

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL – SISTEMAS LEED E AQUA**

**Vinicius Fares Leite**

**Belo Horizonte**

**2011**

**Vinicius Fares Leite**

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL – SISTEMAS LEED E  
AQUA**

Monografia de Graduação defendida perante a banca examinadora, como parte dos requisitos necessários à aprovação na disciplina Trabalho Integralizador Multidisciplinar III (TIM III) do Curso de Graduação de Engenharia Civil.

Orientador: Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2011

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares pelo amor incondicional, toda paciência e carinho com os quais sempre contei. Sem este suporte nada disto seria possível.

A Carolina, companheira que sempre esteve ao meu lado e que mesmo distante me deu forças para nunca desistir e seguir sempre em frente. Sua dedicação e perseverança sempre foram uma fonte de inspiração para mim.

A universidade representada pelo corpo docente e pelos vários colegas e amigos que encontrei na UFMG. Os aprendizados e estudos foram fundamentais em todo o processo. Agradeço a todo os incentivos dos professores e ao companheirismo dos colegas principalmente nas horas dedicadas ao estudo dos diversos conteúdos. A caminhada foi plena e a vivencia vai deixar saudades.

Ao meu professor e orientador, Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo, pessoa que esteve sempre presente quando precisei, abrindo portas que foram fundamentais a minha formação profissional.

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo entender o papel da certificação ambiental na construção civil, fazendo uso das duas certificações ambientais mais utilizadas na construção civil brasileira, o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) e o Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental). Será realizada toda a fundamentação do desenvolvimento sustentável e como ele evoluiu até os dias de hoje, sendo apresentados conceitos relativos a construção sustentável, *Green Building*, e sistemas de avaliação ambiental. Será realizada a definição e compreensão do estrutura, metodologia de aplicação e fases das duas certificações, servindo para uma comparação entre as duas. Serão apresentados dois estudos de caso, um representando a certificação LEED e outro a certificação Processo AQUA, o que resultará em uma análise dos pro e contras de cada um dos certificados.

## ABSTRACT

The study aims to understand the role of environmental certification in construction, making use of the two most widely used environmental certifications in Brazilian civil construction, the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Process and AQUA (Alta Qualidade Ambiental). Will be held throughout the grounds of sustainable development and how it evolved to the present day, being presented concepts relating to sustainable construction, green building, and environmental assessment systems. Will be held the definition and understanding of the structure, methodology and phases of the two certifications, serving for a comparison between the two. Will be presented two case studies, one representing the LEED certification and other AQUA, which will result in an analysis of pro and cons of each of the certificates.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	V
LISTA DE QUADROS.....	VI
LISTA DE GRAFICOS .....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	VII
<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>1</b>
1.1 EVOLUÇÃO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL .....	1
1.2 JUSTIFICATIVA .....	4
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	7
3.1.1 <i>Introdução</i> .....	7
3.1.2 <i>Construção Sustentável</i> .....	8
3.1.3 <i>Green Building ou Edifício Verde</i> .....	9
3.1.4 <i>Boas Praticas de uma Construção Sustentável</i> .....	10
3.1.5 <i>Ciclo de vida de um Edifício</i> .....	12
3.1.6 <i>Tornando a construção Civil Sustentável</i> .....	13
3.2 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	18
3.2.1 <i>Surgimento dos Instrumentos de Avaliação</i> .....	18
3.2.2 <i>Características dos Sistemas de Avaliação</i> .....	20
3.2.3 <i>Objetivos dos Sistemas de Avaliação Sustentável</i> .....	21
3.2.4 <i>Vantagens da Certificação Ambiental</i> .....	22
3.2.5 <i>Metodologia de Avaliação da Certificação Ambiental</i> .....	23
3.3 CERTIFICAÇÃO LEED .....	23
3.4 CERTIFICADO AQUA.....	27
<b>4 LEED X AQUA.....</b>	<b>35</b>
<b>5 ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>38</b>
5.1 CENTRO CULTURAL MAX FEFFER – LEED.....	38
5.1.1 <i>Iniciativas sustentáveis</i> .....	38
5.1.2 <i>Certificação</i> .....	41
5.2 LEROY MERLIN EM NITERÓI – AQUA .....	41
5.2.1 <i>Iniciativas sustentáveis</i> .....	42
5.2.2 <i>Certificação</i> .....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS ELETRONICAS .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução dos Eventos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável .....	4
Figura 2 - Tripé da Sustentabilidade.....	7
Figura 3 - Qualidade de um Edifício Verde .....	10
Figura 4 - Construção Sustentável Itaboraí .....	15
Figura 5 - Sistema de reaproveitamento de água de chuva .....	16
Figura 6 - Cores de Identificação da Coleta Seletiva .....	17
Figura 7 - Manta sustentável para piso flutuante.....	17
Figura 8 - Gestão de Resíduos no canteiro de obras.....	20
Figura 9 - Níveis de certificação LEED .....	24
Figura 10 - Aspectos relevantes do Sistema de Gestão do Empreendimento .....	30
Figura 11 - Energias renováveis e aproveitamento iluminação natural.....	32
Figura 12 - Sistemas economizadores de água.....	33
Figura 13 - Centro Cultural Max Feffer .....	38
Figura 14 - Parede de Tijolo solo cimento e Estrutura em bambu e eucalipto do telhado .....	39
Figura 15 - Parede Trombe.....	40
Figura 16 - Sistema de iluminação de células fotovoltaicas e LED .....	41
Figura 17 - Loja Leroy Merlin de Noteroi.....	42
Figura 18 - sistema combate enchentes e Caixa d'água de armazenamento de água da chuva.....	43
Figura 19 - Painéis fotovoltaicos e Refletores com LED .....	43
Figura 20 - Fachada em vidros e quebra brisa.....	44
Figura 21 - Coleta seletiva e Cartazes .....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais Áreas Ambientais de Intervenção para a Construção Sustentável .....	14
Quadro 2 - Áreas chave e Critérios da Certificação LEED .....	25
Quadro 3 - Categorias da certificação LEED .....	26
Quadro 4 - Custo certificação LEED.....	27
Quadro 5 - Benefícios do Processo AQUA .....	28
Quadro 6 - 14 categorias do Processo AQUA.....	31
Quadro 7 - Custo do Processo AQUA.....	34
Quadro 8 - Diferenças na estruturação do processo LEED e AQUA.....	35
Quadro 9 - Diferentes características do processo LEED e AQUA .....	36
Quadro 10 - Avaliação das 14 categorias do LEED da loja Leroy Merlin.....	44

## LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1 – Distribuição da água doce no planeta.....	11
Grafico 2 - Ponderações dos Sistemas de Avaliação ambiental.....	21
Grafico 3 - Percentuais de certificações LEED registradas até 09/11/2011.....	26
Grafico 4 - Exigência mínima para certificação no Processo AQUA .....	31
Grafico 5 - Ponderações dos aspectos dos processos LEED e AQUA.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Asbea – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

ACV – Análise do Ciclo de Vida

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

BEPAC – *Building Environmental Performance Assessment Criteria*

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CEF – Caixa Econômica Federal

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

Cal-Arch – *California Building Energy Reference Tool*

GBCB – *Green Building Council* do Brasil

GBCI – *Green Building Council Institute*

HQE – Haute Qualité Environnementale

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LED – Diodo Emissor de Luz

NABERS – *National Australian Buildings Environmental Rating System*

ONU – Organização das Nações Unidas

QAE – Qualidade Ambiental do Edifício

SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento

Secovi – Sindicato da Habitação e Condomínios

USGBC – U.S. Green Building Council

UNCED – Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente

VOC – Compostos Orgânicos Voláteis

USD – Dólar Americana

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

## 1.1 *Evolução da Consciência Ambiental*

Na idade das pedras, onde o ser humano vivia como nômade, o mesmo tinha no meio em que vivia tudo o que lhe era necessário à vida. Nesta linha de tempo o ser humano não altera o meio ambiente, apenas usa o que ele lhe oferece para sua sobrevivência.

Com o advento da agricultura e técnicas construtivas que permitiram a substituição dos abrigos naturais por construídos pelo homem a vida em sociedade se desenvolveu. Adicionado a evolução do pensamento e tecnológica pode-se dar um grande salto de tempo alcançando a revolução industrial.

Relativo ao consumo dos recursos naturais a Revolução Industrial no Sec. XVIII representa uma mudança significativa. A máquina a vapor, grandes reservas naturais de carvão mineral, desenvolvimento do ferro e aço, o desenvolvimento do comércio de produtos foram marcos da época. Não se consome mais recursos na velocidade do consumo humano e sim na velocidade de produção das máquinas. A sociedade voltou-se para produção e consumo, as técnicas avançaram cada vez mais e os produtos tinham seus custos reduzidos favorecendo cada vez mais o aumento do consumo e comércio.

Foi neste contínuo crescimento do consumo de recursos que as sociedades se desenvolveram. Setores produtivos e público têm sido exigidos em termos de maiores índices de produção, de uso e descarte dos produtos. As consequências desta maneira de viver e pensar surgiram e algumas delas nos afronta até mesmo nos dias de hoje, como o aumento da poluição, degradação ambiental, êxodo rural e crescimento desordenado das grandes cidades.

Os primeiros relatos de problemas ambientais datam do Sec. XVIII, sendo processos localizados, considerados não importantes. Foi só na década de 70 que a questão ambiental começou a ter destaque maior. Em 1962 o livro “*Silent Spring*” de Rachel Carson apontava os impactos dos desastres ambientais para o mundo e a vulnerabilidade da natureza diante da intervenção humana. Surgiram neste período organizações como o “Greenpeace” e o “Friends of Earth”, sendo vistos como fanáticos e extremistas na época (Gouvinhas R. P. et al).

A questão ambiental se tornou verdadeiramente uma questão global na Conferencia de Estocolmo em 1972 na Suécia. Ela inseriu na agenda da política mundial o tema de forma definitiva uma vez que os fenômenos passaram a ser entendidos de forma global. Relativo ao impacto ambiental as ações que um país toma podem afetar toda uma região ou até planeta se levado em consideração o tempo de alcance das conseqüências de uma atitude ambientalmente irresponsável.

O aniversário de dez anos da Conferencia de Estocolmo aconteceu em Nairóbi, promovido pela ONU, e na época foi constatado que o agravamento das questões ambientais globais indicava que a economia global já havia excedido em algumas áreas a capacidade de assimilação da natureza (Gouvinhas R. P. et al).

Em 1987 a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente (UNCED) produziu relatório conhecido como “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Bruntland”. Foi apresentado no Relatório de Bruntland estudos baseados no equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação dos meio ambiente que apontam para a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. Neste documento surgiu o conceito de “desenvolvimento sustentável”, alicerçado na proteção ambiental, estabilidade econômica e responsabilidade social, sendo conceituado como:

“... desenvolvimento que satisfaz as necessidade atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar as suas” (Bruntland apud Lagerstedt, 2000)

O impacto ambiental foi objeto de discussão mais significativo e real nos anos 90. Somente então a sociedade em geral passou a discuti-lo, e não mais somente os chefes de estado, empresários, grupos de ambientalistas e comunidade científica.

Como conseqüência destas discussões e eventos que sucederam o “Relatório de Bruntland” aconteceu em 1992 a Eco-92 ou Conferência do Rio ou ainda Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Ela foi responsável pela consagração do desenvolvimento sustentável, sendo a primeira vista, de grande interesse internacional, o que não se confirmou quando os EUA dificultaram a implantação do cronograma sobre emissão de CO<sub>2</sub> e não assinaram a convenção sobre a biodiversidade. A Eco-92 gerou como documentos oficiais a Carta da Terra, Declaração sobre Florestas, Convenção sobre a Diversidade Biológica, Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas e a Agenda 21.

A Carta da Terra ou Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento continha 27 princípios básicos que buscavam uma nova e justa parceria global mediante a criação de novos níveis de cooperação entre os países, envolvendo também setores mais importantes da sociedade e a população.

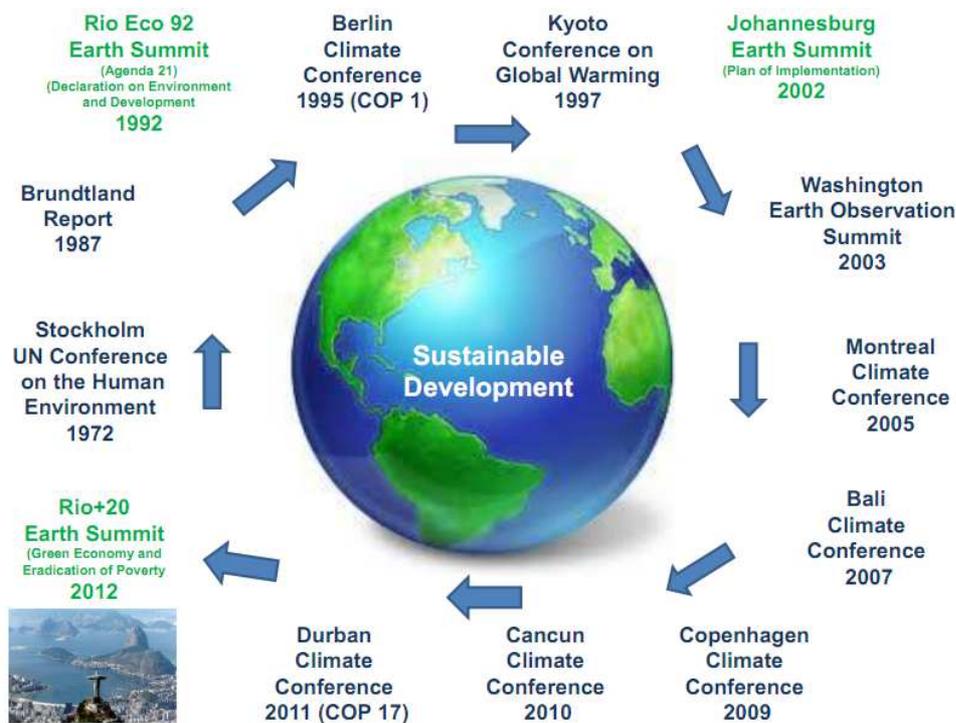
A Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas tinha o intuito de estabilizar os níveis de concentração dos gases causadores do “efeito estufa”.

A Agenda 21 é um amplo programa de ação com finalidade de dar efeito prático aos princípios estabelecidos e aprovados na Declaração do Rio. Ela está estruturada em quatro seções: Dimensões sociais e econômicas (políticas), Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento (Manejo), Fortalecimento do papel dos principais grupos sociais (Participação) e Meios de implantação (mecanismos financeiros e jurídicos).

Outro evento que ocorreu ainda nos anos 90 com maior destaque foi o “Protocolo de Kyoto” para a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, em dezembro de 1997. Ele representou o histórico ponto de redefinição dos padrões de crescimento mundial ao incorporar a primeira definição oficial, baseada em dados científicos, do conceito de desenvolvimento sustentável (Gouvinhas R. P. et al).

Após dez anos da Eco-92 ocorreu o Rio+10, evento que teve como objetivo reavaliar as propostas apresentadas na Agenda 21 e redefinir as ações capazes de garantir as necessidades econômicas e sociais da humanidade. Próximo de acontecer há a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, apelidada de Rio+20. Ela busca discutir mundialmente meios de transformar o planeta em um lugar melhor.

A Figura 1 traz resumidamente alguns dos mais importantes eventos relacionados a evolução do desenvolvimento sustentável, sendo alguns deles explanados de forma mais detalhada na parte introdutória do trabalho.



**Figura 1- Evolução dos Eventos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável**  
 Fonte: CORACINI M. C., 2011

Toda esta mudança de pensamento em relação a utilização do recursos naturais e formulação de propostas que visam concretizar o desenvolvimento sustentável, levaram a uma evolução que não tem mais volta. Em todos os países existem órgãos, comissões e conselhos especialmente voltados para a questão da implantação do desenvolvimento sustentável, legislações são criadas e regulamentadas, novos produtos são pensados de forma a eliminar ou minimizar o impacto ambiental, produtos são tratados considerando o seu ciclo de vida. Há também um valor agregado ao produto dito sustentável que tem sido cada vez mais valorizado no mercado.

## 1.2 Justificativa

A construção civil é hoje um dos mais importantes setores da economia brasileira e seu crescimento traz consigo toda uma cadeia de empresas ligadas a produção dos insumos e serviços. Consequentemente seu macrosetor é responsável por um grande consumo de materiais, emissão de gases, uso de energia e água. Estima-se os processos de construção e manutenção de edifícios consomem 40% da energia mundial. Sendo assim a potencialidade de praticas sustentáveis atingirem grandes escalas e se tornarem eficazes existe na construção civil.

Dentro deste quadro a certificação ambiental é um instrumento interessante que possui grande potencial de implementar melhores praticas sustentáveis no setor. Ela cria e cobra condições dos empreendimentos os tornando sustentável e atingem também os setores que servem de apoio. O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, criado em 2007 com o objetivo de difundir a utilização de praticas sustentáveis no setor da construção civil, trazendo qualidade de vida aos usuários, trabalhadores e ambiente em torno da edificação, reconhece a certificação como meio de contribuição para o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil.

Verifica-se hoje no mercado da construção civil algumas praticas já incorporadas na direção da sustentabilidade. Praticas gerenciais que visam a redução dos custos muitas vezes são também praticas que reduzem o consumo de energia. O que se observa depois de quase 20 anos da ECO-92 é que a sustentabilidade vem sendo enxergada não só como medida conservacionista e ambiental mas também como uma oportunidade de combater o desperdício, reduzir custos, aprimorar processos, inovar e desenvolver novos negócios.

Dada a importância da construção civil e sua grandiosidade no que envolve materiais, serviços e pessoas, justifica-se a fundamental importância na implementação e valorização da certificação ambiental no setor. Desta forma serão analisadas e comparadas duas certificações utilizadas no Brasil, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) desenvolvida nos Estados Unidos e AQUA (Alta Qualidade Ambiental) certificação brasileira baseada na francesa HQE (Haute Qualité Environnementale).

Conhecer as certificações utilizadas na construção representa conhecer o que tem sido aplicado no mercado, e para onde está se direcionando o futuro, considerando o desenvolvimento sustentável como inevitável. O conhecimento e a comparação das duas certificações utilizadas no Brasil tem como objetivo responder a perguntas como: O que se significa ter certificado ambiental? Qual certificação melhor adequada? Quais os ganhos diretos e indiretos da certificação ambiental? Quem ganha com a certificação ambiental?

## **2 OBJETIVO**

O presente trabalho visa a compreensão do que representa a certificação ambiental de forma geral e específica para o setor de construção civil. Entender a sua evolução, qual a sua importância e aplicabilidade.

Será realizado um estudo sobre as duas certificações aplicadas no Brasil, a LEED e AQUA. Através dele se pretende num primeiro momento conhecer os parâmetros e premissas de cada uma e assim fundamentá-las. Posteriormente uma comparação entre elas será produzida, buscando reconhecer suas características divergentes e convergentes.

Como forma de materializar toda pesquisa bibliográfica que será realizada sobre os fundamentos e as certificações ambientais LEE e AQUA, estudos de caso de cada uma delas será apresentado, possibilitando assim uma melhor instrumentação para o desenvolvimento de considerações finais sobre o tema.

Com todo este conhecimento adquirido pretende-se com este trabalho agregar conhecimento de forma a garantir a correta análise e aplicação da certificação ambiental. É percebido que no mercado da construção civil a certificação ambiental tem sido cada vez mais valorizada e para a formação profissional plena a oportunidade de estudar e desenvolver o tema ainda na graduação é muito válida.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 *Sustentabilidade na construção civil*

#### 3.1.1 Introdução

A aplicação sistemática do conhecimento científico na resolução de questões práticas da indústria, agricultura e medicina possibilitou nos últimos 250 anos um desenvolvimento que dobrou a expectativa de vida e levou a população mundial ao impressionante número de 7 bilhões em 2011. É fato também que houve alteração significativa do planeta, o que ameaça a sobrevivência da humanidade. Mudanças climáticas, aumento na camada de ozônio, geração de resíduos, poluição do ar e escassez de água são alguns dos problemas que se agravaram nestes últimos 250 anos.

Mesmo com todo o desenvolvimento alcançado cerca de 25% da população mundial é considerada pobre e dentro desta parcela cerca de um bilhão e meio de pessoas vive com menos de U\$ 1,25 por dia (ONU 2011), também 26% das crianças dos países em desenvolvimento enfrentam problemas de subnutrição. Dentro desta ótica é compreendido que o desenvolvimento sustentável deve abranger a questão ambiental, econômica, a melhoria das questões sociais. Este tripé da sustentabilidade (Figura 2), representa o quão importante é o tema uma vez que ele lida com questões relativas ao consumo, saúde, recursos, custos, durabilidade, e outras ações fundamentais a manutenção da vida.



**Figura 2 - Tripé da Sustentabilidade**  
Fonte: entropialivre.blogspot.com

No que diz respeito ao enfrentamento do problema ambiental pode-se dizer que o mesmo acontecerá a partir de uma mudança de pensamento, hábitos, padrões de consumo e técnicas produtivas. É preciso implementar a sustentabilidade de forma a abranger cada vez mais setores de economia e atingir também a própria população. Infelizmente ainda são poucas as pessoas que perceberam que atos do dia a dia são bastante impactantes no que diz respeito a sustentabilidade. O fato de se optar por morar em uma casa menor, por um carro ou produto mais ambientalmente correto e de simplesmente desligar a luz quando a mesma não for mais necessária está relacionado diretamente a opção por um mundo mais sustentável.

Dentro deste quadro complexo onde se busca a proteção ambiental, viabilidade econômica e justiça social, a construção civil tem talvez um dos papéis mais importantes. É no setor da construção civil onde se emprega grande parte da mão de obra, se consome a maior parte dos recursos naturais, energia e água.

### **3.1.2 Construção Sustentável**

Uma edificação vista em todo o seu ciclo de vida gera resíduos, consome energia, materiais e produtos, emite gás carbônico na atmosfera, emprega, gera renda e impostos. Sendo assim tem um grande potencial no que diz respeito a implementação efetiva do desenvolvimento sustentável.

Construir sustentavelmente significa reduzir o impacto ambiental, diminuir o retrabalho e desperdício, garantir a qualidade do produto com conforto para o usuário final, favorecer a redução do consumo de energia e água, contratação de mão de obra e uso de materiais produzidos formalmente, reduzir, reciclar e reutilizar os materiais.

É preciso pensar a construção no que diz respeito a sua questão econômica, social e ambiental de forma conjunta, só assim se atinge de fato a sustentabilidade. O aproveitamento da energia solar e água de chuva, utilização de ventilação e luz natural são boas praticas sustentáveis que estão relacionadas com os três campos. A utilização da energia solar não deve ser vista somente como retorno de investimento capital, mas também como forma de contribuir para a conservação do meio ambiente e agregar valor social.

Busca-se avaliar nas ações sustentáveis todo o ciclo de vida do edifício. Da escolha do local e concepção do projeto ate o produto final entregue, todos os envolvidos, incorporadores,

órgãos públicos, construtores, trabalhadores, fornecedores, consumidores e sociedade devem estar engajados no objetivo de garantir a vida para as gerações futuras.

É importante dizer que a diversidade relacionada as condicionantes de uma obra são infinitas e conseqüentemente não existe uma única solução para tornar real a construção sustentável. Muda-se a localidade, condição climática, disponibilidade de materiais, qualidade da mão de obra, situação econômica e deslocamentos de cada obra sem muita dificuldade. Logo a forma de garantir que não haja agressão ao meio ambiente é planejar todas as etapas da construção buscando sempre reduzir os impactos e garantir a justiça social dentro do orçamento disponível (JOHN, 2010).

Análise de ciclo de vida, responsabilidade social e mudança climática representa um novo vocabulário oriundo de uma política de desenvolvimento social que já é presente e inevitável em uma gama de empresas e governos. A cada dia novas leis e regulamentos são criados, e novas tecnologias são desenvolvidas de forma a materializar os princípios da sustentabilidade.

No setor da construção civil em especial, as exigências de que empresas levem em consideração o impacto ambiental e social de suas atividades se acentua a cada dia. Pode-se dizer que a sociedade civil, investidores, financiadores e consumidores começam a incorporar cada vez mais boas praticas ambientais em suas demandas. Neste cenário observa-se que empresas e profissionais preparados para enfrentar os desafios envolvidos estarão certamente mais bem preparados para o futuro.

Acontece também nas universidades e sociedade o aumento do grau do entendimento do tema e de aplicação de ações realmente efetivas em pro da sustentabilidade. Nas universidades a sustentabilidade tem evidente importância, e projetos verdes são cada vez mais desenvolvidos e valorizados no meio acadêmico e social. Estes projetos tem sido cada vez mais exigidos pelo órgãos públicos refletindo importância do tema para toda a sociedade.

### **3.1.3 *Green Building* ou Edifício Verde**

Dentro dos conceitos da construção sustentável, no que tange especificamente a construção de edifícios, o termo *Green Building* ou Edifício Verde é utilizado para denominar edifício que foram construídos dentro dos padrões sustentáveis.

Estes edifícios tem como objetivo atender a desempenho ambientais relativos a cinco grandes temas: local sustentável, eficiência de água, eficiência de energia, conservação dos materiais e dos recursos, e qualidade ambiental interna, princípios mostrados na Figura 3.



**Figura 3 - Qualidade de um Edifício Verde**  
Fonte: Nova Arquitetura, 2011

O Edifício Verde tem como objetivo torná-lo sustentável, e para isto organiza suas ações dentro destas cinco áreas. Estas práticas sustentáveis buscam a redução dos impactos na fase de concepção, execução do edifício, operação, manutenção e demolição.

Esta organização se traduz em planejamento que atua implementando tecnologias e práticas sustentáveis na gestão da obra, no melhor aproveitamento dos recursos naturais, na eficiência energética, gestão e economia de água, gestão dos resíduos gerados na construção e operação, na qualidade do ar e ambiente interior, e no conforto termo acústico.

### **3.1.4 Boas Práticas de uma Construção Sustentável**

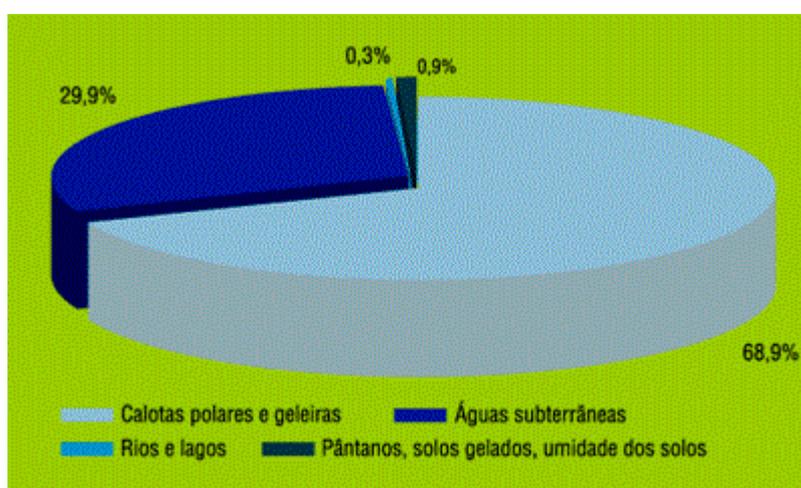
A eficiência da construção sustentável depende dos vários atores do processo. Deve-se buscar a sustentabilidade em todo o ciclo de vida da construção. No contexto, o ciclo de vida do edifício compreende as etapas desde o seu desenvolvimento e concepção, passando pela construção e uso, até o reaproveitamento ou demolição.

No que tange o consumo de matérias primas e geração de resíduos a construção sustentável requer que se construa mais utilizando menos materiais e reutilizando ao máximo os resíduos, reduzindo assim a quantidade final de resíduos gerados.

Muito dos produtos utilizados na construção civil utilizam em sua fabricação e distribuição energia fóssil e lenha sendo responsável pela emissão de gases que, devido ao aumento da

emissão nos últimos anos, vem causando mudanças climáticas. Para se consumir com responsabilidade ambiental materiais de construção civil deve-se adotar ações para redução da emissão dos gases do efeito estufa.

Um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência da humanidade é a água doce. Somente 0,3% da água existente no planeta esta disponível para o consumo humano, como mostrado no Gráfico 1 a seguir. A manutenção deste recurso passa pelo seu uso responsável na agricultura e industria, aumento do índice de tratamento de esgotos, redução da impermeabilização do solo nas grandes cidades e utilização de equipamentos que permitem a redução do consumo nos edifícios.



**Gráfico 1 – Distribuição da água doce no planeta**  
Fonte: Adaptado de SRH (2000) por Boscardin et al. (2004)

A redução dos impactos associados ao consumo de energia nos edifícios já é praticada nos dias de hoje, haja visto o custo crescente da energia no país. A economia de energia em edifícios e instalações vai além da economia de recursos, o que pode ser utilizado como justificativa de implantação do sistema, ela implica também em significativo ganho ambiental, pois entre outras coisas menos geração de energia será necessária.

A construção civil tem uma extensa responsabilidade social e uma importante questão passa pelo fato da maior parte de seu recurso humano, parcela elevada dos empregos no Brasil, viver na pobreza. Os baixos salários estão ligados a baixa produtividade que é consequência da tecnologia empregada. Além da equipe de recursos humano a construção civil envolve também a vizinhança, fornecedores e a comunidade em geral dado a inevitável mudança no ambiente onde a construção é inserida. A situação social é agravada pela informalidade, que

inclui o não cumprimento das obrigações sociais da força de trabalho e sonegação de impostos em toda cadeia produtiva, da extração de matérias-primas, fabricação e comercialização de materiais, projetos, canteiro e manutenção (JOHN, 2010).

Os padrões de qualidade dos materiais e serviços utilizados na construção civil são importantes fatores para o combate a informalidade. Um significativo impacto ambiental é gerado pelo fato da competição desigual ocasionada pela presença do indivíduo ou produto que não apresenta padrões compatíveis. A sobrevivência econômica dos envolvidos que respeitam as normas fica prejudicada, contribuindo entre outras coisas para a presença de produtos inadequados ao meio ambiente e as especificações técnicas, que consomem recursos em excesso, aumento do incentivo de agentes públicos e privados se tornarem corruptores, redução da capacidade financeira do estado em fornecer infra-estrutura coletiva e aumento como um todo da desigualdade social.

### **3.1.5 Ciclo de vida de um Edifício**

É preciso analisar o ciclo de vida de um edifício visando sempre a redução de consumo de materiais, energia e impactos ambientais gerados. Concentrar esforços para que cada etapa seja executada dentro das normas, com qualidade e sem desperdícios, garante um produto adequado, sustentável.

O tempo em que um edifício é construído representa uma pequena parte da vida útil do mesmo e sendo assim construir sustentavelmente significa garantir que além das fases de planejamento e implantação, a fase de ocupação, manutenção e demolição contribuam para gerar menos impacto.

Ainda na fase de planejamento, onde a concepção do projeto acontece, considerado o início do ciclo de vida do edifício, sendo realizados nesta etapa estudos de viabilidade, elaboração de projetos e especificações, as práticas sustentáveis já devem ser implementadas. A escolha do local da construção deve levar em consideração o entorno e dinâmica da região onde o mesmo será inserido. Uma obra não pensada nestes termos pode posteriormente se tornar entre outras coisas inviável financeiramente. A especificação dos materiais, utilização de iluminação e ventilação natural, sistemas de aquecimento de água e ar condicionado, reciclagem de água de chuva são considerações realizadas na fase de projeto que trazem um enorme benefício para tornar a construção sustentável.

A fase de implantação do edifício tem como objetivo colocar em prática os projetos desenvolvidos. Algumas práticas que visam a redução do desperdício de matérias e energia devem ser utilizadas contribuindo para o caráter sustentável do empreendimento e também com a redução dos custos da construção.

O uso do edifício, fase do ciclo de vida que representa a maior parte da vida útil do mesmo, se torna sustentável ou não dependendo principalmente da forma como ele foi concebido. A estrutura edificada é a condicionante principal do uso, os equipamentos, materiais e sistemas escolhidos e implantados definem a potencialidade da construção ser considerada sustentável. Algumas mudanças podem ser realizadas com intervenções na fase de manutenção, fase onde é realizada a reposição de alguns elementos e a manutenção de equipamentos e sistemas empregados, porém mudar a forma como foi concebido o projeto demanda maiores investimentos quando é possível fazer tal mudança.

Chegado o fim da vida útil do edifício, é realizada a demolição, muitas vezes para dar origem a outro empreendimento imobiliário e começar então outro ciclo de vida. Demolir não significa jogar fora de forma desordenada e não pensada, mas sim praticar sempre possível a reciclagem e reutilização. Desta forma haverá redução dos resíduos gerados na demolição, sendo que os mesmos devem ser dispostos em locais apropriados para recebê-los.

### **3.1.6 Tornando a construção Civil Sustentável**

A Quadro 1 apresenta as áreas a partir de onde são obtidas as informações relevantes à avaliação da sustentabilidade de uma construção. Os critérios relacionados levam em consideração impactos relacionados ao local, recursos, qualidade do ambiente interior, durabilidade e cargas produzidas.



**Quadro 1- Principais Áreas Ambientais de Intervenção para a Construção Sustentável**  
 Fonte: PINHEIRO, 2006

O primeiro ponto necessário para que se produza uma construção sustentável é a adesão de todos os envolvidos, fazendo com que em cada uma das áreas de intervenção os parâmetros exigidos sejam atendidos no maior grau possível. Mais é necessário também que a indústria de apoio, que alimenta a construção com materiais e bens também esteja envolvida, produzindo materiais ecológicos que reduzam o impacto gerado na sua produção e distribuição.

Simultaneamente também é necessário que as tecnologias evoluam na direção do desenvolvimento sustentável. Sem o apoio dos fornecedores e fabricantes de equipamentos e o governo dando o incentivo necessário, não haverá como colocar em prática a construção civil sustentável haja visto que sem material não se constrói nada. Pode-se ter a situação onde o produto considerado mais sustentável não tem valor que o torne comercial ou não é valorizado pelo mercado, levando o mesmo a extinção.

É preciso tornar os produtos sustentáveis competitivos e assim criar condições econômicas para que eles possam ser mais utilizados. Há pouco anos atrás vasos sanitários com caixa acoplada de 6 litros eram artigos de luxo, o que não se vê hoje, pois houve uma adaptação dos fabricantes e mercado que permitiu a entrada do produto.

Desenvolver novas tecnologias só é possível a partir de estudos e pesquisas. Parte da definição do desenvolvimento sustentável trata da questão financeira, o produto em si deve ser viável financeiramente de forma a garantir que a fabricação do mesmo atenda a requisitos técnicos sustentáveis e também possibilite a sobrevivência digna do grupo de pessoas que da

fabricação dele dependem. Neste contexto a sociedade tem papel fundamental pois ela tem o poder de escolha e pode vetar ou não um produto na medida que decide ou não adquiri-lo.

Na gestão da obra a análise do local, diretrizes de projeto e materiais, planejamento sustentável, logística de materiais e recursos em geral são atividades onde a sustentabilidade se aplica. Pode-se reduzir a geração de poluição oriunda da queima dos combustíveis fósseis a partir do planejamento da logística e aproveitamento dos recursos mais próximos ao local da obra. Projetos como o de paisagismo tem a capacidade de aproveitar as características da flora e dos recursos naturais disponíveis da região integrando o empreendimento ao seu entorno e ajudando na preservação das espécies locais.

O aproveitamento dos recursos naturais como sol, vento, iluminação, conforto termo-acustico e climatização natural fomenta a criação de novos materiais e tecnologias. No projeto do Parque Paleontológico de Itaboraí, mostrado na Figura 4 a seguir, o telhado verde, sistema de aquecimento solar, coleta de água de chuva, vitrais em garrafa de vidro reciclados e ventilação natural são exemplos de tecnologias sustentáveis que foram utilizadas.

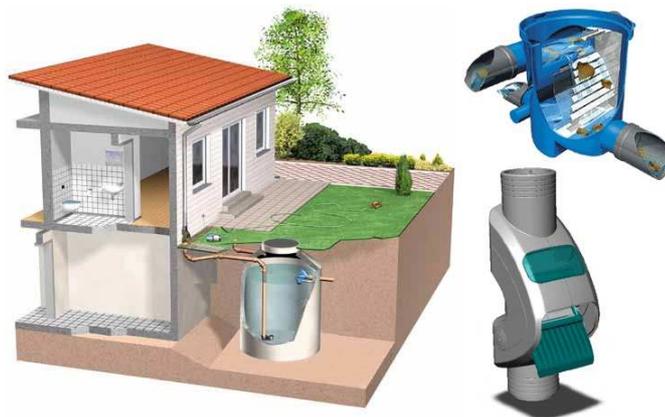


**Figura 4 - Construção Sustentável Itaborai**

Fonte: tibarose.com

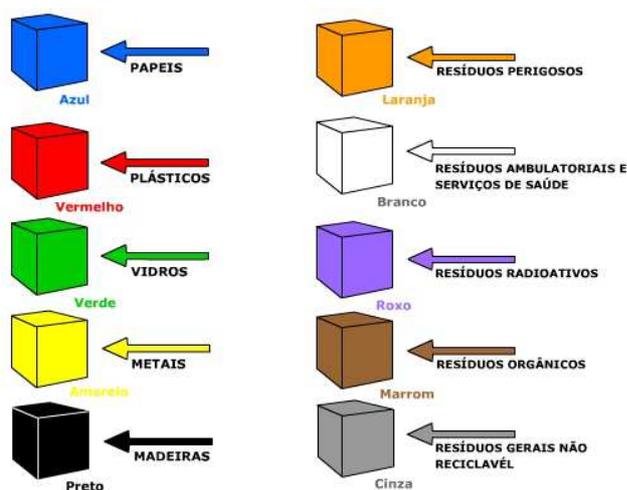
A produção de energia elétrica é uma atividade que por si só envolve grandes investimentos e consome grandes áreas, sendo renovável ou não. Deve-se buscar a eficiência energética, conservando e economizando energia a partir da geração da própria energia consumindo fontes renováveis como eólica e solar. Os sistemas de aquecedor solar de água são talvez um dos principais produtos que cumprem este objetivo, sendo ele acessível a praticamente toda a população.

Usar o recurso água com responsabilidade significa em linhas gerais reduzir o consumo, aproveitar fontes disponíveis, utilizar água de chuva e tratar os efluentes antes de devolve-los ao meio ambiente. A captação da água de chuva representa bem esta questão e além de ser uma pratica que torna o empreendimento mais sustentável permite a economia do usuário com a redução da conta de água. Na Figura 5 abaixo está apresentado um sistema já industrializado da 3P Technik de captação de água de chuva.



**Figura 5 - Sistema de reaproveitamento de água de chuva**  
Fonte: 3P Technik do Brasil Ltda

As praticas sustentáveis devem estar presente não só na fase de planejamento e implantação do projeto, mas também durante o seu uso. Para ser efetiva durante o seu uso deve haver a conscientização dos usuários e da sociedade para que, por exemplo, a coleta seletiva de resíduos seja implantada e funcione efetivamente. As lixeiras coloridas para materiais recicláveis são dispositivos que aliados a educação e acesso a informação sobre o assunto é capaz de reduzir bastante o volume de resíduo gerados em uma cidade que vai para um aterro controlado, por exemplo. As cores de identificação dos materiais recicláveis está mostrada na Figura 6 abaixo.



**Figura 6 - Cores de Identificação da Coleta Seletiva**

Fonte: not1.com.br

A qualidade do ambiente criado é outro fator que torna o edifício mais sustentável. É preciso criar condições para que a qualidade do ar e do ambiente sejam saudáveis, que não prejudiquem a saúde e segurança dos usuários. O conforto termo-acústico garante que o ambiente atenda a demanda do bem estar relativo ao nível de ruídos e temperatura. Pode-se adicionar vantagens uma vez que materiais utilizados para fornecer conforto termo-acústico podem ser desenvolvidos a partir de materiais recicláveis como por exemplo a manta natural de cortiça e borracha reciclada para pisos flutuantes da empresa SilentCork mostrada na Figura 7.



**Figura 7 - Manta sustentável para piso flutuante**

Fonte: corkbrasil.com.br

Não é duvida que a construção sustentável traz inúmeros benefícios para todos de uma forma geral. Uma forma do cliente e o mercado garantirem que realmente os pré requisitos da construção sustentável foram atendidas é através das certificações. A etapa da construção pode ser certificada por órgãos credenciados junto a grandes entidades normatizadoras nacionais e internacionais, desta forma se ganha credibilidade junto ao mercado e ao cliente, sendo também uma forma de valorizar e incentivar novas construções sustentáveis.

## **3.2 Sistemas de Avaliação da Construção Sustentável**

### **3.2.1 Surgimento dos Instrumentos de Avaliação**

Foi a partir dos anos 70 que a questão ambiental ganhou certos destaque na comunidade de forma geral, sendo que apareceram algumas iniciativas de avaliação ambiental focadas na questão energética. No final dos anos 80 é que as avaliações ambientais começaram a acontecer de forma mais sistemática de forma a identificar os impactos negativos e positivos, visando a redução dos negativos e a valorização dos positivos.

Simultaneamente surgiu a preocupação com a avaliação das características dos materiais e produtos, levando a uma análise do ciclo de vida dos mesmos. O objetivo foi o de fornecer ferramentas para a tomada de decisão sobre a escolha dos materiais ambientalmente mais adequados. Se entende por ACV (Análise do Ciclo de Vida):

“... a ACV constitui o procedimento que permite analisar formalmente, a complexa interação de um sistema – que pode ser um material, uma componente ou conjunto de componentes – com o ambiente, ao longo de todo o seu ciclo de vida, caracterizando o que se tornou conhecido como enfoque do cradle-to-grave (berço ao tumulo).”  
(PINHEIRO, 2006)

Como resposta às crescentes questões ambientais surgiram, pontualmente, critérios, abordagens e guias para melhorar o desempenho ambiental da construção, bem como indicadores e processos para o avaliar.

O desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental na construção civil foi inicialmente um exercício de estruturação de uma serie de conhecimentos e considerações, numa abordagem pratica, evitando uma nova pesquisa (PINHEIRO, 2006).

Na década de 90 o conceito de construção sustentável surgiu juntamente com orientações para sua implementação, avaliação e reconhecimento das características ambientais da construção.

Em 1990 é lançado no Reino Unido o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), primeira tentativa de maior sucesso de estabelecer um objetivo e meios compreensíveis de avaliar as considerações ambientais contra critérios ambientais já conhecidos, criando-se um sumário de desempenho ambiental para edifícios.

Um passo importante aconteceu quando foi gerado o consenso entre investigadores e agências governamentais, de que a classificação de desempenho, associada a sistemas de certificação, cria mecanismos eficientes de demonstração de melhoria continuada. Destaca-se então a importância da adoção voluntária de sistemas de avaliação de desempenho e da possibilidade do mercado ser um impulsionador para elevar o padrão ambiental existente (PINHEIRO, 2006).

Desta forma chega-se a formatação de práticas para avaliar e reconhecer a construção sustentável cada vez mais presentes em vários países sendo estruturada a partir de (1) orientações ou guias para a construção sustentável, com critérios de maior ou menor definição, (2) processos de avaliação e verificação desses critérios, (3) especialistas para o apoio ao seu desenvolvimento e avaliação (auditoria), e por vez até a (4) integração em processos independentes de certificação (PINHEIRO, 2006).

Alguns dos sistemas de são o BREEAM no Reino Unido, o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) nos Estados Unidos, o NABERS (*National Australian Buildings Environmental Rating System*) na Austrália, o BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*) no Canadá, o HQE (*Haute Qualité Environnementale des Bâtiments*) na França e o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) no Japão. Os dois sistemas mais utilizados no Brasil são o LEED realizado pelo Green Council do Brasil e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental) que é baseada no HQE e realizado pela Fundação.

Vale destacar a importância do *Green Building Challenge*, do qual resultou o GBTool, pois o que num primeiro momento era apenas um desafio entre países, passou em pouco tempo a ser uma iniciativa de cooperação internacional em torno do tema. O GBTool é uma ferramenta internacional de avaliação ambiental de edifícios resultante deste consórcio internacional, não possui um órgão certificador específico, sendo uma ferramenta de discussão e aprimoramento de projetos (COELHO, 2010).

### 3.2.2 Características dos Sistemas de Avaliação

É a partir de indicadores de desempenho que atribuem uma pontuação técnica em função do grau de atendimento a respectivos requisitos que a maioria dos sistemas de avaliação ambiental se baseiam. Os requisitos são relacionados aos aspectos construtivos, climáticos e ambientais levando em conta não somente a edificação em si, mas também o seu entorno e a relação com a cidade e ambiente global.

Os indicadores retratam os principais problemas ambientais locais e podem ter ponderações explícitas ou não. Os aspectos conceituais dos diversos métodos de avaliação ambiental de edifícios tem alguns pontos em comum (fonte: artigo Técnica avaliação ambiental)

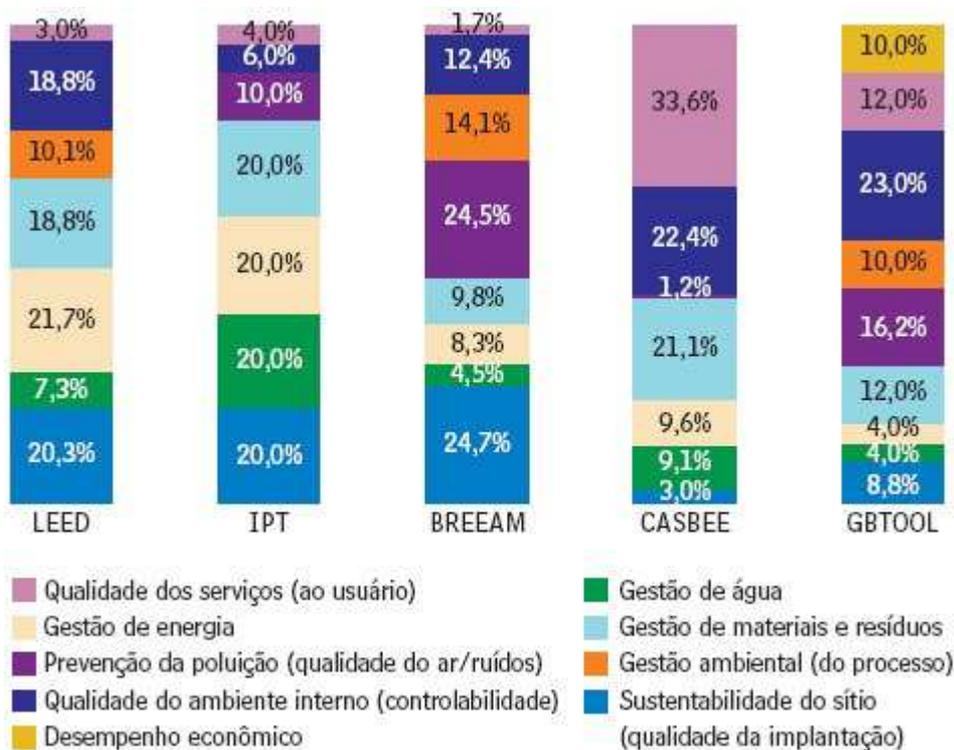
- Impactos no meio urbano, representado por itens sobre incômodos gerados pela execução, acessibilidade, inserção urbana, erosão do solo, poeira e outros;
- Materiais e Resíduos, relacionando-se com o emprego de madeira e agregados com origem legalizada, geração e correta destinação de resíduos, emprego de materiais de baixo impacto, gestão de resíduos no canteiro e reuso de materiais (Figura 8);
- Uso racional da água, sendo o objetivo maior a economia da água potável, obtido por uso de equipamentos economizadores de água, acessibilidade do sistema hidráulico, captação de água de chuva, tratamento de esgoto, etc.;
- Energia e emissões atmosféricas, analisando o sistema de ar condicionado, iluminação e outros;
- Conforto e salubridade do ambiente interno, considerando a qualidade do ar e o conforto ambiental.



**Figura 8 - Gestão de Resíduos no canteiro de obras**

Fonte: diáriodonordeste.globo.com e sercpintoonline.blogspot.com

As diversas instituições atribuem a um determinado aspecto maior ou menor importância, refletindo diretamente na pontuação atribuída. O Gráfico 2 compara as importâncias e avaliando então as diferenças entre as ponderações dos sistemas BREEAM, LEED, HQE, CASBEE, GBTOOL e o método proposto pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) do Estado de São Paulo.



**Gráfico 2 - Ponderações dos Sistemas de Avaliação ambiental**

Fonte: adaptado de Silva, 2003 apud Téchne, 2009

Cada um dos sistemas gera uma série de referências que irão estabelecer os parâmetros e critérios de conferência do processo de certificação. Estes certificados garantem ao cliente e dão credibilidade ao empreendimento uma vez que sua avaliação afirma a adequação da construção as questões relativas ao meio ambiente, recursos naturais, usuários e sociedade.

### 3.2.3 Objetivos dos Sistemas de Avaliação Sustentável

Uma vez que estes processos de conferência são resultados de uma preocupação com meio ambiente que vem sendo estruturado desde a década de 70 pode-se dizer que o objetivo maior de uma certificação é a conscientização de todos os envolvidos no processo construtivo da importância em reduzir o impacto ambiental gerado pelo empreendimento. Busca-se o envolvimento de investidores, projetistas, construtores e usuários com ações concretas que

permitam a redução no uso dos recursos naturais, aumente o conforto e qualidade de vida dos usuários.

Há o impacto no custo inicial mas também a redução dos custos operacionais, o que é uma forma de valorizar o imóvel e agregar valor de venda ao mesmo. A redução dos custos operacionais reflete no aumento da qualidade de vida dos usuários e também do meio ambiente, pois a redução do custo de uma família com condomínio pode representar o aumento do investimento em lazer ou alimentação, sendo o meio ambiente também favorecido uma vez que há redução do consumo de água, energia e emissão de gases.

O selo da certificação ambiental pode ser considerado um objetivo das empresas do setor, sendo que ele implica a adequação as normas e instruções propostas para a produção de uma construção sustentável. Adotar a estratégia ambiental pode conduzir a vantagens competitivas de mercado para as empresas. Segundo DONAIRE (1995) as empresas adotam a estratégia ambiental por motivos como: sentido de responsabilidade ecológica, requisitos legais, salvaguarda da empresa, imagem, proteção de pessoal, pressão de mercado, qualidade de vida e lucro.

### **3.2.4 Vantagens da Certificação Ambiental**

A maioria dos benefícios obtidos a partir da certificação ambiental podem ser percebidos no longo prazo. A redução do consumo de água e energia atua no custo do usuário, sendo ele então o beneficiado a longo prazo. No curto prazo há o aumento do custo inicial do empreendimento.

O mercado tem exigido cada vez mais que os empreendimentos sejam sustentáveis, inclusive de forma condicional quando se fala de exigências de financiamentos e contratuais público e privada. Os benefícios de empresas certificadas ambientalmente são: empreendimentos diferenciados e mais valorizados, mais potencial de atingir novos mercados, redução de custos de produção, maior visibilidade uma vez que a consciência ambiental vem aumentando, aumento da credibilidade, redução de custos devido a acidentes ambientais, redução na utilização de recursos naturais e redução no custo com mão de obra qualificada.

Outras vantagens que favorecem o cliente (sociedade) e o meio ambiente envolvem a conservação de recursos naturais, redução da poluição, incentivo a reciclagem e uso de produtos e processos mais limpos

### **3.2.5 Metodologia de Avaliação da Certificação Ambiental**

As técnicas de avaliação de uma certificação podem acontecer levando em consideração análise estatística, baseados em créditos que geram índices e baseado no desempenho. Cada uma apresenta implicações diferentes dado a metodologia diferenciada.

A técnica da análise estatística acontece a partir de uma grande quantidade de dados de edifícios de uma determinada população que constitui uma determinada amostra. São criados então valores estatísticos que servem como referencia para definição de uma nova marca de redução de uso de energia. Tem-se como exemplos desta metodologia o Cal-Arch (*California Building Energy Reference Tool*) e o Energy Star (*U.S. Departamento f Energy*).

Quando a metodologia se baseia em pontos, ou seja, créditos que geram índices, acontece uma ponderação por categorias. A classificação ocorre em níveis de ambientalmente correto, sendo o sistema fornecedor de padrões e diretrizes de projeto para poder medir a eficiência e sintonia com o meio ambiente. São exemplos desta técnica de avaliação o LEED e BREEAM.

A técnica de avaliação pode também ser baseada no desempenho, visando mais a gestão e os processos empregados. É dividido em categorias que devem apresentar por parte do empreendimento a ser auditado desempenho igual ou maior ao normalizado. Como resultado se classifica ou não o empreendimento com ambientalmente correto, não existindo níveis intermediários. Como exemplo tem-se o HQE e NABERS.

### **3.3 Certificação LEED**

O LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) foi desenvolvido pelo USGBC (*U.S. Green Building Council*), instituição que busca a promover edifícios sustentáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para se viver e trabalhar. Em 2007 foi criado no Brasil o GBCB (*Green Building Council Brasil*), órgão não governamental vinculado ao USGBC que visa auxiliar o desenvolvimento da industria da construção sustentável no país.

O sistema LEED é baseado num programa de adesão voluntaria e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Leva em consideração o ciclo de vida e pode ser aplicado em qualquer tipo de empreendimento. O selo é uma confirmação de que os critérios de desempenho em termos de energia, água, redução de emissão de CO<sub>2</sub>, qualidade do interior dos ambientes, uso de recursos naturais e impactos ambientais foram atendidos satisfatoriamente.

A certificação acontece em níveis que quantificam o grau de proteção ambiental obtido no empreendimento. O método de avaliação acontece através da análise de documentos que indicam sua adequação aos itens obrigatórios e classificatórios. Através de um sistema de pontos que pode variar dependendo da categoria de certificação, são definidos os níveis de certificação. Há requisitos mínimos que devem ser atendidos ainda na fase de projeto, determinando ou não a possibilidade do projeto ser certificado.

Independente das diferentes categorias o LEED oferece quatro níveis de certificação que dependem da pontuação total obtida na avaliação. São eles: Certificação Básica (26 a 32 pontos), Prata (33 a 38 pontos), Ouro (39 a 51 pontos) e Platina (52 a 69 pontos), mostrados na Figura 9.



**Figura 9 - Níveis de certificação LEED**

Fonte: GBCB, 2011

Para se obter aprovação no sistema LEED é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho em áreas chaves determinadas apresentadas no Quadro 00. Estas áreas chaves dão origem a subdivisões em áreas específicas pontuáveis, sendo que alguns critérios devem ter comprimento obrigatório.

Áreas chave (Key Area)		CRITÉRIOS
	Sustentabilidade do Sítio (SS)	Erosão e controle de sedimentação, Seleção do local, re desenvolvimento urbano, re desenvolvimento de locais ambientalmente contaminados, Transporte, Redução dos distúrbios provocados pela construção, gestão de situações de mau tempo, recuperação e proteção de espaços abertos, paisagem e design exterior e redução da saída de radiação de luz direta.
	Gestão de Água (WE)	Eficiência na utilização de água, Tecnologias inovadoras de tratamento
	Energia e Atmosfera (EA)	Instrução fundamentais dos sistemas do edifício, desempenho energético mínimo, redução de CFC's, Energias renováveis, instruções adicionais, medição e verificação, energia verde e degradação da camada de ozono
	Materiais e Recursos (MR)	Recolha e Armazenamento de Materiais Recicláveis, reutilização do edifício, gestão de resíduos de construção, reutilização de recursos, conteúdo reciclado dos materiais, materiais locais/regionais, materiais rapidamente renováveis e madeira certificada
	Qualidade Ambiental Interna (IEQ)	Informação sobre medidas inovadoras incorporadas no projeto e quais os seus benefícios sustentáveis
	Inovação e Processos de Projeto (ID)	Desempenho mínimo de qualidade do ar interior, controle interior do fumo do tabaco, monitorização do dióxido de carbono, eficiência crescente da ventilação, plano de gestão da qualidade do ar interior, materiais de baixa emissão de COV's, capacidade de controlar sistemas, conforto térmico, iluminação natural e vistas

**Quadro 2 - Áreas chave e Critérios da Certificação LEED**

Fonte: USGBC, 2011

O certificado LEED se aplica a diferentes tipos de construção, sendo então subdividido em categorias que representam esta diversidade. Dado o caráter diverso das categorias/construções tem-se diferentes pontuações e pré requisitos. As categorias do certificado LEED, representadas com uma breve descrição, são mostradas no Quadro 2.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
LEED NC	Novas construções e grandes projetos de renovação
LEED ND	Desenvolvimento de bairros (localidades)
LEED CS	Projetos da envoltria e parte central do edificio
LEED Retail NC e CI	Lojas de varejo
LEED Healthcare	Unidades de saude
LEED EB-OM	Operações de manutenção de edificios existentes
LEED Schools	Escolas
LEED CI	Projetos de interiores e edificios comerciais

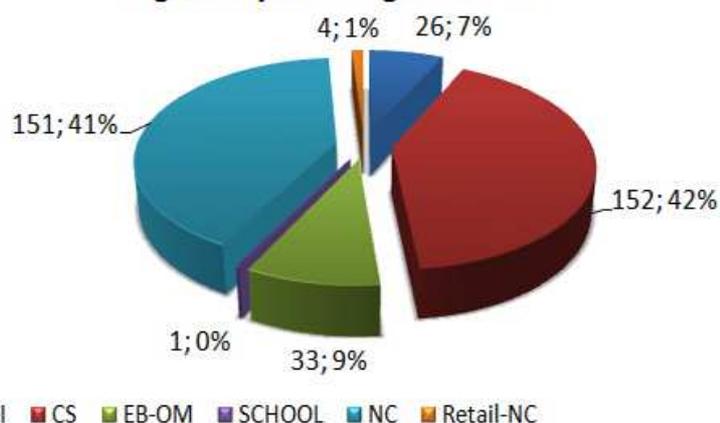
**Quadro 3 - Categorias da certificação LEED**

Fonte: GBCB, 2011

Vale notar no Quadro 3 a abrangência da certificação LEED, levando em conta o ciclo de vida da construção em diferentes etapas e tipos, residenciais, comerciais, públicos, novos, já existentes, na manutenção e operação de edificios existentes.

Segundo o GBCB, até 09/11/2011, trezentos e oitenta e três empreendimentos já foram registrados no Brasil, sendo as categorias com maior números de registros a LEED NC e LEED CS. O Gráfico 4 apresenta todos os percentuais.

**Registros por Categoria LEED**



**Gráfico 3 - Percentuais de certificações LEED registradas até 09/11/2011**

Fonte: GBCB, 2011

A obtenção do certificado LEED acontece conforme um processo com etapas definidas e é todo realizado por meio de uma plataforma online do GBCI (*Green Building Council*

*Institute*). Em um primeiro momento são fornecidos dados gerais do empreendimento e preenchida uma declaração de intenção, etapas concluídas efetiva-se o registro do projeto que fica disponível no LEED *online*. A partir dos dados gerais é realizada análise preliminar determinando a viabilidade da construção sustentável.

Na seqüência a candidatura é efetivada e toda a documentação necessária que apresenta todos os pré requisitos e créditos de cada etapa da obra. Este material é adicionado na plataforma para se efetuar a pré análise da certificação. Na final da fase de construção, estando toda a documentação inserida na plataforma da fase de projeto e de construção corrigidas e atualizadas, acontecerá a revisão final. É definido após está revisão final se será ou não concebido o certificado ao empreendimento.

A etapa de auditoria da fase de projeto dura em média três meses e a fase de construção dura em media de três a seis meses após sua conclusão. O aumento no custo de um empreendimento devido a certificação é de 5% a 10%, sendo os custos diretos estão detalhados no Quadro 4.

<b>Quanto custa o LEED</b>	
Taxa de Cadastro	USD 600,00
<b>Adicionais</b>	
Projetos com até 5 mil m <sup>2</sup>	USD 2.250,00
De 5 mil até 50 mil m <sup>2</sup>	0,45 USD/m <sup>2</sup>
Acima de 50 mil m <sup>2</sup>	USD 22.500,00
<b>Consultoria</b>	
Aproximadamente 1% do custo da obra	

**Quadro 4 - Custo certificação LEED**

Fonte: COELHO, 2010

### **3.4 Certificado AQUA**

O processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) de certificação é a versão brasileira adaptada do HQE (França) que define a qualidade ambiental, segundo a associação HQE, como “qualidade ambiental do edifício e dos seus equipamentos (em produtos e serviços) e os restantes conjuntos de operação, de construção ou adaptação, que lhe conferem aptidão para satisfazer as necessidades de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e a criação de ambientes interiores confortáveis e são”. (PINHEIRO, 2006)

No Brasil a Fundação Vanzolini, instituição privada sem fins lucrativos, foi a responsável pela implantação do processo AQUA. O processo visa garantir a qualidade ambiental de um empreendimento novo de construção ou reabilitação utilizando-se de auditorias independentes. Segundo a Fundação Vanzolini, ele pode ser definido “como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação”.

Os benefícios da certificação pelo Processo AQUA incluem melhorias que atingem o empreendedor, comprador e a questão sócio-ambiental, sendo apresentadas detalhadamente no Quadro 5.

<b>Benefícios do Processo AQUA</b>	
<b>Para o Empreendedor</b>	<b>Sócio-Ambientais</b>
Prova a Alta qualidade Ambiental das suas construções	Menor consumo de energia e água
Diferenciar seu portfólio no mercado	Redução de emissão de gases do efeito estufa
Aumentar a velocidade de vendas ou locação	Redução da poluição
Manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo	Melhores condições de saúde nas edificações
Associar a imagem da empresa à AQUA	Melhor aproveitamento da infra estrutura local
Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades	Menor impacto na vizinhança
<b>Para o Comprador</b>	Melhores condições de trabalho
Economia direta de água e energia	Redução da produção de resíduos
Menores ce condomínio - energia, água, conservação e manutenção	Gestão de riscos naturais, solo, água e ar
Melhores condições de conforto, saúde e estética	
Maior valor patrimonial ao longo do tempo	

**Quadro 5 - Benefícios do Processo AQUA**

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011

O processo de certificação é estruturado em torno dos aspectos relacionados a implementação do sistema de gestão ambiental (empreendedor), adaptação do ambiente a sua envolvente e ambiente imediato e informações transmitidas pelo empreendedor aos usuários.

A obtenção do desempenho ambiental tem como fundamento o conceito de que uma dos métodos mais confiáveis de obter tal desempenho passa pelo apoio de uma organização eficaz e rigorosa do empreendimento (Fundação Vanzolini, 2011). Desta forma o referencial técnico de certificação estrutura-se em dois elementos:

- SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento), avalia o sistema de gestão ambiental implementado

- QAE (Qualidade Ambiental do Edifício), avalia o desempenho arquitetônico e técnico do edifício

Esta estrutura utilizada permite que haja a organização necessária para se atingir a qualidade ambiental desejada. O SGE define a qualidade ambiental, organiza e controla os processos operacionais em todas as fases, do programa, passando pela concepção (projeto), realização (obra) e Operação ou Uso (Fundação Vanzolini, 2011).

Uma característica do SGE é uma apresentação de exigências que se adaptam as diferentes formas de se organizar os papéis dos diferentes agentes de um empreendimento, cabendo a cada agente interpretar e atender as exigências em função das especificidades em cada fase. O seu referencial se organiza, segundo a Fundação Vanzolini, em quatro etapas descritas a seguir:

- Comprometimento do empreendedor, onde são descritos os elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para formalizar tal comprometimento,
- Implementação e funcionamento, no qual são descritas as exigências em termos de organização,
- Gestão do empreendimento, no qual são descritas as exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE, de atendimento aos compradores e de correções e ações corretivas,
- Aprendizagem, onde são descritas as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

É o empreendedor que define a organização, competências, método, meios e documentação necessária para se atingir os objetivos e exigências propostas. Assim tem-se na mão do empreendedor o papel principal do SGE, atuando na implementação, acompanhamento e melhoria do sistema. Mas estas escolhas devem acontecer sempre de forma justificada e coerente, sendo exigida a formalização das análises, decisões e modificações.

Toda solução adotada no SGE deve levar em consideração os aspectos mais significativos para o empreendimento em questão, sendo os fatores que devem ser considerados: exigências legais e regulamentadoras, funcionalidade, necessidades e expectativas das partes

interessadas, o entorno, custos e política do empreendedor, representados também na Figura 10.



**Figura 10 - Aspectos relevantes do Sistema de Gestão do Empreendimento**

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011

A integração necessária para o cumprimento do SGE demanda tempo e exige do empreendedor qualidades como organização, rigor e capacidade de reação. Sendo bem executado o SGE, se tem um empreendimento bem gerenciado com maiores chances de se alcançar as metas definidas.

O processo de avaliação QAE permite que seja verificado nas diferentes fases do empreendimento a adequação ao perfil ambiental definido. Ele é expressado em 14 categorias as quais são desmembradas em preocupações associadas a cada um dos desafios, que por sua vez são traduzidos em critérios e indicadores de desempenho.

A certificação é concebida ou não ao empreendimento, não havendo níveis intermediários. O sistema é baseado em desempenho, sendo classificado em três níveis: Bom (práticas correntes, legislação), Superior (boas práticas) e Excelente (melhores práticas). Para se obter a certificação é exigido que um número mínimo de classificação Excelente e um número Máximo da classificação Bom. Uma peculiaridade do sistema é que o padrão mínimo de exigência remete ao que está normatizado e regulamentado. O Gráfico 4 ilustra estas exigências necessárias a concessão da certificação.



**Gráfico 4 - Exigência mínima para certificação no Processo AQUA**

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011

Estas 14 categorias devem satisfazer as exigências relacionada ao controle de impactos sobre o ambiente externo e à criação de um ambiente interno confortável e saudável. O conjunto de preocupações pode ser reunida em quatro grupos: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde. O Quadro 6 apresenta todas estas quatorze categorias agrupadas conforme os aspectos de cada uma.

Controle dos impactos sobre o ambiente externo		Criação de um ambiente interno confortável e saudável	
Sítio e construção		Conforto	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acustico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
Gestão		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia	Saúde	
Categoria 05	Gestão de agua	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

**Quadro 6 - 14 categorias do Processo AQUA**

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011

Na relação do edifício com seu entorno as exigências abrangem características relacionadas a interação do empreendimento com o ambiente externo considerando as vantagens e desvantagens existentes, a criação de um ambiente externo agradável (paisagismo, áreas de lazer,...) e a redução de impactos relacionados ao transporte (vias especiais para bicicletas e pedestres, estacionamento para portadores de necessidades especiais,...).

A escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos visa garantir entre outras coisas uma maior durabilidade e qualidade do empreendimento, facilitar a manutenção e

conservação da construção e reduzir os impactos em toda a cadeia produtiva. Recomenda-se a opção de fabricantes que não agridam o meio ambiente e que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva.

O canteiro de obras deve ser planejado de forma a reduzir o impacto gerado, sendo alguns dos aspectos que devem ser levados em conta são a gestão de resíduos do canteiro, limitação dos incômodos e controle dos recursos de água e energia.

Relacionado a gestão de energia está o uso de energias renováveis (Figura 11), redução do consumo de energia não renovável, concepção arquitetônica que favoreça iluminação natural (Figura 11) e a produção de água quente.



**Figura 11 - Energias renováveis e aproveitamento iluminação natural**

Fonte: dfrural.wordpress.com e pucrs.br

A gestão do recurso água tem por objetivo a redução do consumo de água potável e acontece por meio do uso de equipamentos e sistemas economizadores de água (Figura 12) e do aproveitamento de águas pluviais para jardinagem, lavagem de automóveis e utilização em aparelhos sanitários.



**Figura 12 - Sistemas economizadores de água**

Fonte: Google image, 2011

A gestão dos resíduos de uso e operação atua na adequação entre coleta interna e externa, controle de triagem de resíduos e otimização do sistema de coleta interna, sendo que todas estas ações visam a conscientização do usuários atentando-os quanto ao problema do impacto gerado pelos resíduos.

É importante que haja uma gestão de manutenção visando a minimização dos problemas durante a fase de operação, estando ela relacionada com a qualidade dos sistemas instalados e informações documentais passadas aos usuários. Acesso facilitados aos sistemas e a automação predial são ferramentas que auxiliam a gestão de manutenção sendo também itens avaliados no processo de certificação.

De forma geral o conforto em um ambiente interno esta relacionado a uma concepção arquitetônica que possibilite o conforto durante todo o ano (higrotérmico), onde os ruídos externos não gerem incômodos excessivos (conforto acústico), que aproveite ao maximo a iluminação natural utilizando quando necessário iluminação artificial adequada, que valorize o acesso a vistas externas (conforto visual) e que aproveite a ventilação natural para gerenciar fontes de odores desagradáveis e perigosas a saúde (conforto olfativo).

É avaliado no processo de certificação a qualidade sanitária do empreendimento, seja ela do ambiente em si, do ar ou da água. Relaciona-se com a qualidade da ventilação capaz de gerenciar fontes de poluição interna e externa, e a qualidade e durabilidade dos materiais utilizados na rede de água, garantindo a saúde do usuário.

Para se obter a certificação é necessário num primeiro momento que o empreendedor faça contato com a Fundação Vanzolini e adesão a um dos referenciais técnicos disponíveis no site da instituição. Existem referenciais técnico para escritório e edifícios escolares, hotéis e edifícios habitacionais (Fundação Vanzolini, 2011).

O processo de certificação é realizado a partir de auditorias presenciais seguidas de análise técnica que verificam o atendimento aos critérios do referencial técnico. Atendidos os critérios de cada fase, programa, concepção e realização, os certificados são emitidos em até 30 dias.

Na fase de programa, o empreendedor deve definir o programa de necessidades e o perfil de desempenho nas 14 categorias do QAE. Deve ainda assumir o compromisso e assegurar os recursos para obter o perfil programado, inclusive estabelecendo o SGE para assegurar o controle total do projeto, até a conclusão da obra. A auditoria realizada mediante solicitação do empreendedor e um dossiê completo, contendo o programa e a avaliação da QAE, é enviado a Fundação Vanzolini.

Na fase de concepção (projetos), o empreendedor utiliza o perfil de desempenho programado nas 14 categorias e os demais elementos do programa como entrada para os projetos. É mantido o SGE e são produzidos os projetos, avaliando o perfil da QAE e corrigindo desvios percebidos. A auditoria também acontece mediante solicitação do empreendedor e o envio da avaliação da QAE ao final dos projetos é feito a Fundação Vanzolini.

Na fase de Realização (obra), o empreendedor mantém o SGE, realiza a obra, avalia o perfil QAE e corrige eventuais desvios. É agendada a auditoria e feito o envio a Fundação Vanzolini da avaliação da QAE na entrega da obra.

É papel do auditor verificar em cada uma das fases a implementação do SGE e fazer a comparação da avaliação da QAE com os critérios de desempenho exigidos no referencial técnico adotado. Ao final de cada etapa concluída com sucesso um certificado é emitido. Os custos do processo estão apresentados no Quadro 7.

<b>Quanto custa o Processo AQUA</b>	
Projetos com até 1.500 m <sup>2</sup>	R\$ 17.500,00
Acima de 1500 m <sup>2</sup>	1,609 R\$/m <sup>2</sup>

**Quadro 7 - Custo do Processo AQUA**

Fonte: COELHO, 2010

## 4 LEED X AQUA

Ambos os sistemas LEED e Processo AQUA são enquadrados como certificações ambientais. Sendo assim existem preocupações comuns aos dois, como a geração de resíduos, preservação dos recursos naturais energia e água, redução da emissão de gases, interação com o entorno e conforto do usuário. Pode-se assim dizer que pelo escopo comum ambos pretende assegurar que um empreendimento é realmente sustentável, que efetivamente reduz os impactos ambientais.

Sabe-se ainda que os dois sistemas possuem características diversas em sua metodologia, sendo a identificação destas diferenças importante para a escolha de qual sistema utilizar. A escolha correta possibilitara um ganho de desempenho do empreendimento se comparado aos tradicionais.

O sistema LEED é de origem americana sendo aplicado no Brasil pelo GBCB e o Processo AQUA é uma adaptação do sistema de origem francesa HQE. Eles possuem diferentes estruturas, mostradas no Quadro 8.

	<b>LEED</b>	<b>AQUA</b>
<b>Metodo</b>	Avaliação baseado em pontos que verifica a adequação dos itens obrigatórios e classificatórios de cada categoria	Baseado no desempenho avalia-se a adequação do empreendimento a um perfil de desempenho ambiental pré definido a partir de referenciais técnicas pré-definidas
<b>Categorias avaliadas</b>	Sustentabilidade e Sítio, Gestão de Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Inovação e Processo de projeto (6)	14 categorias ou objetivos distribuidos em quatro bases de ação: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde
<b>Níveis de classificação</b>	São quatro níveis que dependem da pontuação total obtida na fase de concepção: Certificado, Prata, Ouro e Platina	O empreendimento é ou não certificado, sendo que são 3 certificados concebidos (3 fases) do inicio ao fim do processo.

**Quadro 8 - Diferenças na estruturação do processo LEED e AQUA**

Fonte: COELHO, 2010

As informações que envolvem o empreendimento e o seu local de implantação devem ser levadas em consideração para a escolha do melhor método, pois o mesmo tem a capacidade de ser melhor ou pior adaptado a situação em questão. Como resultado de uma melhor adaptação ao método de avaliação será obtido um melhor desempenho.

Sendo o LEED baseado num sistema de pontos implicando no fato de não ser necessário atender a todos os requisitos para se obter pontuação suficiente, um critério pode ir muito bem e o outro muito mal sendo que a média dos dois é suficiente. Já o Processo AQUA é baseado em desempenho sendo necessário atender a todos os requisitos nos níveis determinados para se atingir a certificação, logo o empreendimento tem que apresentar real desempenho.

Além das diferenças relacionadas a estruturação dos dois sistemas, mais características são responsáveis por sua diferenciação e conseqüentemente aplicabilidade. O Quadro 9 as apresenta de forma organizada.

	<b>LEED</b>	<b>AQUA</b>
Modelo e Rede	Modelo Norte Americano, com representação global	Modelo Francês, rede global com critérios locais
Adequação aos critérios locais	Não há adequação	Adequado a normatização e regulamentação brasileira
Fases onde há avaliação	Concepção	Programa, concepção e realização
Tipologia dos Empreendimentos	Novas construções e grandes projetos de renovação, Desenvolvimento de bairros (localidades), Projetos da envoltória e parte central do edifício, Lojas de varejo, Unidades de saúde, Operações de manutenção de edifícios existentes, Escolas, Projetos de interiores e edifícios comerciais	Escritório e edifícios escolares, Hotéis, Edifícios habitacionais
Abrangência	Meio ambiente, conforto e saúde	Meio ambiente, conforto e saúde
Expressão dos resultados	Nível global de desempenho	Perfil de desempenho nos diferentes temas

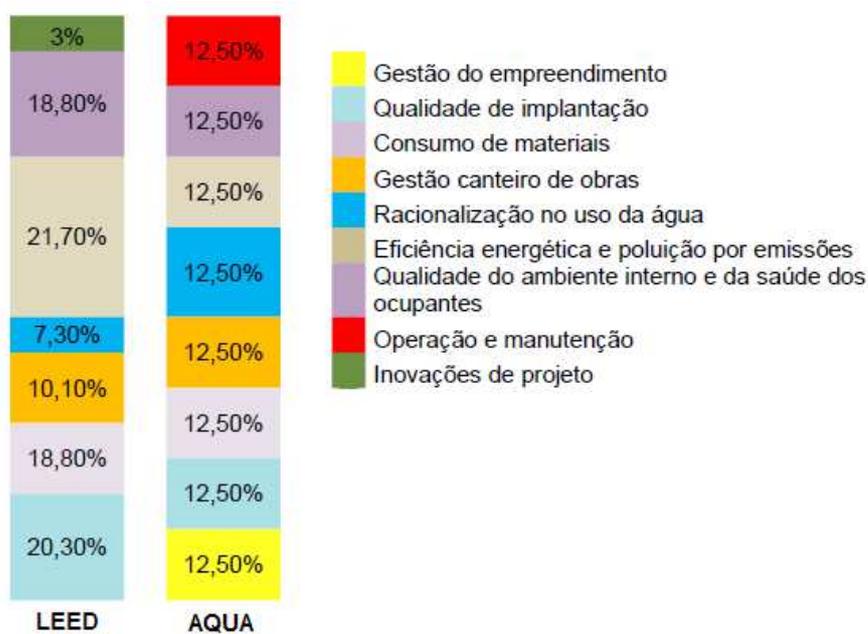
**Quadro 9 - Diferentes características do processo LEED e AQUA**

Fonte: adaptado de MELHADO, 2009 apud VALENTE

Verifica-se que o sistema LEED de certificação ambiental abrange um número maior de tipos de empreendimentos, se comparado ao AQUA. Outro ponto que é relevante é o fato do LEED ser preparado para a realidade norte americana, o que reflete nos critérios e pesos dados aos temas. Em contrapartida o Processo AQUA é adaptado a realidade brasileira tendo maior possibilidade de garantir o desempenho desejado.

Algumas organizações brasileiras, como o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, a Asbea e o Secovi, entre outras, estão trabalhando na elaboração de um selo brasileiro no padrão do LEED (PORTO, 2010).

Outro ponto de discordância é o peso dado aos temas abordados nas avaliações, mostrados no Gráfico 5. Observa-se que o LEED dá grande importância para a questão energética, o que é compreensível haja visto que o Estados Unidos tem um alto índice de consumo de energia. O Processo AQUA já tem uma distribuição de pesos uniforme, tendo todos o mesmo valor.



**Gráfico 5 - Ponderações dos aspectos dos processos LEED e AQUA**

Fonte: MELHADO, 2009 apud VALENTE

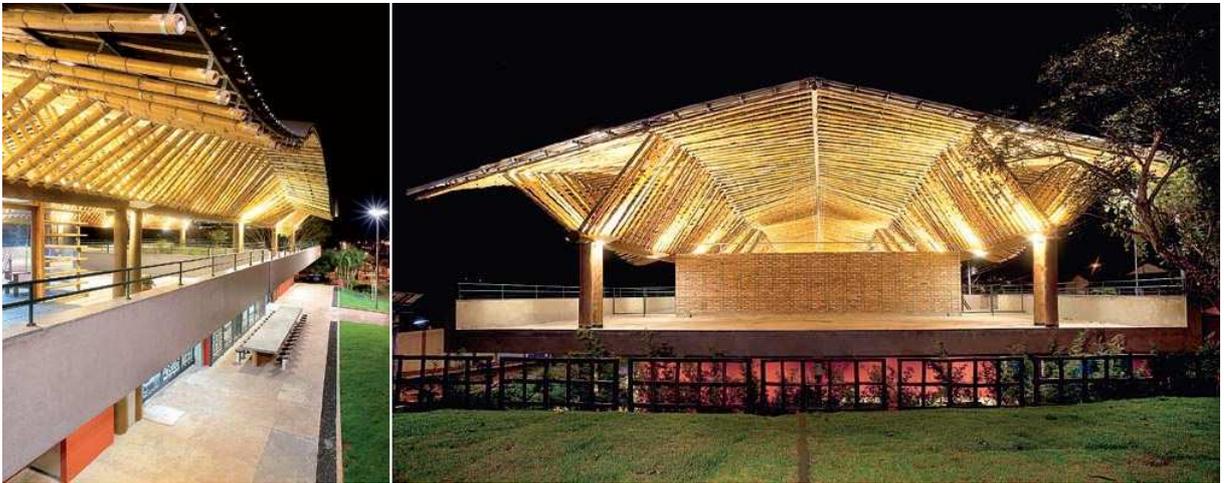
A certificação no Processo AQUA é concebida em três fases, programa, concepção (projetos) e realização (obra). O certificado final é válido por um ano não havendo possibilidade de renovação. A justificativa para a não renovação é o fato de todos os elementos necessários ao bom desempenho já se encontram na edificação.

O certificado LEED é concebido na conclusão da obra, via auditoria que verifica se os pré-requisitos e pontuação obtidas na fase de projeto se mantêm. Este certificado é o único concebido e é válido por dois anos, podendo ser renovado após reavaliação que levam em consideração a fase de operações.

## 5 ESTUDOS DE CASO

### 5.1 Centro Cultural Max Feffer – LEED

O Centro Cultural Max Feffer (Figura 13) é uma iniciativa desenvolvida no município de Pardinho –SP, que visa implantar um modelo de desenvolvimento sustentável no município. Ele foi construído em uma área de seis mil metros quadrados abrigando uma biblioteca, centro de inclusão digital, palco com auditório aberto com capacidade de 500 pessoas, museu do bambu, sala de exposições com mostra permanente em Memória a Max Feffer e sala de reuniões com completa infra-estrutura. O complexo possui uma área construída e mil seiscentos e cinquenta e um metros quadrados.



**Figura 13 - Centro Cultural Max Feffer**

Fonte: Arcoweb, 2011

O projeto e a obra foram pautados para empregar o máximo de soluções sustentáveis e obter a certificação LEED NC. Entre os recursos adotados estão soluções de baixo consumo de água e de energia elétrica, tratamento de esgoto e aproveitamento de materiais reciclados.

#### 5.1.1 Iniciativas sustentáveis

O terreno onde o projeto foi implantado foi cedido pela prefeitura. A implantação foi definida garantindo a menor impermeabilização possível, e garantindo assim a maior permeabilidade do solo e área livre para praça.

O projeto arquitetônico teve como objetivo atender as regras da certificação LEED NC Platina, sendo utilizado como partida do projeto os critérios do nível de certificação desejado.

Na etapa do projeto esteve presente o consultor do LEED, que acompanhou todo o trabalho e determinou diretrizes que poderão fazer parte do processo de certificação.

Na estrutura do telhado foi utilizado bambu vindo do Paraguai e toras de eucalipto da região (Figura 14), oriunda de florestas de reflorestamento, ambos materiais renováveis. Nas telhas foram utilizadas fibras vegetais sendo pintadas de branco na superfície superior para refletir os raios solares.

A opção pelo bambu vindo do Paraguai aconteceu pelo fato de não ter sido encontrado a matéria prima de qualidade necessária no Brasil. É certo que o transporte gerou certo impacto uma vez que na maioria utiliza combustível fóssil para se locomover.

Foram utilizados tijolos solo cimento (Figura 14) produzidos no local da obra. O tijolo solo cimento é um material totalmente ecológico que utiliza terra e fibras naturais para produzir um produto que não precisa ser queimado. Para acrescentar valor ao produto o seu assentamento ocorreu com os furos na horizontal, favorecendo a ventilação natural e o conforto interno.



**Figura 14 - Parede de Tijolo solo cimento e Estrutura em bambu e eucalipto do telhado**  
Fonte: Arcoweb, 2011

A obra utilizou madeiras e tijolos obtidos em demolições existentes na região. Os portões do edifício foram produzidos a partir chapas metálicas utilizadas na estamparia de peças metálicas. Barras de apoio utilizadas nos ônibus do transporte coletivo foram utilizadas como corrimão em todo o edifício.

Bancos forma produzidos a partir de colunas de pias de banheiro obtidas em demolições e os bebedouros utilizaram rodas de arado desgastadas encontradas em ferro velho.

Foi implantado um sistema que utiliza a água da chuva e a água cinza (das pias e chuveiros) nas bacias sanitárias. Esta água coletada passa por um processo de pré filtração com brita nº2 e micro filtração com carvão, finalizando com processo de desinfecção automatizado, e este volume abastece a caixa d'água superior responsável pelo funcionamento dos aparelhos sanitários. Ainda na gestão da água foram utilizadas válvulas de acionamentos duplo, que consomem 3 e 6 litros de água por descarga respectivamente, torneiras com acionamento hidromecânico e mictórios que não utiliza água nem produtos químicos.

Utilizou-se uma fossa séptica no tratamento do esgoto criando uma zona de raízes para tratar o efluente da fossa. O sistema foi calculado para vida útil de 50 anos, sendo necessário a substituição do solo contaminado para que se renove a vida útil do sistema por mais 50 anos. A água obtida da linha de raízes é toda utilizada na irrigação dos jardins, não sendo necessário a ligação do edifício com o sistema de esgotamento público.

Foi usada tinta a base de água e baixo VOC (Compostos Orgânicos Voláteis). Os VOC's são poluentes nocivos a saúde humana sendo considerados cancerígenos. Os vernizes utilizados também continham baixo nível de VOC.

Na face que recebe mais insolação foi instalada uma Parede Trombe (Figura 15), que consiste em um sistema composto por um vidro exterior com uma parede de elevada inércia térmica (gabião). Este dispositivo acumula o calor do sol e favorece a circulação do ar quente para dentro do edifício sem o uso de qualquer tipo de ventoinha.



**Figura 15 - Parede Trombe**  
Fonte: Arcoweb, 2011

A economia de energia se deu pelo uso de sensores de presença nos banheiros, células fotoelétricas na iluminação externa, celular fotovoltaicas e iluminação com LED's (Figura 16) além de iluminação zenital.



**Figura 16 - Sistema de iluminação de células fotovoltaicas e LED**  
Fonte: Arcoweb, 2011

Todo o piso da praça drenava a água para o sistema de filtragem. A ventilação natural foi muito favorecida ao se optar por um edifício aberto. A retenção de água no terreno aumentou com o plantio de 37 árvores e aumento do índice de absorção com a instalação de drenos de garrafa pet nas periferias do canteiro. Foi feita a separação dos resíduos da obra sendo os mesmos encaminhados para reciclagem ou foram utilizados na própria obra.

### **5.1.2 Certificação**

Com o intuito de alcançar o certificado LEED NC Platina, que exige uma pontuação mínima de 52, foi elaborado um processo que estava defendendo 54 pontos, dois a mais que o necessário. Infelizmente ao final da avaliação não foi alcançado a pontuação necessária para receber o certificado no nível desejado. Sendo assim o Centro de Convenções Max Feffer obteve o certificado LEED NC Gold.

## **5.2 Leroy Merlin em Niterói – AQUA**

A loja da Leroy Merlin, localizada em Niterói – RJ (Figura 17), foi o primeiro empreendimentos comercial a receber o certificação do Processo AQUA. A loja passou por todas as etapas do processo de certificação: programa, concepção de projeto e realização da obra. Foi a através do SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento) que foi possível a adequação aos critérios da QAE (Qualidade Ambiental do Edifício).

A certificação AQUA foi a escolhida pela Leroy Merlin pela sua adaptação as necessidades brasileiras, elaborando critérios que atuam na avaliação dos projetos e da obra. O terreno onde se encontra a loja tem oito mil e quinhentos metros quadrados, onde foram desenvolvidas as atividades que possibilitaram a obtenção do certificado.



**Figura 17 - Loja Leroy Merlin de Niterói**  
Fonte: Leroy Merlin, 2011

### 5.2.1 Iniciativas sustentáveis

Para cumprir com parâmetros sustentáveis a loja foi construída na zona norte de Niterói, região conhecida por Barreto, com o objetivo de incentivar e ajudar o desenvolvimento econômico da região.

Houve um aproveitamento de todo o resíduo produzido durante a obra, sendo este viável a partir de um planejamento do canteiro que visou entre outras coisas, a separação dos resíduos de construção. Toda madeira, metal, papel, pedras e sacos de cimento seguiram para a reciclagem ou foram reaproveitadas na própria obra.

Um exemplo de reaproveitamento é a calçada que dá acesso a loja, que foi confeccionada com pedras retiradas na demolição. Pode-se perceber quanto é importante o planejamento e organização das ações permitindo que as ações de reaproveitamento dos resíduos aconteça.

No aspecto da gestão da água, foram tomadas ações como a utilização de válvulas de duplo acionamento nas bacias sanitárias, mictórios especiais que não utilizam água, desenvolvimento de projeto para minimizar riscos de enchentes da região e não desperdiçar o volume de água da chuva drenado (Figura 18), e projeto de captação de água de chuva posteriormente utilizada nas descargas, jardins e limpeza, com reservatório de 150 mil litros (Figura 18)



**Figura 18 - sistema combate enchentes e Caixa água de armazenamento de agua da chuva**  
 Fonte: Leroy Merlin, 2011

A economia de energia foi possível a partir do uso de painéis fotovoltaicos (Figura 19), spots e refletores na fachada com LED (Figura 19), e com um sistema automatizado que controla o sistema de arrefecimento, não permitindo o ligar e desligar frequentes, evitando corrente de fuga. Com estas ações se conseguiu uma economia de 17%.



**Figura 19 - Painéis fotovoltaicos e Refletores com LED**  
 Fonte: Leroy Merlin, 2011

No paisagismo externo da loja foram utilizadas espécies de árvores que além de propiciar conforto ao usuário, atraem espécies animais.

No espaço interno foi realizado um piso de concreto polido que não necessita produtos químicos em sua limpeza. A acessibilidade aos deficientes físicos é garantida pela adoção de esteiras na entrada da loja, que facilitam também a entrada e saída de carrinhos no fluxo loja-estacionamento.

O fato da fachada do prédio estar voltada para o oeste, recebendo a insolação direta durante toda tarde, e a solução foi o uso de vidros e quebra sol (Figura 20) que permitem que a iluminação natural entre mantendo o calor do lado de fora. Esta solução foi prevista ainda na fase de programa e concepção.



**Figura 20 - Fachada em vidros e quebra brisa**  
 ]Fonte: Leroy Merlin, 2011

## 5.2.2 Certificação

A loja da Leroy Merlin de Niterói conseguiu o certificado do Processo AQUA que foi entregue no dia da inauguração da loja. A loja apresentou cinco níveis excelentes, seis níveis superiores e três níveis bom. O Quadro 10 mostra o nível atingido em cada categoria.

Avaliação Leroy Merlin Niterói		
Nível	Categorias	
Excelente	Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
	Categoria 04	Gestão de energia
	Categoria 05	Gestão de água
	Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício
	Categoria 14	Qualidade sanitária da água
Superior	Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
	Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental
	Categoria 08	Conforto higrotermico
	Categoria 09	Conforto acustico
	Categoria 11	Conforto olfativo
	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Bom	Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno
	Categoria 10	Conforto visual
	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes

**Quadro 10 - Avaliação das 14 categorias do LEED da loja Leroy Merlin**  
 Fonte: Leroy Merlin, 2011

A loja em questão ainda hoje pratica a reciclagem de resíduos, e leva a proposta para o cliente por meio da presença de postos de coleta seletiva (Figura 20) por toda a loja. Através de cartazes (Figura 20) ela valoriza as ações sustentáveis adotadas, como a captação a água de chuva, incentivando a conscientização ambiental e obtendo benefício com o marketing positivo para a loja. Na mesma linha de ação ela tenta promover o consumo mais sustentável identificando os produtos eco sustentáveis (Figura 21).



**Figura 21 - Coleta seletiva e Cartazes**

Fonte: Leroy Merlin

Por estas iniciativas e ações do dia a dia que a Leroy Merlin de Niterói recebeu recentemente o certificado AQUA da fase de operação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o desenvolvimento deste trabalho, pode-se dizer que o desenvolvimento sustentável traz benefícios econômicos, ambientais e sociais fundamentais para o crescimento do país. As práticas sustentáveis tem como objetivo a redução dos impactos ambientais, porém seu desenvolvimento e aplicação envolve práticas de planejamento e gestão, o que favorece o custo benefício da obra, tornando-as entre outras coisas, mais produtivas, rentáveis e evoluídas tecnicamente e gerencialmente.

Na certificação ambiental se encontram procedimentos, baseados em boas práticas e em dados da degradação que uma construção pode gerar, que tem a capacidade de direcionar as ações dos que procuram a certificação.

Quando é levado em consideração o ganho ambiental de uma obra certificada pelo selo LEED ou AQUA, não importando o motivo pelo qual as empresas decidem adotar tais práticas, seja por marketing, redução de custos ou consciência ambiental, a certificação é sempre um grande passo na direção do desenvolvimento sustentável.

É certo que algumas das práticas incorporadas na certificação já eram preocupações dos arquitetos, projetistas e construtores, pois em muitos casos algumas práticas tinham valor no mercado, agregavam qualidade do produto final, valorizavam o empreendimento, e potencializavam o lucro. O processo de certificação vem então organizar e direcionar estas ações para atender aos parâmetros ambientais desejados e necessários a sobrevivência das gerações futuras.

A certificação LEED foi desenvolvida nos Estados Unidos e por ser importada de outro país, de outra realidade ambiental, social e econômica, pode gerar um desequilíbrio nos pesos de cada um dos itens. É sabido que um dos maiores problemas dos Estados Unidos é o alto consumo de energia, e isto se traduz nas especificações do LEED, sendo que no Brasil tem boa parte da produção de energia considerada fonte de energia renovável. Em contrapartida o Brasil passa por problemas sociais e está ênfase não é muito pontuada na certificação LEED, gerando um desequilíbrio no que seria mais importante para o desempenho da certificação no Brasil. A realidade brasileira já se apresenta com uma enorme diversidade, características internas de clima, costumes, desenvolvimento econômica e educação mudam

consideravelmente dentro do país, e isto já justificaria uma adequação interna. Aliado a questão do LEED não ser adaptado a realidade brasileira, há o fato dele ser um sistema baseado em pontos, com seu resultado final baseado na pontuação total obtida, havendo o risco então de não se alcançar o desempenho desejado.

A certificação AQUA apresenta potencial maior de atender as necessidades brasileiras e por ter seu sistema baseado em desempenho onde todas os critérios devem ser atendidos pelo menos nos padrões mínimos exigidos, não há como conseguir a certificação sem que realmente se esteja praticando sustentabilidade. Sua flexibilidade a torna melhor adaptável a realidade do empreendimento, e isto pode representar ganho na eficiência e eficácia das praticas adotadas.

Sendo fato os benefícios reais que ambas a certificações produzem, é minha opinião que o certificado LEED tem um maior reconhecimento, haja cisto o numero de certificação e a diferença de tempo de existência das duas certificações. Mais optar por uma delas representa a avaliação de qual melhor processo de certificação se adapta ao caso em questão, garantindo que alem da redução dos impactos se obterá os maiores benefícios sociais e econômicos. Então em cada caso, determinar o que se pretende com a certificação ambiental é talvez a primeira atitude a ser tomada para se escolher qual processo adotar.

No Centro Max Feffer, observa-se que um dos objetivos era a referência do empreendimento como obra sustentável, como objeto de divulgação do desenvolvimento sustentável na região. Pelo caso estudado, verifica-se a efetividade do certificado LEED em atender as necessidades do desenvolvimento sustentável, mesmo não tendo o empreendimento conseguido no nível de certificação pelo qual eles se programaram. A peculiaridade do caso é a pratica e uso de algumas técnicas que visavam ser referencia ambiental, não se importando com a questão da produtividade e custo.

Como conclusão sobre as certificações ambientais, vale notar que seu alcance tem ganhado cada vez mais o mercado, o governo e a sociedade. E elas são importantes meios de se garantir que todos os agentes estejam cada vez mais envolvidos na questão do desenvolvimento ambiental. A eficácia da mudança de hábitos passa pela conscientização e a certificação sendo exigida e praticada cada vez mais, se traduz na aceleração deste processo de conscientização ambiental, tão importante para a sobrevivência de nossa espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PIMENTA, Hândson Cláudio Dias (organizador); GOUVINHAS, Reidson Pereira (organizador). Ferramentas da Gestão Ambiental Competitividade e Sustentabilidade. Natal: Ed. CEFET-RN, 2008, 220 p.

PINHEIRO, Manuel Duarte. Ambiente e Construção Sustentável. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p.

MAGNANI, Juliana Mattos. Análise Comparativa do selo Casa Azul e do sistema de certificação LEED FOR HOMES. ESPECIALIZAÇÃO/UFMG, 1ª ed. Belo Horizonte: 2011, 76 p.

BRANCO, Luis Antônio M. N. Uma análise dos impactos da certificação de qualidade em empresas de construção civil na perspectiva da construção enxuta. MESTRADO/UFMG, 1ª ed. Belo Horizonte: 2004, 175 p.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina. Manual para normalização de publicações técnico-científicas. 8 ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2009, 242 p.

COELHO, Laurimar. Carimbo Verde. Revista Técnica, n. 155, p. 32-39, Fev. 2010.

IPT, Técnicos. Avaliação Ambiental. Revista Técnica, n. 133, Maio. 2008.

JOHN, Moacyr Vanderley (coordenador); PPRADO, Racine Tadeu Araújo (coordenador). SELO CASA AZUL Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010.

CORACINI, Maria Clara. Green Building in the New Green Economy Building a Sustainable Future. Apresentação GBCB, 2011.

PORTO, Marcio. A Sustentabilidade na Visão de Quem Atua no Mercado. ArcoWeb, 2010.

## REFERÊNCIAS ELETRONICAS

<http://dfrural.wordpress.com/2011/07/04/subcomissao-discutira-uso-de-energia-renovavel-na-agricultura/> (ultimo acesso em 11/2011)

[http://www.pucrs.br/conheca/relatoriosocial/2004/dim\\_ambiental.php](http://www.pucrs.br/conheca/relatoriosocial/2004/dim_ambiental.php) (ultimo acesso em 11/2011)

<http://corkdobrasil.com.br/produtos.asp?produto=mc11> (ultimo acesso em 11/2011)

<http://www.not1.com.br/vantagens-da-coleta-seletiva-cores-da-coleta-seletiva/> (ultimo acesso em 11/2011)

<http://www.tibarose.com/port/projetos-itaborai.php> (ultimo acesso em 11/2011)

<http://www.novarquitetura.com/artigos/46-sustentabilidade-leed-e-aqua.html> (ultimo acesso em 11/2011)

[www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) (ultimo acesso em 11/2011)

[www.gbcbrasil.org.br](http://www.gbcbrasil.org.br) (ultimo acesso em 11/2011)

[www.vanzolini.org.br](http://www.vanzolini.org.br) (ultimo acesso em 11/2011)

[www.cbcs.org.br](http://www.cbcs.org.br) (ultimo acesso em 09/2011)

<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/SustenConstr.asp> (ultimo acesso em 10/2011)

<http://www.agua-de-chuva.com/brazil/index.php> (ultimo acesso em 11/2011)

<http://entropialivre.blogspot.com/2010/08/o-que-e-triple-bottom-line.html> (ultimo acesso em 10/2011)

<http://www.novarquitetura.com/artigos/46-sustentabilidade-leed-e-aqua.html> (ultimo acesso em 10/2011)

# ANEXO

*Checklist* LEED NC