CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE MESTRADO EM TECNOLOGIAS LIMPAS

**FELIPE FERREIRA COSSICH**

# ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE EM CONSTRUÇÕES CIVÍS BASEADO NA CERTIFICAÇÃO LEED: APLICAÇÃO PRÁTICA EM EDIFICAÇÃO CERTIFICADA E AVALIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EM CONSTRUTORAS DE MARINGÁ-PR

**MARINGÁ**

**2015**

**FELIPE FERREIRA COSSICH**

# ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE EM CONSTRUÇÕES CIVÍS BASEADO NA CERTIFICAÇÃO LEED: APLICAÇÃO PRÁTICA EM EDIFICAÇÃO CERTIFICADA E AVALIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EM CONSTRUTORAS DE MARINGÁ-PR

Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Maringá, como requisito para obtenção do título de Mestrado em Tecnologias Limpas. Orientação: professor doutor José Eduardo Gonçalves. Coorientação: professora doutora Berna Valentina Bruit .

**MARINGÁ**

**2015**

**FELIPE FERREIRA COSSICH**

# ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE EM CONSTRUÇÕES CIVÍS BASEADO NA CERTIFICAÇÃO LEED: APLICAÇÃO PRÁTICA EM EDIFICAÇÃO CERTIFICADA E AVALIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EM CONSTRUTORAS DE MARINGÁ-PR

Dissertação a qual será apresentada ao Centro Universitário de Maringá como requisito para a obtenção do título de Mestrado em Tecnologias Limpas, sob orientação do professor doutor José Eduardo Gonçalves e coorientação da professora doutora Berna Valentina Bruit, será apresentada em 28 de agosto de 2015.

**BANCA EXAMINADORA**

_____
PROF. DR. JOSÉ EDUARDO GONÇALVES (ORIENTADOR)

_____
PROFa. DRa. ANA MAURICEIA CASTELLANI

_____
PROF. DR. ADRIANO VALIM REIS

A TODAS AS PESSOAS QUE PARTICIPARAM DIRETA OU INDIRETAMENTE DESTE TRABALHO, MUITO OBRIGADO.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS que sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida e permitiu esta experiência de Mestrado.

Aos meus pais Sônia Cossich e Edson Cossich que sempre estiveram ao meu lado apoiando e incentivando minhas decisões. E sempre me ensinaram a ser um homem de valor. Muito obrigado.

A minha namorada Anna Flora Bonetti que ao longo desses dois anos esteve sempre firme ao meu lado, sempre com muita paciência e muito amor.

A minha tia Suelen Regina que com muito carinho me ajudou em muitas etapas do processo.

Ao meu orientador e todos os professores que direta ou indiretamente participaram deste trabalho.

A todos os meus amigos.

**Muito obrigado**.

“TÃO IMPORTANTE QUANTO PLANTAR FLORES É SEMEAR IDEIAS” (DEIVISON CAVALCANTE PEDROZA).

## RESUMO

Nos dias atuais, a questão sustentabilidade é cada vez mais enfatizada em qualquer setor da economia mundial, no setor da construção civil não poderia ser diferente. O presente trabalho tem como objetivo geral aperfeiçoar o entendimento da certificação ambiental norte-americana "*Leadership in Energy and Environmetal Design*" – LEED – em conjunto com sua aplicabilidade no contexto dos empreendimentos brasileiros, visando entender qual o conhecimento sustentável aplicado em obras, das construtoras mais influentes da região de Maringá-PR. Para tal, foram fixados quatro objetivos específicos: 1) compreender a metodologia de implementação da certificação norte-americana em edificações brasileiras; 2) realizar uma visita técnica em uma empresa certificada na região de Maringá-PR a fim de entender quais os motivos que a levaram a buscar a certificação e quais foram seus principais obstáculos nessa busca; 3) aplicar um questionário, elaborado pelo autor, fundamentado nos principais segmentos do "*checklist*" da Certificação LEED, nas construtoras mais influentes da região de Maringá-PR, segundo o prêmio SINDUSCON-NOR; 4) mensurar qual o nível de conhecimento sobre sustentabilidade das construtoras de Maringá-PR. Partindo de uma detalhada revisão bibliográfica, foram realizadas análises comparativas, baseadas em estudos já realizados na área e fundamentados nos princípios da Certificação LEED, seguido de uma visita técnica em uma edificação já certificada e entrevistas com as construtoras mais influentes de Maringá-PR. Após análise dos resultados foi possível perceber os benefícios das construções sustentáveis e da Certificação LEED na edificação certificada e qual caminho as construtoras de Maringá-PR estão trilhando em direção a sustentabilidade na construção civil.



**Palavras-chave**: Sustentabilidade. LEED. Construção civil.

## ABSTRACT

Nowadays, the issue sustainability is increasingly emphasized in any sector of the global economy, the construction industry is no different. This work has as main objective to improve the understanding of North American environmental certification "Leadership in Energy and Environmetal Design" - LEED - together with their applicability in the context of Brazilian enterprises, in order to understand which sustainable knowledge applied to works of construction companies most influential of the Maringa-PR region. To this end, four specific objectives were set: 1) understand the implementation methodology of the American certification in Brazilian buildings; 2) conduct a technical visit in a company certified in the region of Maringa-PR in order to understand the motives that led her to seek certification and what were its main obstacle in this quest; 3) applying a questionnaire prepared by the author, based in the major segments of the "checklist" of LEED certification, the most influential construction of Maringa-PR region, according to the SINDUSCON-NOR premium; 4) measure what level of knowledge about sustainability of construction of Maringa-PR. Starting from a detailed literature review, comparative analyzes were performed based on studies conducted in the area and based on the principles of LEED certification, followed by a technical visit in a building already certified and interviews with the most influential construction of Maringa-PR. After analyzing the results it was possible to realize the benefits of sustainable construction and LEED certified building and in which way the construction of Maringa-PR are walking toward sustainability in construction.



**Keywords**: Sustainability. LEED. Construction.

## LISTA DE FIGURAS


**Figura 1**: Três pilares básicos da sustentabilidade..... 21

**Figura 2**: Setores que mais contribuem na emissão de gases de efeito estufa 24

**Figura 3**: Possibilidade de interferência no custo total de um edifício..... 33

**Figura 4**: Bicicletário e vagas especiais para carros flex..... 40

**Figura 5**: Vagas do estacionamento confeccionadas em blocos vazados..... 42

**Figura 6**: Diagrama do efeito ilha de calor..... 43

**Figura 7**: Estratégias combinadas para economia..... 45

**Figura 8**: Agregados reciclados de construção civil..... 52

**Figura 9**: Exemplo de ação para comunicação interna da empresa..... 63

**Figura 10**: Banner de economia de energia elétrica..... 65

**Figura 11**: Materiais e recursos utilizados na construção..... 66

**Figura 12**: Conscientização da eficiência no uso da água..... 67

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1**: Evolução das prioridades ambientais..... 21

**Tabela 2**: Recursos consumidos na atividade de construção..... 25

**Tabela 3**: Sistemas de certificações ao redor do mundo..... 30

## LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

| | | |
|---|---|---|
| BNDES | – | Banco Nacional de Desenvolvimento |
| BREEAM | – | *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* |
| CBCS | – | Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis |
| CE | – | Comissão Europeia |
| CGBC | – | *Canadian Green Building Council* |
| CIB | – | Conselho de Informação sobre Biotecnologia |
| COVs | – | Compostos Orgânicos Voláteis |
| CT&I | – | Ciência, Tecnologia e Inovação |
| DJSI | – | Índice Dow Jones de Sustentabilidade |
| ECOSOC | – | Conselho Econômico e Social das Nações Unidas |
| EPA | – | *Environmental Protection Agency* |
| ETE | – | Estação de Tratamento de Esgoto |
| GBC BRASIL | – | *Reen Building Council Brasil* |
| GBCA | – | *Green Building Council of Australia* |
| HVAC | – | *Heating, Ventilating, and Air Conditioning* (Aquecimento, Ventilação e Condicionamento de Ar) |
| I&D | – | Investigação e Desenvolvimento |
| IPCC | – | *Intergovernamental Panel on Climate Change* |
| LEED | – | *Leardership in Energy and Environmental Design* |
| LEED C&S | – | *Core and Shell* |
| LEED CI | – | *Commercials Interiors* |
| LEED EB | – | *Existings Buildings* |
| LEED NC | – | *New Construction* |
| LEED ND | – | *Neighborhood* |
| PGRS | – | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos |
| QAI | – | Qualidade do Ar Interno |
| RCC | – | Resíduos da Construção Civil |
| RSC | – | Responsabilidades Sociais Corporativas |
| SINDUSCON | – | Serviço Social da Indústria da Construção Civil |
| USGBC | – | *United States Green Buiding Council* |

## LISTA DE PALAVRAS ESTRANGEIRAS

Accredited Professional – Profissional Acreditado

Canyons – Canyons

Certified – Certificado

Checklist – Checklist

Dry-wall – Parede Seca

Dualflex – Descarga Dupla

ENERGY STAR Portfolio Manager – Manual ENERGY STAR Portfolio

Fast Food – Comida Rápida

Feedback – Comentários

Framework – Estrutura

Gold – Ouro

Green Buildings – Construção Verde

Greenwashing – Falso marketing verde

Intergovernamental Panel on Climate Change – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

La Sostenibilidad – A Sustentabilidade

Leardership in Energy and Environmental Design – Liderança em Energia e Design Ambiental

Payback – Retorno de Investimento

Platinum – Platina

Silver – Prata

Sky View Factor – fator de visão do céu

Stakeholders – Stakeholders

Sustainable Sites – Terrenos Sustentáveis

Tour – Turnê

United Nations Conference on the Human Environment – Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano

United States Green Buiding Council – Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos

Xeriscaping – Xeriscaping

**SUMÁRIO**


1 **INTRODUÇÃO**..... 14

2 **OBJETIVOS**..... 16
2.1 OBJETIVO GERAL..... 16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 16

3 **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**..... 18
3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL..... 18
3.2 EM BUSCA DA CONSCIÊNCIA SUSTENTÁVEL..... 22
3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO CIVIL..... 23
3.4 O MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS..... 26
3.5 BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL..... 31
3.5.1 **Barreiras Financeiras**..... 31
3.5.2 **Barreiras Técnicas**..... 33
3.5.3 **Barreiras Sociais**..... 34
3.6 LIDERANÇA EM ENERGIA E DESIGN AMBIENTAL (*LEARDERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED*)..... 35
3.6.1 **Terrenos Sustentáveis**..... 36
3.6.1.1 Local e Vínculo..... 37
3.6.1.2 Padrão e Projeto do Bairro..... 38
3.6.1.3 Transporte..... 39
3.6.1.4 Projeto e Gestão do Terreno..... 10
3.6.1.5 Gestão de Água Pluvial..... 41
3.6.1.6 Efeito Ilha de Calor..... 42
3.6.2 **Eficiência Hídrica**..... 44
3.6.2.1 Uso de Água Interno..... 45
3.6.2.2 Uso de Água Externo..... 46
3.6.3 **Energia e Atmosfera**..... 47
3.6.3.1 Demanda de Energia..... 47
3.6.3.2 Eficiência Energética..... 48

3.6.3.3 Energia Renovável..... 49
3.6.3.4 Desempenho de Energia Contínuo..... 49
3.6.4 **Materiais e Recursos**..... 50
3.6.4.1 Conservação de Materiais..... 51
3.6.4.2 Materiais Ecologicamente Responsáveis..... 52
3.6.4.3 Gestão e Redução de Resíduos..... 54
3.6.5 **Qualidade do Ambiente Interno**..... 55
3.6.5.1 Qualidade do Ar Interior..... 55
3.6.5.2 Bem-estar, Conforto e Controle dos Ocupantes..... 57
3.6.6 **Inovação e Processos**..... 58

4 **METODOLOGIA**..... 60

5 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**..... 62
5.1 COCA-COLA FEMSA BRASIL..... 62
5.2 ANÁLISE DAS CONSTRUTORAS..... 67

6 **CONCLUSÃO**..... 73

**REFERENCIAS**..... 75

**APÊNDICES**..... 81

# 1 **INTRODUÇÃO**

A temática do desenvolvimento sustentável começou a surgir na segunda metade do século XX, quando o homem começou a ter consciência da progressiva degradação infligida por suas políticas de desenvolvimento ao meio ambiente, e é cada vez mais um tema em discussão. Nesse período, que correspondeu ao final dos anos 1960 e início dos anos 1970, o progresso tecnológico ficou um pouco desacreditado, pois passou a ser considerada essencial para o bem-estar humano a convivência em harmonia com a natureza. Constatou-se que a biodiversidade na Terra está diminuindo em cerca de 50.000 espécies por ano (YEANGKEN, 2001).

Com a conscientização de que o desenvolvimento ancorado apenas em políticas econômicas sobrecarregará com o tempo o poder de autorregulação do sistema e a elasticidade, ou capacidade de assimilação, de outras espécies e dos sistemas naturais do planeta, conduzindo inevitavelmente à devastação total do meio natural, como se conhece hoje, por conseguinte, há o desenvolvimento sustentável, que tem como objetivo proporcionar um desenvolvimento econômico e regional sem agredir o meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável tem como meta incrementar a qualidade de vida – e não só o crescimento econômico –, a equidade entre as pessoas no presente, incluindo a prevenção da pobreza, a equanimidade entre gerações. As gerações do futuro merecem um ambiente tão bom quanto aquele de que se usufrui atualmente, senão melhor, com as preocupações relacionadas às problemáticas sociais, sanitárias e éticas do bem-estar humano.

Nesse contexto, a construção civil, vista hoje com um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% da retirada de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e matérias manufaturadas (WINES, 2006), deve se readequar e aplicar técnicas sustentáveis a fim de lapidar sua metodologia, proporcionando uma integração entre o ambiente natural e o construído, acrescentando qualidade de vida aos seus usuários sem degradar desnecessariamente o ambiente.

A fim de aprimorar essa metodologia, foi desenvolvida a certificação LEED. LEED é o acrônimo de "*Leardership in Energy and Environmental Design*" (Liderança em Energia e Design Ambiental), um sistema voluntário de certificação

para edifícios sustentáveis, desenvolvido pela organização norte-americana "*United States Green Buiding Council*" (USGBC). Sua primeira versão foi disponibilizada em 1998 nos Estados Unidos, derivada de um movimento de engenheiros e arquitetos insatisfeitos com a demanda oriunda do mercado e clientes. Insatisfação essa proveniente de um conhecimento e desejo de contribuir para o planeta com projetos mais sustentáveis.

O sistema LEED fornece uma estrutura clara e concisa para identificação e implementação de medidas práticas e mensuráveis no projeto, construção, operação e manutenção de "*Green Buildings*". Utilizando-se de flexibilidade, possibilita, às equipes de projeto, decidir a melhor maneira de atender às suas exigências.

Primeiramente, foi necessária uma padronização do conceito de projetos sustentáveis para que os mesmos fossem um consenso entre os profissionais da área, evitando-se, assim, subjetividade. A indústria da construção civil é muito fragmentada, dessa forma, a certificação LEED forneceu o "*framework*", para que os envolvidos no projeto utilizassem os mesmos conceitos, no mesmo nível e plataforma.

Foi perceptível, para o USGBC, a partir da padronização, a possibilidade de comparação entre uma edificação convencional e uma edificação certificada. Assim, surgiu um poderoso mecanismo de propagação das boas práticas construtivas, que pôde estabelecer um padrão consistente de especificações, que gerou grande credibilidade no mercado.

Atualmente, em certos mercados, ter uma certificação LEED não é mais um diferencial, é praticamente uma obrigação. Devido ao grande número de empreendimentos que buscam o LEED, o investidor fica apreensivo em construir qualquer edificação que não esteja nos padrões de qualidade de mercado. Dessa forma, a certificação LEED se consolidou como padrão de qualidade.

Hoje, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de países com mais processos de Certificação LEED, com 957 projetos registrados e 224 certificados, atrás apenas dos Estados Unidos, detentores da primeira posição com 52.921 projetos registrados e 21.965 certificados, seguidos pela China que ocupa a segunda posição, com 1.936 projetos registrados e 583 certificados (USGBC, 2015).

Diante de tais informações, questionam-se os reais benefícios da obtenção da certificação LEED em empreendimentos brasileiros, sejam estes ambientais, sociais e econômicos, para as empresas que buscam a certificação.

# 2 **OBJETIVOS**

## 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho apresenta como objetivo geral aperfeiçoar o entendimento da certificação ambiental norte-americana "*Leadership in Energy and Environmetal Design*" – LEED – em conjunto com sua aplicabilidade no contexto dos empreendimentos brasileiros, visando entender qual o conhecimento sustentável aplicado em obras, das construtoras mais influentes da região de Maringá-PR de acordo com o prêmio SINDUSCON-NOR do primeiro ano de premiação, em 2010, até o último em 2014.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos a serem alcançados:

- estudar a metodologia de implementação da certificação norte-americana "*Leadership in Energy and Environmetal Design*" – LEED – em edificações brasileiras;
- realizar uma visita técnica em uma empresa certificada da região de Maringá-PR, a fim de compreender os pontos analisados pela empresa, que a levaram a buscar a certificação, assim como as principais dificuldades do processo de certificação e os principais benefícios para a empresa;
- aplicar um questionário, elaborado pelo autor, fundamentado nos principais segmentos do "*checklist*" da Certificação LEED, nas construtoras mais influentes da região de Maringá-PR de acordo com o prêmio SINDUSCON-NOR do primeiro ano de premiação, em 2010, até o último em 2014;

- constatar o grau de conhecimento das empresas entrevistadas sobre a Certificação LEED, bem como o grau de conhecimento sobre sustentabilidade das mesmas e quão longe essas empresas estão de obter uma certificação de impacto, como a Certificação LEED, em seus empreendimentos.

# 3 **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os impactos ambientais das atividades humanas sobre a Terra são hoje uma ameaça considerável ao futuro da nossa espécie. Atualmente, o tema deixou de ser restrito aos meios científicos e acadêmicos e passou a participar de discursos políticos e empresariais. A constatação de que se vivenciam as consequências de um modelo de desenvolvimento exploratório e de que haverá impactos mais graves futuramente despertou a humanidade para a ameaça do aquecimento global. A publicação do quarto Relatório do *"Intergovernamental Panel on Climate Change"* (IPCC, 2007), apresentado em maio de 2007 na Tailândia, confirma as alterações climáticas provocadas pelo homem, no decorrer de seu desenvolvimento, e ainda propõe mudanças para se evitar ou diminuir a ocorrências de catástrofes ambientais nas próximas décadas.

John (2001) descreve que, apenas com o fim da Segunda Guerra Mundial, a humanidade obteve avanços na área dos poluentes orgânicos, destruição da camada de ozônio e efeito estufa, decorrente dos gases produzidos e gerados pelo homem, que indicaram uma reformulação mais ampla dos processos produtivos e de consumo para a real preservação da natureza. Isso implicou uma mudança da visão do impacto ambiental decorrente das atividades humanas, que passou a incorporar todos os efeitos das atividades de produção e consumo – desde a extração da matéria prima, processos industriais, transporte e destino dos resíduos de produção e do produto após sua utilização.

De acordo com Machado (2005), a ideia de sustentabilidade ganhou corpo e expressão política no momento em que a população mundial percebeu as reais ameaças de uma crise ambiental global. Essa percepção percorreu um longo caminho até a estruturação atual, cujas origens mais recentes estão enraizadas na década de 1950, quando, pela primeira vez, a humanidade reconheceu a existência de um risco ambiental global: a poluição nuclear. Segundo o autor, entre 1945 e 1962, os países detentores do poder atômico realizaram 423 detonações atômicas.

Nessa perspectiva, Nascimento (2012) argumenta que, devido à ocorrência das chuvas ácidas sobre os países nórdicos, em 1968, a Suécia propôs, ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC), a realização de uma conferência mundial que possibilitasse um acordo internacional para reduzir a emissão de gases responsáveis pelas chuvas ácidas, o que resultou na aprovação da Conferência de Estocolmo, em 1972.

O termo sustentabilidade é derivado do debate sobre o desenvolvimento sustentável, cujo marco inicial foi a primeira Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano – *"United Nations Conference on the Human Environment*", realizada em 1972 em Estocolmo. O conceito de desenvolvimento sustentável refere-se ao modo de desenvolvimento que tem como objetivo o alcance da sustentabilidade. Ele trata do processo de manutenção do equilíbrio entre a capacidade do ambiente e as demandas por igualdade, prosperidade e qualidade de vida da população humana (CIB, 2002).

Segundo Teixeira (2010), após a Conferência de Estocolmo em 1972, outras reuniões mundiais ocorreram com o intuito de encontrar soluções que permitissem um desenvolvimento menos impactante para o planeta. Destacam-se, entre elas, a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio, realizada em Viena no ano de 1985; o Protocolo de Montreal em 1987; a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO92 –, sediada na cidade do Rio de Janeiro em 1992; a Conferência das Nações Unidas (Istambul, 1996); o Protocolo de Quioto (1997); a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável – Rio+10 (JOHANESBURGO, 2002); e a mais recente, a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – COP15 –, ocorrida em Copenhagen em 2009.

O termo desenvolvimento sustentável aparece pela primeira vez em 1987, com a publicação do relatório "Nosso Futuro Comum", elaborado pela comissão de Brundtland (1987), derivado de estudos focados no modelo de desenvolvimento de países industrializados e sua gestão de recursos naturais, "que satisfaz as necessidades das gerações atuais, comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades" (BRUDTLAND, 1987, p. 15).

Na questão sustentabilidade, existe um debate antigo: há aqueles que acreditam que o mundo é um sistema único que sofre consequências, porém há alguns que imaginam que o modelo hegemônico pode ser acertado a sustentabilidade. A questão é simples: conservar as condições que toleram vida no

planeta, ou cultivar o sistema, procurando sustentabilidade. O segundo busca a ideia de encontrar novas tecnologias alternativas, porém não impactantes e sem questionar o padrão produtivo vigente, diferente do primeiro que entende a Terra como um sistema holístico. Vendo dessa maneira, Ribeiro (1996, p. 96) define assim o desenvolvimento sustentável:

> Desenvolvimento Sustentável poderia ser então, o resultado de uma mudança no modo da espécie humana se relacionar com o ambiente, no qual a ética não seria apenas entendida numa lógica capitalista, mas sim, embasada em preceitos que ponderassem as temporalidades alternadas a própria espécie humana, e, por que não, também as internas a nossa própria espécie.

Do ponto de vista de Hart e Milstein (2004), o modelo econômico praticado atualmente no mundo, nos mais variados setores industriais e de serviço, preocupa-se demasiadamente com progresso, melhor rendimento de produção, fartura e riquezas e deixa, em segundo plano, questões ecológicas e ambientais, provocando, assim, a destruição do meio ambiente, consequência do consumo desenfreado de recursos naturais e emissão de poluentes na atmosfera, fazendo com que a pobreza e a miséria aumentem a cada dia. O novo desafio do capitalismo global é equilibrar o desenvolvimento econômico e social com a harmonia do planeta.

No decorrer dos últimos 40 anos, conforme evoluiu a discussão sobre preservação ambiental, definiram-se prioridades ambientais de acordo com as necessidades de cada período, conforme indica a Tabela 1. Após a crise energética da década de 1970, a energia deixou de ser prioridade e se tornou parte do problema, que atualmente envolve outras questões como saúde, estresse e produtividade. O conceito de sustentabilidade passou a considerar o ser humano parte do sistema natural, ao invés de separá-lo da questão ambiental, como em épocas passadas (EDWARDS, 2004).

**Tabela 1**: Evolução das prioridades ambientais

| Década | Prioridades |
|---|---|
| **1970** | Escassez de Energia |
| **1980** | Aquecimento Global |
| | Conceito de Desenvolvimento Sustentável |
| | Destruição da Camada de Ozônio |
| **1990** | Distribuição e Qualidade dos Recursos Hídricos |
| | Proteção das Florestas Tropicais |
| | Biodiversidade |
| **2000** | Saúde das Cidades |
| | Desenvolvimento e Construções Sustentáveis |
| | Sustentabilidade e Saúde do Ser Humano |

**Fonte**: Edwards (2004).

De acordo com a Agenda 21 (2002), o conceito de desenvolvimento sustentável está apoiado em três pilares: ambiental, econômico e social (Figura 1).

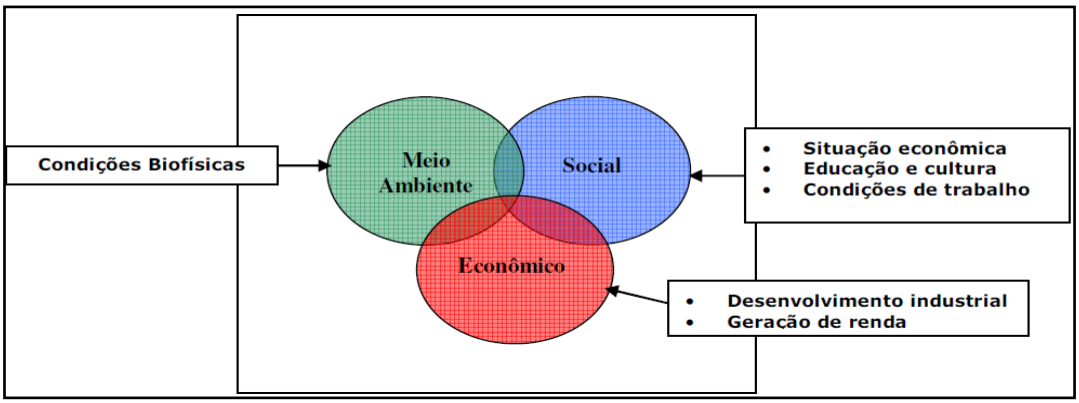


**Figura 1**: Três pilares básicos da sustentabilidade
**Fonte**: elaborada pelo autor (2015).

Compreende-se, a partir da análise de Nascimento (2012), o primeiro pilar, o ambiental, que supõe que o modelo de produção e consumo seja compatível com a base material em que se assenta a economia, como subsistema do meio natural. Trata-se, portanto, de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter seu equilíbrio ou capacidade de resiliência.

O segundo pilar, o econômico, supõe o aumento da eficiência da produção e do consumo com economia crescente de recursos naturais, com destaque para recursos permissivos como as fontes fósseis de energia e os recursos delicados e mal distribuídos, como a água e os minerais. Trata-se daquilo que alguns

denominam como eco eficiência, que supõe uma contínua inovação tecnológica que nos leve a sair do ciclo fóssil de energia (carvão, petróleo e gás) e a ampliar a desmaterialização da economia (NASCIMENTO, 2012).

Por fim, o terceiro pilar, para Nascimento (2012), o social, uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais. Em resumo, implantar a velha e desejável justiça social.

O desenvolvimento sustentável tem como meta proporcionar a qualidade de vida e não só o crescimento econômico, a equidade entre pessoas no presente, incluindo a prevenção da pobreza, a equanimidade entre gerações (as gerações do futuro merecem um ambiente pelo menos tão bom quanto aquele de que se usufrui atualmente, se não melhor) e preocupações com as problemáticas sociais, sanitárias e éticas do bem-estar humano.

Segundo D'Humières (2010), nos dias atuais, as práticas de responsabilidade social corporativa, atreladas com desenvolvimento sustentável, fazem parte das principais preocupações dos governos, das populações e também dos gestores de empresas.

De acordo com Laprise (2005), o desenvolvimento sustentável tornou-se um conceito de sucesso, pois passou a ser o "eixo filosófico popular" do final do século XX e do começo do século XXl.

## 3.2 EM BUSCA DA CONSCIÊNCIA SUSTENTÁVEL

A palavra **consciência** vem do latim *conscientia*: conhecimento de algo partilhado com alguém. O termo "consciência" tem, em português, pelo menos dois sentidos: descoberta ou reconhecimento de algo, quer de algo exterior, como um objeto, uma realidade, uma situação etc., quer de algo interior, como as modificações sofridas pelo próprio eu, conhecimento do bem e do mal.

A consciência é uma qualidade da mente, que considera abranger qualificações tais como subjetividade, autoconsciência e capacidade de perceber a relação entre si e o outro ou ambiente.

1. consciência fenomenal, que é a experiência propriamente dita, é o estado de estar ciente, assim como dizemos “estou ciente” e consciente de algo, tal como quando dizemos “estou ciente destas palavras”;
2. consciência de acesso, que é o processamento das coisas que vivenciamos durante a experiência.

Segundo Bedante e Slongo (2004), consciência ambiental é a tendência de um indivíduo em se posicionar a favor ou contra, frente aos assuntos relativos ao meio ambiente. Assim, indivíduos com maiores níveis de consciência ambiental tenderiam a tomar decisões, levando em consideração o impacto ambiental de suas posturas e ações. Schlegelmilch, Bohlen e Diamantopoulos (1996) definem consciência ambiental como um construto multidimensional, composto por elementos cognitivos, atitudinais e comportamentais.

Bedante e Slongo (2004) afirmam que existem quatro maneiras de se mensurar o nível de consciência ambiental de um indivíduo. A forma mais usual consiste em fornecer opções entre proteção ambiental e interesses políticos e econômicos futuros, tais como aumento na taxa de emprego e crescimento econômico. Uma segunda maneira é fazendo questionamentos a respeito da percepção dos indivíduos quanto à poluição do meio ambiente. Pode-se também mensurar a consciência ambiental, descobrindo-se se os respondentes, de alguma forma, estão engajados em alguma atividade em prol do meio ambiente. A quarta maneira se dá por meio de perguntas relativamente abstratas sobre danos globais ao meio ambiente.

## 3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Em maio de 2007, o IPCC lançou um relatório alarmante sobre o aumento do efeito estufa no planeta e apontou as atividades que mais colaboram na emissão de gases nocivos à camada de ozônio. Dentre as atividades, a construção civil é tida

como responsável por 8% desses gases, número este que não inclui a contribuição de outros participantes na cadeia produtiva da construção e o consumo de energia das edificações, conforme indica a Figura 2.

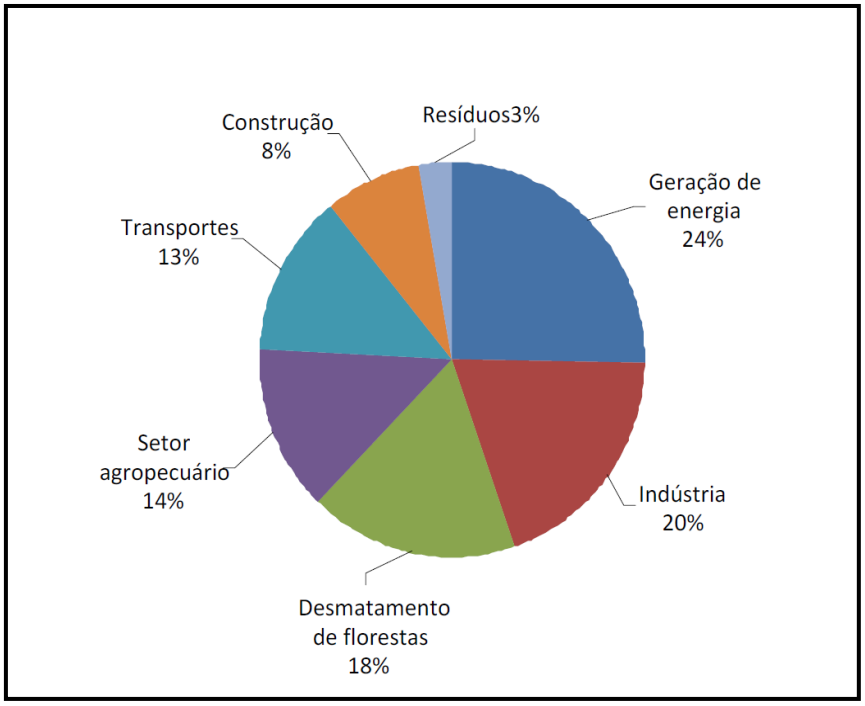


**Figura 2**: Setores que mais contribuem na emissão de gases de efeito estufa
**Fonte**: IPCC (2007).

Se considerada a energia consumida pela construção, com extrações de materiais naturais e transporte, essa atividade se torna responsável por grande parte das emissões de gases nocivos à camada de ozônio.

A construção civil tem o propósito de transformar o ambiente natural em um construído. Atualmente, a mesma é vista como um grande agente causador de impactos por ser responsável por 40% das emissões globais de $CO_2$. No Brasil, é responsável pelo consumo de 21% da água tratada, 42% da energia gerada e cerca de 60% dos resíduos produzidos (PIVA, 2010).

Edwards, em “Guia Básica *la Sostenibilidad*”, publicado em 2004, aponta os principais recursos consumidos pelo setor da construção civil em todo o mundo, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2**: Recursos consumidos na atividade de construção

| RECURSO | CONSUMO |
|---|---|
| **MATERIAIS** | 50% de todos os recursos mundiais destinam-se ao setor de construção |
| **ENERGIA** | 45% da energia gerada é utilizada no aquecimento, iluminação e ventilação de edifícios. 5% são utilizados para sua construção |
| **ÁGUA** | 40% da água utilizada no mundo é destinada ao abastecimento das instalações sanitárias e outros usos dos edifícios |
| **TERRA** | 60% da superfície da terra cultivável é utilizada em construções |
| **MADEIRA** | 70% dos produtos derivados da madeira são destinados à construção de edifícios |

**Fonte**: Edwards (2004).

O Brasil é conhecido por ter uma matriz energética limpa, por sua maior parcela de energia interna provir de hidrelétricas. No ano de 2005, de acordo com o Balanço Energético Nacional (2006), a oferta brasileira de energia elétrica foi de aproximadamente 75% enquanto a oferta mundial foi de apenas 16%. Apesar dos valores expressivos, vale ressaltar os impactos ambientais decorrentes da construção de hidrelétricas, que interferem no meio ambiente, provocando inundações em áreas de mata, mudando o curso de rios, destruindo espécies vegetais, prejudicando a fauna e intervindo na ocupação humana (INATOMI; UDAETA, 2014).

Em nível nacional e de forma mais abrangente, são listados abaixo os principais impactos ambientais da construção civil (SILVA *et. al.*, 2008):

- a construção e manutenção da infraestrutura do país consomem até 75% dos recursos naturais extraídos;
- a quantidade de resíduos de construção e demolição é muito elevada, gerando impactos no ambiente urbano e nas finanças municipais;
- os canteiros de obras são responsáveis por gerar grande quantidade de poeira e ruído e causam erosões que prejudicam o sistema de drenagem natural das águas subterrâneas;
- a construção causa diminuição da permeabilidade do solo, mudando o regime de drenagem, causando enchentes e reduzindo as reservas de água subterrânea;
- a utilização de madeira extraída ilegalmente para fins construtivos, além de comprometer a preservação das florestas, representa séria ameaça ao ecossistema;

- a cadeia produtiva da construção civil contribui demasiadamente para a poluição, emitindo gases nocivos à camada de ozônio e compostos orgânicos voláteis que afetam a saúde dos usuários dos edifícios;
- contaminação ambiental pela lixiviação de biocidas e metais pesados, contidos em alguns materiais de construção;
- a operação de edifícios no Brasil é responsável por cerca de 50% do consumo de energia elétrica do país;
- os edifícios brasileiros gastam 21% de toda a água consumida no país;
- segundo uma pesquisa da Escola Politécnica da USP (2001), a construção desperdiça, em média, 56% de cimento, 44% de areia, 30% de gesso, 27% dos condutores, 15% dos tubos de PVC.

A introdução dos conceitos de sustentabilidade na atividade de construção surgiu para amenizar os problemas gerados durante todo o ciclo de vida de um edifício. A interação da edificação com o meio ambiente se dá em momentos distintos de sua existência e envolve diferentes agentes da cadeia produtiva, principalmente os projetos (HQE, 2008). De acordo com Silva (2006), o conceito de análise do ciclo de vida, originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, surgiu na década de 1990 nos Estados Unidos e Europa, abordando todo o impacto ambiental causado por um produto ou serviço desde sua concepção (início) até o fim de sua vida (conclusão).

Os edifícios, além de consumirem energia durante seu ciclo de vida, são construídos com materiais com grande quantidade de energia incorporada, energia consumida ao longo do processo associado à produção de materiais e componentes.

## 3.4 O MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

De acordo com Hill e Bowen (1997), o termo construção sustentável foi proposto originalmente para descrever a responsabilidade da indústria em buscar a sustentabilidade nas edificações.

Para Medeiros (2012), há uma consciência crescente de que os padrões da sociedade industrial de consumo e produção, balizados pelo esbanjamento dos recursos, não podem manter-se em longo prazo.

Com o aumento das preocupações com o ambiente e a sustentabilidade, a construção civil também tem se desenvolvido nessa área, mas Boschi (2005) alerta que uma habitação ecológica sustentável não é feita unicamente de construções de madeira, painéis solares e reciclagem doméstica. Segundo o autor, existem inúmeros gestos que contribuem para a preservação da natureza.

O enfoque do setor construtivo para o desenvolvimento sustentável baseia-se na reciclagem e conservação dos recursos; no melhoramento da durabilidade das estruturas e no uso e aproveitamento de subprodutos de outras indústrias (JOHN; CLEMENTS-CROOME; JERONIMIDIS, 2005).

Segundo Pevsner (2002), o projeto de arquitetura ecológica sustentável contesta a ideia do edifício como obra de arte e o compreende como parte do habitat vivo, estreitamente ligado ao sítio, à sociedade, ao clima, à região e ao planeta. A autora ainda destaca que os profissionais devem se comprometer a difundir maneiras de construir com menos impacto ambiental e maiores ganhos sociais e ainda ser economicamente viável.

De acordo com Duran (2010), os novos códigos técnicos das edificações vêm incorporando critérios de qualidade da construção para aumentar a eficiência energética dos edifícios, no entanto ainda existe um desconhecimento do âmbito ecológico e de qual o grau de reversibilidade.

O termo sustentabilidade está em alta ultimamente. Empresas de diversos segmentos de mercado buscam, de alguma maneira, vincular seus nomes a esse conceito, mesmo com ações pequenas e pontuais, seja no campo social ou ambiental, que são apresentadas como grandes feitos, como estratégia de marketing.

Karna, Hansen e Juslin (2003) compreendem que a responsabilidade social e ambiental está, cada vez mais, incorporada às estratégias das organizações. Essa abordagem originou o conceito de Marketing Verde, que é definido por “gestão holística dos processos responsáveis por identificar, antecipar e satisfazer as necessidades dos clientes e sociedade, de forma lucrativa e sustentável” (CHARTER, 2003, p. 727).

Do ponto de vista de Polonsky (1994), Marketing Verde consiste no conjunto de atividades realizadas para produzir e facilitar a comercialização de qualquer produto ou serviço com a intenção de satisfazer as necessidades e desejos humanos, causando o mínimo impacto ao meio ambiente, relacionando modificação de produtos e embalagens, bem como mudanças em processos de produção e publicidade.

Os consumidores conscientes são definidos ou representados por aqueles indivíduos que buscam para consumo apenas os produtos que causem o menor – ou não exerçam nenhum – impacto ao meio ambiente. Ou seja, aqueles que buscam conscientemente produzir, por meio do seu comportamento de consumo, um efeito nulo ou favorável sobre meio ambiente e a sociedade como um todo (DINATO, 1998).

De acordo com Gonzaga (2005), edificações concebidas com preocupação ecológica e social permitem agregar valor comercial, partindo dos princípios potenciais educacionais e dos valores que promovem.

A respeito das vantagens financeiras na adoção de construções sustentáveis, a pesquisa de Katz (2003) demonstrou que, quando comparadas a construções convencionais do mesmo padrão, as construções sustentáveis apresentam um aumento nos custos em curto prazo de até 6,5%. Contudo, percebe-se significativa redução dos gastos em longo prazo e otimização do desempenho financeiro, gerando uma economia média de U$ 538,15 a U$ 699,60 por $m^2$ construído.

A possibilidade de redução de custos pelo aumento da eficiência operacional é um dos principais motivos por trás da introdução de medidas ambientais na área da construção civil, e os aumentos sobre as taxas de água, energia e resíduos são fatores que impulsionam a busca por alternativas sustentáveis (TZSCHENTKE; KIRK; LYNCH TZSCHENTKE, 2004).

Em 1999 foi criado, o Índice Dow Jones de Sustentabilidade – DJSI, que veio colaborar com o tema em âmbito global. Esse índice tem por finalidade ranquear as empresas líderes de mercado quanto ao seu desempenho em relação à sustentabilidade. Seguindo a mesma linha, em 2005, no Brasil, foi lançado o Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE-BOVESPA. De acordo com a Revista Bovespa (2006), para o superintendente de operações da instituição, Ricardo Pinto Nogueira, o resultado é reflexo da soma social, da governança corporativa e da preocupação ambiental. “O peso da sustentabilidade faz diferença e mostra que os

investidores não querem correr riscos de comprar ações de empresas que sejam suscetíveis a problemas e demonstram confiança em companhias sustentáveis”.

Richardson (2007), em seu livro “XS ECOLÓGICO: grandes ideias para pequenos edifícios”, diz que a tecnologia tem por fim suprir as necessidades ecológicas do mundo moderno e, assim, reduzir o impacto ambiental. Com finalidade de viabilizar essas ideias e tecnologias, Robles Júnior e Bonelli (2009) destacam que o Brasil conta com programas de financiamento que proveem o sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) de empresas, universidades, institutos tecnológicos, centros de pesquisa e outras instituições públicas e privadas.

Com objetivo de oferecer condições especiais para projetos ou tecnologias ambientais que promovam o desenvolvimento sustentável no país, o BNDES dispõe de operações de crédito, que são realizadas de forma direta e indireta por meio dos agentes financeiros repassadores de recursos. Dentre os projetos gerais que recebem o apoio do mencionado banco, estão os inseridos nos Programas de Passivos Ambientais (BRASIL, 2013).

Segundo Franco (1999), empresas que se preocupam com o meio ambiente melhoram sua imagem diante dos investidores e consumidores. Outro fator que demonstra a importância dessa postura são os fundos especializados para investir em empresas que protegem o ambiente. A gestão ambiental, por sua vez, mostra-se um importante instrumento gerencial para capacitação e criação de condições de competitividade para as organizações, qualquer que seja o seu segmento econômico (TACHIZAWA, 2002).

Outro fator importante, que vem difundindo a sustentabilidade na construção civil ao redor do mundo, são as entidades não governamentais que em sua maioria buscam gerar, difundir conhecimento e apoiar as construções sustentáveis em seus respectivos países.

A Tabela 3 apresenta alguns dos importantes conselhos de construção sustentável e os respectivos sistemas de avaliação aos quais estão vinculados.

**Tabela 3**: Sistemas de certificações ao redor do mundo

| PAÍS | SISTEMA DE CERTIFICAÇAO | SITUAÇÃO ATUAL |
|---|---|---|
| **Alemanha** | Certificação alemã para edificações sustentáveis | Desenvolvida pelo conselho alemão de edificações sustentáveis, com o Ministério federal de Transportes, Edificaçoes e Urbanismo com intenção de planejar e avaliar os edifícios em sua qualidade. |
| **Austrália** | Green Star | O *Green Building Council of Australia*-GBCA - foi formado em 2002, apoiado pelo governo e pelas indústrias locais com objetivos de promover a sustentabilidade por meio de programas de construções sustentáveis, tecnologias, práticas de projeto e operação e integrar as iniciativas em todas fases de projeto. |
| **Brasil** | LEED | O GBC Brasil, filiado ao *World Green Building Council*, lancado em julho de 2007, apoia a transformacao de toda a cadeia produtiva da construção civil. |
| **Brasil** | AQUA (HQE) | Certificação dada pela fundação Vanzolini, o sistema Aqua foi lançado em 03-03-2009 e trabalha com metodologia francesa, adaptada à realidade brasileira.<br><br>Lançado em 08-03-2007, o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis (CBCS) tem como intuito contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável por meio da geração e dissiminação de conhecimento e da mobilização da cadeia produtiva da construção civil, de seus clientes e consumidores. |
| **Canadá** | LEED CANADA | O *Canadian Green Building Council*- CGBC - foi fundado em 2002. Formado pela coalisão de representantes de vários segmentos da indústria da construção, tem por objetivo acelerar o projeto e construção de edifícios sustentáveis. |
| **China** | Não há. Algum uso do CASBEE japonês | O Conselho de Defesa de Recursos Naturais tem trabalhado na promoção de conselhos regionais, bem como nacional. Pode-se citar o de Shangai, este conselho, com ministros da Construção, Ciência e Tecnologia, trabalha para fazer adaptações do LEED em para padrões locais. |
| **Índia** | Uso licenciado do LEED | O conselho local CII-Godrej GBC e um consórcio entre a Confederação das Indústrias da Índia oferece a implementação do LEED, ISSO 14001, OHSAS18001. |
| **Emirados Árabes** | LEED | Formado em 2006, com o objetivo de estabelecer princípios de sustentabilidade para edificações de modo a proteger o meio ambiente e assegurar a sustentabilidade nos Emirados Árabes. |
| **Reino Unido** | BREEAM | O conselho tem por missão a melhora significativa do ambiente construído pela transformação radical na forma de planejamento, construção e operação dos edifícios. Provém de consultoria no uso do BREEAM e esse sistema foi o pioneiro e serviu de base para todos os outros (SILVA, 2003). |
| **EUA** | LEED | Criado em 1993 com o objetivo de produzir edifícios responsáveis e mais lucrativos e saudáveis para se trabalhar e viver. Participam dele todos os setores da cadeia produtiva da construção civil. O LEED é o mais comercial dos sistemas existentes, usado em vários paises, e foi inspirado no BREEAM do Reino Unido (SILVA, 2003). |

**Fonte**: elaborada pelo autor (2015).

## 3.5 BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Segundo Dinato (1998), os consumidores ainda têm dificuldade em perceber os benefícios gerados por uma gestão mais eficiente dos recursos existentes e que esse comportamento pode tornar-se uma fonte poderosa de incentivos para processos de inovação e de desenvolvimento. Dinato e Madruga (1999) afirmam que, no Brasil, o argumento mais frequente, para não se fazer uso de ferramentas relativas à conservação do ambiente por parte das empresas, é que o consumidor brasileiro não está preparado para identificar e valorizar os possíveis benefícios ambientais.

Para Matheus (2009), as características únicas da construção têm-se constituído como importantes barreiras para dar continuidade às metas e objetivos do desenvolvimento sustentável na construção. Dentro da construção civil, essas barreiras podem ser subdivididas em financeiras, técnicas e sociais.

### 3.5.1 **Barreiras Financeiras**

Ao se falar em construção sustentável, o primeiro obstáculo encontrado é o maior custo de capital (custo inicial) de um projeto sustentável, quando comparado com o custo de um projeto convencional. Apesar de essa não ser a regra em todos os casos, o custo inicial dos edifícios mais sustentáveis é tendencialmente mais elevado do que o dos edifícios convencionais (KIBERT, 2002).

De acordo com Matheus (2009), essa situação não se deve apenas pelo maior rigor necessário para elaboração do projeto em si, mas também pelos materiais e tecnologias utilizados na edificação. No entanto, segundo o autor, a avaliação do desempenho econômico só com base nos custos de capital é errada, pois os maiores custos iniciais poderão ser compensados por menores custos de utilização. Contudo, não se pode esquecer que, mesmo por meio da avaliação dos custos de ciclo de vida, algumas medidas com efeitos extremamente positivos para o ambiente podem não ser benéficas em termos de custo. A título de exemplo, é difícil justificar financeiramente a adoção de soluções que permitam a reutilização

das águas da chuva, quando o preço da água potável é desproporcionalmente baixo.

Segundo Ceotto (2007), o ciclo de custo de vida de um edifício contempla as seguintes etapas:

- idealização/planejamento: fase inicial, quando o edifício é concebido, nessa fase serão feitos estudos de viabilidade física e econômica. São realizados também estudos de legislação e estudos de clima;
- concepção/projeto: fase que engloba todas as atividades entre o pré-projeto e o início da construção. São elaborados projetos e especificações, com o cronograma das atividades que serão desenvolvidas;
- construção/implantação: fase de construção, quando o canteiro de obras deve funcionar como planejado nas etapas anteriores;
- uso/operação: período de uso do edifício, quando serão feitas substituições de componentes que já atingiram sua vida útil e manutenções do edifício em geral;
- requalificação/demolição: etapa final do edifício, quando o mesmo passa por uma requalificação, para adequação de um novo, ou é demolido.

A ideia de planejamento, etapa esta que, quando bem executada, pode garantir todo o sucesso do ciclo de custo de vida do empreendimento. Nessa etapa, os planejadores têm todas as possibilidades de interferência no custo total do edifício, de modo que os custos adicionais de um "*Green building*", que variam entre 5% a 8% do valor da obra, tenham retorno durante a etapa de uso e ocupação. Quanto mais avançado estiver o estágio do empreendimento, mais difícil será interferir no seu custo de vida conforme mostra a Figura 3 (CEOTTO, 2007).

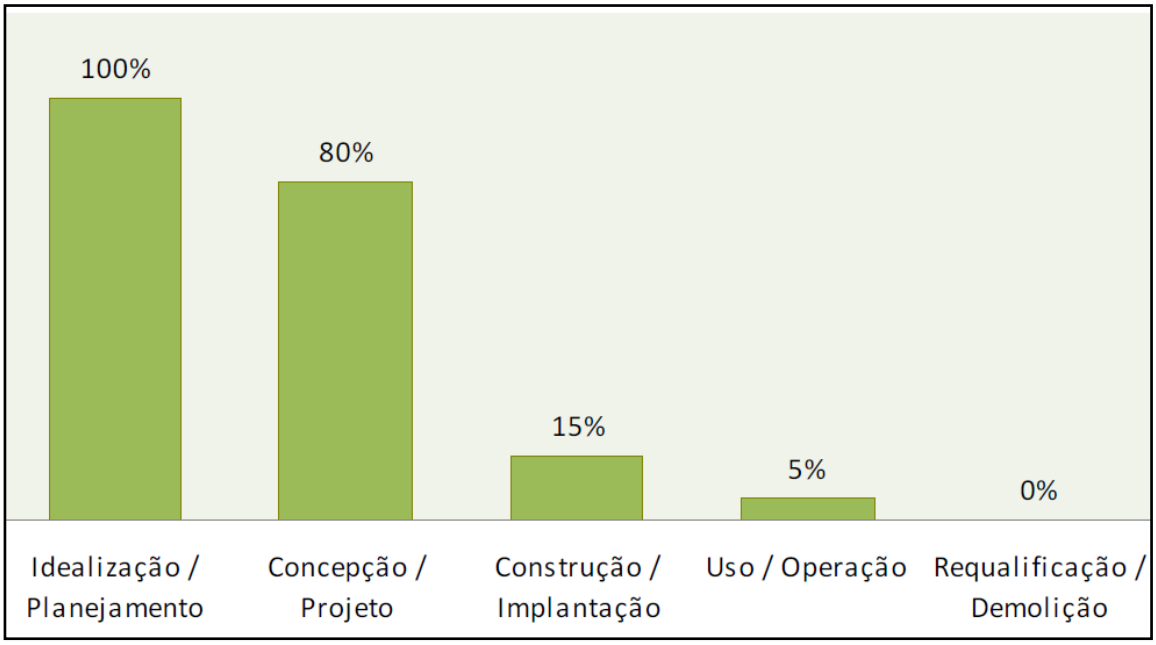


**Figura 3**: Possibilidade de interferência no custo total de um edifício
**Fonte**: Ceotto (2007).

Na realidade, os benefícios em longo prazo da construção sustentável, como menor manutenção e custos de utilização reduzidos, maior durabilidade, preço de revenda mais elevado e outras externalidades como os benefícios públicos, não são imediatamente aparentes em curto prazo ou na compra inicial. Como é conhecido, o maior período de ciclo de vida de um edifício é sua fase de utilização, visto que é projetado para uma vida útil de mais de 50 anos. De acordo com a Comissão Europeia, a conservação de um edifício, ao longo do seu período de vida, chega a custar até dez vezes mais do que a sua construção, possibilitando, assim, maior credibilidade para construção sustentável (CE, 2004).

### 3.5.2 **Barreiras Técnicas**

Matheus (2009) afirma que a elevada durabilidade das construções, que em muitos casos ultrapassa centena de anos, torna, por exemplo, difícil a contabilização, na fase de projeto, das mais-valias associadas à potencialidade de determinado elemento construtivo poder vir a ser reutilizado ou reciclado, e, ainda, a

falta de interação entre os profissionais vinculados à edificação torna mais complexa a implantação de medidas sustentáveis.

Pelo fato de cada edifício apresentar características únicas, essa heterogeneidade de edificações conduz a um baixo nível de estandardização e industrialização do projeto e processos de construção e inviabiliza a exploração de economias de escala, só possível se houver repetição nos processos, o que não favorece a sustentabilidade do setor (FINKEL, 1997).

De acordo com Matheus (2009), o baixo nível de investigação e desenvolvimento (I&D) no setor é um aspecto importante no atraso que se verifica na adoção de políticas de sustentabilidade na construção civil, comparativamente a outras indústrias. Ainda segundo o autor, o nível de especialização dos colaboradores das empresas de construção é muito baixo e seu conhecimento se limita a técnicas convencionais de construção.

### 3.5.3 **Barreiras Sociais**

Outra barreira é a fraca sensibilização, perante a sustentabilidade, dos diversos líderes da construção civil. Segundo a Comissão Europeia, o principal fator que está na base dessa falta de interesse é fato de aqueles pensarem que a construção sustentável é dispendiosa e de duvidarem da sua confiabilidade e desempenho em longo prazo. O mercado está demasiado preso aos métodos e tecnologias convencionais, havendo alguma inércia na adoção de soluções inovadoras que aparentemente acarretam algum risco. Os donos de obra, que constroem para vender, têm algum receio em investir em um produto que possa apresentar mais riscos de mercado do que as soluções convencionais. Essa situação deriva do fato de os compradores-utilizadores terem muito receio em aplicar capital em um produto que não seja convencional, pois desconhecem o seu comportamento e os benefícios associados (MATHEUS, 2009).

De acordo com Matheus (2009), as políticas governamentais, materializadas por meio de regulamentos, normas e taxas, são um instrumento essencial para que se revolucione o setor em termos de sustentabilidade. As empresas de demolição, por exemplo, e os seus clientes não são incentivados a dar prioridade à reciclagem e

à reutilização, pois estas geralmente não incorrem nos custos associados, por um lado, a deterioração do ambiente causada pela deposição e incineração dos resíduos, e, por outro lado, ao subsequente aumento da utilização de matéria prima em estado virgem.

Práticas e políticas empresariais, desenvolvidas sob o termo Responsabilidade Sociais Corporativas (RSC), vêm ganhando espaço tanto na opinião pública quanto no mundo acadêmico. Atuar de maneira social e ambientalmente responsável tornou-se um nicho de mercado que pode ser muito atraente para algumas empresas, entretanto não para todas, por ser um tipo de decisão que leva em consideração o posicionamento estratégico da empresa (VOGEL, 2005).

## 3.6 LIDERANÇA EM ENERGIA E DESIGN AMBIENTAL (*LEARDERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED*)

Este tópico tem como objetivo principal promover uma análise completa da Certificação LEED e está fundamentado nos princípios e conceitos do Guia de Estudo de LEED AP Projeto e Construção de Edifício do USGBC (USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide) do ano de 2009.

O Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos – "*U.S. Green Building Council*" (USGBC) – é uma organização sem fins lucrativos, que proporciona uma interação entre os profissionais do segmento de construção civil, a fim de promover lugares ecologicamente responsáveis, rentáveis e saudáveis para se morar, aprender e trabalhar.

Missão do USGBC: transformar a forma como os edifícios e as comunidades são projetados, construídos e operados, permitindo um ambiente próspero, saudável e ambiental e socialmente responsável que melhora a qualidade de vida (USGBC, 2015).

LEED é o acrônimo de "*Leardership in Energy and Environmental Design*" (Liderança em energia e Design Ambiental), é um sistema voluntário de certificação para edifícios sustentáveis, desenvolvido pela organização norte-americana "*United States Green Buiding Council*" (USGBC). Sua primeira versão foi disponibilizada em 1998 nos Estados Unidos, derivada de um movimento de engenheiros e arquitetos

insatisfeitos com a demanda oriundas do mercado e clientes. Frustração essa proveniente de um conhecimento e desejo de contribuir para o planeta, com projetos mais sustentáveis.

O sistema LEED fornece um estrutura clara e concisa para identificação e implementação de medidas práticas e mensuráveis no projeto, construção, operação e manutenção de "*Green Buildings*". Utilizando de flexibilidade, possibilita, às equipes do projeto, decidir a melhor maneira de atender às suas exigências.

Detalhada e flexível, a certificação LEED é aplicável a qualquer edifício em qualquer etapa do seu ciclo de vida. Desde seu lançamento, foram desenvolvidas novas versões para aperfeiçoar a metodologia de avaliação, sendo a mais recente a versão 3, lançada em 27/04/2009 (USGBC, 2015). Foram criadas novas metodologias para atender especificadamente a cada tipologia de construção, sendo elas:

- LEED para novas construções e grandes reformas (LEED NC);
- LEED para edifícios existentes (LEED EB);
- LEED para interior de edifícios comerciais (LEED CI);
- LEED para fachada e núcleo (LEED C&S);
- LEED para residências (LEED for Homes);
- LEED para desenvolvimento do bairro (LEED ND).

O sistema de avaliação consiste em pré-requisitos e créditos. Os pré-requisitos são elementos obrigatórios que devem constar em qualquer projeto certificado pelo LEED, já os créditos são elementos opcionais e consistem em estratégias adotadas pelos gestores para obter pontos na certificação.

Para se garantir a certificação, é necessário cumprir todos os pré-requisitos e obter uma quantidade mínima de créditos, apesar da leve variação, e, dependendo do tipo de edifício e sistema de avaliação utilizado, o LEED é organizado com os seguintes conceitos.

### 3.6.1 **Terrenos Sustentáveis**

Escolher o terreno de um edifício e gerenciar esse terreno durante a construção é uma consideração importante para a sustentabilidade de um projeto.

Os créditos LEED que tratam de terrenos sustentáveis "*sustainable sites*" desestimulam o desenvolvimento de terras anteriormente não desenvolvidas e danos a ecossistemas e hidrovias; eles incentivam o paisagismo de acordo com a região, opções de transporte inteligentes e controle de escoamento de águas pluviais e erosão reduzida, poluição luminosa, efeito ilha de calor e poluição relacionada com a construção. O LEED também enfatiza questões relacionadas à localização e transporte, recompensando o desenvolvimento que preserva lugares sensíveis do ponto de vista ambiental e aproveita infraestruturas existentes, recursos comunitários e trânsito. A certificação incentiva o acesso a espaço aberto para caminhada, atividade física e tempo gasto ao ar livre.

Ao selecionar o terreno, o gestor deve atentar-se aos seguintes atributos:

- Qual o clima local do projeto?
- O terreno foi desenvolvido previamente?
- Ele está conectado à infraestrutura e transporte público local?
- Que espécies da área podem usar o terreno como habitat e serem afetadas?
- Qual a natureza da vida nas ruas da área e como o projeto pode contribuir com a comunidade?
- Onde as pessoas da área vivem e trabalham e como se locomovem?

A certificação LEED trata do terreno e sua futura manutenção pelos seguintes assuntos.

#### 3.6.1.1 Local e Vínculo

Os melhores locais, por sua vez, são aqueles que promovem o crescimento inteligente, uma abordagem que protege o espaço aberto e terras férteis, enfatizando o desenvolvimento, incentivando o melhor aproveitamento do espaço dentro das comunidades existentes. As estratégias abaixo facilitam a abordagem de locais e vínculos:

- construir em terras previamente desenvolvidas;

- evitar provocar o alastramento do tecido urbano e uso desnecessário dos materiais, consolidando o desenvolvimento por ruas, linhas elétricas e de abastecimentos existentes;
- dar preferência a locais que não incluem elementos de terreno e tipos de terreno sensíveis, preservando, assim, o habitat;
- maximizar o coeficiente de aproveitamento do terreno;
- prestar os serviços mais necessários dentro das comunidades e apoiar o equilíbrio de empregos e moradia;
- permitir, aos ocupantes, atividades externas como caminhar, andar de bicicleta e usar o transporte público.

Segundo Stefanuto e Henkes (2013), para obtenção da Certificação LEED em um supermercado localizado em São Paulo, o empreendimento foi direcionado para um local apropriado e de fácil acesso dos consumidores, priorizando a conectividade com a comunidade e a minimização dos impactos da operação sobre a região, evitando o desmatamento.

#### 3.6.1.2 Padrão e Projeto do Bairro

A disposição e planejamento da comunidade influenciam o comportamento dos ocupantes e dos residentes ao definir um padrão para o que esses locais valorizam. As estratégias de padrão e projeto do bairro são aquelas que ajudam a fazer com que um projeto seja fácil de navegar, acessível e atraente para os pedestres.

Algumas estratégias para padrão e projeto do bairro:

- focar a fachada do edifício, a fachada do nível do solo, coeficiente altura com relação à largura da rua e passeios para pedestres. Limitar a velocidade da rua. Incluir árvores na rua, sombra, bancos e outras cortesias para pedestres;
- aumentar o número de unidades de espaço residencial e a área de espaço comercial por área;

- limitar becos sem saída, proibir condomínios fechados e usar um padrão de rede de ruas;
- limitar o estacionamento, ligar os edifícios ao transporte público e ciclovias e fornecer centros de trânsito;
- incluir jardins comunitários, feiras, fazendas urbanas e programas agrícolas, apoiados pela comunidade. Garantir que todos os residentes tenham acesso fácil às mercearias e outras escolhas de alimento além do “fast food”;
- fornecer tipos de moradia para uma vasta gama de rendas e capacidades. Incorporar, em vez de segregar, moradias acessíveis e seniores.

Observando-se o estudo de Szilagyi (2012) sobre a Certificação LEED ND, percebe-se que foram destacadas ações como criação de parques e praças, incentivo a meio de transportes alternativos, conservação de mata nativa, e que foram conquistados também pontos em inovação pelo desenvolvimento de áreas comerciais e institucionais sustentáveis.

#### 3.6.1.3 Transporte

Globalmente, o transporte é responsável por 13,5% do total de emissões de dióxido de carbono (BAUMERT; HERZOG; PERSHING, 2005). Apesar dos investimentos substanciais em tecnologia e energia alternativa, um planejamento ruim ainda pode causar um aumento líquido nas emissões de gases do efeito estufa conforme os trabalhadores, que viajam diariamente até o trabalho, ponderam opções para como eles viajam de e para o trabalho, escola, casa e serviço.

Estratégias para tratar do transporte:

- selecionar um terreno do projeto em uma área atendida por uma rede de transporte existente;
- instalar racks de bicicleta seguros e chuveiros para aqueles que se deslocam diariamente até o trabalho dessa forma;

- desenvolver um programa de incentivo de deslocamento alternativo para ocupantes do edifício;
- designar vagas de preferência para veículos de carona solidária na área de estacionamento.

Stefanuto e Henkes (2013) destacam, em seu estudo, que a edificação em questão destinou vagas especiais para os ecológicos, com bicicletário, vagas específicas para veículos de baixa emissão de gases, ou seja, para os carros que utilizam álcool e gás, além das vagas preferenciais determinadas por lei, contando ainda com fácil acesso ao transporte público conforme indica a Figura 4.

**Figura 4**: Bicicletário e vagas especiais para carros flex
**Fonte**: Stefanuto e Henkes (2013 – adaptado).

### 3.6.1.4 Projeto e Gestão do Terreno

Os projetos devem definir metas mais amplas para o projeto sustentável e gestão de um terreno, como a diminuição dos impactos ambientais do paisagismo, minimização dos custos de manutenção e contribuição com a possível restauração e regeneração de uma área.

Estratégias para se desenvolver um projeto de terreno sustentável:

- minimizar a superfície impermeável;
- usar o paisagismo nativo;

- proteger e restaurar o habitat, desenvolvendo um projeto de gestão da conservação para garantia do bem-estar natural;
- trabalhar com ecologistas e organizações sem fins lucrativos para executar programas de conservação que protejam as espécies e o habitat.

O plantio de vegetação nativa, acostumada com as variáveis climáticas locais e alternância de chuvas, dispensando a necessidade de irrigação, gerou uma economia mensal de 100 mil L de água para a edificação estudada por Stefanuto e Henkes (2013).

#### 3.6.1.5 Gestão de Água Pluvial

Devido à grande área construída nos centros urbanos, torna-se necessária a gestão de águas pluviais, a fim de evitar inundações, erosão do solo e, em alguns lugares, a sedimentação de hidrovias locais. O LEED reconhece e incentiva o planejamento, o projeto e as práticas operacionais que controlam a água pluvial e protegem a qualidade da água de superfície e subterrânea.

Estratégias para gestão de águas pluviais:

- aumentar a área de superfícies permeáveis, como telhados com vegetação, pavimentação porosa e pavimentadores de rede;
- instalar tanques secos, jardins de chuva, biovaletas e recursos similares de paisagem, projetados para manter a água e retardar a taxa de escoamento superficial;
- usar recursos que atendam a diversas funções, como vasos que coletam água pluvial, ruas que incluem biovaletas para capturar e manter água pluvial e cobertura morta que cria o solo e mantém a umidade.

Coletar água da chuva, pois, em muitas jurisdições, a água coletada pode ser usada nos sistemas de construção, como a água de processo, vasos sanitários ou irrigação.

Com intuito de conquistar os créditos relacionados à gestão de água pluvial, a edificação analisada por Stefanuto e Henkes (2013) utilizou, para o estacionamento, pavimentação feita com revestimento permeável, blocos vazados para

preenchimento com grama, viabilizando a permeabilidade do solo e abastecimento dos lençóis freáticos, permitindo que a água da chuva retornasse ao solo conforme a Figura 5.

**Figura 5**: Vagas do estacionamento confeccionadas em blocos vazados
**Fonte**: Stefanuto e Henkes (2013).

3.6.1.6 Efeito Ilha de Calor

Normalmente, as cidades são mais quentes do que as áreas rurais. Devido às superfícies planas e escuras das rodovias, estacionamentos e telhados de piche absorvem grande quantidade de calor durante o dia e são lentos ao irradiá-lo à noite, resultando no fenômeno conhecido como ilha de calor, aumento exacerbado da temperatura em áreas desenvolvidas em comparação a áreas não desenvolvidas.

A maior absorção do calor em áreas urbanas tem diversas consequências como: o aumento nos custos da energia é drástico porque a demanda mais alta por ar-condicionado ocorre durante as horas de pico de consumo de energia; as populações de espécies da vida animal que não se adaptam a temperaturas elevadas (e seus efeitos sobre o meio ambiente, incluindo mudanças na disponibilidade de recursos) diminuem.

Oke (1978) pontua as principais causas da formação da “ilha de calor” nas cidades:

- o aumento da entrada de radiação de ondas longas, devido à absorção da mesma que sai e é reemitida pelos poluentes da atmosfera urbana;
- menores perdas de radiação de ondas longas nas ruas e "*canyons*" urbanos, devido à redução do "*sky view factor*" pelos prédios e edifícios;
- maior absorção da radiação de ondas curtas pela superfície urbana, devido ao efeito das construções no albedo;
- grande estocagem de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão de radiação durante a noite;
- adição de calor antropogênico na área urbana, devido à utilização de aquecedores e refrigeradores, transportes e operações industriais;
- menor evaporação, devido à retirada da vegetação e à diminuição de superfícies líquidas, o que diminui o fluxo de calor latente ou evapotranspiração e aumenta o fluxo de calor sensível.

A Figura 6 exemplifica o efeito ilha de calor, enfatizando a elevada temperatura encontrada nas áreas urbanas, quando comparada a áreas suburbanas e áreas rurais.

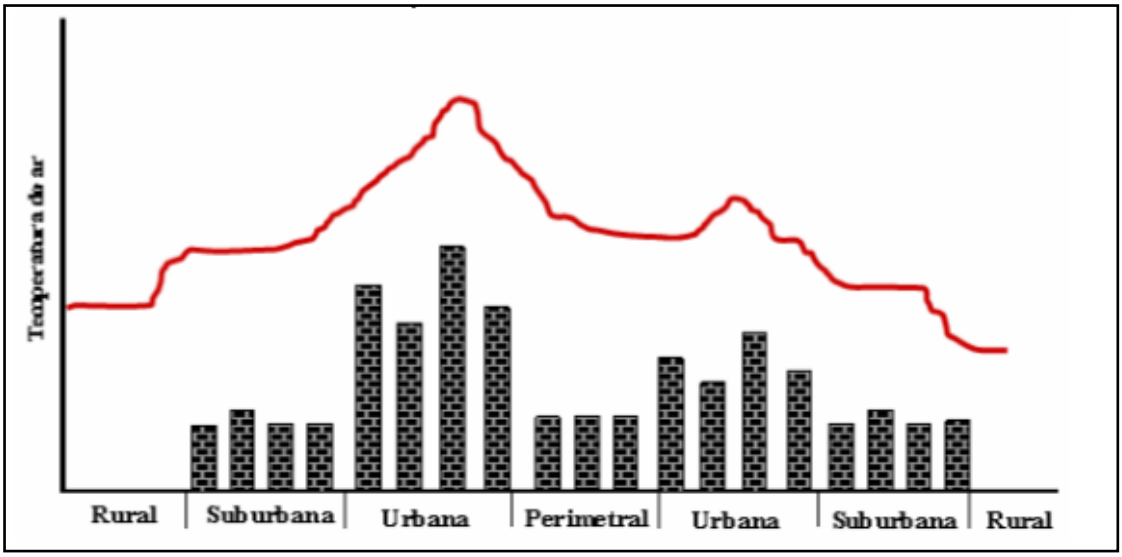


**Figura 6**: Diagrama do efeito ilha de calor
**Fonte**: Maitelli (1994 – adaptado).

Estratégias para se reduzir o efeito ilha de calor:

- instalar superfícies de telhado refletivas;

- usar árvores de rua, arbustos e paisagem para reduzir os efeitos ilha de calor por meio da evapotranspiração, bem como sombras;
- reduzir a área das superfícies pavimentadas expostas à luz solar;
- usar telhado verde.

### 3.6.2 **Eficiência Hídrica**

Edifícios são os principais usuários do nosso abastecimento de água potável. A meta de créditos que aborda a eficiência hídrica é incentivar o uso mais inteligente da água, dentro e fora da edificação. A redução da água é atingida normalmente com utensílios, dispositivos e conexões mais eficientes do lado de dentro e um paisagismo inteligente do ponto de vista hídrico do lado externo.

Perguntas de orientação que a equipe deve considerar durante esse processo podem incluir o seguinte:

- Qual a quantidade de chuva que cai no terreno por ano?
- Qual a quantidade de água que será utilizada no terreno e como o valor pode ser reduzido?
- Quais são as fontes de água cinza, como a proveniente de pias e chuveiros, que podem facilmente ser coletadas e reutilizadas para fins não potáveis, como a irrigação?

Estratégias para eficiência, combinadas com sistemas de monitoramento de consumo de água identificam problemas, conforme eles surgem, podendo melhorar drasticamente a conservação de água em comparação a um edifício convencional. O LEED recompensa os projetos que reduzem a demanda e reaproveitam a água para uso interno e externo (Figura 7).

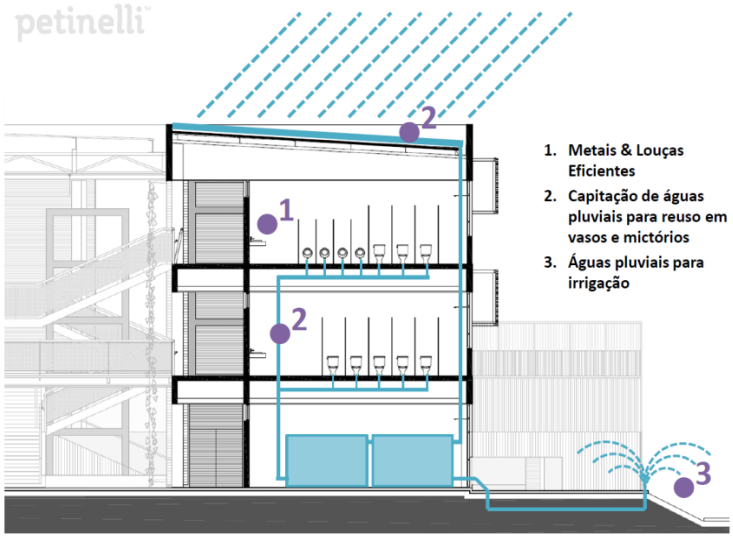


**Figura 7**: Estratégias combinadas para economia
**Fonte**: Empresa Petinelli.

3.6.2.1 Uso de Água Interno

O uso interno abrange a água para mictórios, vasos sanitários, chuveiros, pias da cozinha ou da sala de descanso e outras aplicações comuns de edifícios ocupados. Compreender como a água está sendo usada permite que as equipes identifiquem onde devem focar esforços de conservação.

Estratégias para redução do uso de água interno:

- instalar novos dispositivos de baixa vazão, incluindo pias de banheiro, cozinha e chuveiros de baixa vazão, vasos sanitários de descarga dupla, mictórios secos e vasos sanitários secos;
- se permitido pela jurisdição, usar água captada da chuva, água cinza ou água recuperada, fornecida pelo município para dispositivos de descarga;
- medir os sistemas de água internos e monitorar os dados para supervisionar as tendências de consumo, determinar o desempenho do dispositivo e vazamentos precisos.

Piccoli (2010) destacou em seu estudo que, para pontuar nessa categoria, não houve dificuldades. De fato, não foram previstos pelo projeto recolhimento da água da chuva, entretanto o tratamento de todo o esgoto se deu por meio de uma

estação de tratamento de esgoto (ETE), onde 100% do esgoto produzido na edificação foi tratado, e a água, reutilizada em vasos sanitários, garantindo-se, assim, a pontuação na categoria.

Uma economia de mais de 40% no consumo de água potável com utilização de equipamentos econômicos – válvulas "*dualflex*", sensores de presença nas torneiras e descargas de mictórios, equipamentos de baixa vazão – foi destacada por Sousa (2012), no empreendimento estudado em Belo Horizonte-MG.

#### 3.6.2.2 Uso de Água Externo

Irrigações do paisagismo e limpezas em geral demandam uma grande quantidade de água, proporcionando uma enorme oportunidade para redução no consumo final.

Estratégias para se reduzir o uso da água externa:

- fazer a paisagem com plantas nativas e adaptadas que exigem menos água. Essas plantações têm o benefício adicional de fornecer um habitat para a vida animal nativa;
- selecionar tecnologias de irrigação eficientes;
- tornar a água captada da chuva, água cinza ou água recuperada pelo município apropriadas para a irrigação e limpeza;
- medir o sistema de irrigação para monitorar o consumo de água e identificar vazamentos.

A técnica de paisagismo, que utiliza plantas de baixa manutenção, baixo consumo de água, análise e melhoramento do solo, irrigação eficiente para reduzir em até 75% o consumo de água potável em uso externo, é definida como "*xeriscaping"* (KELLY, 2005). Técnicas de paisagismo sustentável são destacadas por Sousa (2012) em seu estudo de caso, realizado em um edifício em Belo Horizonte-MG.

### 3.6.3 **Energia e Atmosfera**

LEED incentiva uma ampla variedade de estratégias para abordar o consumo de energia, incluindo o comissionamento; monitoramento do uso da energia; projeto e construção eficientes; utensílios, sistemas e iluminação eficientes; e uso de fontes de energia limpa e renovável, gerada no local ou externamente.

Seguir um processo integrado ajuda a identificar estratégias de sinergia para as seguintes áreas:

- demanda de energia;
- eficiência energética;
- energia renovável;
- desempenho contínuo.

#### 3.6.3.1 Demanda de Energia

A economia de energia começa com a conservação – reduzindo-se a demanda de energia. Os edifícios certificados pelo LEED podem reduzir a demanda, capturando energia incidente natural, como luz solar e ventos. As estratégias de redução da demanda fornecem uma base para esforços adicionais de eficiência energética e o uso eficaz de energias renováveis.

Estratégias para se reduzir a demanda de energia no projeto e planejamento:

- estabelecer metas e indicadores de desempenho no início de um projeto e periodicamente para verificar sua realização;
- orientar a instalação a tirar proveito da ventilação natural, da energia solar e da iluminação natural;
- usar sistemas de monitoramento e "*feedback*" de energia para incentivar os ocupantes a reduzir a demanda de energia.

De acordo com Sousa (2012), a utilização de iluminação natural, combinada com uso de brises e persianas internas automatizadas, que evitam o aquecimento

excessivo do ambiente pela luz solar, foram fatores importantes para reduzir a demanda de energia no empreendimento analisado em Belo Horizonte-MG.

#### 3.6.3.2 Eficiência Energética

Após a aplicação das estratégias de redução de demanda, a equipe deve promover outras para aumentar a eficiência energética, usando menos energia para realizar os mesmos tipos de atividades.

Estratégias para se conseguir a eficiência energética:

- usar a quantidade de isolamento apropriada para a região nas paredes e no telhado e instalar vidros de alto desempenho para minimizar o ganho ou perda de calor indesejado. Garantir que o edifício seja corretamente climatizado;
- instalar sistemas e utensílios mecânicos de alto desempenho como iluminação LED;
- usar a simulação de energia: a modelagem de computador pode identificar e dar prioridade a oportunidades de eficiência energética;
- garantir que os sistemas de construção estejam funcionando conforme projetados e dar suporte aos requisitos do projeto do proprietário por meio dos sistemas de controle, um sistema de automação predial e comissionamento e retrocomissionamento.

O principal elemento da edificação para eficiência energética é a fachada de vidros expostos à luz solar, e a maior dificuldade encontrada nessa categoria foi a análise dos vidros para comprovação da simulação energética da edificação. Foram realizadas simulações energéticas para a escolha do material que estivesse de acordo com três fatores fundamentais: as características técnicas dos vidros, a qualidade da caixilharia e o grau de proteção oferecido pelo sistema de sombreamento exterior. Esse conjunto de fatores deve reduzir as perdas térmicas do interior para o exterior, para que sejam criadas condições de conforto no interior, e deve controlar os ganhos de calor do exterior para o interior (PICCOLI, 2010).

Segundo Valente (2009), o uso de controle e sensoriamento de iluminação, de reatores e lâmpadas de alta tecnologia, foram ferramentas importantes para obtenção de créditos em eficiência energética no empreendimento comercial certificado LEED OURO no Rio de Janeiro.

#### 3.6.3.3 Energia Renovável

Com a demanda reduzida e uma maior eficiência elétrica, abrem-se portas para investimentos em energia renovável. Energia verde é costumeiramente entendida como a que inclui energia solar, eólica, de ondas, biomassa e geotérmica, além de determinadas formas de energias hidrelétricas. O uso dessas fontes de energia evita os incontáveis impactos ambientais, associados com a produção e o consumo de combustíveis não renováveis, como o carvão, energia nuclear, petróleo e gás natural.

Estratégias para se atender à demanda de energia com energia renovável:

- instalar células fotovoltaicas, aquecedores solares para água quente ou turbinas eólicas, montadas no edifício;
- comprar energia verde ou certificados de energia renovável para reduzir o impacto ambiental da eletricidade adquirida e promover a geração de energia renovável.

A utilização de sistema de captação de energia solar para aquecimento de água bem como de sistema de geradores fotovoltaicos, localizados na cobertura, foram necessários para pontuar nos créditos de energias renováveis aplicados no edifício em Belo Horizonte-MG (SOUSA, 2012).

#### 3.6.3.4 Desempenho de Energia Contínuo

É fundamental que o projeto opere como foi projetado e que ele sustente ou melhore seu desempenho energético durante sua vida útil. O monitoramento e a

verificação fornecem a base para monitorar o desempenho energético, com os objetivos de identificar e resolver quaisquer problemas que possam surgir. O "*ENERGY STAR Portfolio Manager*", da EPA, é um dos sistemas de referência mais usados. Os usuários inserem dados de consumo de eletricidade e gás natural, com outras informações de apoio, em uma ferramenta baseada na web. O sistema avalia então o desempenho do edifício com relação a outros de características similares. Essa é uma ferramenta excepcionalmente útil e gratuita para calibrar o desempenho relativo dos edifícios.

Chama-se de comissionamento a investigação feita por profissionais qualificados que comparam o desempenho do edifício com suas metas estabelecidas pelo projeto e proprietário. Retrocomissionamento é o mesmo processo aplicado a edifícios existentes; ele tem o intuito de manter o edifício no caminho certo para atender ou superar as metas operacionais originais. Os custos de comissionamento geralmente são pagos com o desempenho energético recuperado.

Estratégias para se incorporar a medição do desempenho contínuo em um projeto:

- preparar requisitos detalhados do projeto do proprietário, no início do processo de projeto, e realizar o comissionamento durante o ciclo de vida do projeto para garantir que as funções do edifício sejam conforme projetadas;
- fornecer treinamento para os funcionários, e o conhecimento e o treinamento proporcionam, aos gerentes das instalações, o poder de manter e melhorar o desempenho dos edifícios;
- desenvolver um programa de manutenção preventiva robusto para manter o edifício em condições ideais;
- envolver os ocupantes do edifício em estratégias de eficiência energética.

### 3.6.4 **Materiais e Recursos**

Durante a construção e as operações, os edifícios geram grandes quantidades de resíduos e usam grandes volumes de materiais e recursos. Esses

créditos incentivam a seleção de produtos e materiais cultivados, colhidos, produzidos e transportados de forma sustentável. Idealmente, os materiais e recursos usados para edifícios verdes não só causam menos dano, mas vão além e regeneram os ambientes naturais e sociais de onde se originam. Eles promovem a redução dos resíduos, assim como a reutilização e reciclagem, e levam em consideração a redução dos resíduos na fonte de um produto.

O LEED aborda as seguintes questões relacionadas a materiais e recursos:

- conservação de materiais;
- materiais ecologicamente responsáveis;
- gestão e redução de resíduos.

Tozzi (2006) alerta que, segundo a Agenda 21, adaptada para edificações brasileiras, questões como seleção de materiais ambientalmente saudáveis, redução de desperdício e gestão de resíduos, Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC) e aumento no uso de reciclados como materiais de construção são ações tidas como essenciais para obtenção da construção sustentável em termos ambientais.

#### 3.6.4.1 Conservação de Materiais

Um edifício gera uma grande quantidade de resíduos durante todo o seu ciclo de vida. Para que aconteça uma redução desses resíduos, é necessário utilizar os materiais durante a fase de planejamento e projeto, com inteligência e economia, evitando-se, assim, o desperdício.

Estratégias para a conservação de materiais durante todo o ciclo de vida de um projeto:

- reutilizar edifícios existentes e materiais recuperados;
- usar estratégias para eficiência de espaço, reduzir espaços não utilizados como corredores e fornecer espaços flexíveis;
- promover a redução do número de fornecedores nas operações.

De acordo com Berríos (2009), um quinto dos materiais da construção é desperdiçado indiscriminadamente no Brasil, ou seja, com os restos da construção de um edifício de quatro andares daria para construir um quinto piso, o que reflete a magnitude do problema.

Vázques (2001) destaca a importância da utilização dos resíduos como materiais secundários, reincorporados aos mesmos processos produtivos da construção civil, destacando que os resíduos, quando selecionados, graduados e limpos adequadamente, tornam-se agregados secundários, passivos de utilização em diversas etapas do processo construtivo como indica a Figura 8.

**Figura 8**: Agregados reciclados de construção civil
**Fonte**: Farias (2009).

### 3.6.4.2 Materiais Ecologicamente Responsáveis

Existem muitos atributos que podem caracterizar um produto como “verde”, e esses podem ocorrer em qualquer fase de seu ciclo de vida. Geralmente, produtos classificados como ecologicamente responsáveis possuem as seguintes características:

- coletados localmente ou extraídos e fabricados, evitando poluição com transporte desnecessário;
- cultivados e coletados de forma sustentável ou orgânica;
- feitos de materiais rapidamente renováveis, aqueles que podem ser naturalmente reabastecidos em um curto período de tempo (para o LEED, dentro de 10 anos);
- contêm conteúdo reciclado;
- feitos de material biodegradável ou compostável;
- livres de toxinas;
- duradouros, duráveis e reutilizáveis;
- feitos em fábricas que apoiam a saúde humana e os direitos dos trabalhadores.

De acordo com Brandalise *et al.* (2009), é considerado ecologicamente correto aquele produto que impacta minimamente o meio ambiente, nas principais etapas do ciclo de vida: aquisição e processamento de matérias primas, utilização, pós-utilização e descarte, considerando a extração de matéria prima, transporte, consumo de energia, vida útil, biodegradabilidade e reciclabilidade.

Como o tema sustentabilidade está em evidência no mercado, aumenta-se a pratica do *"greenwashing", ou seja,* a apresentação de informações enganosas ao consumidor para retratar um produto ou política como sendo mais ecologicamente corretos do que realmente são, o que torna ornando mais elaborada a decisão de compra de materiais realmente sustentáveis.

Estratégias para se promover a compra sustentável durante o projeto e as operações:

- identificar fontes locais de produtos ecologicamente responsáveis;
- desenvolver uma política de materiais sustentáveis, descrevendo-se metas, limites e procedimentos para aquisição de bens duráveis e materiais de consumo contínuo;
- dar preferência a materiais rapidamente renováveis, materiais regionais, materiais recuperados e aqueles com conteúdo reciclado;
- escolher produtos e materiais de limpeza sustentáveis que atendam aos padrões da legislação em vigor.

### 3.6.4.3 Gestão e Redução de Resíduos

A construção de edifícios gera grandes quantidades de resíduos sólidos, e os resíduos são gerados durante o ciclo de vida do edifício conforme novos produtos chegam e materiais usados são descartados. Esses resíduos podem ser destinados a aterros sanitários, incinerados, reciclados ou transformados em adubo. Valle (2006) ressalta que foi apenas recentemente que o homem percebeu que a verdadeira solução é não gerar resíduos, e sim desenvolver técnicas que eliminem os desperdícios.

Nesse mesmo contexto, Ogata (1999, p. 84) afirma que “na verdade, além da grande quantidade de detritos gerados, incomoda, no mundo atual, o fato de que boa parte deles não é passível de fácil reintegração à natureza”.

Dessa forma, vemos que a geração de resíduos necessita de várias ações conjuntas para que se possa alcançar uma efetiva redução em sua geração.

O objetivo dos créditos do LEED nessa categoria é reduzir os resíduos transportados e descartados em aterros sanitários ou instalações de incineração. Tais materiais devem ser reciclados ou reutilizados quando possível.

Estratégias para se reduzir resíduos durante a construção, operação e manutenção:

- desenvolver uma política de gestão de resíduos sólidos;
- garantir que o empreiteiro geral forneça relatórios sobre o transportador de resíduos e capture o escopo total dos resíduos produzidos;
- garantir que o empreiteiro geral forneça relatórios sobre o transportador de resíduos e capture o escopo total dos resíduos produzidos;
- fornecer, aos ocupantes, coletores de fácil acesso para recicláveis. Etiquetar todos os coletores e listar os materiais permitidos. Por meio da sinalização ou de reuniões, ensinar aos ocupantes a importância da reciclagem e da diminuição de resíduos;
- instituir um programa de compostagem no local para transformar entulhos de paisagismo em cobertura morta;
- proporcionar a reciclagem de bens duráveis, instituindo uma campanha anual de bens duráveis na qual resíduos eletrônicos e móveis são

coletados no local e descartados adequadamente por meio de doação, reutilização ou reciclagem.

### 3.6.5 **Qualidade do Ambiente Interno**

Os créditos LEED para qualidade do ambiente interno promovem estratégias que podem melhorar a qualidade do ar interior, iluminação natural, condições térmicas e ergonomia. Essas estratégias visam melhorar a saúde dos ocupantes dos edifícios, aprimorando sua qualidade de vida, reduzindo estresse e ferimentos em potencial.

O LEED aborda as seguintes questões relativas à qualidade do ambiente interno:

- qualidade do ar interior;
- bem-estar, conforto e controle dos ocupantes.

#### 3.6.5.1 Qualidade do Ar Interior

O estudo da qualidade do ar interno é importante, pois garante a saúde dos ocupantes de diferentes edifícios, bem como ótimo desempenho em suas atividades (GIODA, 2003). Segundo o autor, a preocupação com a Qualidade do Ar Interno (QAI) surgiu principalmente com a tendência em se construir edifícios selados por motivos estéticos, controle de ruído e mesmo climatização, o que acabou provocando um aumento nos casos de problemas relacionados à qualidade do ar de tais ambientes.

O ar interior dos edifícios, onde milhões de pessoas passam a maior parte dos seus dias, pode ser mais poluído que o do exterior. Existem muitas fontes comuns que prejudicam a qualidade do ar interno e que poderiam ser facilmente combatidas:

- pessoas que fumam cigarro dentro do edifício ou próximo às entradas do edifício ou entradas de ar;

- materiais de construção como tinta, revestimentos, adesivos, seladores e móveis que possam emitir compostos orgânicos voláteis (COVs), substâncias que evaporam em temperatura interior e podem causar problemas de saúde;
- processos de combustão em equipamentos HVAC, lareiras e fogões e veículos em garagens ou entradas próximas;
- mofo resultante da umidade nos materiais de construção;
- materiais de limpeza;
- poluentes provenientes de processos específicos usados em laboratórios, hospitais e fábricas;
- poluentes rastreados nos sapatos dos ocupantes;
- respiração dos ocupantes, que aumenta os níveis de dióxido de carbono e pode introduzir germes.

A forma mais prática para se erradicar esse mal é a identificação dos poluentes e eliminação dos mesmos em suas respectivas fontes. A seguir, algumas estratégias do LEED para aumentar a qualidade interna do ar:

- instituir uma política sem fumo no edifício e perto das entradas do edifício, janelas operáveis e entradas de ar;
- usar materiais verdes para construções novas e reformas. Selecionar móveis e seladores, adesivos e tintas de baixo COV;
- desenvolver e seguir um plano de gestão da qualidade do ar interior da construção, incluindo controle de poeira e um bom serviço de limpeza doméstica, proteção de materiais permeáveis da umidade e proteção e fechamento de dutos e sistemas mecânicos;
- certificar-se de que o sistema de ventilação, natural ou mecânica, pode proporcionar trocas suficientes de ar. Fazer os sistemas com tamanhos apropriados;
- usar grelhas que possam ser limpas e permanentemente instaladas ou tapetes para remover os poluentes levados pelos sapatos das pessoas.

Sousa (2012) destaca que o controle de $CO_2$, com aumento na taxa de renovação do ar e utilização de filtros de alta capacidade de desempenho,

especificação de adesivos, selantes, carpete, tintas e revestimentos com baixo índice de COV (compostos orgânicos voláteis), e a proibição do fumo nas áreas internas e externas foram fundamentais para obtenção de créditos em qualidade do ar interior.

#### 3.6.5.2 Bem-estar, Conforto e Controle dos Ocupantes

A capacidade de controlar o ambiente interno é um componente essencial do conforto e satisfação dos ocupantes. O termo conforto engloba tanto temperatura quanto umidade, iluminação, acústica e ergonomia.

De acordo com a Ashrae (1993), conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Quando o balanço de todas as trocas de calor com o ambiente for nula e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certo limite, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico.

A Comissão Europeia (CE, 1994) entende conforto visual como a existência de um conjunto de condições, em determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com menos esforço e menor risco a sua saúde.

Conforto acústico trata-se de uma sensação de bem-estar, tranquilidade emocional que é caracterizada pela ausência de sons indesejados ou pela realização de atividades acústicas que não incomodem a si nem aos outros, necessário em ambientes destinados ao repouso ou ao trabalho intelectual (FERREIRA NETO; BERTOLI, 2010).

Estratégias para se melhorar o conforto e o controle dos ocupantes:

- usar a iluminação natural;
- fornecer, aos ocupantes, o controle sobre a temperatura e a ventilação;
- fornecer, aos ocupantes, controles sobre a iluminação;
- incluir móveis ajustáveis para impedir lesões por esforço repetitivo;
- incluir um projeto acústico apropriado.

De acordo com Sousa (2012), para conquistar créditos de conforto e bem-estar dos usuários, o empreendimento analisado utilizou iluminação artificial complementar à natural e automatizada para atender às necessidades específicas do local e horário de trabalho e visão integrada com o exterior para os ocupantes, proporcionando amplitude de espaço.

### 3.6.6 **Inovação e Processos**

O LEED promove inovação e processos, além de operações que oferecem pontos bônus por melhorar o desempenho de um edifício muito além do que é exigido pelos créditos ou por incorporar as ideias de edifício verde que não são abordadas especificamente em outra parte do sistema de avaliação. Essa categoria de crédito também recompensa a inclusão de um LEED "*Accredited Professional*" na equipe de projeto. Além disso, as equipes podem obter crédito nessa categoria por um plano de educação que compartilhe informações de edifício verde com os ocupantes e o público.

Três práticas básicas podem levar os projetos a obter créditos por inovação para uma categoria não abordada especificamente pelo LEED, da seguinte forma:

1. o projeto deve demonstrar melhorias no desempenho quantitativo para benefício ambiental, estabelecendo uma referência básica do desempenho padrão e fazendo uma comparação com o projeto final que inclui estratégias inovadoras.
2. o processo ou especificação devem ser detalhados. Ou seja, uma equipe que esteja considerando se inscrever para um crédito por inovação deve demonstrar que o programa se aplica ao projeto inteiro que está sendo certificado pelo LEED, em vez de apenas abordar uma parte limitada do projeto.
3. o conceito deve ser replicável e aplicável a outro projeto. Ele deve ser significativamente melhor do que princípios e práticas padrão de projeto sustentável.

Exemplos de estratégias inovadoras incluem:

- desenvolver um programa de conscientização educacional abrangente que incentive o avanço do conhecimento da comunidade, ocupantes, residentes ou outros "*stakeholders*" a respeito das características do edifício verde e a melhor forma de obter e tirar proveito delas;
- criar, implementar e manter um programa para que os ocupantes ou outros "*stakeholders*" desviem uma quantidade significativa de resíduos gerados de fontes externas para locais de reciclagem apropriados.

Os sistemas de avaliação LEED geralmente têm 100 pontos básicos mais seis pontos de Inovação e quatro pontos de Prioridade Regional, um total de 110 pontos. O nível de certificação para projetos comerciais é determinado de acordo com a seguinte escala:

- *Certified*, 40 – 49 pontos;
- *Silver*, 50 – 59 pontos;
- *Gold*, 60 – 79 pontos;
- *Platinum*, 80 pontos ou mais.

A Tabela 4 mostra o "checklist" que contém os créditos e pré-requisitos para a Certificação LEED NC.[1]

[1] Vide Apêndice C.

# 4 **METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado mediante extensa pesquisa bibliográfica no campo da sustentabilidade e certificações ambientais no setor industrial e na construção civil. Foram analisadas as estratégias que devem ser abordadas em um projeto, bem como execução de uma construção, para que esta possa ser denominada como “green building”.

A coleta de dados teve início em dezembro de 2014, com uma visita técnica realizada na empresa COCA COLA FEMSA BRASIL, localizada na avenida Sabiá, nº 21.327, CEP: 87070-400 cidade de Maringá-PR, latitude: -23.4273 // longitude: -51.9375. A referida empresa possui Certificação LEED SILVER em seu estabelecimento. A recepção e acompanhamento da visita foram realizados pela responsável da comunicação externa e sustentabilidade de toda a empresa e pelo engenheiro responsável pelo processo de certificação.

A visita começou com um breve “tour” no entorno do empreendimento, onde se visualizaram todos os reais benefícios da Certificação LEED em uma construção real. Ao término da visita, foram respondidos os questionamentos da pesquisa que abrangiam dados específicos sobre investimentos, custos e economia os quais foram de suma importância para o enriquecimento deste trabalho. Posteriormente, foi enviado à empresa um questionário referente à sustentabilidade[2].

Foram quantificados os dados das construtoras de maior destaque do ramo da construção civil na cidade de MARINGÁ-PR, a partir de um questionário[3] com 20 questões elaboradas pelo autor, fundamentadas nos pontos de maior relevância da Certificação LEED.

O critério adotado para a escolha das construtoras foi o prêmio Serviço Social da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON), sendo analisados dados desde o primeiro prêmio, em 2010, até o ultimo, na data de dezembro de 2014. Todas as empresas foram contatadas, entretanto o questionário foi aplicado em quatro das 11 construtoras ganhadoras de um ou mais prêmios. Todos os questionamentos foram respondidos pelos engenheiros das respectivas empresas.

---

[2] Vide Apêndice A.
[3] Vide Apêndice B.

A análise das respostas obtidas a partir dos questionários foi embasada nos conhecimentos adquiridos no curso “COMO SE TORNAR UM LEED GA”, reconhecido pelo USGBC – *U.S. Green Building Council* –, que capacita seus participantes como profissional LEED GA, garantindo capacitação profissional perante a Certificação LEED e credenciando-o para trabalhar e prestar consultorias em construções que buscam essa certificação.

# 5 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## 5.1 COCA-COLA FEMSA BRASIL

Uma visita técnica foi realizada na fábrica da empresa Coca-Cola FEMSA BRASIL. Primeira fábrica a receber a Certificação LEED no Brasil, nesse caso o nível da certificação alcançada foi a "*SILVER*" que deve perfazer uma pontuação entre 50 e 59 pontos.

O projeto idealizado para ser um "*Green Building*" teve início em julho de 2010 (projetos) e finalizado em janeiro 2012 (entrega da obra), possuindo 46.000 m² de área construída e um investimento total de R$ 150.000.000,00; nesse projeto foi utilizada tecnologia de ponta atrelada com sustentabilidade.

Segundo a empresa, no quesito visão da empresa sobre certificações ambientais, a mesma apresentou que sustentabilidade é palavra-chave para a Coca-Cola, pois, dentre os três maiores desafios da companhia hoje, está a redução do impacto ambiental. A empresa se classifica como "verdes" porque há muitos anos tem implementado um sistema de gestão ambiental consistente e reconhecido pela certificação ISO 14.000. A empresa considera a certificação algo que lhe permite apurar a qualidade dos sistemas de gestão, bem como da infraestrutura que é disponibilizada para o gerenciamento ambiental nas unidades e, dessa forma, possibilita a ela assegurar o controle sobre os impactos ambientais associados à sua operação. Por meio da vista técnica foi observado que a empresa efetivamente toma medidas que apontam a sustentabilidade em todas as etapas do seu processo.

A empresa demonstrou por meio de ações (Figura 9) que a sustentabilidade é uma peça chave nos seus valores. Quando questionada sobre como havia conhecido a Certificação LEED, a empresa relatou que, quando concebida, a fábrica de Maringá já havia adotado algumas medidas sustentáveis que a tornaram referência dentro do Sistema Coca-Cola Brasil. A unidade foi pioneira do grupo no Brasil no uso do forno Ecoven e a primeira a utilizar tecnologia de redução da pressão de sopro e também a adotar o sistema de recuperação de calor do $CO_2$. A busca pela certificação LEED veio de encontro aos objetivos da companhia que,

desde o início, recebeu apoio de consultoria especializada para escolha da certificação almejada.

**Figura 9**: Exemplo de ação para comunicação interna da empresa
**Fonte**: Coca Cola FEMSA Brasil.

Quanto aos principais motivos que a levaram buscar uma certificação tão específica como a Certificação LEED, conforme a empresa, a construção da nova fábrica aconteceu entre 2010 a 2012, com o objetivo de expandir a produção de forma sustentável e ambientalmente correta. Desde o início do projeto, os esforços se concentraram em construir uma fábrica eco eficiente, ou seja, produzir mais com menos, utilizando os recursos naturais de forma racional e responsável.

Em relação ao processo de certificação, a empresa informou que tudo começou em 2010, quando foram definidas as diretrizes do projeto. Seria uma fábrica moderna, com tecnologia de ponta e tendo, como uma das principais premissas, ser um empreendimento ecologicamente correto. A partir daí, todas as definições técnicas focaram em soluções que promovessem interações benéficas entre o ser humano e o meio ambiente, tais como: fontes alternativas de energia, menor emissão de poluentes, utilização de materiais reciclados, instalação de equipamentos de menor consumo de energia, aproveitamento da iluminação natural, preservação de áreas verdes, boa qualidade do ar interno, entre outras. Posteriormente, na fase de execução, houve muitos acompanhamentos e controles aplicados ao canteiro de obra para assegurar o cumprimento das medidas que foram estrategicamente definidas para obtenção dos créditos LEED.

Conforme esclarecimento dado pela empresa, muitas foram as dificuldades encontradas no processo de obtenção da Certificação LEED. A empresa destacou dificuldades associadas ao projeto quanto à necessidade de alinhamento das definições e demandas relacionadas à construção verde entre todas as partes devido ao grande número de envolvidos no processo: projetista arquitetônico; projetistas complementares (hidráulica, elétrica, HCVA); construtora; empreiteiros diversos (civil, hidráulica, elétrica, HCVA e outros); agente comissionador; Consultoria LEED; Coca Cola FEMSA (6 pessoas).

Outros pontos observados foram: a ausência de um representante da construtora com experiência LEED no canteiro de obras; inexistência de mão de obra (empreiteiros) com experiência LEED (demanda treinamento / conscientização); falta de alinhamento entre complementares e a construtora; cultura e conscientização da mão de obra e terceiros diversos no canteiro; entrega de documentos de fornecedores e empreiteiros à construtora (fichas técnicas; memoriais descritivos, etc.); cumprimento dos planos construtores (rotina/disciplina no canteiro); atrasos e irregularidades na apresentação de relatórios e documentos pela construtora à consultoria; necessidade de alterações de projetos durante a execução da obra.

Os custos para a obtenção da certificação, segundo a empresa, foram de 6,1% adicionais e tiveram seu "*payback*" estimado em dez anos, partindo de todos os benefícios econômicos, sociais e ambientais que foram descobertos por meio da Certificação LEED. Entre os principais benefícios, a COCA COLA enfatizou a estimativa de economia anual de energia de 5.400.000 kWh, equivalente a R$1.1 milhões (Figura 10).

**Figura 10**: Banner de economia de energia elétrica
**Fonte**: Coca Cola FEMSA Brasil.

O edifício da portaria/vestiário está entre os mais eficientes do país (de todos os edifícios certificados LEED NC 2009 no Brasil, está entre os 4% melhores). É o edifício mais eficiente do Paraná (em termos de pontuação LEED). Outro beneficio foi a utilização de 80% de resíduos aproveitados na obra e 80% de toda madeira utilizada na obra era certificada FSC (Figura 11).

**Figura 11**: Materiais e recursos utilizados na construção
**Fonte**: Coca Cola FEMSA Brasil.

A certificação da fábrica de Maringá-PR foi conquistada graças aos seus altos índices de economia de água e energia, além da eficiência produtiva, que reduz o impacto no meio ambiente e no aumento na qualidade do ambiente interno de trabalho. Os números são, de fato, impressionantes e elevaram a edificação da Coca-Cola FEMSA Brasil para o patamar das mais eficientes entre todas que já conquistaram a certificação no país. Com a economia de energia elétrica que a fábrica gera, por exemplo, é possível fornecer eletricidade para cerca de 2.700 casas com quatro pessoas, por um ano, o equivalente a 5.400.000 kWh, representando uma redução total de 21%. Já a economia de água chega a 26,8 milhões de litros/ano (Figura 12).

**Figura 12**: Conscientização da eficiência no uso da água
**Fonte**: Coca Cola FEMSA Brasil.

Em relação aos impactos da Certificação LEED sobre a imagem da empresa, a mesma relata que a certificação só vem a agregar algo que a empresa já fazia há muitos anos e que estava em seu pilar de negócios: a sustentabilidade, que tem em sua estratégia a transformação positiva das comunidades em que se está inserido com foco em seus colaboradores, sua comunidade e o planeta.

## 5.2 ANÁLISE DAS CONSTRUTORAS

Na pesquisa realizada entre as construtoras de maior destaque da cidade de Maringá-PR, cidade localizada no Norte do Estado, na latitude: -23.4273, longitude: -

51.9375, 23° 25′ 38″ Sul, 51° 56′ 15″ Oeste, com área de 487,73 km² e população aproximada de 391.698 habitantes segundo o IBGE. Maringá é hoje o terceiro maior município do Paraná e o sétimo da região Sul do país. Conhecido como cidade verde pela sua área urbana densamente arborizada, o município está entre os melhores do país em qualidade de vida, fomentando, assim, a discussão sobre o tema sustentabilidade.

Os dados analisados a seguir foram obtidos por meio dos questionamentos feitos às construtoras, o critério para a escolha das mesmas foi o prêmio SINDUSCON-NOR, abordando as seguintes categorias: Obras de Terceiros, Obras Públicas, Incorporações. O sindicato representa as empresas do setor da construção civil em 109 municípios da região Noroeste do Estado do Paraná.

Desde a primeira edição do prêmio em 2010 até a última edição na data do presente trabalho em 2014, 11 construtoras foram contempladas com o prêmio, todas as construtoras foram contatadas, entretanto os questionamentos foram realizados com quatro construtoras que se dispuseram a participar deste trabalho.

Classificam-se as construtoras entrevistadas de modo a facilitar o entendimento deste trabalho:

- Construtora A: fundada em 1992, originária de Maringá-PR, possui atualmente 433 funcionários próprios.
- Construtora B: fundada em 1975, originária de Maringá-PR, possui atualmente 150 funcionários próprios.
- Construtora C: fundada em 1999, originária de Maringá-PR, possui atualmente 45 funcionários próprios.
- Construtora D: fundada em 1970, originária de Londrina-PR, possui atualmente 2.000 funcionários próprios.

Como é de conhecimento geral, o setor construtivo tem grande influência sobre os impactos ambientais mundiais. Por esse motivo, a sustentabilidade na construção civil é tão almejada, sempre apoiada em seus três pilares principais: ambiental, econômico e social. A respeito do tema, 100% das construtoras entrevistadas têm consciência de que a sustentabilidade é o futuro da construção civil e logo será uma tendência do mercado. Entretanto apenas a construtora A e D citaram ações das empresas em prol da sustentabilidade como: utilização de uma cartilha com os processos sustentáveis utilizados e desenvolvidos em obras;

monitoramento de indicadores referentes ao consumo de água, de energia e resíduos; utilização de máquina para triturar resto de concreto e alvenaria em obra, minimizar os impactos ambientais e consumir cada vez menos recursos.

De acordo com os trabalhos de Piva (2010) e Silva *et al.* (2008), o setor construtivo é responsável por grande parte dos impactos ambientais causados pelo homem, seja em nível mundial ou nacional. Quando abordado o quesito poluição na etapa construtiva, todas as construtoras participantes demonstraram preocupações básicas com a destinação correta dos resíduos sólidos da construção civil.

A construtora B tem consciência de que o sistema construtivo convencional gera muitos resíduos, então opta por sistemas menos impactantes como o "*DRY-WALL*". A construtora D, além dessa consciência, classificou todas as suas ações referentes à poluição na etapa construtiva:

> Todo entorno da obra recebe um estudo e cuidados especiais como benfeitorias para redução de impactos, canteiros reaproveitáveis, segregação de resíduos e reaproveitamento de resíduos, contribuindo para um canteiro mais saudável (CONSTRUTORA D).

A respeito da escolha do terreno a ser construído, a Certificação LEED é precisa em informações que qualificam um terreno como ideal para construção de um "*green building*". Critérios como o clima local do projeto; desenvolvimento prévio do terreno; se o mesmo está conectado à infraestrutura e transporte público local; quais as espécies da área que podem usar o terreno como habitat e se adaptar; como o projeto pode contribuir com a comunidade; onde as pessoas da área vivem e trabalham e como se locomovem.

Ainda não engajadas em 100% do conceito LEED, as construtoras mostraram-se apoiadas no pilar econômico da sustentabilidade, evidenciando que ainda apenas o fator financeiro e o de mercado são levados em conta no momento da escolha do terreno, deixando, dessa forma, os pilares ambientais e sociais em segundo plano.

Entre as respostas obtidas, a que mais se apoia nos conceitos da sustentabilidade é a resposta da construtora D, mostrando consciência em relação à economia de água e percepção da necessidade de eficiência no consumo desta. Para atender a esse objetivo, a empresa relata que está em processo de desenvolvimento para quantificação de consumo. Essas observações encontram-se

em conformidade com os conceitos abordados pela Certificação LEED, quando tratados os pré-requisitos e créditos de eficiência hídrica.

Todas as construtoras mostram dispor de recursos para economia de água em seus empreendimentos, destacando, entre eles, captação de água pluvial, registros com temporizador, medidores de água individuais, vasos com caixa acoplada, conscientização dos funcionários, monitoramento de consumo e aeradores em torneiras.

Mesmo demonstrando conhecer a importância da economia de água na construção civil, nenhuma das entrevistadas dispõe de dados que demonstrem a real economia que suas ações promovem a suas edificações.

Quanto ao tema energia elétrica, apesar de não fazerem uso de fontes renováveis de energia, as empresas se utilizam de mecanismos para diminuir o consumo de energia. Os principais mecanismos apresentados foram: iluminação natural, ventilação natural e cruzada, preocupação com a orientação do edifício quanto ao Sol, utilização de temporizador de luz e sensores de presença, lâmpadas led e equipamentos eficientes.

Do mesmo modo que não dispõem dos dados referentes à economia de água, as construtoras também desconhecem o real potencial de economia de energia elétrica de seus empreendimentos.

Completaram-se 25 anos da criação do Protocolo de Montreal em 1989, consolidado como um dos mais eficientes acordos multilaterais estabelecidos pelo sistema das Nações Unidas. Seu objetivo é a redução de poluentes danosos à camada de ozônio, entre eles, o CFC e HCFC, que costumam estar presentes em sistemas de resfriamento de ar (BRASIL, 2011). Nenhuma das construtoras soube informar sobre quais gases são utilizados em seus aparelhos de resfriamento.

De acordo com a lei federal 12.305 de 2010, todas as empresas geradoras de resíduos são obrigadas a possuir um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS). Adequadas à legislação, todas as empresas dispõem do PGRS, cada plano tem suas características particulares, entretanto as construtoras listaram algumas ações integrantes de seus planos, referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos. Dentre elas, destacam-se as seguintes: controle de entrada e saída de resíduos, descarte adequado com empresas credenciadas pela Prefeitura, separação e triagem dos resíduos, reciclagem dos resíduos na própria obra.

Seguindo os conceitos da Certificação LEED, os resíduos sólidos da construção civil devem ser desviados dos aterros sanitários, uma vez que estes possuem vida útil, que pode ser diminuída com a presença de resíduos da construção civil. Nenhuma das construtoras participantes possuía dados referentes à quantidade de resíduos desviados dos aterros sanitários.

Quando tratados conceitos de qualidade do ar para funcionários e futuros usuários, apenas as construtoras B e D mostraram ações no ambiente de trabalho e apenas a construtora D expôs ações (ventilação natural e mecânica) para os usuários, mostrando-se muito abaixo dos conceitos de qualidade do ar, descritos por Brown (1997).

Para Righetti e Pallone (2007), o termo inovação tecnológica é definido pela introdução no mercado de um produto ou de um processo produtivo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

As empresas que mais se destacaram em inovações foram as construtoras B e D. A primeira buscando novos métodos construtivos, e a segunda mostrando-se pioneira em tecnologias como o escoramento metálico, layout de canteiro, empreendimentos eficientes e sendo ainda a única construtora que já executou obras que foram certificadas LEED (fábrica da Coca Cola FEMSA Brasil, localizada em Maringá-PR).

Entre as entrevistadas, apenas as construtoras B, C e D mostraram-se preocupadas em valorizar produtos regionais, com intuito de fomentar a economia local, redução de impactos ambientais referentes ao deslocamento de produtos e minimização de frete.

Segundo Kibert (2002), o primeiro obstáculo encontrado é o maior custo de capital (custo inicial) de um projeto sustentável. Nesta pesquisa três construtoras relataram a barreira financeira (custo inicial) como maior dificuldade em formalizar um projeto sustentável. Além disso, a construtora D ressaltou ainda que barreiras técnicas também dificultam o processo, fato este que está de acordo com o observado por Matheus (2009).

Em relação à percepção dos clientes, relacionada ao diferencial proporcionado por um “*green building*”, as empresas relataram que a procura por esse tipo de edificação ainda é pequena, salvo casos de clientes específicos como foi o caso da fábrica da Coca Cola para a construtora D.

As construtoras A, B e C afirmaram estar dispostas a fazer um investimento inicial de até 15%, acrescidos do valor do empreendimento, para construir edificações sustentáveis e certificadas. Já a construtora D avalia como viável economicamente qualquer valor adicional, desde que haja demanda de mercado.

Embora todas as empresas já possuam empreendimentos baseados nas questões da sustentabilidade, pode-se perceber que essas questões compreendem três itens básicos: mecanismos de eficiência hídrica, energética e gestão de resíduos. Das quatro construtoras entrevistadas, apenas as construtoras B e D conheciam a Certificação LEED. Entretanto apenas a construtora D possuía empreendimentos que já foram Certificados LEED.

Realizados os questionamentos, percebeu-se que todas as construtoras se consideram sustentáveis, o que não pode ser considerado uma afirmação verdadeira, e as construtoras B e D demonstraram maior conhecimento ao tema, assim como maior quantidade de ações em prol da sustentabilidade.

A construtora A demonstrou pouco conhecimento e interesse pelo tema, já a construtora C justificou seu baixo número de ações sustentáveis pelo fato de concretizar obras de terceiros, executando exatamente o projeto pedido pelo cliente.

# 6 **CONCLUSÃO**

Ao longo deste trabalho, pôde-se perceber o quão abrangente é o tema sustentabilidade na construção civil. Entretanto nota-se ainda que o pilar econômico da sustentabilidade infelizmente é o de maior relevância para os construtores, empresas, empreendedores e clientes.

Apesar de o Brasil ocupar o terceiro lugar entre os países que mais possuem construções sustentáveis e certificadas LEED, fica claro que os conceitos de "*green buildings*" são preponderantes nas grandes capitais do país, conceitos esses que muitas vezes chegam por meio de empresas estrangeiras e são impostos aos construtores e empreendedores brasileiros.

Aos poucos a construção sustentável vai criando raízes brasileiras e se adaptando à realidade do país; se por um lado a difícil mensuração dos benefícios ainda causa ceticismo, por outro, não há como refutar o reconhecimento e ganhos em mídia com fortalecimento da imagem da marca e até mesmo em competitividade atrelados à execução dessas edificações.

A percepção brasileira de que essas edificações têm um custo inicial maior é real, mas ainda está embasada em pouco conhecimento, apenas em sentimento, o que confirma que as barreiras técnicas e sociais são mais impactantes do que as barreiras financeiras.

Outro fator preponderante para o sucesso desses empreendimentos em todo o território nacional e não só nas capitais é a divulgação dos benefícios para os usuários finais, fazendo uso de marketing verde, embasado em dados técnicos e os mais relevantes em questões quantitativas.

Realizado o estudo na cidade de Maringá-PR, pôde-se que concluir que a empresa Coca Cola FEMSA BRASIL conhece e consegue mensurar os benefícios das construções sustentáveis e da Certificação LEED, mostrando-se preocupada com os três pilares da sustentabilidade.

Mesmo as construtoras de maior destaque e prestígio da cidade de Maringá-PR demonstraram possuir todo o conhecimento sobre os benefícios e importância da sustentabilidade na construção civil, destacando ações básicas realizadas em seus empreendimentos, e algumas vezes demonstraram não conhecer a real

importância dessas ações, como no caso da qualidade do ar em obras e empreendimentos.

De maneira geral, de todas as construtoras entrevistadas, a construtora D (que já possuía a Certificação LEED em sua obra) mostrou-se avançada em relação às demais. Entretanto, assim como as outras construtoras, ela precisa superar barreiras técnicas e sociais, destacando-se, por exemplo, quantificar o real potencial de economia de seus empreendimentos, quando tratados os temas consumo de água e energia.

# REFERENCIAS


AGENDA 21 para constructor sustentável em países em desenvolvimento. The International Council for Research and Innovation in Building and Constrution and United Nations Enviornment Program. Africa do Sul, 2002.

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. New York: American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1993.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **Relatório final**. Ano base 2005. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: Brasil EPE, 2006.

BEDANTE, G. N.; SLONGO, L. A. o comportamento de consumo sustentável e suas relações com a consciência ambiental e a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados. In: ENCONTRO DE MARKETING-EMA, 2004. **Anais...** Atibaia ANPAD, 2004.

BERRÍOS, M. R. Impactos Ambientales del pré e post consumismo. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009. **Anales...** Montevideo, 2009.

BOSCHI, A. **Casas de vidro**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2005.

BRANDALISE, Loreni T.; BERTOLINI, Geysler R. F.; ROJO, Cláudio A.; LEZANA, Álvaro G. R. A percepção e o comportamento ambiental dos universitários em relação ao grau de educação ambiental. **Revista Gestão & Produção**, São Paulo, v.16, n. 2. p. 286-300, abr./jun. 2009.

BRASIL. Brasília, DF: 2013. Disponível em: <http//www.bnds.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2015.

BROWN, S. K. **Indoor Air quality**. Australia: State of the enviromnomental Technical Paper Series (Atmosphere), Department of the Environmoment, Sport and Territories, Canberra, 1977.

BRUDTLAND. **Relatório Internacional de Brudtland**, 1987.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS DE BRUXELAS – CE. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê Econômico e Social das Regiões para uma estratégia temática sobre o ambiente. Bruxelas, 2004.

CEOTTO, L. H. Construção Civil e o Meio Ambiente: 3ª parte. **Notícias da Construção**, São Paulo, n. 53, jan./fev. 2007. Seção Qualidade e Produtividade. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/edicao_53/qualidade_e_produtividade_53.htm>Acesso em: 22 nov. 2014.

CHARTER, M. Green Marketing. In: BAKER, M. (Ed.). **The Marketing Book**. Gran Britania: Ed. Butter Wealth, 2003. p. 727.

COMISSÃO EUROPEIA. European Commission Directorate – general for Energy; daylighting in buildings. **Energy Research Group, School of Architecture**, Dublin, Ireland: University College Dublin Richview Clonskeagh, 1994.

D'HUMIÈRES, P. **Le développement durable va-t-il tuer le capitalisme?** Paris: Maxima, 2010.

DINATO, M. **O meio ambiente e o setor petroquímico do Rio Grande do Sul**: um estudo exploratório. 1998. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre, 1998.

DINATO, M.; MADRUGA, K. Technological innovation and performance of the ecological products in the Brazilian market: a multisectorial analysis. In: INTERNATIONALCONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 7., 1999. **Annals…**, 1999.

DURAN, S. C. **A casa ecológica**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2010.

EDWARDS, B. **Guia Básica de la Sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2004.

FARIAS, I. P. Resíduos sólidos na construção civil: a realidade nos canteiros de obra na cidade de Teresina, PI. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95569>. Acesso em: 27 maio 2015.

FINKEL, G. **The Economics of the Construction industry**. London and New York: Sharpe, 1997.

FRANCO, H. **A contabilidade na era da globalização**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIODA, A. **Poluição atmosférica e de interiores**: influência mútua e seus reflexos na saúde. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GONZAGA, C. A. M. Marketing Verde de produtos florestais: teoria e prática. **Floresta**, Curitiba, v. 35 n. 2, p. 353-368, maio/ago. 2005.

HART, Stuart L.; MILSTEIN, Mark B. Criando Valor Sustentável. **RAE Executivo**, New York, v. 3, n. 2, p. 65-79, maio/jul. 2004.

HILL, R. C.; BOWEN, P. A. Sustainable construction: principles and a framework for attainment. **Constrution Management and Economics**, London, v. 15, n. 3, p. 223-239, 1997.

HQE – Haute Qualite Environnmentale. **La définition explicite de la qualité environnementale (DEQE)**: référentiels complentaires HQE. Paris: Association HQE, 2008. Disponível em: <http://www.assohqe.org/documentsreferentials>. Acesso em: 22 nov. 2014.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL-JAPÃO: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 3., 2005. **Anais...** Campinas, 2005.

IPCC – Wgi Working Group I of the intergovernmental Panel of Climate Change. **Climate Change**: The Phisycal Science Basis. Paris: UNEP, 2007.

JHON, V. M. **AGENDA 21**: uma proposta de discussão para o construbuisness brasileiro. Canela: ANTAC, 2001.

JOHN, G.; CLEMENTS-CROOME, D.; JERONIMIDIS, G. Sustainable buildings solutions. **Building and Enviroment**, Geneva, v. 40, n. 3, p. 319-328, 2005.

BAUMERT, K.; HERZOG, T.; PERSHING, J. **Navigating the Numbers**: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. Washington, DC: World Resources Institute, 2005.

KARNA, J.; HANSEN, E.; JUSLIN, H. Social responsability in environmental marketing planning. **European Journal of Marketing**, Bradford, v. 37, n. 5/6, p. 848-871, 2003.

KATZ, G. H. **Green building costs and financial benefits**. Westborough: Massachusetts Technology Collaborative, Renewable Energy Trust, 2003.

KELLY, J. **Converting Turf to a Xeriscape Landscape**: how to eliminate a bermudagrass lawn using glyphosate. Arizona: The University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences Tucson, 2005.

KIBERT, C. J. Policy instruments for a Sustainable Building Built Environment. **Journal of land use and Environmental Law**, Florida, v. 17, n. 2, p. 379-394, 2002.

LAPRISE, P. la multinationale du pétrole Shell et le développement durable: perspectives du concept de responsabilité sociale et environne mentale de

l'entreprise, Le développement durable: Quels projets, quels outils, quelle formation? **Actes de l'Organisation internationale de la francophonie**, Québec, n. 6, p. 233-24, 2005.

MACHADO, V. de F. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável**: de Estocolmo a Rio 92. 2005. 328f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional do clima urbano em área tropical continental**: o exemplo de Cuiabá/MT. 1994. 204f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MATHEUS, R. **Avaliação da sustentabilidade na construção civil**: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. 2009. 427f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Portugal, 2009.

MEDEIROS, M de L. Adoção da certificação LEED em meios de hospedagem: esverdeando a hotelaria?. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 179-192, abr. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Departamento de Mudanças Climáticas. Coordenação de Proteção da Camada de Ozônio. **CDU (2.ed.) 621.6.02**. Brasília, DF: MMA, 2011.

NASCIMENTO, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

FERREIRA NETO, M.F.; BERTOLI, E.R. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. **Ambient Constr**., Cidade??, v. 10, n. 4, p. 169-80, 2010.

OGATA, M. G. A geração de resíduos: a face perversa do consumo. **Bahia Análise & Dados**, Salvador: SEI, v. 9, n. 2, p. 84-88, set. 1999.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978.

PEVSNER, N. **Panorama da arquitetura ocidental**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PICCOLI, Rossana. A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 69-79, jul./set. 2010.

PIVA, R. B. **Economia ambiental sustentável**. 2010. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em qual Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

POLONSKY, M. J. Na introduction to green marketing. **Eletronic Green Journal**, Los Angeles, v. 1, n. 2, 1994. Disponível em: <http://repositories.cdlib.org/uclalib/egj/vol1/iss2/art3>. Acesso em: 7 jul. 2014.

REVISTA BOVESPA. out./nov. 2006. Disponível em: <httt://www.bovespa.com.br/instSites/RevistaBovespa/100/Ise/shtml>. Acesso em: 22 jul. 2014.

RIBEIRO, W. W. et al. Desenvolvimento Sustentável: mito ou realidade? **Terra Livre**, São Paulo, n. 11/12, p. 91-101, 1996.

RICHARDSON, P. **XS ecológico**: grandes ideias para pequenos edifícios. Barcelona: Gustavo Gilli, 2007.

RIGHETTI, Sabine; PALLONE, Simone. Consolidando também o conceito de inovação tecnológica. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 3, n. 4, p. 26-27, 2007.

ROBLES JÚNIOR, A.; BONELLI, V. V. **Custo da qualidade**: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2009.

SCHLEGELMILCH, B. B.; BOHLEN, G. M.; DIAMANTOPOULOS, A. The link between green purchasing decisions and measures of environmental consciousness. **European Journal of Marketing**, Arizona, v. 30, n. 5, p. 35-55, 1996.

SILVA, M. P. *et al.* Construções em harmonia com a natureza. **Revista de Madeira**, São Paulo, Edição n.112, abr. 2008.

SILVA, V. G. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, 2006.

SOUSA, C. A. de A. **Lava rodas**: uma inovação tecnológica para minimizar impactos no canteiro de obras. 2012. 53 f. Monografia (Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade aplicado ao Ambiente Construído) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

STEFANUTO, Ágata Pâmela Olivari; HENKER, Jairo Afonso. Critérios para obtenção da certificação LEED: um estudo de caso no Supermercado Pão de Açúcar em Indaiatuba/SP. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 282-332, mar. 2013.

SZILAGYI, C. L. S. Análise de projeto de condomínios residenciais horizontais visando a certificação LEED-ND. **Revista de Arquitetura da IMED**, Passo Fundo, v. 1, n. 1, p. 48-57, jan./jun. 2012.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2002.

TEIXEIRA, M. M. **Análise da Sustentabilidade no Mercado Imobiliário Brasileiro**. 2010. 136f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2010.

CIB. The international council for research and inovation in building and Construction (CIB). **Agenda 21 for Sustainable Constrution in Developing Countries**: a discussion document. Pretoria, 2002. Disponível em: <http://www.cibworld.nl/ website/priority_themes/agenda21book.pdf>. Acesso: 22 jun. 2012.

TOZZI, R. F. **Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC)** – estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TZSCHENTKE, N.; KIRK, D.; LYNCH, P. A. Reasons for going green in serviced accommodation establishments. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, Edinburgh, v. 16, n. 2, p. 116-124, 2004.

USGBC. Green Building Council. US: Certified Project Directory, 2015. Disponível em <http://www.usgbc.org/LEED/Project/CertifiedProjectList.aspx>. Acesso em: 6 fev. 2015.

U.S. Green Building Council. Guia de Estudo de LEED AP Projeto e Construção de Edifício do USGBC (USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide), Washington, 2009

VALENTE, J. P. **Certificações na Construção Civil**: comparativo entre LEED e HQE. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

VALLE, C. E. do. **Qualidade Ambiental**: Iso 14.000. 6. ed. rev. atualiz. São Paulo: Senac, 2006.

VÁZQUES, E. **Reciclagem de Entulho para produção de materiais de construção**: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001

VOGEL, D. J. **The market for virtue**: the potential and limits of corporate social. Washington, DF: The Brookings Institution, 2005.

WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, Brookings Institution, 2006.

YEANGKEN, K. **EL rasicacielos ecológico**. Barcelona: Editorial GustavaGilli, 2001.

# APÊNDICES

# APÊNDICE A QUESTIONÁRIO DA EMPRESA

**Nome da empresa: Coca-Cola FEMSA Brasil**

**Atendente:**

- Qual a visão da empresa sobre certificações ambientais?

Sustentabilidade é palavra-chave para a Coca-Cola, pois dentre os três maiores desafios da companhia hoje, está a redução do impacto ambiental. Somos “verdes” porque há muitos anos temos implementado um sistema de gestão ambiental consistente e reconhecido pela certificação ISO 14.000. A empresa considera a certificação como algo que lhe permite apurar a qualidade dos Sistemas de Gestão, bem como, da infra-estrutura que é disponibilizada para o gerenciamento ambiental nas unidades e desta forma lhe permite assegurar o controle sobre os impactos ambientais associados à sua operação.

- Como a empresa conheceu a certificação LEED?

Quando foi concebida, a fábrica de Maringá já havia adotado algumas medidas sustentáveis que a tornaram referência dentro do Sistema Coca-Cola Brasil. A unidade foi pioneira do grupo no Brasil no uso do forno Ecoven, e a primeira a utilizar tecnologia de redução da pressão de sopro e também a adotar o sistema de recuperação de calor do $CO^2$. A busca pela certificação LEED veio de encontro aos objetivos da companhia que desde o início recebeu apoio de consultoria especializada para escolha da certificação almejada.

- Quais foram os motivos para que a empresa obtivesse a certificação?

A construção da nova fábrica aconteceu entre 2010 a 2012, com o objetivo de expandir a produção de forma sustentável e ambientalmente correta. Desde o início do projeto os esforços se concentraram em construir uma fábrica ecoeficiente, ou seja, produzir mais com menos, utilizando os recursos naturais de forma racional e responsável.

- Como foi o processo de obtenção da certificação?

Tudo começou em meados de 2010, quando foram definidas as diretrizes do projeto. Seria uma fábrica moderna, com tecnologia de ponta e tendo como uma das principais premissas, ser um empreendimento ecologicamente correto. A partir daí, todas as definições técnicas focaram em soluções que promovessem interações benéficas entre o ser humano e o meio ambiente, tais como: fontes alternativas de energia, menor emissão de poluentes, utilização de materiais reciclados, instalação de equipamentos de menor consumo de energia, aproveitamento da iluminação

natural, preservação de áreas verdes, boa qualidade do ar interno entre outros. Posteriormente na fase de execução houveram muitos acompanhamentos e controles aplicados ao canteiro de obra para assegurar o cumprimento das medidas que foram estrategicamente definidas para obtenção dos créditos LEED.

- Quais foram as maiores dificuldades da implementação da certificação LEED?

Uma das dificuldades associadas ao projeto foi a necessidade de alinhamento das definições e demandas relacionadas à construção verde entre todas as partes devido ao grande número de envolvidos no processo:

- Projetista arquitetônico;
- Projetistas complementares (hidráulica, elétrica, HCVA);
- Construtora
- Empreiteiros Diversos (cível, hidráulica, elétrica, HCVA e outros)
- Agente Comissionador
- Consultoria LEED
- FEMSA (6 PESSOAS)

Outros pontos observados foram:

- Ausência de um representante da construtora com experiência LEED no canteiro de obras;
- Inexistência de Mão-de-obra (empreiteiros) com experiência LEED (demanda treinamento / conscientização);
- Falta de alinhamento entre complementares e a construtora;
- Cultura e conscientização da mão-de-obra e terceiros diversos no canteiro;
- Entrega de documentos de fornecedores e empreiteiros à construtora (fichas técnicas; memoriais descritivos e etc.)
- Cumprimento dos planos construtora (rotina/disciplina no canteiro);
- Atrasos e irregularidades na apresentação de relatórios e documentos pela construtora à consultoria.
- Necessidade de alterações de projetos durante a execução da obra.

- Quais foram os principais custos para implementação da certificação LEED?

**Custo adicional total estimado sobre o total de investimento: 6,1%**

**Custo adicional LEED sobre os materiais na obra:**

- Sistema de ar-condicionado: 26%
- Armazenamento de Chuva: 19%
- Sistema elétrico: 13%
- Sistema hidráulico: 12%
- Telhado Verde: 10%
- Controle de Poeira: 8%
- Sistema de aquecimento de água: 5%

- Houveram benefícios após a implementação da certificação LEED?

**Os benefícios foram muitos, os quais podemos citar abaixo**.

- A estimativa de economia anual de energia é de 5.400.000 kWh. Isso equivale a R$1.1 milhões;
- A quantidade de energia economizada é capaz de abastecer 2.700 casas por ano, o equivalente a uma cidade de 10.000 pessoas;
- A redução de consumo elétrico pelo sistema de iluminação foi de 52% (economia de 1.400.000 kWh);
- A redução de consumo elétrico pelo sistema de Ar Condicionado foi de 60% (economia de 300.000 kWh);
- A redução de consumo elétrico pelo processo industrial foi de 16.2% (economia de 3.700.000 kWh);
- A redução total (AC + iluminação + processo) foi de 21% (economia de 5.400.000 kWh);
- O consumo de energia para refrigeração foi reduzido em 47.3%;
- O consumo de energia para sopro (compressor) foi reduzido em 31.3%;
- O consumo de energia para as linhas de envase foi reduzido em 13.2%;
- O consumo de energia para caldeira foi reduzido em 4.6%;
- Quando foi concebida, a fábrica de Maringá foi a primeira dentro do grupo no Brasil a utilizar o forno Ecoven;
- Foi a segunda a utilizar dissolução a frio;
- Foi pioneira na redução da pressão de sopro e na utilização de sistema de recuperação de calor do CO2;
- O edifício da Portaria/Vestiário está entre os mais eficientes do país (de todos os edifícios certificados LEED NC 2009 no Brasil, está entre os 4% melhores). É o edifício mais eficiente do Paraná (em termos de pontuação LEED);

- Quais foram os principais benefícios a curto e a longo prazo ?

A certificação da fábrica de Maringá foi conquistada graças aos seus altos índices de economia de água e energia, além da eficiência produtiva, que reduz o impacto no meio ambiente e no aumento na qualidade do ambiente interno de trabalho. Os números são, de fato, impressionantes e elevaram a edificação da Coca-Cola FEMSA Brasil para o patamar das mais eficientes entre todas que já conquistaram a certificação no país. Com a economia de energia elétrica que a fábrica gera, por exemplo, é possível fornecer eletricidade para cerca de 2.700 casas com quatro pessoas, por um ano, o equivalente a 5.400.000 kWh, representando uma redução total de 21%. Já a economia de água chega a 26,8 milhões de litros/ano.

- Como a certificação LEED afeta a imagem da empresa?

A cerificação LEED só vem a agregar algo que a empresa já faz há muitos anos, e está em seu pilar de negócios: a sustentabilidade, que tem em sua estratégia a transformação positiva das comunidades em que estamos inseridos com foco em nossos colaboradores, nossa comunidade e nosso planeta.

# APÊNDICE B QUESTIONÁRIO DAS CONSTRUTORAS

Nome da empresa:
Cidade de origem: Maringá
Data de fundação da empresa:
Número de funcionários da empresa total:
Número de funcionários na sede de Maringá:

**Questão 1**: Qual a visão da empresa sobre sustentabilidade na Construção Civil?
R:

**Questão 2**: Existe alguma preocupação sobre poluição na etapa construtiva? Se sim, qual?
R:

**Questão 3**: Quais critérios avaliados para seleção do terreno a ser construído?
R:

**Questão 4**: Qual a visão da empresa sobre economia de água na construção civil?
R:

**Questão 5**: Quais os mecanismos usados pela empresa em seus empreendimentos para economia de água??
R:

**Questão 6**: Qual o potencial de economia de água das construções já executadas pela empresa?

| | | |
|---|---|---|
| 5% | 10% | 25% |
| 50% ou mais | | Não possui dado exato |

**Questão 7**: Qual gás refrigerente(ar condicionado) a empresa usa em suas edificações?

| | | |
|---|---|---|
| CFC | HCFC | HC |
| Outro | | Não possuo dado exato |

**Questão 8**: A empresa faz uso de alguma fonte de energia renovável? Se sim, qual?
R:

**Questão 9**: Quais os mecanismos usados pela empresa em seus empreendimentos para economia de energia?
R:

**Questão 10**: Qual o potencial de economia de energia das construções já executadas pela empresa?

| | | |
|---|---|---|
| 5% | 10% | 25% |
| 50% ou mais | | Não possui dado exato |

**Questão 11**: Qual a visão da empresa sobre os resíduos da construção civil?
R:

**Questão 12**: A empresa possui PGRCC? (Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil)
R:

**Questão 13**: Quais as estratégias usadas pela empresa em seus empreendimentos para lidar com os resíduos da construção?
R:

**Questão 14**: Qual a quantidade de resíduos de construção civil é efetivamente desviada de aterros sanitários?

| | | |
|---|---|---|
| 5% | 10% | 25% |
| 50% ou mais | | Não possui dado exato |

**Questão 15**: Quais as medidas tomadas pela empresa para melhorar a qualidade do ar interno para os funcionários? E para os futuros usuários?
R:

**Questão 16**: A empresa se considera inovadora? Porque?
R:

**Questão 17**: A empresa tem preferencia por produtos regionais?
R:

**Questão 18**: Qual a principal dificuldade para formalizar um projeto sustentável?
R:

**Questão 19**: Os clientes percebem o diferencial de uma construção sustentável? Há procura por esse tipo de construção? Em quais regiões?
R:

**Questão 20**: Quanto a empresa estaria disposta a investir como adicional para construir de forma sustentável?
R:

**Questão 21**: A empresa já possui algum empreendimento baseado nas questões da sustentabilidade? Se "sim" qual(is)?
R:

**Questão 22**: A empresa conhece a Certificação LEED?
R:

**Questão 23**: A empresa tem interesse em obter a Certificação LEED em seus empreendimentos futuros?
R:

APÊNDICE C Requisitos do LEED NC (Créditos e pré-requisitos) com seus respectivos objetivos

**Tabela 4**: Requisitos do LEED NC (Créditos e pré-requisitos) com seus respectivos objetivos

| **TERRENOS SUSTENTÁVEIS** | | **26 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |
|---|---|---|---|
| **Prereq 1** | Prevenção de poluição durante a construção | Obrigatório | Reduzir a poluição ao longo da execução da obra, na vizinhança e no solo |
| **Crédito 1** | Escolha do terreno | 5 | Evitar uso inapropriado do terreno e reduzir o impacto causado pelo empreendimento |
| **Crédito 2** | Desenvolvimento urbano e conectividade comunitária | 1 | Implementar empreendimentos em áreas com infraestrutura existente, proteger *habitats* naturais e preservar áreas verdes |
| **Crédito 3** | Desenvolvimento imobiliário em áreas degradadas | 6 | Regenerar e recuperar áreas degradadas |
| **Crédito 4.1** | Acesso a transporte público | 1 | Reduzir impacto causado pelo uso de automóveis |
| **Crédito 4.2** | Bicicletário e vestiário | 3 | Reduzir impacto causado pelo uso de automóveis |
| **Crédito 4.3** | Veículos com baixa emissão e eficientes | 2 | Reduzir impacto causado pelo uso de automóveis |
| **Crédito 4.4** | Capacidade de estacionamento | 1 | Reduzir impacto causado pelo uso individual de automóveis |
| **Crédito 5.1** | Proteção e recomposição do habitat | 1 | Conservar áreas naturais e restaurar áreas degradadas, recompondo *habitats* e promovendo a biodiversidade |
| **Crédito 5.2** | Desenvolvimento área externa projetada | 1 | Promover alta taxa de áreas abertas em relação à projeção do edifício, promovendo a biodiversidade |
| **Crédito 6.1** | Controle de água de chuva (taxa e qualidade) | 1 | Limitar a interferência na hidrologia natural do terreno |
| **Crédito 6.2** | Tratamento de água de chuva | 1 | Limitar a interferência e a poluição das águas do terreno |
| **Crédito 7.1** | Ilhas de calor – áreas descobertas | 1 | Reduzir ilhas de calor, minimizando os impactos no microclima |
| **Crédito 7.2** | Ilhas de calor – áreas cobertas | 1 | Reduzir ilhas de calor, minimizando os impactos no microclima |
| **Crédito 8** | Redução da poluição de iluminação | 1 | Minimizar a quantidade de luz emitida pela edificação |
| **USO RACIONAL DA ÁGUA** | | **10 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |
| **Crédito 1.1** | Uso eficiente de água para jardins, redução de 50% | 2 | Limitar o uso de água potável na irrigação do paisagismo |
| **Crédito 1.2** | Uso eficiente de água para jardins, não usar água potável ou não irrigação | 2 | Eliminar o uso de água potável na irrigação do paisagismo |
| **Crédito 2** | Tecnologia inovadora para esgoto | 2 | Reduzir quantidade de efluentes e demanda por água potável |
| **Crédito 3.1** | Redução do uso de água, 20% | 2 | Aumentar a eficiência do uso da água |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Crédito 3.2** | Redução do uso de água, 30% | 4 | Aumentar a eficiência do uso da água |
| **ENERGIA E ATMOSFERA** | | **35 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |
| **Prereq 1** | Comissionamento do sistema de energia do edifício | Obrigatório | Verificar se o respectivo sistema está instalado, calibrado e com desempenho de acordo com o projetado |
| **Prereq 2** | Desempenho mínimo de energia | Obrigatório | Estabelecer um mínimo de eficiência energética |
| **Prereq 3** | Gerenciamento de gás refrigerante | Obrigatório | Reduzir a destruição da camada de ozônio |
| **Crédito 1** | Desempenho otimizado de energia | 1 a 19 | Melhorar o desempenho energético quando comparado a um desempenho básico |
| **Crédito 2** | Uso de Energia Renovável | 1 a 7 | Incentivar e reconhecer sistemas de autofornecimento de energia |
| **Crédito 3** | Comissionamento avançado | 2 | Iniciar o comissionamento nos estágios iniciais de projeto |
| **Crédito 4** | Gerenciamento avançado de gás refrigerante | 2 | Reduzir a destruição da camada de ozônio |
| **Crédito 5** | Medições e verificações | 3 | Prover a controlabilidade dos sistemas |
| **Crédito 6** | Energia verde | 2 | Incentivar o uso de energias renováveis |
| **MATERIAIS E RECURSOS** | | **14 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |
| **Prereq 1** | Coleta e estocagem de materiais recicláveis | Obrigatório | Reduzir os resíduos a serem gerados pelos ocupantes da edificação |
| **Crédito 1.1** | Reuso da edificação existente (manter 75% da fachada, piso e cobertura existentes) | 1 | Aumentar ciclo de vida, aproveitar materiais, preservar a cultura e minimizar resíduos e impactos da manufatura e transporte |
| **Crédito 1.2** | Reuso da edificação existente (manter 95% da fachada, piso e cobertura existentes) | 3 | Aumentar ciclo de vida, aproveitar materiais, preservar a cultura e minimizar resíduos e impactos da manufatura e transporte |
| **Crédito 1.3** | Reuso da edificação existente (manter 50% dos elementos de interior não estruturais) | 1 | Aumentar ciclo de vida, aproveitar materiais, preservar a cultura e minimizar resíduos e impactos da manufatura e transporte |
| **Crédito 2.1** | Gerenciamento de resíduos (gestão de 50% dos resíduos) | 1 | Redução e disposição correta dos resíduos da obra e promoção da reciclagem de materiais |
| **Crédito 2.2** | Gerenciamento de resíduos (gestão de 75% dos resíduos) | 1 | Redução e disposição correta dos resíduos da obra e promoção da reciclagem de materiais |
| **Crédito 3.1** | Reuso de materiais (5%) | 1 | Reaproveitar materiais e produtos |
| **Crédito 3.2** | Reuso de materiais (10%) | 1 | Reaproveitar materiais e produtos |
| **Crédito 4.1** | Uso de materiais com teor reciclado (10%) | 1 | Aumentar demanda de produtos com teor reciclado, minimizando extração e manufatura |
| **Crédito 4.2** | Uso de materiais com teor reciclado (20%) | 1 | Aumentar demanda de produtos com teor reciclado, minimizando extração e manufatura |
| **Crédito 5.1** | Uso de materiais fabricados na região (10% dos materiais) | 1 | Aumentar demanda de produtos extraídos e manufaturados na região do empreendimento |
| **Crédito 5.2** | Uso de materiais fabricados na região (20% dos materiais) | 1 | Aumentar demanda de produtos extraídos e manufaturados na região do empreendimento |
| **Crédito 6** | Uso de materiais rapidamente renováveis | 1 | Redução do uso de materiais com ciclo de vida de renovação longa |
| **Crédito 7** | Uso de madeira certificada | 1 | Incentivar o manejo responsável das florestas |
| | | **15** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |

| QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO | | PONTOS | |
|---|---|---|---|
| **Prereq 1** | Desempenho mínimo de qualidade interna do ar | Obrigatório | Estabelecer mínimo desempenho de qualidade do ar do ambiente interno |
| **Prereq 2** | Controle do tabaco no ambiente interno | Obrigatório | Minimizar a exposição ao tabaco dos ocupantes da edificação |
| **Crédito 1** | Monitoramento da entrada de ar externo | 1 | Prover capacidade de monitoramento do ar interno, buscando o conforto dos ocupantes |
| **Crédito 2** | Aumento da ventilação | 1 | Prover aumento da capacidade de renovação do ar interno |
| **Crédito 3.1** | Plano de gerenciamento da qualidade interna do ar (QIA) durante a construção | 1 | Reduzir problemas de qualidade interna do ar, originários na construção |
| **Crédito 3.2** | Plano de gerenciamento da qualidade interna do ar (QIA) pré-ocupação | 1 | Reduzir problemas de qualidade interna do ar, originários na construção |
| **Crédito 4.1** | Materiais com baixa emissão - adesivos e selantes | 1 | Minimizar a contaminação do ar interno |
| **Crédito 4.2** | Materiais com baixa emissão - pinturas e verniz | 1 | Minimizar a contaminação do ar interno |
| **Crédito 4.3** | Materiais com baixa emissão – carpete | 1 | Minimizar a contaminação do ar interno |
| **Crédito 4.4** | Materiais com baixa emissão - composição de madeira e produtos em fibra | 1 | Minimizar a contaminação do ar interno |
| **Crédito 5** | Controle de fontes de poluição interna | 1 | Minimizar a exposição dos ocupantes a substâncias químicas e particuladas perigosas à saúde |
| **Crédito 6.1** | Controlabilidade do sistema – iluminação | 1 | Prover alto controle de iluminação - individual ou em grupo |
| **Crédito 6.2** | Controlabilidade do sistema - conforto térmico | 1 | Prover alto controle de conforto térmico - individual ou em grupo |
| **Crédito 7.1** | Conforto térmico – projeto | 1 | Prover conforto térmico para o bem-estar dos ocupantes |
| **Crédito 7.2** | Conforto térmico – verificação | 1 | Prover desempenho de conforto térmico |
| **Crédito 8.1** | Iluminação natural e vista iluminação natural em 75% das áreas | 1 | Prover conexão entre espaço interno e externo |
| **Crédito 8.2** | Iluminação natural e vista - vista externa para 90% das áreas | 1 | Prover conexão entre espaço interno e externo |
| **INOVAÇÃO DE PROJETO** | | **6 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |
| **Crédito 1.1** | Inovação de projeto | 1 | Prover ao time de projeto oportunidade de ser recompensado por desempenho excepcional |
| **Crédito 1.2** | Inovação de projeto | 1 | Prover ao time de projeto oportunidade de ser recompensado por desempenho excepcional |
| **Crédito 1.3** | Inovação de projeto | 1 | Prover ao time de projeto oportunidade de ser recompensado por desempenho excepcional |
| **Crédito 1.4** | Inovação de projeto | 1 | Prover ao time de projeto oportunidade de ser recompensado por desempenho excepcional |
| **Crédito 1.5** | Inovação de projeto | 1 | Prover ao time de projeto oportunidade de ser recompensado por desempenho excepcional |
| **Crédito 2** | Profissional LEED | 1 | Encorajar a certificação |
| **CRÉDITOS REGIONAIS** | | **4 PONTOS** | **INTENÇÃO COM A OBTENÇÃO DO PONTO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Crédito 1** | Prioridades Ambientais Específicas da Região | 1 a 4 | - |

**Fonte**: elaborada pelo autor (2015).