para cada opção a sua respectiva pontuação.

Nos itens onde existe a possibilidade de múltipla escolha o resultado final do item é dado pela soma das pontuações de cada uma das opções dividindo-se pela soma total do item (soma de todas as opções possíveis de serem marcadas). Quando o item possui apenas uma possibilidade de resposta, o valor é dado pela pontuação escolhida dividindo-se pela pontuação maior possível neste item. Com isso, todos os resultados são valores percentuais.

Logo após o término desta distribuição de pontuação, passou-se para a análise do peso que cada item deveria ter em relação ao resultado final. Por exemplo, quanto representa o item insolação para o valor total do Índice. Continua-se trabalhando com valores percentuais. Por último atribuiu-se a cada área de abordagem o valor percentual que a mesma deveria ter em relação ao valor total.

Desta composição dos valores atribuídos às opções, das opções em relação ao subitem, do subitem em relação à área de abordagem e da área de abordagem em relação ao índice final, é que se chega ao valor final obtido pelas respostas dadas na lista. Este valor final varia de 0 - 100%.

Assim como acontece com alguns dos sistemas de avaliação mundiais, tais como o LEED<sup>TM</sup> e o BREEAM, optou-se em classificar o resultado final, alcançado ao responder a lista de verificação, em 5 categorias: de 0 a 20% não é classificado; Bronze de 21 a 40%; Prata de 41 a 60%; Ouro de 61 a 80%; Platina de 81 a 100%. Assim como o metal, o melhor resultado, ou o empreendimento mais sustentável é o da categoria Platina e o pior da Bronze.

### 3.3 DETALHAMENTO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE

O *check-list*, que é objeto de estudo deste trabalho, é uma lista de verificação nacional criada através da junção de um grupo de trabalho e de diferentes conhecimentos teóricos e práticos, dentre os principais estão: análise dos aspectos e impactos ambientais do setor construtivo, revisão bibliográfica dos índices mundiais, conhecimentos dos membros participantes do grupo de trabalho em Sistemas de Gestão Ambiental e Certificações, e levantamento das boas práticas existentes na indústria da construção até o momento no país.

A construção final desta lista foi feita pela autora deste trabalho. Ela foi a responsável pela estrutura inicial do *check-list* e, após todas as contribuições dos envolvidos, foi ela também a responsável pela versão final do documento que gerou o Índice de Sustentabilidade.

A partir deste documento criado fez-se necessária a transformação dele num *software*, para que a sua aplicação pudesse ser acessível a um número maior de pessoas, para que pudesse ser aplicado rapidamente e para que as suas informações pudessem ser arquivadas, gerando um banco de dados consistente das práticas ambientais utilizadas pelas construtoras. Através do CNTL, contratou-se uma empresa para que o *software* fosse desenvolvido.

A equipe de informática da contratada pelo CNTL trabalhou na transformação daquele documento gerado pela autora deste trabalho, em um *software*, que deveria estar disponível em um *site* na *internet*. No entanto o trabalho deles foi supervisionado pela autora deste trabalho. A forma como o índice deveria ser respondido pelo usuário, a forma como as opções seriam colocadas em cada item, o que deveria aparecer para o usuário, como os resultados deveriam ser apresentados ao término de uma avaliação, enfim, toda a parte técnica relativa ao Índice foi feita com a supervisão da autora do trabalho. Já o local onde ele ficaria no *site* do CNTL, as cores que seriam utilizadas de acordo com o padrão do sistema SENAI, o *lay-out* da página, a forma como as informações seriam compiladas no banco de dados e demais questões relativas a informática foi desenvolvido apenas pela empresa contratada.

Mais importante que o resultado final era desenvolver uma forma que permitisse a geração de um relatório para o usuário. Um dos objetivos desta lista de verificação é introduzir práticas adequadas ao meio ambiente na indústria da construção. Então, mesmo que o resultado final não seja o desejado, quem responde ao Índice toma ciência das demais opções que poderia responder. Apesar do usuário não saber da pontuação, alguns itens são claramente mais adequados do que outros. Ao emitir o relatório o usuário pode ver onde necessita melhorar, pois o relatório aponta onde a pontuação foi baixa, assim o usuário pode buscar alternativas mais adequadas para aquela determinada área de abordagem e desta forma melhorar os seus processos.

O Índice de Sustentabilidade, neste primeiro momento, deverá ficar disponível por um período de 6 meses a 1 ano. Com isso pretende-se gerar um banco de dados que vai confirmar ou não a coerência dos resultados alcançados e o valor dado à pontuação e a formação do resultado final. Com esta quantidade maior de informações pode-se aplicar os fundamentos matemáticos, tais como regressão linear, para que o percentual de cada item seja alcançado. Pretende-se somente após este período publicar oficialmente o Índice de Sustentabilidade com as devidas revisões desta versão já efetuadas.

Na Figura 3.1 – Estrutura do Índice de Sustentabilidade pode-se verificar o valor percentual atribuído a cada uma das questões avaliadas pelo Índice. A seguir, busca-se justificar a necessidade de cada um dos pontos avaliados, assim como a razão pela qual foi atribuída esta pontuação. Algumas páginas do *software* estão no anexo A deste trabalho.

### **3.3.1 Sustentabilidade do Sítio**

O objetivo maior desta área de abordagem é possibilitar, ainda na fase de projeto, na escolha do terreno, fazê-lo por um que permita que o futuro usuário possa ter uma boa qualidade de vida sem ter que utilizar carros ou transportes públicos, favorecendo assim a não geração de poluição, por emissão de gases; contribuindo para

diminuir o consumo de combustíveis; contribuindo para diminuir o aquecimento global, etc.

Entende-se que esta área não é fundamental para a composição final do Índice e por esta razão o seu valor representa apenas 5% do valor total. A análise da sustentabilidade do sítio está dividida em Localização do Terreno e Opções de Transporte.

### 3.3.1.1 Localização do Terreno

No LEED™ a análise da localização do terreno é feita em um raio de até 0,5 milhas (800 metros) em relação ao empreendimento. No Brasil, muitas cidades são consideradas pequenas e esta distância poderia distorcer a análise. De acordo com o IBGE cidade pequena é aquela que tem de 500 a 100 000 habitantes (SINDUSCON, 2010).

Indica-se, então, que se considere para a análise de localização do terreno um raio de 400 m em relação ao empreendimento.

A escolha do terreno é, com certeza, uma das primeiras características a serem consideradas e por esta razão deverá ter uma pontuação elevada: 80%. Se o local do terreno for bem escolhido, do ponto de vista ambiental, já durante a fase de construção, mas muito mais durante o seu uso, obter-se-ão ganhos ambientais.

As opções que estão disponíveis para os usuários, com as suas respectivas pontuações, estão a seguir:

Posto de combustível	1
Posto de combustível com conveniência	2
Supermercado	2
Shopping	3
Hospital	1
Escola	1
Clubes	1
Praças / Parques	2
Bancos	1
Médico / Dentista	1
Academia de esportes	1

Farmácia	1
Lavanderia	1
Loja de material de construção	1

As opções que possuem uma pontuação maior (2 ou 3) indicam que para a análise deste item especificamente, é mais interessante que exista próximo ao empreendimento outros empreendimentos que permitam que as pessoas tenham acesso as mais variadas necessidades, sem ter que usar carros próprios ou transporte coletivo.

Quanto mais itens estiverem disponíveis no empreendimento melhor, pois podem ser marcados tantos itens quanto forem os que existirem próximos ao terreno em questão. Como serão somados os pontos, quanto maior a pontuação melhor será o terreno, do ponto de vista ambiental.

### 3.3.1.2 Opções de Transporte

As opções de transporte existentes neste terreno que está sendo avaliado também devem ser consideradas. Se a localização do terreno do futuro empreendimento favorecer o uso de transportes alternativos, como bicicletas, ou até mesmo transporte público, melhor.

Quanto às opções de transporte, as construtoras pouco podem fazer, já que normalmente isto depende mais do planejamento dos municípios. Por esta razão o valor da pontuação é baixo: 20%. As opções que fazem parte deste item são as que seguem:

Até 2 linhas de ônibus	1
Até 5 linhas de ônibus	2
Mais de 5 linhas de ônibus	3
Metrô	3
Ciclovia	1
Bicicletário	1
Bicicletário com vestiário e chuveiro	1
Estacionamentos p/ visitantes com carro	2
Estacionamentos p/ visitantes com moto	1

Foi considerado melhor (pontuação 3) aquela opção que permite maior acesso aos transportes coletivos. Também pode-se marcar tantos itens quantos estiverem disponíveis no empreendimento. Quanto maior o valor do somatório, melhor, do ponto de vista ambiental.

### **3.3.2 Consumo de Recursos**

Esta é a área de abordagem mais relevante na composição do Índice. Esta pontuação elevada: 75%, que representa o nível de importância desta área deve-se, principalmente, ao fato de que tudo que puder evitar ou minimizar o consumo de recursos naturais trará um grande benefício direto ao meio ambiente. Todas as Boas Práticas que representem algum tipo de melhoria ambiental devem ser consideradas nesta área de abordagem.

Esta área foi dividida em Terra, Água, Energia e Materiais, pois estas são as maiores fontes de consumo de recursos.

#### **3.3.2.1 Terra**

A análise deste item levou em consideração a permeabilidade do solo. Entende-se que os empreendimentos devem ser avaliados e projetados buscando no mínimo manter a permeabilidade já existente naquele solo. Caso contrário pode-se, por exemplo, lançar na rede pública uma vazão maior de água pluvial do que a região estava acostumada e com isso pode-se ter transtornos para a área vizinha do empreendimento, tais como alagamentos.

Em alguns municípios existem indicativos de valores para permeabilidade do solo.

A pontuação deste item é 10% do Consumo de Recursos. O usuário deverá responder, marcando qual o percentual de área vegetável foi adotado no seu projeto. As opções de resposta são as que seguem, com a respectiva pontuação:

De 0 a 15%	-1
De 16 a 18%	1
De 19 a 25%	4
De 26 a 30%	7
Acima de 31%	10

Entende-se que o projeto que consegue aumentar mais de 31% a área vegetável daquele empreendimento deve ter a pontuação máxima; enquanto que aqueles que não conseguem nem cumprir a indicação da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, de Porto Alegre, de 17% da área vegetável devem ter uma pontuação negativa; ou seja, esta pontuação, na hora da soma deste item, fará com que ele perca alguns pontos, já que não está agindo a favor do meio ambiente.

### 3.3.2.2 Água

A importância do item água dentro da análise do Índice, não requer maiores explicações, já que hoje há toda uma preocupação ambiental em relação a uma gestão específica sobre a água. Ela representa 40% da área de abordagem Consumo de Recursos.

Cabe salientar, que o consumo de água se dará durante todo o ciclo de vida do empreendimento, mas principalmente durante o período do seu uso, e, por isso é fundamental que ele seja projetado de forma a fazer um uso adequado deste recurso.

A abordagem foi feita considerando-se tanto o Consumo de Água quanto o Lançamento de Efluente, e os diversos aspectos presentes em ambos os itens, pois assim entende-se que as principais questões em relação à gestão da água tenham sido avaliadas.

### 3.3.2.2.1 Consumo

O peso deste item em relação à Água é de 60%. Considera-se que a avaliação em relação ao consumo deve ter um peso maior do que em relação ao lançamento, já que os benefícios ambientais quando são feitas reduções de consumo serão maiores do que os benefícios em relação ao lançamento.

Para este item a avaliação deve ser feita tanto na fase de projeto, quanto na fase de execução da obra, pois em ambos os casos pode-se buscar a redução de consumo.

#### 3.3.2.2.1.1 Fontes Alternativas

A busca permanente por fontes alternativas de consumo deve ser recompensada, por isso entende-se que seja relevante abrir um item para esta avaliação e considerá-lo 15% em relação ao Consumo.

Neste item a análise do canteiro de obra também deve ser considerada. No entanto, o peso maior estará na fase de projeto, com 90%, enquanto a fase de execução entra com 10%. As perguntas feitas aos usuários, bem como as opções sugeridas e as suas respectivas pontuações, estão a seguir:

- Quais as alternativas de consumo que foram idealizadas para o empreendimento na fase de projeto?

Poço artesiano	-1
Abastecimento público	0
Aproveitamento de água da chuva	4
Reuso de águas cinzas	8

- Quais foram as alternativas de consumo durante a obra?

Poço artesiano	-1
Abastecimento público	0
Aproveitamento de água da chuva	4
Reuso de águas cinzas	8

Mantendo-se a mesma lógica dos itens anteriores, as opções com pontuação mais expressiva são aquelas que representam uma tecnologia mais evoluída e um retorno maior do ponto de vista do impacto ambiental. Pelas mesmas razões, a presença de poço artesiano deve ser pontuada negativamente, já que do ponto de vista ambiental a utilização deste recurso natural não deve ser estimulada.

### 3.3.2.2.1.2 Eficiência da Fonte Alternativa Utilizada

O benefício que a instalação de uma fonte alternativa de consumo irá trazer ao empreendimento será avaliado neste item. Entende-se que o cálculo da eficiência e conseqüentemente o peso deste item é mais importante do que apenas citar se há ou não fonte alternativa (item anterior) e por esta razão o seu valor é 35% do Consumo.

Para esta avaliação foi proposta a seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência} = [(\text{volume de água reusada} / \text{volume de água consumida})] \times 100$$

Esta fórmula indica o percentual de água reusada, logo quanto mais próximo de 100% melhor para o meio ambiente e, portanto, maior deve ser a pontuação e vice-versa. Desta forma, pode-se avaliar melhor o ganho ambiental e comparar sistemas empregados. Muitas vezes poderão existir sistemas mais simples com eficiência melhor do que a de sistemas mais complexos.

O usuário deverá avaliar a sua fonte alternativa de acordo com a fórmula proposta. O resultado obtido deverá ser lançado nas opções. O usuário fará a análise para a fase de projeto e para a fase de obra. As opções são as que seguem:

Fase de projeto:	0	0
	1 – 10%	3
	11 - 25%	6
	Acima de 26%	10
Durante a obra:	0	0
	1 – 10%	3
	11 - 25%	6
	Acima de 26%	10

Ao mesmo tempo, sabe-se que criar uma fonte alternativa que gere mais de 26% de água reusada é um desafio bastante grande, e por esta razão recebe o maior valor de pontuação. Cabe salientar, que existe o limitador da legislação, que diz que a água utilizada para fins potáveis deve ser proveniente das concessionárias públicas em todos os municípios em que existirem concessionárias, (Decreto do Estado do RS N° 23.430/1974). Conseqüentemente, mesmo que possível tecnicamente, não há como usar 100% água de reuso em um empreendimento.

### 3.3.2.2.1.3 Controle da vazão

Encontrar soluções e instalar equipamentos que controlem a vazão de consumo de água é o mais relevante quando se pretende fazer com que haja uma redução considerável do consumo. Quando se utiliza mecanismos de redução na origem do problema, maior será a eficiência da solução encontrada (PmaisL). Por esta razão este item representa 50% do Consumo. Ações feitas aqui devem ser estimuladas, pois trazem benefícios diretos ao meio ambiente.

Este item também deverá ser analisado no canteiro de obras. Para a fase de projeto o valor é de 90% e conseqüentemente para a fase de obra 10%. As perguntas feitas aos usuários, as opções e as respectivas pontuações são as que seguem:

- Quais das alternativas que seguem foram projetadas?

Instalação de Válvulas Hydra	-3
Medição Individual de água nas unidades autônomas	10
Instalação de mais de 90% dos vasos sanitários com caixa acoplada	5
Instalação de mais de 90% dos vasos sanitários com caixa acoplada de descarga dupla (3 e 6 litros)	5
Instalação de mais de 30% total das torneiras c/ fechamento automático	1
Chuveiros com redutores de vazão (vazão controlada)	1
Irrigação automatizada	2

- Quais das alternativas que seguem foram utilizadas durante a obra?

Torneiras c/ fechamento automático	2
Mictórios	2
Chuveiros c/ vazão controlada	2
Controle de água no processo de cura de concreto	3
Controle de água nas betoneiras	2
Controle de água para lavagem de materiais/equipamentos	5

Considera-se que a medição individual de água é a ação mais importante para a redução do consumo em um prédio residencial. A maioria dos condôminos hoje não tem conhecimento de quanto consomem por mês de água, já que a conta é rateada pelo condomínio. Como não sabem o quanto consomem, não têm estímulo para reduzir este consumo. Outra razão importante é o fato de que com a medição individual o esforço realizado pelo condômino terá reflexo direto na sua conta de água, o que, espera-se, traga mais estímulo para novas reduções.

Com a mesma lógica utilizada nesta lista de verificação, a utilização de válvula Hydra em um empreendimento novo não é recomendável do ponto de vista ambiental, já que o volume utilizado de água em cada descarga é muito grande se comparado as outras opções existentes. Por esta razão a sua pontuação é negativa.

### **3.3.2.2 Lançamento**

Neste item pretende-se avaliar o lançamento do efluente pluvial na rede pública. A idéia é que se busquem alternativas para reduzir esta quantidade, já que as redes públicas, na sua maioria, estão sobrecarregadas e assim se poderia, por exemplo, prevenir alagamentos e diminuir a quantidade de efluente a ser tratado.

Este item representa 40% da Água e está dividido de forma semelhante ao consumo. Considera-se se há ou não fonte alternativa e a eficiência desta fonte. Neste caso a avaliação é feita somente para a etapa de projeto, já que o lançamento de efluente é relativamente pequeno na etapa de execução de obra. Além disso, ainda não existem muitos exemplos de controle de lançamento.

### 3.3.2.2.1 *Sistemas Alternativos de Redução de Vazão*

Pela mesma razão do item semelhante em consumo, é relevante avaliar e estimular a busca por fontes alternativas de lançamento do efluente. Este item representa 30% do valor do Lançamento.

Neste caso o usuário tem apenas duas opções, ou ele marca Sim ou Não, sendo que sim corresponde ao maior valor de pontuação e não ao menor. Já que o objetivo aqui é estimular a existência de projetos alternativos.

### 3.3.2.2.2 *Eficiência do Sistema Alternativa Utilizado*

Também como no seu equivalente no consumo, a análise da eficiência da fonte alternativa utilizada é fundamental nesta avaliação. Assim este item vale 70% do valor do Lançamento. As opções do usuário, a pergunta e as respectivas pontuações, são as seguintes:

- Qual é a previsão de redução que o sistema alternativo projetado trará para o empreendimento?

0	0
1 – 10%	3
11 - 30%	6
acima de 31%	10

Se o usuário conseguir um projeto alternativo que reduza mais de 31% a vazão de lançamento deverá ter a maior pontuação, já que reduzirá significativamente o impacto ambiental do seu lançamento.

### 3.3.2.3 Energia

A avaliação de consumo de energia também é fundamental para qualquer trabalho ligado às questões ambientais. Hoje, assim como para água, a avaliação do consumo energético deve incluir todo o ciclo de vida do empreendimento, pois o seu maior consumo se dará durante a fase de uso, no entanto a forma, e o quanto serão necessários utilizar, na maioria das vezes, é determinado na fase de projeto do empreendimento. Devido a sua importância, a energia representa 40% do valor do Consumo de Recursos, assim como a Água.

#### **3.3.2.3.1 Aproveitamento da Iluminação Natural**

O importante aqui é chamar a atenção para a utilização da iluminação natural. O Brasil é um país que permite que se tenha esta possibilidade na maioria das regiões e nem sempre se percebe nos projetos esta preocupação e este aproveitamento. Reduzir na origem o consumo de energia é fundamental.

Em prédios comerciais este item seria mais relevante, pois as alternativas são mais diversas, em prédios residenciais não há muito a fazer, mas de qualquer forma deve ser levado em conta.

No Índice o usuário deverá fazer um cálculo para avaliar o seu projeto e aí saber onde ele se encontra; se mais ou menos adequado ao meio ambiente. O valor final representará 25% do valor da energia.

Foi sugerido ao usuário a fórmula que segue:

Percentual = (soma das áreas das aberturas das unidades autônomas / área privativa do apto) x 100

Sendo que: Área Privativa é a soma das áreas úteis internas do apto.

O usuário deverá fazer o seu levantamento e inserir os dados na fórmula. O resultado deverá ser lançado nas opções, que são:

0 a 14%	0
15 a 22%	3
23 a 30%	6
Acima de 31%	8

Se o projeto consegue ter um percentual acima de 31% ele deve receber a maior pontuação, já que estará usando muita iluminação natural. Assim como o projeto que praticamente não usa iluminação natural deverá ter pontuação 0.

### 3.3.2.3.2 Insolação

Semelhante à iluminação natural, neste item o usuário deverá calcular o percentual de luz solar que está previsto para o empreendimento. O interessante é ter a maior quantidade possível de luz solar, pois desta forma, o consumo de energia convencional seria menor. Este item também representa 25% do valor da energia.

Para a avaliação deste item também foi sugerida uma fórmula e uma co-relação de pesos em relação à orientação solar, conforme segue:

Percentual = [(soma das áreas das aberturas das unidades autônomas x peso da orientação solar de cada abertura) / área privativa do apto]

Sendo que: Área Privativa é a soma das áreas úteis internas do apto.

Co-relação de pesos para a orientação solar:

Orientação da abertura	Peso
Norte	100
Leste	80
Nordeste	90
Noroeste	50
Oeste	40
Sudeste	40
Sudoeste	20
Sul	0

O resultado da fórmula deverá ser lançado em uma das opções abaixo:

0 a 5%	0
6 a 10%	3
11 a 20%	6
Acima de 21%	8

Assim como no item 3.3.2.3.1, quanto maior a quantidade de luz solar no apartamento melhor, do ponto de vista ambiental e por esta razão a pontuação é a maior.

### **3.3.2.3.3 Sistema de Aquecimento de Água**

Os sistemas de aquecimento de água são a fonte de maior consumo de energia em prédios residenciais e por esta razão representa 40% do valor da energia. Espera-se aqui privilegiar os sistemas alternativos que possam ser eficientes e menos agressivos ao meio ambiente.

Por esta razão a pontuação maior (8) é para sistemas alternativos enquanto que a menor (-1) é para sistemas elétricos, já que a utilização deste recurso é bastante prejudicial ao meio ambiente.

As sugestões de opções disponíveis aos usuários, com as respectivas pontuações estão a seguir:

Elétrico	-1
Gás GLP	1
Gás natural	3
Energia Solar	5
Energia Eólica	8

### **3.3.2.3.4 Geração de Energia com Sistemas Alternativos**

Assim como no item anterior, a razão da colocação desta análise é valorizar de alguma forma a iniciativa pela geração de energia com sistemas alternativos. Como, em geral, nestes casos são necessários investimentos para que mudanças tecnológicas sejam realizadas e isto hoje em dia pode ser um complicador, optou-se em considerar que este item representa 10% do valor da energia.

As opções de fornecimento previstas são as que seguem, e a sua pontuação considera a tecnologia empregada.

Energia Solar	3
Energia Eólica	5
LED Orgânico (semicondutores)	8

#### 3.3.2.4 Materiais

Este item foi o mais discutido, o mais analisado e o mais difícil de obter um consenso durante o desenvolvimento do Índice. Dizer que um determinado material é mais adequado do que outro do ponto de vista ambiental é uma questão bastante complexa e de difícil resposta. Entretanto, criar uma lista de verificação que não contemplasse os materiais parecia estar incompleto.

Alguns fatores são fundamentais para a análise da adequação ambiental de determinado material:

- a) deve-se levar em conta o ciclo de vida do material, incluindo aqui todo o levantamento do seu processo produtivo, da sua geração de resíduos, dos aspectos e impactos ambientais deste material;
- b) deve-se considerar o grau de toxicidade deste material, sendo que para isso algumas análises laboratoriais devem ser feitas;
- c) deve-se seguir preferencialmente Normas Técnicas; o que ainda é muito raro para materiais alternativos no Brasil;
- d) deve-se ter muito cuidado com a chamada “maquiagem verde”, ou os chamados materiais ecológicos, enfim, toda a gama de termos que pretendem vender um material como adequado às questões ambientais;
- e) deve-se ainda levar em consideração questões de certificação, auditorias, validações utilizadas para afirmar que determinado material está de acordo com as questões ambientais;

- f) resumindo, deve-se fazer uma análise ampla e complexa, considerando sempre o “*triple bottom line*” da sustentabilidade, conforme foi visto no item 2.3 deste trabalho.

Diante destas dificuldades constatou-se que ainda não existe no Brasil uma lista de materiais considerados adequados ao meio ambiente. Existem algumas iniciativas de avaliação, mas ainda pouco expressivas. O que existe mesmo são inúmeros materiais que se auto-denominam adequados, mas nem todos sofreram uma avaliação técnica rigorosa que permita realmente afirmar que é adequado ao meio ambiente.

No entanto, levando-se ao limite esta questão, praticamente todo o material em algum momento não está de acordo com o meio ambiente, invalidando assim o seu uso ou a sua indicação.

O desafio maior não era incluir o item Materiais e pontuá-lo, mas sim o que colocar como opções de avaliação para o usuário final. Diante disso optou-se em seguir algumas premissas básicas para considerar a pontuação de cada umas das opções:

- a) indicou-se, dentro do campo específico dos requisitos legais, algumas ferramentas que podem auxiliar o usuário na busca de materiais e fornecedores mais adequados, tais como: o Guia de Materiais Sustentáveis da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA, 2007); Ferramenta 6 passos para seleção de fornecedores (JOHN, 2009); Catálogo Sustentável – Fundação Getúlio Vargas (2009);
- b) nas opções a serem escolhidas pelos usuários incluiu-se apenas aquelas que podem ser consideradas menos tóxicas e unânimes em se tratando de meio ambiente. Por exemplo, uma das opções é se o usuário utiliza tintas à base de água. Ela foi colocada porque as tintas à base de solvente são bem mais poluentes (tóxicas) ao meio ambiente do que as à base de água;
- c) também foi considerada a questão da reutilização dos materiais, mesmo que singelamente. Por exemplo, foi colocado como opção se o usuário utiliza materiais provenientes de demolição.

Com isso entende-se que para esta primeira versão do Índice o assunto Materiais foi introduzido. Para as novas versões pretende-se incluir também os materiais que possuam o Rótulo Colibri, que é obtido através do Programa ABNT de

Rotulagem Ambiental. O Rótulo Colibri é a certificação de produtos/serviços com qualidade ambiental que atesta, através de uma marca colocada no produto ou na embalagem, que determinado produto/serviço (adequado ao uso) apresenta menor impacto ambiental em relação a outros produtos "comparáveis" disponíveis no mercado.

Espera-se que com o passar do tempo possa-se incluir novos materiais a esta lista. Por estas razões e pela dificuldade ainda encontrada de se obter materiais validados, este item representa 10% do valor referente ao Consumo de Recursos. Neste caso a análise deve ser feita tanto em relação ao projeto, quanto em relação à execução da obra. No entanto, deve ser dado um peso maior a parte de projeto (70%) do que a parte de canteiro (30%).

As perguntas feitas aos usuários, as opções que estão no Índice assim como as suas respectivas pontuações, estão a seguir:

- Quais os materiais que foram inseridos no projeto do empreendimento?

Pisos Vinílicos livres de COVs (compostos orgânicos voláteis)	1
Lâmpadas com sensores de presença	3
Ar condicionado com gás ecológico (VRF)	3
Tinta à base de água	5
Materiais de demolição (tijolos, telhas, etc)	3
Tubulações hidráulicas de plástico reciclado	3

- Quais dos materiais abaixo foram utilizados durante a obra?

Até 50% da madeira certificada pelo FSC (Forest Stewardship Council)	3
Tinta à base de água	5
Lâmpadas e luminárias de alta eficiência energética	1
Materiais de demolição (tijolos, telhas, etc)	3
Tubulações hidráulicas de plástico reciclado	3

### 3.3.3 Geração de Resíduos Sólidos

Esta é a segunda área de abordagem mais importante dentro da estrutura do Índice, representando 15% do seu valor total. Isto se deve ao impacto causado nas cidades brasileiras devido à excessiva geração de resíduos sólidos.

Assim como os demais, o Índice privilegia toda e qualquer ação tomada na fase de projeto, fazendo com que ela possua uma pontuação bem mais elevada (70%) do que na fase de construção (30%). Este item ilustra esta preferência. A lista de opções que o usuário tem para escolher é variada, possuindo ações que trarão um maior benefício ambiental (pontuação maior) e outras que trarão um benefício não tão grande (pontuação menor).

As perguntas e as opções que o usuário terá à sua disposição são as que seguem, incluindo as suas respectivas pontuações:

Quais as formas que o projeto buscou a não geração ou a minimização dos resíduos sólidos?

Eficácia no aproveitamento de materiais (projeto de paginação para as cerâmicas)	3
Eficácia no aproveitamento de materiais (projeto de paginação para os blocos)	5
Eficácia no aproveitamento de materiais (projeto de paginação para as formas)	3
Lay-out do canteiro de obra, visando a redução máxima dos transportes internos	3
Contato com fornecedores para redução de embalagens	2
Armaduras cortadas e dobradas	2
Formas de polipropileno (chapa preta)	1
Argamassa pronta	2
Blocos modulares de cerâmica ou concreto	5
Utilização de pré-moldados	3
Dry Wall	1
Locais para coleta seletiva	3
Pisos cota zero com concreto acústico	5

Quais as formas utilizadas de gerenciamento durante a obra, na busca da não geração ou minimização da geração dos resíduos sólidos?

Utilização de até de 30% do resíduo que foi gerado no próprio canteiro de obra	3
Utilização acima de 30% do resíduo que foi gerado no próprio canteiro de obra	5
Segregação dos resíduos na origem (na fonte de geração além da classificação exigida pela Resolução CONAMA N° 307(2002)	5
Disseminar a Educação Ambiental	4
Ter um Manual (ou documento) de Boas Práticas que reúna procedimentos operacionais que busquem a minimização e/ou a não geração de resíduos sólidos	5

### 3.3.4 Uso e Manutenção do Empreendimento

Nesta área de abordagem a idéia é introduzir o assunto, trazendo a perspectiva do ciclo de vida do empreendimento, o que não é muito conhecido entre as construtoras e nem entre seus clientes. Como o assunto ainda é relativamente novo, do ponto de vista operacional, considera-se que este item deva ser responsável por 5% do valor total do Índice. A análise deve ocorrer através dos dois itens a seguir.

#### 3.3.4.1 Manual de Gestão Ambiental

Entende-se que as empresas construtoras deveriam deixar para os seus clientes, incluído no Manual do Proprietário, também assuntos relativos a meio ambiente, como por exemplo, como gerir os resíduos que serão gerados pelos condomínios. Então, caso exista alguma ação deste tipo esta prática deverá ser considerada; e neste caso, este item representa 50% do valor de Uso e Manutenção. As opções que estão disponíveis para o usuário, com as suas respectivas pontuações, são:

Usar eletrodomésticos adequados (selos INMETRO)	2
Observar capacidade da rede elétrica	1

Treinamento para os condôminos que aborde as questões de Meio Ambiente	1
Programa de coleta seletiva	3
Manutenção e preservação da vegetação	2
Controles do consumo de água e energia	5

#### 3.3.4.2 Manutenção

Neste item a ideia é fazer com que tudo que tenha sido planejado previamente para facilitar e gerar o menor impacto ambiental possível na hora da futura manutenção do empreendimento deve ser avaliado, como por exemplo, a utilização de vasos sanitários com caixa acoplada. Considera-se que este item deva representar tanto quanto o anterior, portanto ele é responsável por 50% do valor do Uso e Manutenção.

As opções de projeto que fazem com que durante a manutenção a geração de resíduos seja minimizada possuem pontuação mais elevada, e são elas:

Vasos com caixa acoplada	3
Forros de gesso	5
Tubulações elétricas aparentes	1
Uso de “shafts” para as instalações	5
Projeto “as built”	3

#### 3.3.5 Análise Sócio-Econômica do Empreendimento

A presença desta área de abordagem nesta lista reflete a importância que o grupo de trabalho teve em relação à parte social. Em vários sistemas reconhecidos e amplamente utilizados, o tripé da sustentabilidade não é evidenciado.

Esta área de abordagem não deverá ser representada por um percentual dentro de um valor, como todos os itens até aqui detalhados. Ela deverá entrar como uma relação, já que pode ser considerada como positiva, enquanto os demais podem ser considerados como negativos. Isto é, pode-se dizer que todos os itens anteriores

acarretam impactos negativos ao meio ambiente, enquanto este item entra como o lado social positivo deste empreendimento que está sendo avaliado.

No entanto, para esta versão do Índice esta área de abordagem não será pontuada uma vez que este valor seria praticamente igual para todos os usuários que utilizassem o Índice, devido à sua abrangência, que são prédios residenciais de até 10.000 m<sup>2</sup>. A avaliação neste item acabaria sendo muito semelhante a todos, pois a quantidade de impostos pagos, de empregos gerados, de benefícios para o entorno do empreendimento e, portanto, não haveria razão dela ser incluída nesta versão. De qualquer forma ela permanece no Índice para que seja repensada nas novas versões.

### 3.4 EXECUÇÃO DO PROJETO PILOTO

Após o término do desenvolvimento da lista de verificação passou-se para outra etapa do projeto que foi a aplicação do mesmo em alguns empreendimentos. O objetivo principal deste piloto era avaliar se havia coerência entre o resultado que seria alcançado no Índice com a situação de gestão ambiental que o empreendimento se encontrava.

Dez empreendimentos participaram deste piloto. Algumas construtoras que são filiadas ao SINDUSCON-RS permitiram que o Índice fosse aplicado pelos seus engenheiros e arquitetos. Além de responder ao questionário, foi solicitado a todos que avaliassem criticamente a própria lista, incluindo ou retirando tudo que fosse considerado relevante.

A seguir uma breve caracterização das empresas que participaram deste projeto:

- a) Construtora A: fundada em 1961, é reconhecida pela qualidade de seus serviços prestados e produtos entregues. A empresa é reconhecida por diversas instituições e inúmeras distinções e prêmios já recebidos. É membro do United States Green Building Council (USGBC);
- b) Construtora B: fundada em 1985 a empresa atua no mercado de prédios residenciais orientados ao segmento Premium, não possui certificação;

- c) Construtora C: fundada em 1981, a empresa atua no mercado através de 3 modalidades: incorporação, empreitadas, administração a preço de custo. Possui certificação ISO 9001:2000 desde 2002;
- d) Construtora D: fundada em 1974, construiu e incorporou aproximadamente 1,2 milhões de metros quadrados. Já recebeu inúmeros prêmios deste mercado. É certificada ISO 9001:2000 desde 2004;
- e) Construtora E: fundada em 1961, executou um grande volume de obras para o setor público e privado, tais como: cooperativas habitacionais, escolas, universidades, ginásios esportivos, prédios comerciais, condomínios residenciais, etc. Possui certificação ISO 9001 e diversos prêmios do mercado;
- f) Construtora F: fundada em 1986, construía obras por administração e a preço de custo. Com o passar do tempo, trocou o foco para incorporações próprias e prestação de serviços e se solidificou como uma empresa que constrói espaços residenciais e comerciais com alta competência técnica. Possui certificação ISO 9001: 2000 desde 2001;
- g) Construtora G: fundada em 1984 atua no mercado imobiliário gaúcho e de Santa Catarina. É responsável por mais de 50 empreendimentos residenciais e comerciais. Possui certificação ISO 9001:2000 desde 2003 e já recebeu diversos prêmios do mercado;
- h) Construtora H: fundada em 1993, é responsável por cerca de 50 mil m<sup>2</sup> de obras realizadas. Sempre foi orientada para o segmento Premium, tanto na região Sul, quanto em Florianópolis.

Após as empresas terem respondido foi feita uma análise crítica em relação as respostas dadas e em relação as boas práticas citadas. Algumas boas práticas não haviam sido consideradas anteriormente como opção de pontuação, somente depois desta revisão que elas foram incluídas.

Em relação à pontuação também houve modificações, principalmente em relação ao item água e energia e seus respectivos subitens. Quando a estrutura havia sido montada o peso dado para água e energia havia sido maior, no entanto, com as respostas obtidas no projeto piloto verificou-se que construtoras com apenas uma boa prática em água ou em energia, já atingiam uma pontuação muito alta, e isso não

estava adequado, já que não havia de fato outras práticas ambientalmente adequadas sendo feitas. Ou seja, o importante era que o índice revelasse um equilíbrio da gestão ambiental e não apenas premiasse uma boa prática isolada.

Então, pode-se dizer que a contribuição das empresas nesta etapa do projeto foi fundamental para os ajustes realizados na pontuação e nos pesos relativos de cada um dos itens. Sem esta etapa do trabalho não seria possível ter segurança em relação à forma como o índice foi estruturado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto de criação deste Índice de Sustentabilidade foi resultado da parceria do SINDUSCON-RS com o CNTL, com o apoio da UFRGS, e como tal, ao final deste processo, passou pela etapa de validação entre os parceiros, como foi descrito no item anterior.

Antes de ter sido lançado oficialmente no 80º Encontro Nacional da Indústria da Construção (ENIC) o Índice ainda foi apresentado para as Comissões de Meio Ambiente e de Assuntos Imobiliários do SINDUSCON-RS. Nestas ocasiões a lista de verificação foi bastante questionada, principalmente em relação aos pesos dados para cada um dos itens, e isso fez com que os itens fossem novamente reavaliados, chegando por fim a validação da sua estrutura, forma de avaliação e conteúdo.

Apresenta-se na Tabela 4.1 a pontuação alcançada pelas empresas que participaram do projeto piloto. Alguns foram analisados ainda na fase de projeto e outros já durante a execução da obra. Foi solicitado que os engenheiros responsáveis pelas obras preenchessem a lista de verificação de acordo com a realidade de cada um dos seus empreendimentos. Duas construtoras utilizaram o índice para avaliar dois empreendimentos diferentes, um que apresentava algumas iniciativas mais ambientalmente adequadas e outro que tivesse muito pouco do ponto de vista ambiental. E a pontuação obtida foi coerente.

Tabela 4.1 – Resultados alcançados no projeto piloto

Resultados		Pontuação				
		0 – 20%	21 – 40%	41– 60%	61 – 80%	81 – 100%
Construtora A	Empreendimento 1				67,23	
	Empreendimento 2			46,18		
Construtora B	Empreendimento 3			56,99		
	Empreendimento 4			55,07		
Construtora C	Empreendimento 5			44,78		
Construtora D	Empreendimento 6					87,41
Construtora E	Empreendimento 7				70,76	
Construtora F	Empreendimento 8			48,17		
Construtora G	Empreendimento 9				64,32	
Construtora H	Empreendimento 10		38,45			

A maioria das construtoras que realizaram a avaliação já possuía algumas boas práticas em relação às questões ambientais, como por exemplo: plano de gerenciamento de resíduos, gestão da água e manutenção predial. E isso foi constatado pelo resultado do Índice, já que a maioria obteve uma pontuação acima de 50%.

O empreendimento que obteve o valor mais baixo pelo Índice de fato realizava poucos itens considerados numa avaliação ambiental, enquanto que o empreendimento com pontuação máxima estava buscando uma Certificação LEED<sup>TM</sup> e conseqüentemente o projeto já possuía várias boas práticas ambientais estabelecidas.

Portanto, os resultados alcançados através das repostas foram coerentes. Os empreendimentos que já praticavam algumas Boas Práticas Ambientais obtiveram uma pontuação final bem superior àqueles que nada faziam. No entanto, após este piloto, alguns ajustes foram feitos em relação aos percentuais dos itens da lista de verificação, com o intuito de aprimorar ainda mais a avaliação. Principalmente a coerência e os pesos dados em relação aos itens de água, energia e materiais. Considerou-se, então, concluída esta primeira versão do Índice de Sustentabilidade.

No entanto, ficou faltando a utilização do Índice em construtoras que nada estão fazendo em relação às práticas ambientais e confirmar que de fato a pontuação alcançada seria no máximo 20%.

## 5 CONCLUSÕES

Pode-se dizer que o projeto foi bem sucedido, uma vez que o seu objetivo foi alcançado. Desenvolveu-se um *software* de uma lista de verificação nacional relativa às questões ambientais, dentro de um sítio específico. Entende-se que a criação desta lista de verificação, tem muito a contribuir ao mercado da construção e mais especificamente aos pequenos e médios construtores. Espera-se que ela sirva, no mínimo, como ferramenta de apoio rumo à adequação ambiental.

A utilização dos conceitos de PmaisL foram aplicados, de tal forma que, para toda boa prática que evite o impacto ambiental na origem, a pontuação dada é superior a outra que apenas gerencia este impacto. Foi fundamental também para a composição do índice o conhecimento obtido através do LEED. A ideia era utilizar a experiência de um *check-list* amplamente utilizado e neste sentido este projeto conseguiu captar os pontos positivos desta ferramenta.

Foi importante também a contribuição do CASBEE, nem tanto pela criação do item “Análise Sócio-Econômica” do Índice, mas muito mais pelo seu conceito de que estão havendo impactos ambientais sim, mas ao mesmo tempo podem estar havendo contribuições para a sociedade, e estas devem ser consideradas quando o objetivo é a sustentabilidade. Caso contrário seria apenas um índice ambiental e não um índice de sustentabilidade, ou seja, que envolva as dimensões: sociais, econômicas e ambientais.

Outra questão fundamental, que está na origem deste trabalho, é a tentativa de mudança de paradigma. Hoje nas empresas, ainda acredita-se que a “adequação ambiental é custo”. Tem-se a pretensão que com a utilização do Índice de Sustentabilidade, os empresários percebam que a introdução de pelo menos algumas das adequações ambientais propostas, tornarão os seus processos mais eficazes; estarão gerando grandes benefícios financeiros para si e, além disso, estarão minimizando os impactos ambientais que fazem parte do processo construtivo. E que, portanto, este paradigma não é verdadeiro.

Entretanto, sabe-se que esta foi apenas a primeira versão deste Índice e como tal tem muito a ser aprimorada. O peso dado aos itens de Localização do Sítio e Análise

Sócio-Econômica talvez possam ser revistos. Outra questão que foi pouco explorada é a questão dos Materiais. Apesar da dificuldade existente no mercado em relação a materiais e componentes certificados, padronizados, normatizados, enfim que possuam garantia do ponto de vista técnico sobre a sua adequação ambiental, ainda assim era necessário um aprofundamento maior na busca por eles.

Algumas questões como Insolação e Iluminação foram bastante simplificadas nesta versão e conseqüentemente o seu resultado não foi o melhor possível. São questões relevantes quando busca-se a sustentabilidade dos empreendimentos e por isso mereciam uma discussão técnica mais aprofundada.

No entanto, mesmo com todas as suas simplificações e não abrangendo um leque grande de opções, acredita-se que esta lista de verificação criada possa ser um ponto de partida, uma opção de ferramenta para o pequeno e médio construtor que está em busca da sustentabilidade.

Para finalizar, tem-se a expectativa, que se bem utilizado, o Índice de Sustentabilidade poderá gerar bons resultados a todos que de alguma forma sejam usuários. Além disso, também tem-se a expectativa de que ele possa ser usado como moeda de troca junto a órgãos ambientais ou outros órgãos governamentais. Espera-se que, em um futuro breve, o construtor possa chegar e apresentar o seu resultado satisfatório do Índice de Sustentabilidade e com isso pleitear junto ao governo por benefícios, como por exemplo, redução de impostos, já que a empresa estará fazendo mais do que cumprir com os requisitos legais que lhe são solicitados.

## 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Seria importante a continuidade deste projeto e por esta razão sugerem-se alguns pontos que poderiam ser abordados em trabalhos futuros:

- a) a verificação da abrangência utilizada neste trabalho. Seria interessante ampliar, tanto em relação à quantidade de m<sup>2</sup> construídos, quanto para edifícios comerciais, já que se observa que este tipo de prédio está tendo muita demanda no mercado;
- b) estudar melhor o item Materiais para Materiais e Componentes e com isso ampliar o número de opções para o usuário;
- c) aprofundar os estudos em relação a Iluminação e Insolação e verificar a pontuação dada e até mesmo a sua validade técnica;
- d) aprofundar as questões da Análise Sócio-Econômica e de que forma ela deve ser aplicada dentro da estrutura.
- e) buscar executar outros projetos pilotos semelhantes a este em outras regiões do Brasil, verificando assim se a coerência do resultado obtido permanece existindo;

Acredita-se que aprofundar este projeto seria uma contribuição importante tanto para indústria da construção, quanto para a própria academia.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA). Guia de materiais sustentáveis da ASBEA. In: ENCONTRO SOBRE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS E EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO, 2007. São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, CTE, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR ISO 14001:2004: sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso, 27 páginas, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIATION HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE (ASSOHGE), 2007. Disponível em <<http://www.assohqe.org>>. Acesso em: 21/06/07.

BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO (BOVESPA), 2007. Disponível em <[http://www.bovespa.com.br/pdf/indices/ISE\\_Questionario07.pdf](http://www.bovespa.com.br/pdf/indices/ISE_Questionario07.pdf)>. Acesso em 15/06/07.

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), 2007. Disponível em <[http://www.ccinw.com/sites/breeam\\_index.html?site\\_id=16](http://www.ccinw.com/sites/breeam_index.html?site_id=16)>. Acesso em 15/06/07.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD (BREEAM), 2007. Disponível em <<http://www.breeam.org/page.jsp?id=2>>. Acesso em 15/06/07.

CARVALHO, Alexandre B. M. et al. Sistema ISO de gestão ambiental. Revista Controle da Qualidade. São Paulo, n. 45, p. 30-46, fev. 1996.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM for Building Environmental Efficiency(CASBEE) For New Construction, Technical Manual and Assessment Software. Japan: Architectural Institute of Japan, 2006.

CATÁLOGO SUSTENTÁVEL – Fundação Getúlio Vargas, 2009. Disponível em: <<http://www.catalogosustentavel.com.br>>. Acesso em: 20/08/2009.

CEOTTO, Luiz Henrique. Empreendimentos sustentáveis x empresas sustentáveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2008. São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, SBCS, 2008. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/simposio/sbcs08/evento.htm>>.

CIDADES SOLARES. Disponível em: <[http://www.cidadessolares.org.br/conteudo\\_view.php?id=341](http://www.cidadessolares.org.br/conteudo_view.php?id=341)>. Acesso em 08/08/08.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS DO SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO RIO GRANDE DO SUL (CNTL/SENAI-RS). Índice de Sustentabilidade. 2008. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/indicesdesustentabilidade>>. Acesso em: 10/10/08.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), 2002. Resolução CONAMA Nº 307. Diário Oficial da União, 17 de julho de 2002.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F.F. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002.

DOERR Architecture. Disponível em: <<http://doerr.org/architecture/residencial>>. Acesso em: 21/06/07.

ENVOLVERDE. Disponível em: <<http://envolverde.ig.com.br/materia.php?cod=51903&edt>>. Acesso em 23/09/08.

FIGUEIREDO, M.A.G. O uso de indicadores ambientais no acompanhamento nos sistemas de gerenciamento ambiental. Produção, Belo Horizonte, 1996, vol.6, nº1, p.33-34.

FIUZA, S.M.; MAGNI, T.; REGUEIRA, I.S.R. Projeto para unidades de recolhimento de entulho da construção civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais eletrônicos....João Pessoa, ABES, 2001.

GEHLEN, Juliana. Construção da Sustentabilidade em Canteiros de Obras: um estudo no DF, 2008, 158 fls. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA (IDHEA). Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/>>. Acesso em 30/05/08.

JOHN, Vanderley. Ferramenta 6 passos para seleção de fornecedores - Poli – USP, 2009. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/>>. Acesso em: 18/10/2009.

LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED). LEED For New Construction & Major Renovation, Version 2.2. Reference Guide. 2. ed. Washington, 2006. U.S. Green Building Council.

LEI Nº 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos, Diário Oficial da União, Brasília, 2 de agosto de 2010.

LEÓN, A. Q. P. D. Norma ISO 14000. Gestiópolis, 2003. Disponível em <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/iso14car.htm>>. Acesso em: 12/08/08.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Relatório Brundtland: nosso futuro comum. Manhattan, 1987.

PADOIN, L. et al. Importância do sistema de gestão ambiental na empresa: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 1997. São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: ABEPRO, 1997. Disponível em <<http://abepro.org.br/>>. Acesso em: 10/06/07.

PATRICIO, R. M. R.; GOUVINHAS, R.P. Avaliação de desempenho ambiental em edificações: diretrizes para o desenvolvimento de uma nova metodologia adaptada à realidade do nordeste. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10., 2004, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, ENTAC, 2004.

PINTO, T. P.; LIMA, J. A. R. Industrialização de componentes a partir de definição de uma política de reciclagem de resíduos da construção urbana. In: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS INDUSTRIALIZADAS PARA

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 1993, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, PCC-USP, 1993.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana, 1999, 189 fls. Tese (Doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, 1999.

SANTOVITO, R. F. Contribuição ao redesenho da estrutura de avaliação Green Building Challenge: o caso dos indicadores do desempenho econômico. In: CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: EPSUP, 2004.

SCHERER. Sistema de Gestão Ambiental : guia geral sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Otacílio Costa - SC, 1996. Manual de apoio da Empresa IGARAS Papéis e Embalagens S.A

SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA (SENAI). Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Produção mais limpa em edificações . Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2007.

SILVA, M. G.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil. Revista de Engenharia Ciência e Tecnologia, Vitória - ES, v. 4, n. 3, p. 3-8, 2001.

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

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO (SINDUSCON). Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras do SINDUSCON-RS. Porto Alegre, 2006.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO (SINDUSCON-RS). Disponível em: [http://www.sinduscon-rs.com.br/site/principal/conteudo\\_nivel\\_2.php?codConteudo=69](http://www.sinduscon-rs.com.br/site/principal/conteudo_nivel_2.php?codConteudo=69) Acesso em 21/12/2010.

SOIBELMAN, L.; DE CESARE, C. M.; LANTELME, E. M. V.; FORMOSO, C. T. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. EGATEA, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 45-53, 1997.

US GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). Disponível em:  
<<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>>. Acesso em 15/06/07.

WIDMER, W.M. O Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISO 14000) e sua Integração com o Sistema de Qualidade (NBR ISO 9002). Florianópolis: UFSC, 1997.

## APÊNDICE A

Tabela A - RESUMO DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

	LEED™	BREEAM	GBC-Tool	NABERS	PIMWAQ	DOERR ARQUITECTURE	GREEN GLOBES	HQE	CASBEE
<b>SIGLA</b>	Leadership in Energy and Environmental Design (USGBC, 1996)	Building Establishment Environmental Assessment Method (BALDWIN, 1990)	Green Building Challenge (COLE & LARSSON, 1998)	National Australian Building Environmental Rating System (RAIA, 2003)	Os sobrenomes dos criadores: Alltonen-Gabrielsson-Inkinen-Majurinen-Pennanen-Wartiainen(BEQ UEST PROCUREMENT TOOL TG, 2001)	(DOERR ARQUITECTURE, 2002)	(GREEN GLOBES, 2004)	Haute Qualité Environnementale (HQE, 2001)	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE, 2002)
<b>PAIS</b>	Estados Unidos	Reino Unido	Canadá	Austrália	Finlândia	Estados Unidos	Canadá	França	Japão
<b>ÁREAS ABORDADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sítio Sustentável</li> <li>- Energia e Atmosfera</li> <li>- Eficiência do uso da água</li> <li>- Materiais e Recursos</li> <li>- Inovação e Processo</li> <li>- Qualidade Ambiental Interna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerenciamento do edifício</li> <li>- Saúde e Conforto</li> <li>- Energia</li> <li>- Transporte</li> <li>- Água</li> <li>- Materiais</li> <li>- Uso do solo</li> <li>- Ecologia Local</li> <li>- Poluição</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de Recursos</li> <li>- Cargas Ambientais</li> <li>- Qualidade Ambiental Interna</li> <li>- Qualidade dos Serviços</li> <li>- Aspectos Econômicos</li> <li>- Gestão</li> <li>- Transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo</li> <li>- Materiais</li> <li>- Energia</li> <li>- Água</li> <li>- Ambiente Interno</li> <li>- Recursos</li> <li>- Transporte</li> <li>- Resíduos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição</li> <li>- Recursos Naturais</li> <li>- Saúde</li> <li>- Biodiversidade Natural</li> <li>- Produção de Alimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização e uso do solo verde</li> <li>- Projeto verde</li> <li>- Materiais verdes</li> <li>- Equipamentos verdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição</li> <li>- Energia</li> <li>- Água</li> <li>- Qualidade Ambiental Interna</li> <li>- Gerenciamento do Meio Ambiente</li> <li>- Recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eco-construção</li> <li>- Eco-gestão</li> <li>- Conforto</li> <li>- Saúde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualidade da Construção (Q)</li> <li>Q1 – Ambiente Interno</li> <li>Q2 – Qualidade dos Serviços</li> <li>Q3 – Ambiente Externo no Local</li> <li>- Carga Ambiental (L)</li> <li>L1 – Energia</li> <li>L2 – Recursos e Materiais</li> <li>L3 – Ambiente Fora do Local</li> </ul>

Continua...

MÉTODO DE AVALIAÇÃO	O sistema certifica os edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos ( <i>checklist</i> ) e então são atribuídos créditos, baseado em uma lista de objetivos pré-selecionados. A classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias. Portanto trabalha com especificações de desempenho e critérios prescritivos.	A metodologia utiliza um <i>checklist</i> , baseado em questionários e, são concedidos créditos ambientais, considerando seus devidos pesos, para cada área de acordo com o desempenho. A ponderação desses créditos produz um único resultado final. Portanto trabalha com especificações de desempenho e critérios prescritivos.	O método compara um edifício com outro edifício considerado referência quanto as práticas ambientais locais. A avaliação é estruturada em 04 níveis hierárquicos: questões de desempenho, categorias de desempenho, critérios de desempenho e sub-critérios de desempenho.	O usuário preenche uma planilha eletrônica com uma lista de perguntas, no formato Excel, disponível na Internet. Cada resposta está associada a um número de estrelas, configurando um valor específico por categoria. Assim, o resultado final é uma ponderação de todos os resultados.	Os critérios avaliados no projeto concentram-se em cinco categorias. O sistema define um mínimo de níveis ecológicos para os edifícios e estima que níveis devem ser alcançados.	É uma lista de verificação ( <i>checklist</i> ) para residências.	O usuário registra-se <i>home-page</i> e é conduzido ao AUDIT on-line. Preenche-se o questionário sobre as categorias e subcategorias, e então é enviado. O resultado é um relatório com a avaliação final.	A metodologia define 14 objetivos ambientais agrupados nas 4 áreas abordadas. No final obtém-se um referencial de certificação de elevado desempenho ambiental.	A metodologia utiliza um <i>checklist</i> que vai gerar um resultado para os valores de L e Q. O resultado final chamado de BEE é a razão entre as duas áreas abordadas, Q/L. É orientado para o desempenho.
NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO	Certificado Prata Ouro Platina	Certificado Bom Muito bom Excelente	Insatisfatório Mínimo Aceitável Intermediário Excelente	Básico Verde Bronze Prata Ouro Platina	Não há uma classificação específica.		Um relatório indicando as questões que precisam de melhorias é enviado aos usuários.		Valores de BEE=1,0 são considerados comuns. Valores a baixo são considerados ruins e acima bons.
ABRANGÊNCIA	Edifício + Processo	Projeto e execução Edifício Gestão e Operação	Edifício + Processo						Edifício + Terreno

Continua...

PONTOS POSITIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O desempenho ambiental é avaliado de forma global, ao longo do ciclo de vida da edificação;</li> <li>- É um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria, representadas no conselho gestor do esquema;</li> <li>- Tem uma estrutura simples, compreensível e ajustável;</li> <li>- Tomam por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em Normas e Recomendações de organismos com credibilidade reconhecida;</li> <li>- Estimula a adoção de tecnologias e conceitos inovadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É um dos únicos que incluem aspectos de gestão ambiental na concessão de créditos;</li> <li>- Foi o primeiro a avaliar o sistema de avaliação ambiental mais conhecido;</li> <li>- Gera o EPI (Índice de Desempenho Ambiental) fatores de ponderação para cada área de acordo com seu desempenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É uma avaliação com uma base comum, porém capaz de respeitar diversidades de edifícios, técnicas e regionais;</li> <li>- Estabelece desempenhos de referência;</li> <li>- É o método que mais se aproxima do perfil ideal de um esquema de avaliação, já que foi desenvolvido para superar as limitações dos métodos que o precederam;</li> <li>- A pontuação final é uma consequência do desenvolvimento da metodologia de avaliação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avalia o edifício e o usuário. Este preenche uma planilha eletrônica, disponível na Internet, com uma lista de perguntas;</li> <li>- Os resultados são ponderados;</li> <li>- Destaca-se a possibilidade de auto-avaliação on-line e a existência de uma classificação global e uma por área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é um critério muito extensivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todo o projeto é uma oportunidade e até para o aperfeiçoamento do desempenho ambiental dos empreendimentos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- avaliação feita on-line: relatório baseado em um questionário confidencial – <i>benchmarks</i>;</li> <li>- A metodologia exige um bom sistema de monitoramento das atividades, além de incluir um sistema de gestão ambiental;</li> <li>- É um método de auto-avaliação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem por mérito explicar os objetivos através das exigências e de propor identificadores operacionais para avaliá-los.</li> </ul>	<p>Este método cria o conceito de eficiência ambiental do edifício.</p>
PONTOS NEGATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pontuação não ponderada: refletindo apenas o desempenho geral do edifício;</li> <li>- Existe uma série de pré-requisitos para o nivelamento mínimo exigido para a avaliação;</li> <li>- não considera aspectos sociais</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é uma ferramenta auxiliada por computador e os cálculos devem ser feitos em programas separados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de verificação para residências.</li> </ul>			

Continua...

CONSIDERAÇÕES	Foi feito para ser aplicado principalmente no mercado norte americano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortemente baseado em análise documental e na verificação de presença de dispositivos (<i>feature-based</i>).</li> <li>- Possui várias versões para se adequar a um tipo particular de edifício.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Há critério de ponderação;</li> <li>- Faz comparativo internacional com a participação de 20 países;</li> <li>- São ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados;</li> <li>- O edifício avaliado é comparado com o edifício referência, que constitui o nível zero na escala, sendo o nível mínimo de aceitação permitido;</li> <li>- Os resultados podem ter o formato gráfico ou de relatórios e podem ser utilizados para uma rotulagem ambiental;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivado dos métodos BREEAM e LEED.</li> <li>- Desenvolvido para edifícios de escritórios e residenciais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para edifícios a serem construídos na área de VIKKI – Universidade da Finlândia;</li> <li>- Impactos avaliados conforme as suas proporções: global, nacional, regional, local, outros. A escala global agrega uma pontuação maior e assim sucessivamente;</li> <li>- Método baseado num edifício padrão e nos pesos dos critérios individuais - índice simples.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todo o projeto de empreendimento requer mudanças nos sistemas naturais preexistentes e o consumo de energia e insumos, e por conseguinte um projeto totalmente “verde” não seria possível.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivado do BREEAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É conduzido pela associação HQE que congrega o conjunto de agentes envolvidos, como a administração pública direta, as entidades fornecedoras de produtos e serviços, ministérios interessados, instituições de pesquisa, etc., num total de 40 representações.</li> </ul>	<p>Pode-se dizer que o CASBEE não é uma ferramenta, mas quatro ferramentas de avaliação, cada uma delas destinada a usuários bem-definidos, que podem avaliar o projeto ou edifício existente em estágios específicos de seu ciclo de vida.</p>
---------------	--	--	--	---	---	--	---	---	---

Fonte: (SILVA, 2003; PATRICIO, 2004; DEGANI, 2002). Adaptado pela autora.

Concluída.

## ANEXO A

### Índice de Sustentabilidade

**FIERGS SENAI**  
 Centro Nacional de Tecnologia Limpas (CNTL) - CNTL

**Identificação do Empreendimento**  
 \* Campos obrigatórios

**CADASTRO**

NOME DA EMPRESA: Serviço Industrial de Aplicações Industrial - Departamento Regional de S...  
 NOME DO EMPREENHIMENTO: Novo prédio CNTL  
 \*RUEIRO: Av. Arco Brasil      \*NUMERO (RUA):  
 COMPLEMENTO:      CEP: 11188-000      \*BARRIO: Jardim  
 \*CEPCE: Porto Alegre      \*UF: RS  
 \*CID: 71      \*FONE: (51) 347-8481

\*CEPCE: Porto Alegre      \*UF: RS  
 \*CID: 71      \*FONE: (51) 347-8481

\*DATA DE INICIO DO EMPREENHIMENTO: 28/10/2008      \*DATA DE TÉRMINO DO EMPREENHIMENTO: 20/11/2009  
 \*ESTÁGIO ATUAL DO EMPREENHIMENTO: Projeto

\*Nº REGISTRO EMPREENHIMENTO NA PREFEITURA: 13248      \*Nº LICENÇA AMBIENTAL: 0114736  
 \*Nº DE FUNCIONÁRIOS PRÓPRIOS: 5      \*Nº DE FUNCIONÁRIOS TERCEIRIZADOS: 15

\*NOME DO RESPONSÁVEL TÉCNICO: Juliana Oliveira  
 \*EMAIL DO RESPONSÁVEL TÉCNICO: julia.tecnologia@fiera.org.br  
 \*CID: 71      \*FONE: (51) 347-8481

\*Nº REGISTRO CREA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO: 181421      \*ÁREA TOTAL (m²): 10.000 m² (1000 m²)

\*INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

\* Campos obrigatórios.

ENVIAR

FIERGS SENAI (51) 347-8474 Av. Arco Brasil, 1000 - Porto Alegre - RS SENAI - Todos os direitos reservados.

SENAI - Índice de Sustentabilidade - Microsoft Internet Explorer

Grupos Editar Exibir Favoritos Favoritos Ajuda

Egdeops http://www.tecprodigital.com.br/Cientes/Senai/wwwroot/Result/empreendimentos.aspx

FIERGS CIERGS SESA SENAI IEL

**FIERGS SENAI**  
Centro Nacional de Tecnologia Limpas SENAI - CNTL

LOGIN  
Olá,  
Jociane Oliveira  
+ Dados cadastrais  
+ Alterar Senha  
+ Sair

CONHEÇA O CNTL SENAI  
ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
DADOS CADASTRAIS  
EMPREENHIMENTOS  
QUESTIONÁRIOS EM ANDAMENTO  
QUESTIONÁRIOS CONCLUÍDOS

**EMPREENHIMENTOS - LISTA**

Listagem dos Empreendimentos

[NOVO CADASTRO](#)

Empreendimento	Data Inicial	Data Final	Status
Novo CNTL	20/10/2005	20/11/2006	Ativo

SISTEMA FIERGS  
RUA SENAÍ 410  
AV. ANTONIO DE ALMEIDA, 1500 PORTO ALEGRE  
© SENAI - Todos os direitos reservados.

Egdeops http://www.tecprodigital.com.br/Cientes/Senai/wwwroot/Result/quest.asp?cid=...

FIERGS CIERGS SESA SENAI IEL

**FIERGS SENAI**  
Centro Nacional de Tecnologia Limpas SENAI - CNTL

LOGIN  
Olá,  
Jociane Oliveira  
+ Dados cadastrais  
+ Alterar Senha  
+ Sair

CONHEÇA O CNTL SENAI  
ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
DADOS CADASTRAIS  
EMPREENHIMENTOS  
QUESTIONÁRIOS EM ANDAMENTO  
QUESTIONÁRIOS CONCLUÍDOS

**QUESTIONÁRIO**

1 - Sustentabilidade do Site (Térreo) - Empreendimento:  
1.1 - Construção do térreo

**Objetivo:** Fazer com que os futuros moradores não necessitem usar os seus carros ou transportes públicos, favorecendo assim a não geração de poluição, por emissão de gases, contribuindo para diminuir o consumo de combustíveis; contribuindo para diminuir o aquecimento global, etc. Quanto maior a quantidade de bens melhor.

**Requisito legal:** O LEED indica 0,5 milhas. Este índice vai considerar aproximadamente a metade desta distância, pois se considera mais apropriado a nossa realidade (o tamanho médio das nossas cidades).

**Estratégias:** Ao iniciar-se a procura por um local para o futuro empreendimento, deve-se levar em conta a proximidade e a variedade de alternativas de acesso a alguns tipos de locais ou serviços.

a) Quais destes locais encontram-se a uma distância de até 400m do empreendimento?

Posto de combustível  
 Posto de combustível com conveniência  
 Supermercado  
 Shopping  
 Hospital

Posto de combustível  
 Posto de combustível com conveniência  
 Supermercado  
 Shopping  
 Hospital  
 Escola  
 Clubes  
 Praças / Parques  
 Bancos  
 Salão de beleza  
 Médico / Dentista  
 Academia de esportes  
 Farmácia  
 Lavanderia  
 Loja de material de construção  
 Nenhuma das Anteriores

Outros:

b) Esta questão foi considerada durante a obra? Não se aplica.

[PRÓXIMO](#)

SISTEMA FIERGS  
 (51) 3047-8107  
 96.400-0000 - DISC. PORTO ALEGRE

[FIERGS](#) [CIERS](#) [SESI](#) [SENAI](#) [IEL](#)

**QUESTIONÁRIOS CONCLUÍDOS**

**Relatório**

**Nome da Empresa:** Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Departamento Regional do RS  
**Nome do Empreendimento:** Novo prédio CIVIL  
**Endereço:** Av. Assis Brasil, 9490 - Serravallo  
**Cidade/Estado:** Porto Alegre/RS  
**Telefone:** (51) 3047-8401

[Imprimir](#)

**1. Sustentabilidade do Site**

LIGAR  
 DL  
 Sistema Operacional  
 • Dados cadastrais  
 • Acesso Senai  
 • Sesi

COOPERAÇÃO CIVIL SENAI  
 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
 DADOS CADASTRAIS  
 IMPRIMIMENTOS  
 QUESTIONÁRIOS EM ANDAMENTO  
 QUESTIONÁRIOS CONCLUÍDOS

1.1. Localização do Terreno

1.1.A. Quais destes locais encontram-se a uma distância de até 400m do empreendimento?

Posto de combustível	(Não)
Posto de combustível com conveniência	(Sim)
Supermercado	(Sim)
Shopping	(Não)
Hospital	(Não)
Escola	(Sim)
Clube	(Não)
Praça / Parque	(Sim)
Banco	(Sim)
Sala de leitura	(Não)
Médico / Dentista	(Não)
Academia de esportes	(Não)
Farmácia	(Sim)
Livraria	(Não)
Linha de material de construção	(Sim)
Reserva dos Anteriores	(Não)

Outros: Hotel

1.2. Opções de Transporte

1.2.A. Quais alternativas de acesso abaixo estão disponíveis ao empreendimento?

Até 2 linhas de ônibus	(Não)
Até 5 linhas de ônibus	(Não)
Mais de 5 linhas de ônibus	(Sim)
Não	(Não)

Reserva dos Anteriores (Não)

5.2. Durante o Ciclo(Ciclo de vida do Empreendimento)

5.2.1. Benefício Social na Região

5.2.1.A. Esta questão foi avaliada no projeto?  
 Existe ou não um benefício social com este empreendimento?

Sim (Sim)  
 Não (Não)

5.2.2. Expectativa de Arrecadação de Impostos Futuros

5.2.2.A. Esta questão foi avaliada no projeto?  
 Existe ou não um benefício social com este empreendimento?

0 a 30% (Sim)  
 31 a 60% (Não)  
 acima de 61% (Não)

5.2.3. Aumento da População Fixa ou Móvel na Região

5.2.3.A. Esta questão foi avaliada no projeto?  
 Existe ou não um benefício social com este empreendimento?

0 a 30% (Sim)  
 31 a 60% (Não)  
 acima de 61% (Não)

Seu Índice de Sustentabilidade foi de: 38,45%

 **BRONZE**

SISTEMA 00000  
 (51) 340 4742  
 AV. ADELSON BRAS., 100 - PORTO ALEGRE/RS 91240-900

© 2004 - Todos os direitos reservados