



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LIVIA CAMPOS BANDEIRA

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA
VIABILIDADE EM NOVAS EDIFICAÇÕES
EMPRESARIAIS SUSTENTÁVEIS**

Salvador
2013

LIVIA CAMPOS BANDEIRA

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA
VIABILIDADE EM NOVAS EDIFICAÇÕES
EMPRESARIAIS SUSTENTÁVEIS**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Emerson de Andrade Marques Ferreira

Salvador
2013

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Pontuação de Níveis de Desempenho LEED®</i>	21
<i>Tabela 2 - Economia estimada em um edifício convencional e um projetado com critérios de sustentabilidade (Ceotto, 2009)</i>	52
<i>Tabela 3 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso A67</i>	
<i>Tabela 4 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso B71</i>	
<i>Tabela 5 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso C77</i>	

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 – Principais sistemas existentes para avaliação ambiental de edifícios</i>	14
<i>Quadro 2 - Limites de avaliação e localidades para o Selo Caixa Azuis nível Bronze (CAIXA, 2010) .</i>	29
<i>Quadro 3 – Resumo Categorias, Critérios e Avaliação (CAIXA, 2010).....</i>	30

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 - Gráfico de comportamentos cruzados e taxa de retorno de edifícios sustentáveis (Alencar, 2009)</i>	54
<i>Gráfico 2 - Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso A.....</i>	67
<i>Gráfico 3 - Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso B</i>	71
<i>Gráfico 2 - Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso C.....</i>	78

LISTA DE FIGURA

<i>Figura 1 – Distribuição dos créditos ambientais do BREEAM, HKBEAM, LEEDTM, MSDG, CASBEE e GBTool, após normalização (Silva, 2003).....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2 – Exemplo fictício do perfil de QAE (Aqua, 2007).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3 – Modelo em árvore para avaliação (Aqua, 2007)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4 – Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE (Procel Edifica, 2010) 27</i>	
<i>Figura 5 – Esquema prático de obtenção da ENCE (Procel Edifica, 2010)</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6 - Modelo do compressor VRV (Daikin, 2011).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7 - Flexibilidade de adaptação em Multi-splits (Daikin, 2011)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8 - Simulação de alimentação do sistema VRV (Daikin, 2011).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 9 - Modelos de terminais GIC (ThyssenKrupp, 2008).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10 - Vista do piso de acesso com tecnologia convencional (ThyssenKrupp, 2008).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11 - Vista do piso com tecnologia de chamada antecipada (ThyssenKrupp, 2008).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12 – Modelo da roda entálpica (Consultoria e Análise, 2009)</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13 - Simulação do funcionamento do princípio da roda entálpica (Consultoria e Análise, 2009)</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14 - Modelo de sensor solar, sem fios e dispensa baterias (Vertical Persianas, 2013).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15 - Demonstração do funcionamento dos vidros com proteção solar (Divinal Vidros, 2013) ..</i>	<i>40</i>
<i>Figura 16 - Esquema do sistema de captação de água de chuva (Lopes, 2011).....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 17 - Bacia sanitária com sistema Dual Flush (CENSI, 2013)</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18 - Modelo de acionador para caixa acoplada (CENSI, 2013).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19 - Modelo de válvula para mictório com acionamento por sensor (DECA, 2013).....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 20 - Modelo de torneira para lavatório com fechamento automático (DECA, 2013)</i>	<i>43</i>
<i>Figura 21 - Modelo de torneiras com sensor de presença (DECA, 2013)</i>	<i>44</i>
<i>Figura 22 – Possibilidade de interferência nas variáveis de custo de um edifício (Ceotto, 2009).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 23 – Custo total de um edifício comercial em sua vida útil (Ceotto, 2009).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24 - Custos de operação do condomínio x impacto positivo no meio ambiente (Ceotto, 2009) ..</i>	<i>49</i>
<i>Figura 25 – Custos condominiais de um edifício AAA convencional (Ceotto,2009).....</i>	<i>50</i>

<i>Figura 26 – Comparativo do consumo de água potável por m² de área (Ceotto,2009)</i>	51
<i>Figura 27 – Comparativo do consumo de energia por m² de área (Ceotto,2009)</i>	52
<i>Figura 28 – Foto aérea edifício (Bueno, 2007)</i>	56
<i>Figura 29 - Heliponto</i>	57
<i>Figura 30 - Elevador para heliponto</i>	58
<i>Figura 31 - Equipamentos referente ao sistema de frenagem regenerativa dos elevadores</i>	60
<i>Figura 32 - Modelo de botoeira para elevadores com chamada antecipada</i>	60
<i>Figura 33 - Sistema de ar condicionado tipo VRV</i>	61
<i>Figura 34 – Modelo da roda entálpica</i>	62
<i>Figura 35 - Sistema de entrada de ar do edifício associada ao uso de filtros</i>	62
<i>Figura 36 - Persianas automáticas do pavimento</i>	63
<i>Figura 37 - Geradores do edifício</i>	64
<i>Figura 38 - Gôndola para limpeza da fachada</i>	65
<i>Figura 39 - Trilhos metálicos para trânsito das gôndolas para limpeza da fachada</i>	66
<i>Figura 40 - Vista aérea do edifício (Revista Projeto Design, 2010)</i>	68
<i>Figura 41 - Vista da fachada norte, com detalhe dos brises</i>	70
<i>Figura 42 - Vista geral do edifício (Edo Rocha, 2010)</i>	72
<i>Figura 43 - Telhado verde</i>	73
<i>Figura 44 - Bicicletário</i>	74
<i>Figura 45 - Torre de resfriamento do sistema de ar condicionado</i>	75
<i>Figura 46 - Chillers para condicionamento de ar</i>	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Justificativa.....	7
1.2. Objetivos e metodologia.....	8
1.3. Estrutura do Trabalho	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. Conceito de Edifícios mais Sustentáveis	11
2.2. Sistemas de Certificação	14
2.3. Sistemas de Certificação utilizados no Brasil	18
2.3.1. LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design).....	18
2.3.2. Aqua	23
2.3.3. Procel Edifica	26
2.3.4. Selo Casa Azul	29
2.4. Soluções utilizadas para atender as exigências das certificações	31
2.5. Avaliação econômica de soluções utilizadas.....	44
3. ESTUDO DE CASO.....	55
3.1. Obra A.....	56
3.1.1. Caracterização.....	56
3.1.2. Avaliação dos quesitos relacionados à água	59
3.1.3. Avaliação dos quesitos relacionados à energia.....	60
3.1.4. Outros aspectos a serem avaliados	64
3.1.5. Avaliação econômica	66
3.2. Obra B.....	67
3.2.1. Caracterização.....	67
3.2.2. Avaliação dos quesitos relacionados à água	68
3.2.3. Avaliação dos quesitos relacionados à energia.....	69

3.2.4.	Outros aspectos a serem avaliados	70
3.2.5.	Avaliação econômica	71
3.3.	Obra C	72
3.3.1.	Caracterização.....	72
3.3.2.	Avaliação dos quesitos relacionados à água	74
3.3.3.	Avaliação dos quesitos relacionados à energia.....	75
3.3.4.	Avaliação econômica	77
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERENCIAS	81
	Apêndice.....	86

1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que hoje a preocupação com o bom uso dos recursos mundiais já é uma realidade inegável. Tem-se que para a sobrevivência do planeta e preservação das gerações futuras será necessária uma mudança de hábitos em âmbito global, tanto social, cultural, econômico quanto industrial. Segundo administradores, muitas empresas já estão ajustando seus produtos e processos para que se tornem ecologicamente corretos para que tais práticas valorizadas pelos consumidores possam gerar um diferencial no marketing das mesmas. A sustentabilidade já é o principal motor da inovação tecnológica em todos os setores, inclusive o da construção, segundo o Guia Selo Caixa Azul CAIXA da Caixa Econômica Federal (CEF, 2010), trazendo o conceito da geração de uma civilização avançada, racional e eficiente somada à preservação dos recursos naturais. Dessa forma estabelece-se uma equilibrada correlação entre o desenvolvimento e a proteção do meio ambiente.

A construção civil tem papel de fundamental importância neste assunto, tendo em vista que este é um setor de alto gasto de recursos energéticos e naturais, unida a uma elevada geração de resíduos, logo, alterações neste setor apresentam impactos significativos no resultado final para um planeta mais sustentável. A implantação de edifícios empresariais sustentáveis apresenta um maior investimento na sua execução, se comparados a edifícios convencionais, porém o seu custo direto de operação e manutenção é reduzido ao longo dos anos, sendo este valor convertido para as empresas que exploram o imóvel trazendo assim uma base teórica de estudo que analisa o retorno em longo prazo deste investimento.

1.1. Justificativa

A sustentabilidade não é apenas mais um tema, deve-se tratá-la como uma prioridade e encará-la como um desafio alcançável. Estudos dizem que para que ela de fato se concretize é necessária grande campanha de divulgação, instalada tanto pelas macroestruturas (setores políticos e básicos) quanto por empresas que visem os projetos e a aplicação da mesma.

De acordo com a SINDUSCON (2008), a sustentabilidade no nosso segmento implica em sistemas construtivos que promovam integração com o

meio ambiente, adaptando-os para as necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras; além da adoção de soluções que propiciem edificações econômicas e o bem-estar social, trazendo assim a realidade frente à construção civil da adoção de medidas de aperfeiçoamento das técnicas utilizadas até então, tornando-as mais eficientes e sustentáveis.

Temos na sustentabilidade um conceito recente, oficialmente usado na Assembleia Geral das Nações Unidas a menos de 50 anos, segundo Boff (2009), e tudo que é novo precisa de um período de adaptação.

Lyra (2011) diz que os gestores ainda acreditam que as respostas dos novos problemas se encontram em experiências passadas, seguindo o seu raciocínio, como se pode encontrar a solução lógica e prática para a sustentabilidade sendo ela um conceito recente sem experiências passadas? Segundo a mesma não terá atalhos, a construção desta nova estrada será feita por todos nós – empresa, sociedade civil organizada e poder público.

A adoção de técnicas e sistemas sustentáveis na construção civil, sobretudo dos edifícios empresariais traz consigo além do equilíbrio no uso dos recursos naturais, mas também menores custos operacionais diretos o que garantiria a viabilidade econômica do projeto. Desta forma vincula investimento e atratividade do negócio.

1.2. Objetivos e metodologia

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os critérios para avaliação da viabilidade econômica em novas edificações empresariais sustentáveis. Entre os objetivos específicos do presente estudo pode-se destacar:

1. Identificar os requisitos exigidos para as construções sustentáveis
2. Identificar as soluções utilizadas para atender aos requisitos exigidos para as construções sustentáveis
3. Avaliação econômica das soluções adotadas em relação aos investimentos necessários e redução de custos obtida

Este trabalho será realizado com base em estudo teóricos, com pesquisa de campo para efeito comparativo do que ocorre na prática e análise sobre dados encontrados, conforme apresentado abaixo:

Estrutura dos Objetivos e Metodologia da Pesquisa

<i>Objetivo Geral</i>	Analisar os critérios para avaliação da viabilidade em novas edificações empresariais sustentáveis			
<i>Objetivos Específicos</i>	<i>O que fazer: Atividades</i>	<i>Onde: Fonte de Dados</i>	<i>Como: Coleta e análise</i>	<i>Resultados Esperados</i>
1 – Identificar os requisitos exigidos para as construções sustentáveis	Estudo e análise dos sistemas de avaliação e certificação de edifícios sustentáveis no mundo	-Internet (sites); -Livros, teses e artigos.	Análise do conteúdo	Melhor visão geral do tema para posteriores avaliações e críticas
2 – Identificar as soluções utilizadas para atender aos requisitos exigidos para as construções sustentáveis	Levantamento de sistemas sustentáveis disponíveis no mercado atual e a sua eficiência	-Internet (sites); -Livros, teses e artigos.	Sistematização das informações e dados coletados.	Avaliação sobre dificuldades e facilidades encontradas para a implantação e adaptação desses novos sistemas em edifícios empresariais
3 – Avaliação econômica das soluções adotadas em relação aos investimentos necessários e redução de custos obtida	Levantamento e análise econômica sobre a implantação de sistemas sustentáveis em edifícios empresariais	Empreendimentos, obras e escritórios de arquitetura em São Paulo-SP.	Questionários e visita técnica	Valor estimado para a implantação de um edifício com elevado padrão de sustentabilidade e seus custos, e análise sobre a sua viabilidade.

1.3. Estrutura do Trabalho

No Referencial Teórico será exposto o conteúdo literário do tema.

No capítulo 1 analisa o conceito de sustentabilidade em seus aspectos amplos e particularizar o conceito dos edifícios mais sustentáveis, quais as suas características, história, concepção até a variedade de avaliações existentes hoje para se determinar se o edifício é ou não sustentável.

No capítulo 2 serão detalhados os sistemas de certificação, no mundo, como funcionam, quais os critérios de avaliação e seus principais objetivos.

O capítulo 3 detalha os certificados e selos atuantes fundamentalmente no Brasil, históricos e métodos de avaliação.

Posteriormente, no capítulo 4, explana sobre as soluções de mercado, utilizadas para atendimento das exigências das certificações.

Para o fechamento do embasamento teórico o capítulo 5 dará ênfase ao investimento e retorno financeiro dos edifícios sustentáveis comparados aos edifícios convencionais. Quais os benefícios financeiros dos Edifícios mais Eficientes com relação aos convencionais. Qual a expectativa de tempo deste retorno financeiro. Se de fato este benefício trará a atratividade dos grandes, médios e/ou pequenos investidores.

Ao final da pesquisa será feito três estudos de casos, onde se busca obras e edifícios na cidade de São Paulo, SP, com índices elevados de Sustentabilidade. Será colocado em prática o real investimento para cada sistema e ação sustentável e seus retornos. Expondo as diferenças e equivalências entre os estudos e previsões deste retorno, antes e depois da operação continua do edifício pelos seus usuários.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conceito de Edifícios mais Sustentáveis

O conceito atual de sustentabilidade está evidenciado na sociedade. Devido à multiplicidade de áreas envolvidas neste conceito, tem-se também uma variação muito grande de significados e interpretações. Segundo Gonçalves e Duarte (2006), a primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada pelo Brundtland Report em 1987 (Brundtland, 1987) afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras.

O termo “edifícios sustentáveis” na construção civil tem uma variedade de denominações, como, edifícios ecológicos, edifícios energeticamente corretos, Green building, arquitetura bioclimática entre outros, porém todos eles culminam para o mesmo ponto, a construção com redução de impactos ambientais.

Desde o final do século passado, vem crescendo a preocupação com o desenvolvimento das populações mundiais. Em 1985, Jorge Hardoy do Instituto Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento (IIED), ilustrou o Brundtland Report com suas opiniões que diziam que dada à má distribuição da renda, a fraqueza dos governos locais e falta de interesse do governo nacional, ele não enxergava solução para os problemas das cidades dos países de terceiro mundo. E que a própria população local construía sem o auxílio de arquitetos ou engenheiros.

Esse crescimento exacerbado e sem planejamento resultaria em uma sociedade com problemas de infraestrutura, falta de recursos básicos de moradia e saúde e conseqüentemente altos índices de doenças e violência, o que caracteriza as cidades e nações subdesenvolvidas de hoje.

Todo o progresso humano sempre dependeu da tecnologia e a capacidade de ações cooperativas, o desenvolvimento e o meio ambiente não são desafios separados, eles estão inexoravelmente ligados num complexo sistema de causa e efeito (Brundtland, 1987), o desenvolvimento não pode ser

baseado no deterioramento dos recursos naturais e sim em achar alternativas de crescimento sem comprometer as gerações futuras.

É dito por Mülfarth que, pelo fato de os ambientes urbanos serem responsáveis por utilizar mais de 50% das fontes mundiais de energia, serem geradores de maior parte da emissão de gases causadores da mudança climática e de consumirem grande quantidade da matéria-prima existente no mundo, reforça a afirmação; Que os engenheiros e arquitetos são os profissionais com maior responsabilidade na manutenção de recursos no planeta.

Desta forma é possível afirmar que não haverá uma sociedade sustentável sem que haja uma construção sustentável. Silva (2003) cita a definição de construção sustentável através de BRE;CAR;ECLIPSE (2002) como sendo o compromisso com três bases básicas:

- Sustentabilidade econômica: aumentar a lucratividade e crescimento através do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia;
- Sustentabilidade ambiental: evitar efeitos perigosos e potencialmente irreversíveis no ambiente através do uso cuidadoso de recursos naturais e minimização de resíduos, e proteção e, quando possível, melhoria do ambiente;
- Sustentabilidade social: responder às necessidades de pessoas e grupos sociais envolvidos em qualquer estágio do processo de construção (do planejamento a demolição), provendo alta satisfação do cliente e do usuário, e trabalhando estreitamente com clientes, fornecedores e comunidades locais.

Devido a este maior entendimento da responsabilidade do setor da construção civil na parceria com o desenvolvimento eficiente, pode-se aferir hoje uma série de técnicas e programas que visa auxiliar e incentivar a prática de ações consideradas sustentáveis. Diante do leque oferecido atualmente, teríamos a utilização de materiais construtivos com baixo índice de energia embutida, aproveitamento de energia eólica e energia solar, teto verde,

reciclagem, consumo verde, edifícios inteligentes, armazenamento da água da chuva, pegada ecológica, diminuição do impacto da construção, utilização de materiais construtivos provenientes da localidade, planejamento na fase de projeto, dentre outros. Tudo isso faz parte da inclusão de valores sustentáveis em construções.

Existe um conceito hoje adotado por vários autores, inclusive por Mülfarth, chamado de “Níveis de Sustentabilidade” onde são identificadas etapas a serem cumpridas em busca de edifícios com menor impacto, que não devem ser limitados ao Meio Ambiente, mas sim ao ciclo da obra como um todo, concepção, construção, manutenção e demolição, prezando por todo o seu entorno físico e social.

Outra abordagem vastamente discutida atualmente e defendida por Silva (2003) é a Análise do Ciclo de Vida (LCA), originalmente definida pela SETAC (1991) – Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Bélgica/Estados Unidos – (Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental), que tem como missão e definição, avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade em todo o seu ciclo de vida, extração e processamento de matérias-primas; manufatura, transporte e distribuição; uso, reuso e manutenção; reciclagem e disposição final.

Mais especificamente o conceito de análise do ciclo de vida na construção civil, tem sido aplicado na avaliação de materiais de construção, rotulagem ambiental de produtos, ferramentas computacionais de suporte a projetos, esquemas de avaliação/certificação ambiental de edifícios, entre outros. Porém sua aplicabilidade real no Brasil para avaliação de edifícios ainda é falha e complexa (Silva, 2003).

Apesar desta complexidade de informações e dados gerados pelo LCA, este tem servido de base conceitual muitos critérios de avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 até dos dias de hoje, já estabelecido em diversos países, cada um com seu próprio sistema, algumas vezes podendo ser utilizados em mais de um país.

2.2. Sistemas de Certificação

Atualmente tem-se uma vasta gama de certificações em todo o mundo. Cada país a partir do seu interesse em implementar um controle de edifícios sustentáveis, busca nas certificações uma padronização deste processo. Com as diferenças ambientais, culturais e sociais de cada país, vê-se a necessidade da adequação dos sistemas existentes para uma implantação mais eficiente, devido a essa tendência, notamos (Quadro 1) a diversidade de certificações que temos hoje.

Quadro 1 - Principais sistemas existentes para avaliação ambiental de edifícios

País	Sistema	Versão Atualizada e Comentários
Estados Unidos	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Certificação utilizada em 135 países (inclusive no Brasil), onde mais de 50% do total registrado no Leed por metro quadrado são de projetos fora dos Estados Unidos. Sistema utilizado em várias tipologias de edifícios se baseia no atendimento dos critérios de avaliação por meio de pontos (entre 40 e 136). (USGBC, 2012)
	MSDG (Minnesota Sustainable Building Guidelines)	Feita a partir da necessidade local do estado de Minnesota, que preza pela clareza, simplicidade e facilidade de monitoramento do processo. É compatível com o LEED, porém os valores, prioridades e requisitos regionais.
Reino Unido	BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)	Primeiro método de avaliação ambiental e sistema de pontuação de edifícios do mundo. Com mais de 200.000 edifícios certificados, serviu de modelo para muitos outros sistemas de certificações encontrados hoje. Utilizado em diversas tipologias de edifícios e em mais de 50 países se baseia no método de avaliação por pontos (benchmarks).
Brasil	Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental)	Certificação concedida pela Fundação Vanzolini. Tem uma proposta de ser uma certificação prática e de auxílio ao

		empreendedor. Baseia-se no sistema de avaliação por conceito: Bom, Superior e Excelente.
Brasil	SELO CASA AZUL CAIXA	Selo de incentivo do banco brasileiro a Caixa Econômica Federal, podendo ser utilizado em diversas tipologias de edifícios. Com três níveis de avaliações possíveis, se baseia na avaliação por atendimento ou não de requisitos de forma quantitativa.
	PROCEL EDIFICA (Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações)	Etiqueta fornecida pela parceria Eletrobrás e Inmetro que visa à racionalização do consumo de energia das edificações. Pode ser utilizado em edifícios a partir de 500m ² de área útil. Avalia os empreendimentos a partir de níveis de consumo de energia através de equações e comparação com um modelo de edifício referência. Itens avaliados são: Envolvória, Iluminação e Condicionamento de ar, com isso gera-se uma nota conceitual do edifício classificando-os em 5 níveis: "A", "B", "C", "D" e "E" (onde A seria o mais eficiente e o E o menos eficiente).
França	HQE (Haute qualité environnementale)	Também utilizado na Bélgica, Luxemburgo, Tunísia e Alemanha, serviu de modelo para sistemas implantados em países como o Brasil (Aqua), Líbano, Vietnã e Argentina. Baseia-se na avaliação por conceito que possuem três categorias, Base (requisitos básicos), Performant (boa prática) e Très Performant (melhor prática). Pode ser implementado em diversos tipos de edifícios.
Canadá	BOMA BEST	Certificado para uso local, adotado pela Associação de Donos e Gerentes de Prédios (BOMA), proveniente do sistema BREEAM. Com quatro níveis de classificação numerados de 1 a 4 sendo 4 o nível máximo de atendimento aos quesitos de avaliação. Atende diversas de tipologias de edifícios, em especial os comerciais.

	BREEAM Canada	Adaptação do BREEAM para o Canadá
Japão	CASBEE	Adaptação japonesa do LEED. Oferece uma avaliação do pré-design a fase de concepção e planejamento do projeto, o design onde é a etapa da construção e execução do projeto e o pós-design onde se encaixa os critérios de operação reformas e nova operação. Avaliado por meio de pontuação
Portugal	LiderA	O sistema português, LiderA, foi desenvolvido no IST, Instituto Superior Técnico em 2005. Trata-se de um sistema voluntário que abrange da fase de concepção a fase de operação do edifício. Aplica-se a área, empreendimentos ou edifícios de diferentes usos. Com 50 critérios de avaliação agrupados em 22 áreas num conjunto de 6 princípios. A classificação é feita de A a G onde A o máximo atendido.

Dentro desta variedade de sistemas, Silva (2003) classifica-os em duas categorias. Uma como sendo os sistemas de promoção através de *mecanismos do mercado* como o BREEAM e outros derivados dele, que são simples e de fácil entendimento para projetistas e pelo mercado em geral, utilizam normalmente lista de verificação e estão vinculados a algum tipo de certificação. Na segunda categoria estão os orientados para pesquisa como o BEPAC e sucessores deste, estes são focados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica.

Todos esses sistemas norteiam a definição do que se espera de um edifício mais sustentável e suas características. Dentro dos seus critérios de avaliação reúnem os requisitos necessários para uma construção mais eficiente e de menor impacto ao meio. Dentro da estrutura de avaliação de cada sistema, pode-se observar que cada um tem seus próprios critérios, porém muitos convergem entre si (Figura 1), como avaliado por Silva (2003) que montou um gráfico comparativo onde foi salientados itens como, qualidade da implantação, gestão do uso de energia, de água, (redução) de materiais e

resíduos, prevenção da poluição, gestão ambiental, gestão da qualidade do ambiente interno, qualidade de serviços e desempenho econômico.

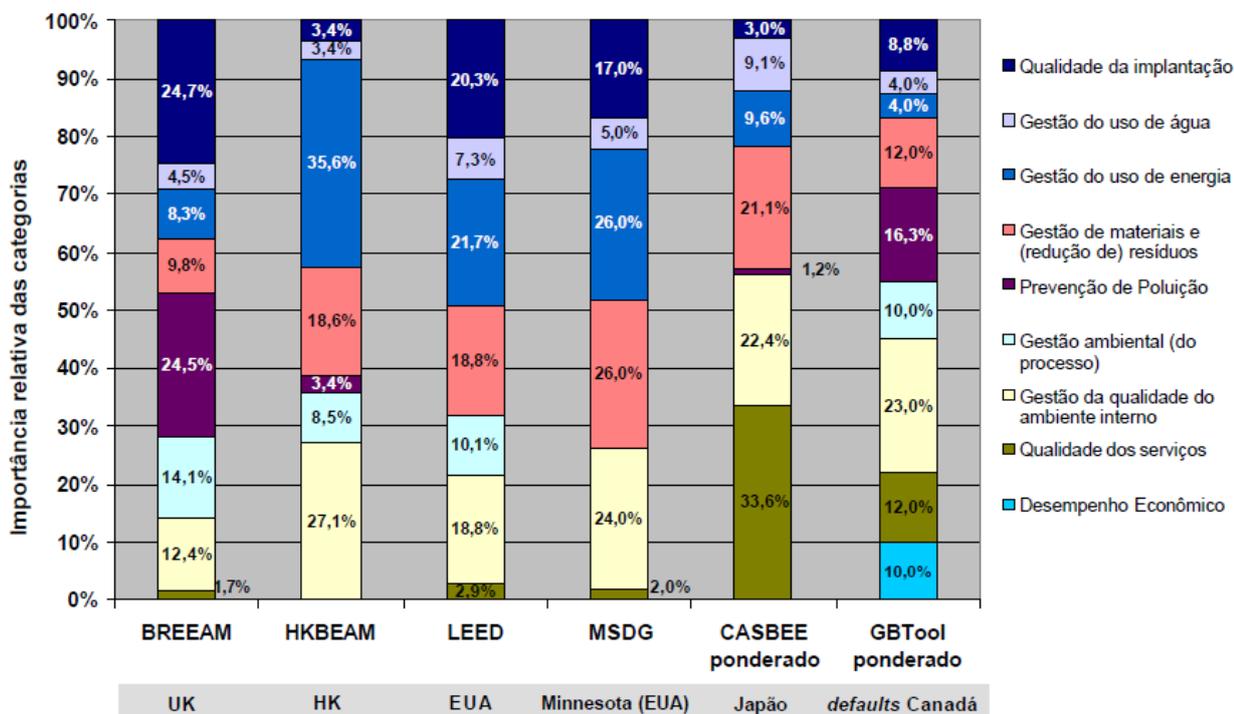


Figura 1 – Distribuição dos créditos ambientais do BREEAM, HKBEAM, LEEDTM, MSDG, CASBEE e GBTool, após normalização (Silva, 2003)

A variação de foco de cada sistema que é observado não define obrigatoriamente uma superioridade de um sistema para com o outro, e sim reflete as diferenças de mercado, práticas construtivas e agendas ambientais de cada país.

Diante da complexidade de definições do termo construção sustentável, ainda podemos defini-lo segundo a Agenda 21, que diz que construção sustentável é um processo holístico visando restaurar e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar soluções que afirmem a dignidade humana e encoraje a igualdade econômica.

Acima de todos os benefícios, e até necessidade da ampliação de práticas construtivas sustentáveis, para países em desenvolvimento que se depara com problemas como fome, miséria, desemprego, torna-se complicado priorizar questões ambientais, tornando assim secundário o investimento no projeto. Porém segundo Silva (2003) a construção sustentável não se prioriza em detrimento das demais, e nem impõe uma implantação perfeita dos

sistemas, e sim uma busca para o equilíbrio entre viabilidade, limitações ambientais e necessidades da sociedade.

Autores indicam que com o incentivo dos governos em apoio às empresas privadas e os bancos, torna-se possível um maior investimento dos empresários no setor, tendo em vista que a viabilidade econômica é hoje fator decisivo na aposta do empreendimento, apesar de Silva (2003) acreditar que:

“(...) construção sustentável significa benefícios, desempenho superior e viabilidade econômica no longo prazo. Não se trata de um senso vago de responsabilidade social, mas de questões concretas de saúde, segurança, produtividade e relação custo-eficiência. Projetos ambientalmente responsáveis são mais duráveis, econômicos e eficientes para operar e oferecem ambientes mais saudáveis e confortáveis para ocupantes e usuários. São estes aspectos que capturam a atenção do investidor ou comprador potencial. São eles, portanto, que devem ser ressaltados.”

2.3. Sistemas de Certificação utilizados no Brasil

Os sistemas de avaliação ambiental de edifícios hoje no Brasil são muito empregados. Segundo o Green Building Council Brasil, no final de 2012, o Brasil assumiu a posição de quarta nação no ranking mundial de empreendimentos LEED, atrás apenas dos Estados Unidos, China e Emirados Árabes Unidos.

Esse crescimento visível do setor acarretou no desenvolvimento e lançamento de selos e certificações especificamente voltadas para o mercado brasileiro, dentre elas o Aqua da Fundação Vanzolini, o Procel Edifica da Eletrobrás e o Selo Caixa Azul da Caixa Econômica Federal que aprofundaremos neste capítulo.

2.3.1. LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design)

O LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações criado em março de 2000, pelo U.S. Green Building Council, por sua vez fundado em 1993. Para parâmetros brasileiros de certificação temos um setor do GBC atuante no Brasil, chamado Green Building Council Brasil o qual faz parte do World GBC, união dos Conselhos Nacionais do Green Building de todo o mundo.

Segundo informações da própria GBC, ela é considerada hoje a maior organização de influência no mercado das construções verdes, iniciando sua atuação no mundo a partir de 2002. Eles vêm trabalhando de forma a incentivar e apoiar construções verdes com o intuito de melhorar problemas globais como a mudança de clima.

Com a vinda do GBC para o Brasil, desde 2007, a certificação LEED®, que atesta a sustentabilidade de um empreendimento, começou a ser implantada no Brasil. Desde então, é certo dizer que o país apresentou um avanço na implantação de edifícios sustentáveis, com uma realidade hoje apresentando 40 empreendimentos já certificados e outros 371 registrados em busca do selo, trazendo o nosso país para a quarta posição no ranking mundial de construções sustentáveis, atrás dos Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China.

Atendendo ao crescimento do mercado nacional a ONG GBCB conta com cerca de 500 empresas membros que apoiam as atividades da organização tanto por meio de doações financeiras ou em materiais e serviços para incentivo das suas instalações, em contra partida podemos contar com uma oferta de cursos, presenciais e a distancia, especializações e MBA voltados para o setor.

Temos hoje a certificação LEED® sendo usada em mais de 130 países, com grande aceitação e reconhecimento. O seu sistema de avaliação consiste na pontuação de 40 a 110 pontos dividindo o selo em quatro diferentes níveis: Certified (Básico), Silver, Gold e Platinum.

Dentro do seu sistema de avaliação temos critérios de certificação que englobam sete categorias que detalharemos mais tarde, sendo elas:

- Espaço sustentável (SS)
- Eficiência do uso da água (WE)
- Energia e Atmosfera (EA)
- Materiais e Recursos (MR)
- Qualidade ambiental interna (EQ)
- Inovação e Processos (IN)
- Créditos Regionais (CR)

Dentro das certificações oferecidas pelo GBCB temos os seguintes tipos de LEED®:

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

Neste trabalho será dado o enfoque no LEED® NC – Novas Construções e grandes projetos de renovação.

Segundo estudos e testes já realizados pelo GBC a certificação LEED® traz benefícios ao nosso planeta, ao empreendedor, e ao proprietário do imóvel. Após a construção do empreendimento, segundo informações do GBC têm-se, uma redução dos custos operacionais em toda a vida útil (água e energia), melhora da qualidade interna (com o aumento da luminosidade, diminuição do uso do ar condicionado), valorização do imóvel, além do reconhecimento da organização na aplicação dos conceitos relacionados à sustentabilidade, que é um grande diferencial de marketing. O consumo de energia é 30% menor, há também redução de até 50% no consumo de água, de até 80% nos resíduos e uma valorização de 10% a 20% no preço de revenda, além da redução em média de 9% no custo de operação do empreendimento.

Durante a construção do empreendimento o GBC atesta que o custo adicional de execução gira em torno de 1% a 7% com relação aos edifícios comerciais tradicionais, com esse valor variando de acordo com o nível da certificação que se pretende alcançar.

Para se adquirir a certificação LEED® a organização diz que se deve passar por 9 etapas básicas:

1. Registro do projeto (no site www.usgbc.org)
2. Coleta de informações pelo time de projetos
3. Cálculos e preparação de memoriais e plantas
4. Envio da primeira fase (Projetos - ao GBC Americano)
5. Coleta e preparação de documentos da segunda fase
6. Envio da segunda fase (Construção Final)
7. Treinamento para ocupação
8. Pré-operação e pós entrega
9. Análise para certificação

Esse processo de obtenção do certificado, segundo a GBCB, pode durar de 4 a 6 meses após a conclusão da obra e é feito em parceria com o USGBC que por sua vez realiza as auditorias documentais.

No site do GBCB está disponível o checklist e o Manual de Avaliação de cada sistema LEED® ofertado no Brasil. Para cada item atendido do checklist, gera-se uma pontuação. Ao final do processo de avaliação temos o total de pontos daquele empreendimento, o qual reflete diretamente o nível de desempenho do mesmo, classificando assim a certificação LEED® entre Certified (Básico), Silver, Gold e Platinum segundo a tabela abaixo:

Tabela 1 – Pontuação de Níveis de Desempenho LEED®

<i>Nível de Desempenho</i>	<i>Pontuação</i>
LEED® Certified (Básico)	40 – 49 Pontos
LEED® Silver (Prata)	50 – 59 Pontos
LEED® Gold (Ouro)	60 – 79 Pontos
LEED® Platinum (Platino)	Acima de 80 Pontos

Para a certificação LEED® a empresa deve atender aos critérios de avaliação guiados pelo checklist desenvolvido por especialistas da área que são detalhados item a item no Manual de Avaliação do Sistema.

O checklist do LEED® NC prevê itens que são pré-requisito para a implantação do sistema e itens que são avaliados e contabilizados na

certificação. Dentro do modelo de avaliação é visto sete aspectos principais com os quais as empresas devem se guiar.

Dada a tamanha importância do incentivo às atividades com objetivos sustentáveis, as empresas antes mesmo de iniciarem o processo de certificação já devem atender a itens de pré-requisitos necessários para a certificação LEED®, como:

- Espaço Sustentável - 26 Pontos

Pré-requisito 1 - Prevenção da poluição na atividade da Construção

- Uso Racional da Água - 10 Pontos

Pré-requisito 1 - Redução do uso da água

- Energia e Atmosfera - 35 Pontos

Pré-requisito 1 - Comissionamento dos sistemas de energia

Pré-requisito 2 - Performance Mínima de Energia Requisito

Pré-requisito 3 - Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não

uso de CFC's

- Materiais e Recursos - 14 Pontos

Pré-requisito 1 - Depósito e Coleta de materiais recicláveis

- Qualidade Ambiental Interna - 15 Pontos

Pré-requisito 1 - Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno

Pré-requisito 2 - Controle da fumaça do cigarro

Após a empresa se enquadrar nos requisitos mínimos de certificação, existem mais 69 itens que geram o somatório de pontos, caso sejam atendidos, necessários para a certificação. Exemplo:

- Uso Eficiente de Água no Paisagismo
- Tecnologias Inovadoras para Águas Servidas
- Melhoria na Gestão de Gases Refrigerantes
- Materiais de Rápida Renovação
- Madeira Certificada
- Monitoração do Ar Externo
- Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia, etc...

Com o término da obra e o início de operação do empreendimento é dado o encaminhamento da documentação final ao processo da certificação

ficando a empresa no aguardo estimado pelo GBC de quatro a seis meses, após esse período, a certificação é entregue.

2.3.2. Aqua

Lançado no mercado imobiliário em 2010 e hoje com mais de 60 empreendimentos certificados, segundo o coordenador executivo do Processo Aqua, Manuel Carlos Reis Martins, característica importante que vem ajudado à disseminação do Processo no país são as auditorias presenciais, por profissionais qualificados da Fundação Vanzolini, nas três principais fases do empreendimento: o programa, a concepção e a realização (construção), não sendo coberta por este Certificado a fase de uso do empreendimento, havendo porém um suporte na elaboração de documentos que auxiliam um melhor desempenho ambiental do empreendimento após a sua entrega.

Segundo Martins, o Processo preza por soluções mais efetivas e práticas visando obter a qualidade ambiental, não esquecendo que os critérios são de desempenho e as soluções arquitetônicas são flexíveis, de modo que o desempenho seja obtido com economia. “É uma certificação completa porque considera as questões socioeconômicas e ambientais e principalmente os usuários, em termos de conforto e saúde e, na parte da construção, a própria formalidade da cadeia produtiva, além de aspectos como a economia de água e luz, e a gestão de resíduos”, diz ele.

A Certificação Aqua é estruturada em dois elementos, o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que avalia o sistema pelo empreendedor, e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção. A partir do Sistema de Gestão do Empreendimento é definido a Qualidade Ambiental, que visa organizar o empreendimento e controlar os processos operacionais da concepção a construção.

O Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) varia em níveis de complexidade estabelecidos pelo empreendedor na concepção do empreendimento. Auxilia no estudo inicial do projeto, é de suma importância para análises como a escolha do local do empreendimento e previsão de

custos do mesmo. Uma boa implementação do SGE resulta num empreendimento melhor gerenciado e com maiores chances de alcançar os objetivos definidos.

A Qualidade Ambiental do Empreendimento (QAE) é o instrumento de avaliação do Processo aqua, avaliando cada item em conceito de Bom, Superior e Excelente. Ela é constituída de quatorze categorias onde são reunidas em quatro famílias (eco-construção, gestão, conforto, saúde), são elas:

- Eco-construção

Categoria nº1: Relação do edifício com o seu entorno

Categoria nº2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos

Categoria nº3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental

- Gestão

Categoria nº4: Gestão da energia

Categoria nº5: Gestão da água

Categoria nº6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício

Categoria nº7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental

- Conforto

Categoria nº8: Conforto higrotérmico

Categoria nº9: Conforto acústico

Categoria nº10: Conforto visual

Categoria nº11: Conforto olfativo

- Saúde

Categoria nº12: Qualidade sanitária dos ambientes

Categoria nº13: Qualidade sanitária do ar

Categoria nº14: Qualidade sanitária da água

A partir destas categorias temos subcategorias nos quais são detalhados esses critérios de avaliação. Para a obtenção do certificado é necessário se alcançar um mínimo de três categorias “Excelente” e sete categorias “Bom” no máximo, após essa meta, o empreendimento adquire um

perfil de QAE (Figura 2) onde é analisado o empreendimento como um todo, como ilustrado abaixo:

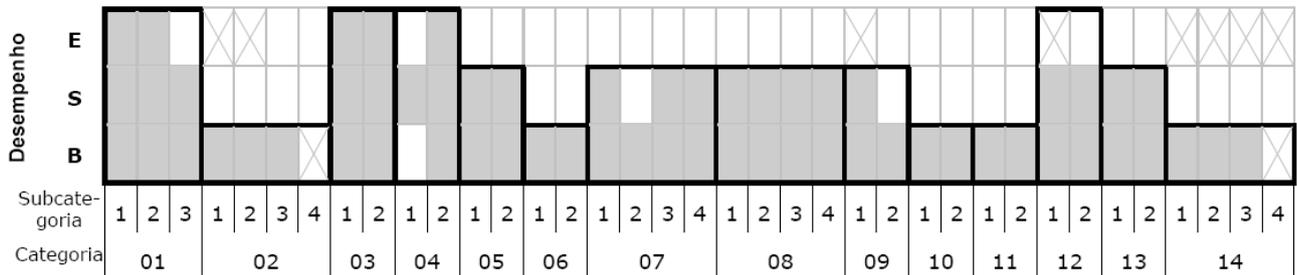


Figura 2 – Exemplo fictício do perfil de QAE (Aqua, 2007)

A avaliação é dada de forma evolutiva, como uma árvore (Figura 3) a partir do desempenho de cada categoria e da cada subcategoria, gera-se um valor agregado para determinação do desempenho final.

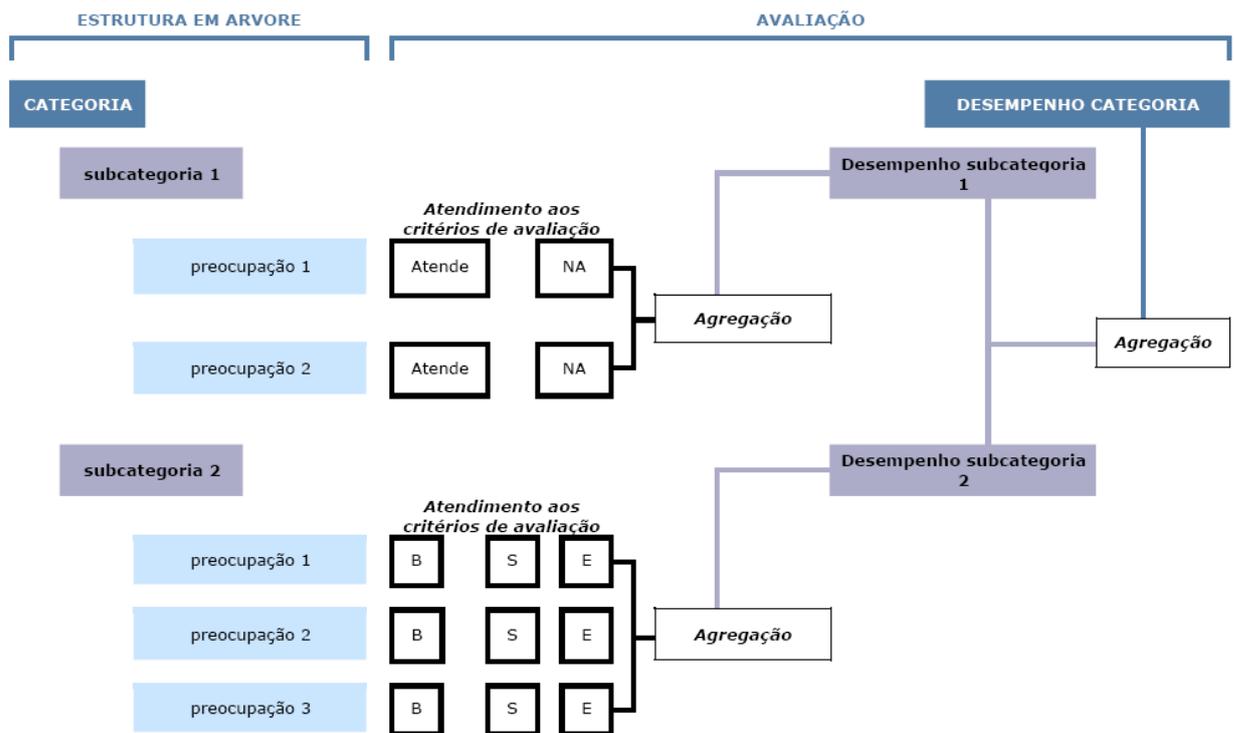


Figura 3 – Modelo em árvore para avaliação (Aqua, 2007)

2.3.3. Procel Edifica

O Procel Edifica é um método de avaliação de níveis de eficiência energética de edifícios por etiquetagem. De origem totalmente brasileira, o Procel Edifica foi desenvolvido pela Eletrobrás/Procel desde 2003 visando atender as exigências estabelecidas no Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001 (BRASIL, 2001b) que regulamentou a Lei nº 10.295 estabelecendo “níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas”.

Em 2005 o Inmetro foi incluído no processo de etiquetagem, através da CT Edificações (Secretária Técnica de Edificações) criado pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, responsável pela regulamentação e elaboração de procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações construídas no Brasil visando ao uso racional da energia elétrica, segundo o Volume 1 do processo de Etiquetagem.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é obtida como a maioria das certificações, de forma voluntária e requer o atendimento de uma série de requisitos para a classificação do nível de eficiência energética de um determinado edifício. A etiqueta pode ainda ser de forma integral (edifício completo) ou parcial (quando se refere à envoltória), o qual segue duas etapas de avaliação, a etapa de projeto e etapa de inspeção do edifício construído.

Como base para obtenção da etiqueta, os requisitos são parâmetros técnicos e avaliativos que culminaram no desenvolvimento do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e documentos complementares como o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C), publicados pelo Inmetro, como também o Manual para aplicação do RTQ-C. Este último serve como um detalhamento, esclarecimento e auxilia a interpretação do RTQ-C.

Qualquer empreendimento, construído ou a ser construído, deve levantar a documentação presente no RTQ-C que são em sua maioria os projetos e memoriais do empreendimento. De posse destes documentos, os mesmos são encaminhados ao Laboratório de Eficiência Energética (LabEEE) da UFSC, designado pelo Inmetro, juntamente com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) do Sistema Eletrobrás, para realização das primeiras avaliações, onde neste momento, já é concedido a autorização do uso da ENCE (Figura 4).

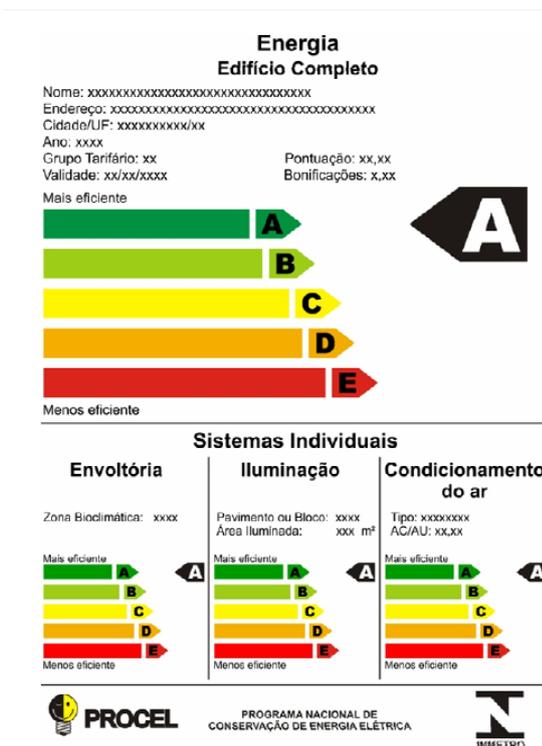


Figura 4 – Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE (Procel Edifica, 2010)

A etapa seguinte é realizada com a construção total do empreendimento e liberação do alvará de ocupação. Neste momento é feita a solicitação da inspeção dos itens construídos, se cada um deles está de acordo com o especificado em projeto, como: medições de janelas e ambientes, propriedades físicas de elementos como vidros e fachada, materiais e equipamentos, entre outros. Caso haja incompatibilização entre o projeto avaliado e o edifício pronto, que não impactem no nível alcançado há uma atualização dos documentos. Já ocorrendo diferença de níveis avançados e

solicitados, pode ser solicitada uma segunda avaliação juntamente com as correções dos problemas (Figura 5).

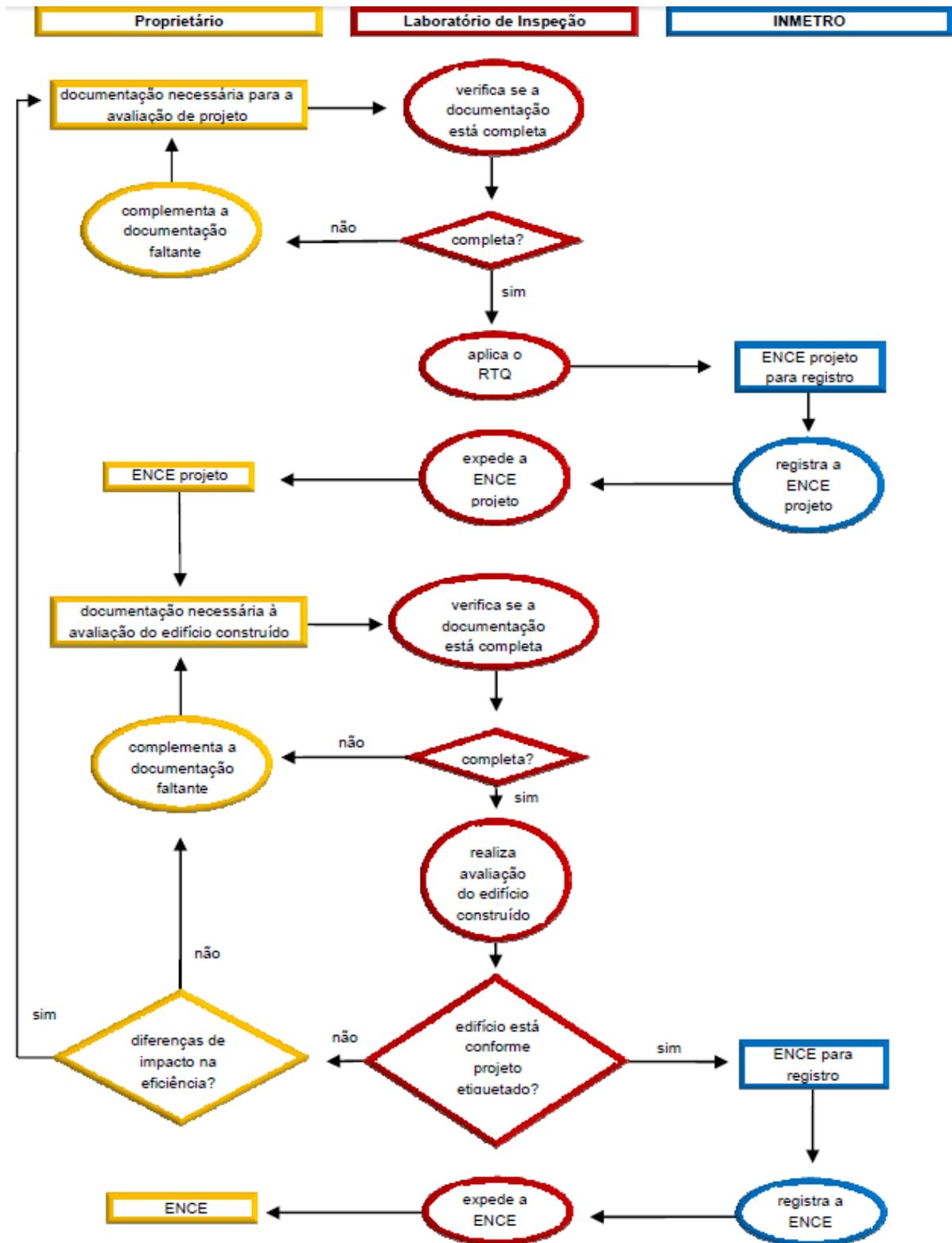


Figura 5 – Esquema prático de obtenção da ENCE (Procel Edifica, 2010)

2.3.4. Selo Casa Azul

O desenvolvimento de um programa de um selo que garanta uma construção mais sustentável, partiu de um ponto de vista da Caixa Econômica e de seus coordenadores que diz que “problemas globais, soluções locais”. Com um índice em 2009 de 71% de todo o crédito imobiliário do mercado financiado pela Caixa, percebeu-se a importância de um incentivo sustentável no setor.

O desenvolvimento da metodologia do Selo foi feito por um grupo multidisciplinar de professores da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade Estadual de Campinas sob a supervisão da Caixa ao longo de um ano. Desse estudo foi gerado o Guia Caixa Sustentabilidade Ambiental – Selo Caixa Azul lançado em 2010, que serve não só como o guia nos critérios de obtenção do Selo, como tem também a pretensão de ser útil a estudantes, profissionais e empresas da área.

O selo Caixa Azul, é um instrumento de classificação de projetos de empreendimentos residenciais, o qual avalia a adoção de soluções eficientes aplicadas nas construções, visando à realidade habitacional brasileira. A avaliação consiste num atendimento a critérios obrigatórios e critérios livres, onde o somatório do atendimento a estes critérios classificam a habitação numa gradação: Bronze, Prata e Ouro.

Para a obtenção de cada nível de eficiência é avaliado os critérios de atendimento aos quesitos de sustentabilidade, porém é também avaliado o valor da unidade habitacional. Para empreendimentos com valores acima dos valores destacados no Quadro 2 e de acordo com a sua localidade somente é permitido, no mínimo, o Selo Prata.

Quadro 2: Limites de avaliação e localidades para o Selo Caixa Azuis nível Bronze (CAIXA, 2010)

Localidades	Valor de Avaliação da unidade habitacional
Distrito Federal cidades de São Paulo e Rio de Janeiro municípios com população igual ou superior a 1 milhão de habitantes integrantes das regiões metropolitanas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro	Até R\$ 130.000,00
Municípios com população igual ou superior a 250 mil habitantes Região Integrada do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF nas demais regiões metropolitanas e nos municípios em situação de conurbação com as capitais estaduais (exceto Rio de Janeiro e São Paulo)	Até R\$ 100.000,00
Demais municípios	Até R\$ 80.000,00

Atendendo os critérios de localidade e valor citados (Quadro 2), para a obtenção do selo Bronze se deve atender a 19 critérios obrigatórios classificados em 6 categorias. Já para os selos Prata e Ouro além dos critérios obrigatórios, se escolhe 6 e 12 critérios livre, respectivamente, para atendimento das necessidades dos selos (Quadro 3).

Quadro 3 – Resumo Categorias, Critérios e Avaliação (CAIXA, 2010)

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS / CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
	BRONZE	PRATA	OURO
1. QUALIDADE URBANA		Critérios obrigatórios mais 6 itens de escolha livre	Critérios obrigatórios mais 12 itens de escolha livre
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	Obrigatório		
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	Obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação das Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	Obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	Obrigatório		
2.6 Equipamentos de Laser, Sociais e Esportivos	Obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	Obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico – Orientação ao Sol e Ventos	Obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	Obrigatório p/ HIS – até 3 s.m.		
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	Obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	Obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	Obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	Obrigatório		

Quadro 3 – Resumo Categorias, Critérios e Avaliação (CAIXA, 2010) (Cont.)

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS / CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS	BRONZE	PRATA	OURO
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	Obrigatório	Critérios obrigatórios mais 6 itens de escolha livre	Critérios obrigatórios mais 12 itens de escolha livre
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	Obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	Obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	Obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	Obrigatório		
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	Obrigatório		
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	Obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

2.4. Soluções utilizadas para atender as exigências das certificações

Segundo o Green Building Council (GBCB, 2007), as principais características de um Green building, são: o respeito ao terreno e as condições locais, a redução no consumo de água, a redução do consumo de energia que encoraja o uso de energias renováveis, a aplicação de materiais de origem,

renovável e materiais com conteúdo reciclado e a melhoria no conforto ambiental e a saúde das pessoas.

Para tanto existem uma série de sistemas e soluções adotadas pelos engenheiros e arquitetos que objetivam o atendimento aos critérios de avaliação das certificações.

Primordialmente, vem do histórico da arquitetura a necessidade de adaptação ao meio em que a civilização se localiza. Diante de alternativas e soluções encontradas pelos arquitetos, vê-se a arquitetura bioclimática sendo colocada em prática desde a antiguidade, como o desenho da cidade romana que era orientada pelo sol. Sobretudo a arquitetura bioclimática garante condições mínimas de conforto ambiental aos usuários, seja térmico, acústico ou luminoso.

Soluções encontradas nos edifícios atuais seriam os captadores solares, onde vãos permitem a maior entrada de luz e energia no inverno, garantindo proteção da radiação solar direta no verão através de aletas com ângulos previamente calculados.

Os armazéns energéticos são massas de cascalho que fornecem uma grande inércia térmica ao edifício e atuam como acumuladores de energia, frio ou calor, dependendo da época do ano, e transmissores de energia aos espaços anteriores quando as necessidades climáticas requerem e conseguindo assim, condições naturais ótimas de conforto.

A ventilação e a energia geotérmica em que o ar exterior é introduzido no edifício por meio de cilindros de impulsão e uma grande bobina que interage com o principal armazém energético situado debaixo do edifício.

Um sistema de dutos de ventilação permite, no verão, a recarga térmica dos cascalhos que são armazenadores térmicos.

Outro sistema de dutos introduz o ar exterior dentro do edifício a uma temperatura de maior conforto tanto no verão quanto no inverno.

O efeito chaminé e as janelas motorizadas garantem uma ventilação produzida a partir do ar exterior pré-tratado com energia geotérmica. Quando o ar se aquece no verão, as partes altas dos ambientes e as janelas se abrem automaticamente, gerando um efeito chaminé que ajuda à ventilação global do edifício, mantendo o conforto térmico.

Painéis fotovoltaicos módulos glass-glass, capazes de produzir energia elétrica para vários espaços no edifício.

Os painéis solares térmicos e a máquina de absorção colocados na cobertura do edifício aquecem a água, que se acumula nos tanques solares. A máquina de absorção aproveita da energia da água quente geração de água fria com painéis solares que satisfaçam todos os seus desempenhos no verão.

Piso radiante para o inverno permite uma distribuição muito homogênea das temperaturas do edifício. A mesma instalação de tubos que esquenta o edifício no inverno, utiliza-se para refrigerá-lo no verão com água fria gerada pela máquina de absorção.

Tetos frios para o verão onde a água fria gerada por máquinas de absorção e acumulada nos tanques, distribui-se pela cobertura e pelos pisos das diferentes dependências do edifício sem nunca deixar a temperatura do orvalho condensar. Os ventiladores alimentados com energia fotovoltaica permitem desestratificar as temperaturas e melhoram a sensação térmica no verão.

Uma solução utilizada no Brasil para a minimização no consumo do sistema de ar condicionado utilizado é o chamado VRV (Volume de Refrigerante Variável) (Figura 6) que consiste em um sistema de expansão direta onde o fluxo de gás refrigerante é variável. A composição deste sistema é do tipo multi-split (Figura 7) e considerado de alta eficiência energética tanto para uso no resfriamento quanto no aquecimento.



Figura 6 - Modelo do compressor VRV (Daikin, 2011)

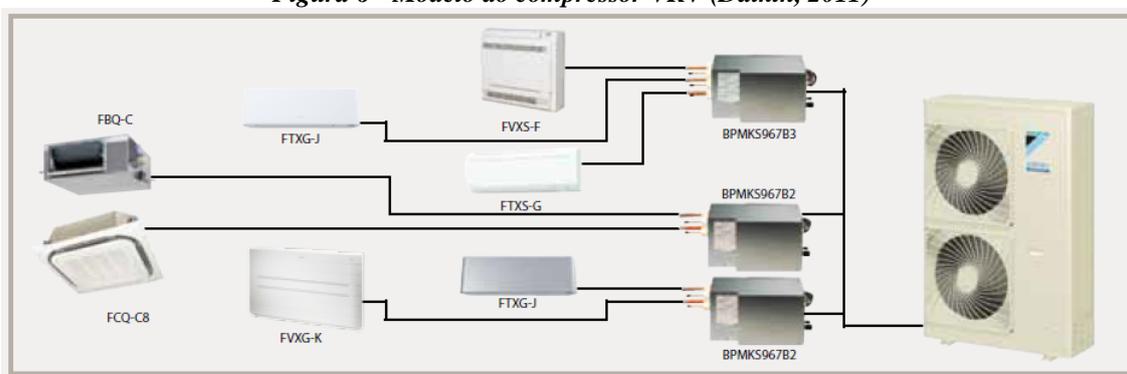


Figura 7 - Flexibilidade de adaptação em Multi-splits (Daikin, 2011)

Este sistema não requer o uso de torre de resfriamento, trabalha com o gás 410A da Dupont, o qual não precisa ser reposto por não possuir perda. Este gás também não é nocivo ao ambiente nem ao ser humano. O resfriamento é compartimentado de forma que fornece um controle mais efetivo na alimentação de cada andar (Figura 8), permitindo uma redução no consumo de energia bastante significativa no edifício, oferecendo maior conforto ao usuário e facilidade de operação e manutenção, segundo o gerente de produtos da Daikin, Robson Previatti.



Figura 8 - Simulação de alimentação do sistema VRV (Daikin, 2011)

No âmbito voltado para tecnologias em elevadores, uma oferta do mercado é o sistema de frenagem regenerativa, que consiste na utilização de parte da energia devolvida pelo elevador durante seu funcionamento para a rede elétrica interna da edificação. Para uma explanação mais prática, pode se dizer basicamente que, a energia gerada pelo elevador, quando um elevador freia é recuperada, e utilizada para outro elevador partir. Esse sistema garante, por exemplo, no horário de pico a economia de energia gira em torno de 25% a 30% em relação ao sistema convencional.

Quando comparado ao sistema convencional, nota-se que parte da energia da rede elétrica quando devolvida pelo elevador é dissipada num banco de resistores e transformada em calor. Já nos casos de elevadores com sistema de frenagem regenerativa, o elevador tem a capacidade de devolver parte da energia consumida em dois momentos: quando desce com a capacidade acima da metade ou quando sobe com a cabina abaixo da 50% da sua capacidade.

Ainda nas soluções encontradas no meio de transporte vertical utilizado pelos edifícios, tem-se o sistema de chamada antecipada que visa a otimização no uso dos equipamentos.

O sistema é acionado não por uma botoeira comum de elevadores, e sim por um terminal (Figura 9), chamado GIC, que é a interface entre o elevador e homem. Funciona como um computador que ao solicitar o elevador, o usuário deve informar previamente a que andar está se dirigindo, e imediatamente o terminal indicará para que elevador a pessoa deva se dirigir. Dentro do elevador o usuário não precisará mais operar qualquer dispositivo na cabina.



Figura 9 - Modelos de terminais GIC (ThyssenKrupp, 2008)

O estudo da chamada antecipada se baseia no fator de agrupamento, que compara um pavimento com atendimento de elevadores comuns (Figura 10) e com chamada antecipada (Figura 11). Onde na simulação, cada ponto colorido representa uma pessoa e as cores correspondem ao pavimento a que se dirigem.

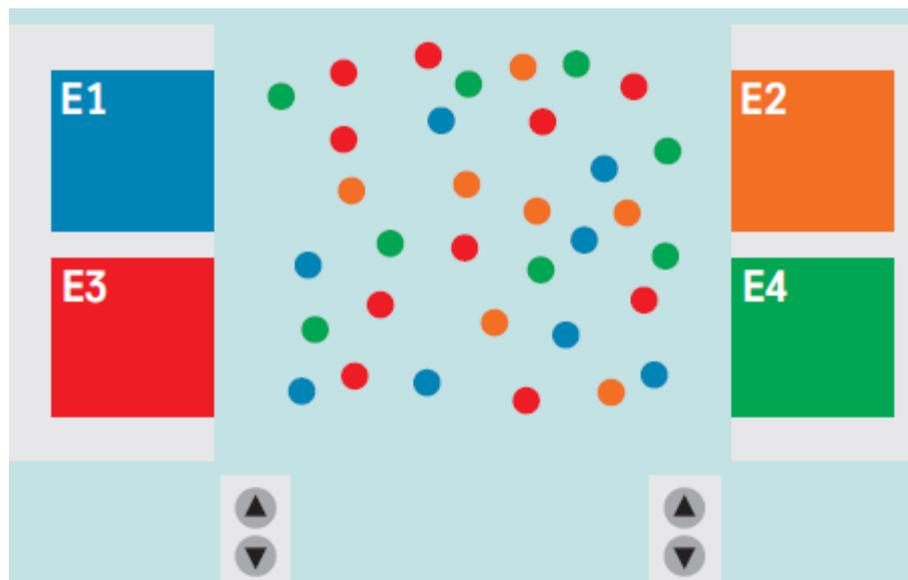


Figura 10 - Vista do piso de acesso com tecnologia convencional (ThyssenKrupp, 2008)

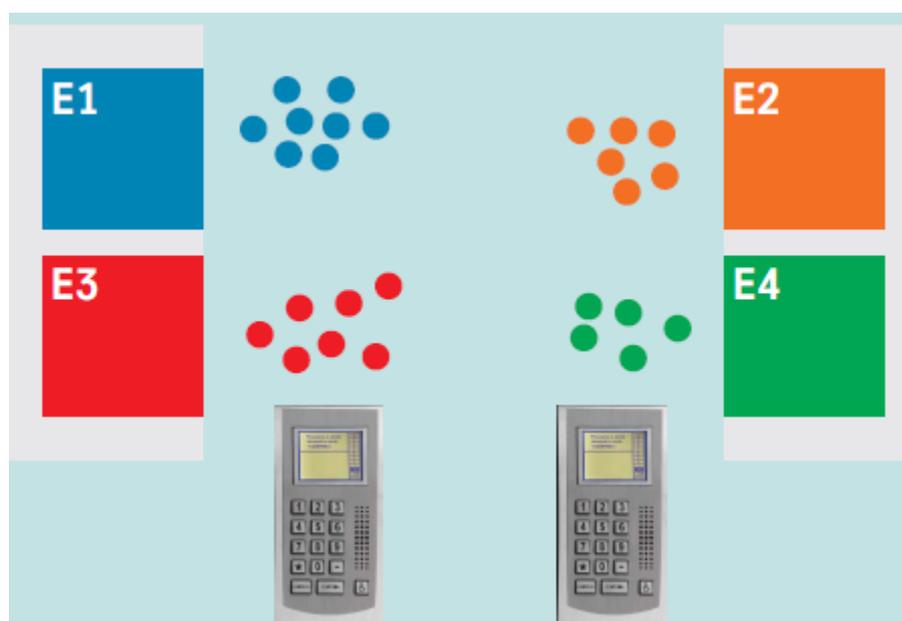


Figura 11 - Vista do piso com tecnologia de chamada antecipada (ThyssenKrupp, 2008)

Sabendo antecipadamente o destino do usuário, é possível colocar passageiros de mesmo destino no mesmo elevador. Dessa forma, aumenta-se a performance do sistema em até 30%, segundo o fornecedor ThyssenKrupp (2008), além fornecer uma redução no tempo de espera das pessoas.

Um recuperador de energia utilizado em edifícios de alta eficiência energética, é a roda entálpica (Figura 12). Um sistema que funciona como um grande trocador de calor, com diâmetros de mercado entre um 1,0m e 3,8m.

Possibilita a recuperação de parte do ar frio, já condicionado, produzido pelo prédio que normalmente seria exaurido, juntamente com o tratamento do ar externo na sua entrada ao edifício diminuindo a carga térmica.



Figura 12 – Modelo da roda entálpica (Consultoria e Análise, 2009)

A roda entálpica, permite que quando o ar externo, em torno de 40 graus, por exemplo, (Figura 13) entre no edifício haja uma redução de temperatura de 13 graus só com a troca de ar entre o que entra e o que sai. Neste ciclo, há a pré-refrigeração do ar que entra no edifício a ser resfriado pelo ar condicionado, trazendo uma redução em torno de 20% (Consultoria e Análise, 2009) no trabalho do sistema do ar condicionado, consequentemente trazendo uma redução do consumo de energia.

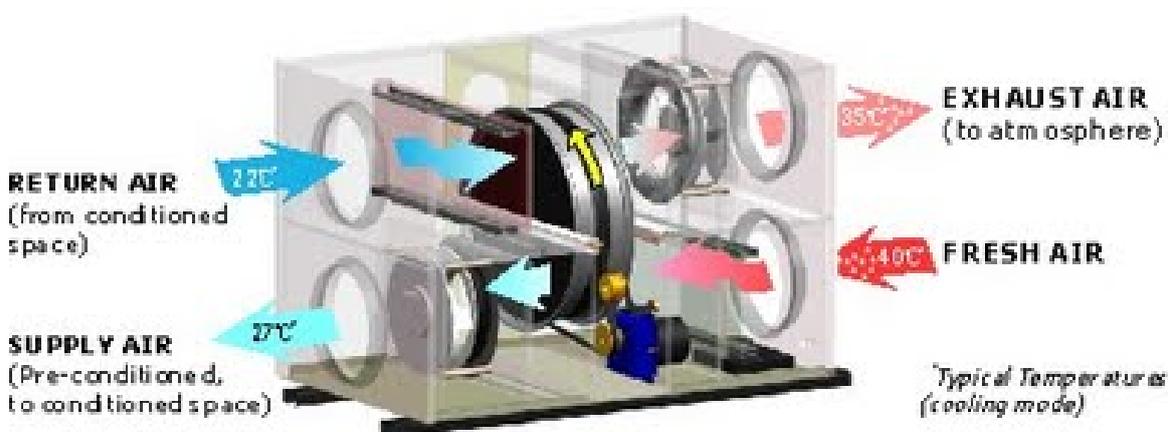


Figura 13 - Simulação do funcionamento do princípio da roda entálpica (Consultoria e Análise, 2009)

Uma inovação também já utilizada pelos edifícios eficientes é a automação das persianas nos pavimentos de escritório, que permite o controle preciso de toda a incidência solar do edifício. Associado a sensores (Figura 14) ou fotocélulas, que medem o índice de luminosidade incidente em determinada fachada, as persianas automáticas, controlam toda entrada de luz nos edifícios.



Figura 14 - Modelo de sensor solar, sem fios e dispensa baterias (Vertical Persianas, 2013)

De acordo com critérios adotados pelos fabricantes, foram estabelecidos limites máximos e mínimos aceitos pelo sistema, de incidência solar nos pavimentos. Com valores máximos em torno de 14,5 a 15 Klux, se ultrapassados, todas as persianas são automaticamente fechadas. Havendo a redução da incidência, elas abrem.

Os benefícios gerados por este sistema refletem diretamente na economia em torno de 6% no funcionamento do ar condicionado, na redução dos problemas de ofuscamento devido aos grandes vãos de janelas gerando então um maior conforto aos usuários.

Vale ressaltar que este sistema também pode ser colocado em operação manual, para em casos de erros no reconhecimento do sistema ou até mesmo quando o pavimento não está sendo utilizado, para que não haja o uso, gerando desperdício de energia.

A aplicação de vidros de alto desempenho, também são utilizados pelas construtoras. O vidro chamado de Low-e ou de baixa emissividade, por exemplo, é capaz de permitir a passagem da luz natural, filtrando, porém a entrada os raios ultravioletas e infravermelhos reduzindo até 30% da entrada do calor, desta forma reduz a perda de energia de um ambiente para o outro, como mostra o esquema abaixo (Figura 15). Conseqüentemente gera uma diminuição do trabalho exercido pelo ar condicionado.

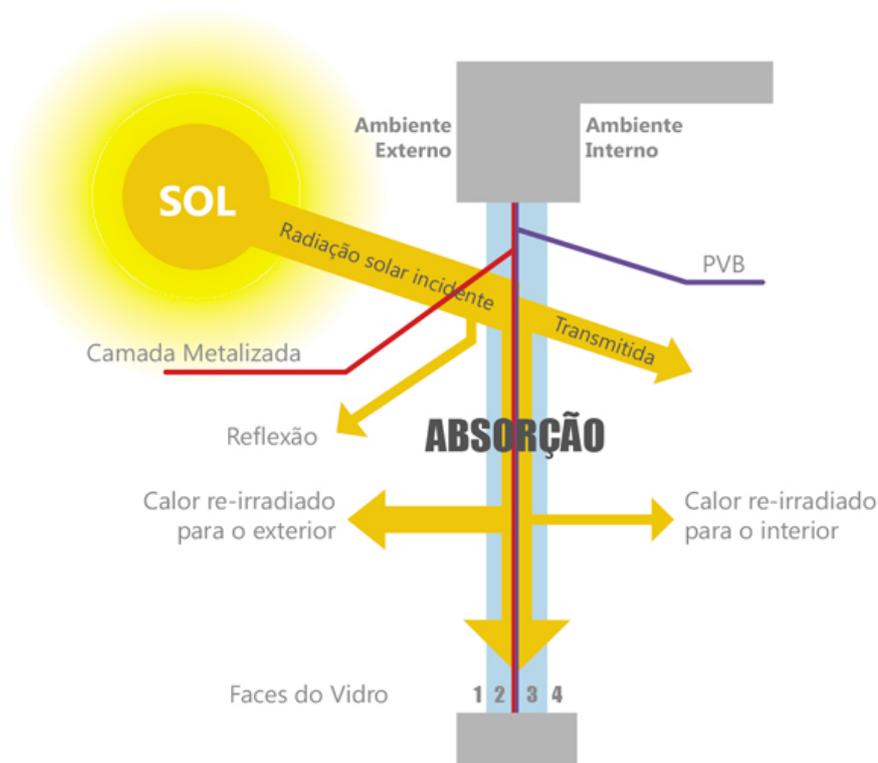


Figura 15 - Demonstração do funcionamento dos vidros com proteção solar (Divinal Vidros, 2013)

Como medidas adotadas para redução no consumo de água, podem ser utilizados sistemas de reaproveitamento de água pluvial e água de condensação dos drenos das evaporadoras dos ar-condicionados. Esta técnica adotada garante uma redução nas despesas geradas pelo consumo da água no condomínio, além de contribuir para a redução da vazão da água nas ruas, diminuindo os riscos de enxurradas e possíveis enchentes.

A captação da água da chuva (Figura 16) de diversos pontos do edifício e dos drenos de ar-condicionado é conduzida para um reservatório de

reuso, passando antes por um filtro. Existe a possibilidade, do retorno da água tratada, por meio de bombas para reservatórios superiores, onde daí seria reutilizada na alimentação dos sanitários. Outra solução comum é o reuso desta água para a irrigação das plantas, a reposição do espelho d'água, limpeza das garagens e outras necessidades da área comum. Este sistema pode gerar uma economia de 10 a 15% no consumo de água geral, dependendo da época do ano.

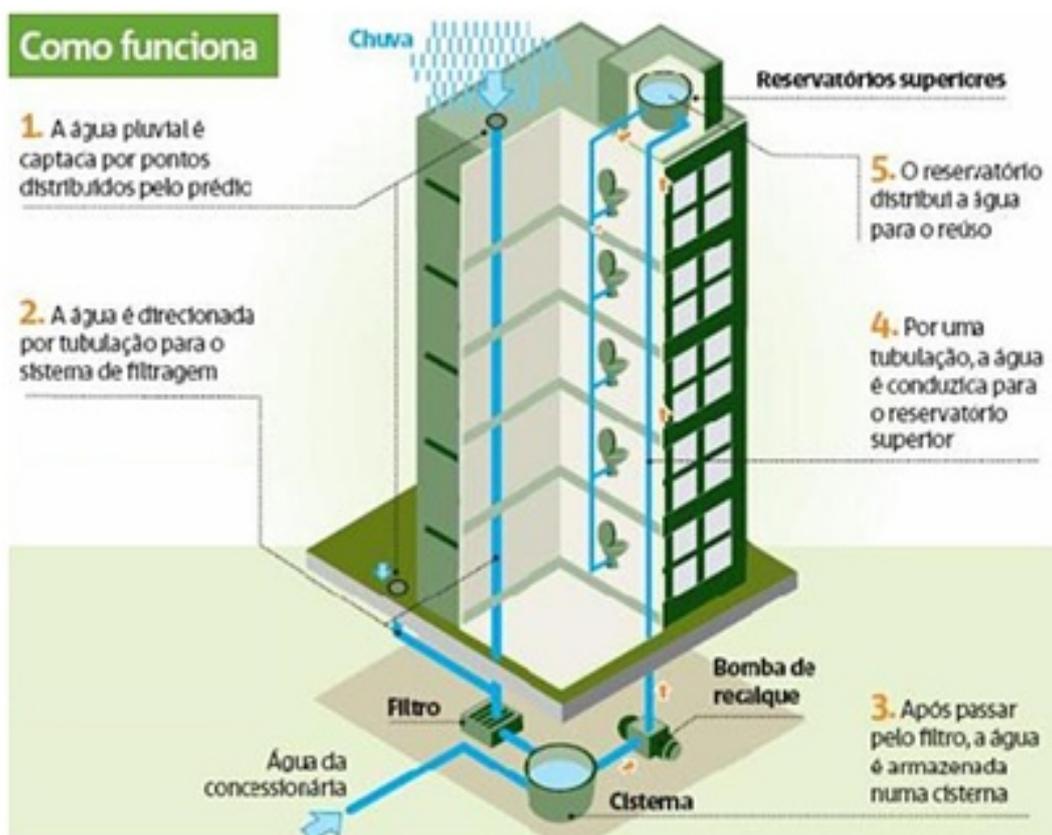


Figura 16 - Esquema do sistema de captação de água de chuva (Lopes, 2011)

Edifícios eficientes também adotam em sua composição, os dispositivos economizadores de água, como as bacias sanitárias tipo Dual flush (Figura 17) com acionadores parcial e total de descarga (Figura 18) que atingem uma economia de até 50% (Cenzi, 2013).



Figura 17 - Bacia sanitária com sistema Dual Flush (CENSI, 2013)



Figura 18 - Modelo de acionador para caixa acoplada (CENSI, 2013)

Mictórios com válvulas de acionamento por sensor (Figura 19) garantem uma economia de 60% no seu uso (Deca, 2013).



Figura 19 - Modelo de válvula para mictório com acionamento por sensor (DECA, 2013)

Torneiras com fechamento automático (Figura 20) tem como garantia do fabricante uma economia no consumo de água de até 70% (Deca, 2013).



Figura 20 - Modelo de torneira para lavatório com fechamento automático (DECA, 2013)

Já as torneiras com sistemas de sensores de presenças (Figura 21) são as que se destacam quando o quesito é economia, segundo o fabricante, este tipo de acionamento na torneira, pode gerar uma economia de até 85% (Deca, 2013).



Figura 21 - Modelo de torneiras com sensor de presença (DECA, 2013)

2.5. Avaliação econômica de soluções utilizadas

Na concepção de um empreendimento é feito um estudo detalhado comprovando a viabilidade do mesmo. Dentre os levantamentos deste estudo, o mais importante e que realmente interessa às construtoras é sempre o valor do investimento na realização daquele projeto. Sendo assim a economia na construção é fator constante nas tomadas de decisões, muitas vezes excluindo os custos adicionais julgados como extras, ou seja, os custos de implantação de sistemas sustentáveis.

De acordo com o Green Building Concil Brasil o investimento nos prédios ecologicamente corretos comparados aos convencionais giram em torno de 2% a 7% a mais no valor total da construção, porém eles garantem que o consumo de energia é 30% menor, há também redução de até 50% no consumo de água, de até 80% nos resíduos e uma valorização de 10% a 20%

no preço de revenda, além de redução média de 9% no custo de operação do empreendimento durante toda a sua vida útil, deixando claro que há o retorno do investimento.

Além disso, ainda há a insegurança do investidor no momento da concepção de um projeto, e não há o esclarecimento sobre o quanto aquele acréscimo de investimento inicial pode conduzir o empreendedor a um também acréscimo na riqueza potencial do empreendimento quando comparado ao convencional, conforme afirmações de Alencar (2004).

Considerando não só o fator investimento x risco, sistemas prediais mais eficientes e sofisticados devem proporcionar uma maior economia quando comparamos os custos de operações daquele edifício e o dos convencionais. Desta forma é possível apresentar uma realidade mais atrativa e consistente para os investidores (Alencar, 2008)

Há uma oferta variada de sistemas e tecnologias que podem ser implantadas em edifícios que culminem em uma maior eficiência do mesmo. E cada um desses sistemas colabora com um determinado grau de sustentabilidade do empreendimento, sendo assim sempre devemos comparar edifícios pela sua complexidade, ou até mesmo comparar cada sistema por sua eficiência exclusiva. Devido a essa observação Ceotto (2008) concluiu que o retorno do investimento será decorrente da economia operacional obtida.

Alencar (2008) ainda afirma que para atrair o interesse do investidor, é possível mostrar que a redução do Resultado Operacional Disponível médio do edifício representa diretamente o ganho no valor da exploração no ciclo de vida do imóvel, já que o aluguel se mantém na média do mercado de edifícios convencionais.

Todavia, essa diferença monetária na exploração do ciclo de vida do edifício, garante que o acréscimo no investimento inicial do imóvel seja retornado em um determinado tempo, chamamos esse tempo de retorno de *payback*.

Segundo pesquisa de Ceotto (2008) existe uma divergência nesse tempo estimado para retorno dos investimentos, segundo ele o *payback* de um edifício sustentável é de 3 anos, até 2 anos, enquanto outros profissionais

estimam 8 a 10 anos, como é o caso de Alencar. Segundo Ceotto essa diferença de interpretação tão significativa se dá pelo fato de serem comparados edifícios com complexidades não compatíveis.

No cálculo do retorno financeiro de um empreendimento sustentável, existem itens que foram incluídos na construção daquele imóvel, que trouxeram benefícios para o meio ambiente e para a sociedade, porém não são passíveis de retorno na economia da operação do condomínio em si. Como exemplo desses investimentos, Ceotto (2008) dá a madeira certificada, que o uso induz um aumento de 20% a 30% no seu item, porém não traz redução a operação do empreendimento.

Ainda assim é possível estimar o *payback* de um empreendimento com simulações baseadas basicamente nos consumos de energia e água, e seguindo estes critérios, segundo ele é facilmente demonstrado um *payback* de 2 a 3 anos.

De acordo com o pensamento de Ceotto (2009), é feito um paralelo entre as possibilidades de interferência nas variáveis de custo de um edifício (Figura 22) e o custo total de um edifício comercial em sua vida útil (Figura 23). Com esse entendimento de que 80% do custo de um edifício são no seu ciclo de vida de uso e operação, fica claro que o momento da concepção e projeto é de fundamental importância para que aquele edifício dê o retorno financeiro a quem realmente irá usufruí-lo, o usuário.

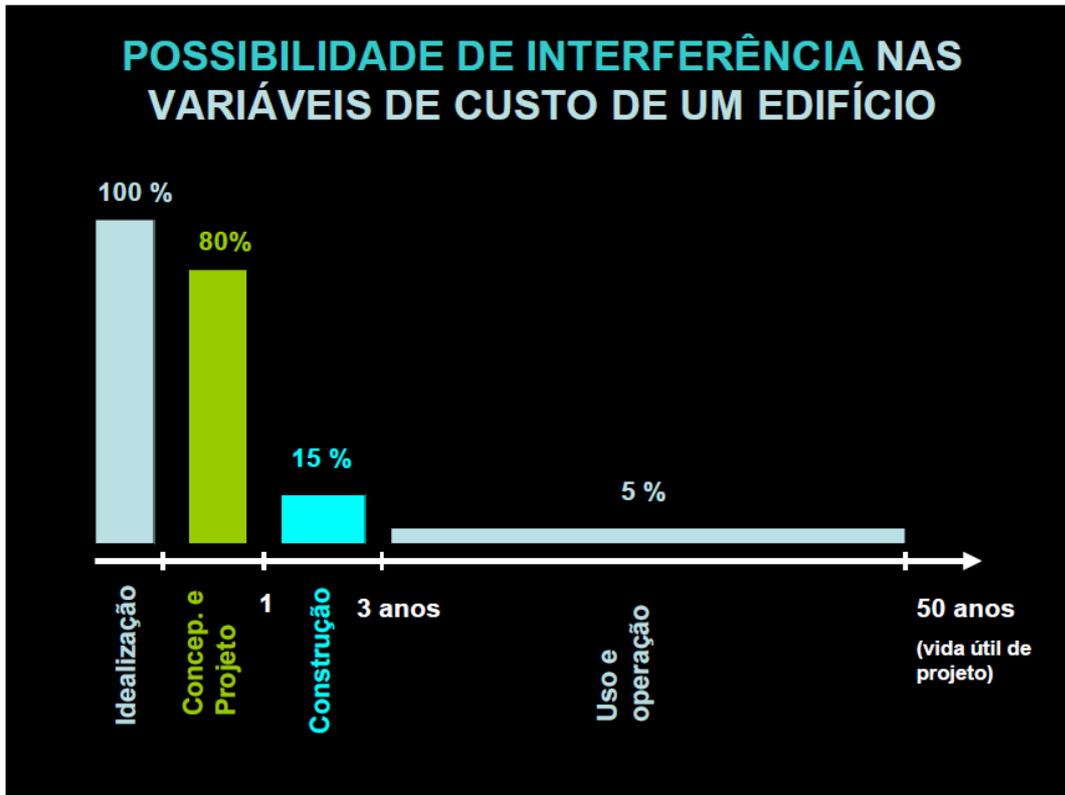


Figura 22 – Possibilidade de interferência nas variáveis de custo de um edifício (Ceotto, 2009)

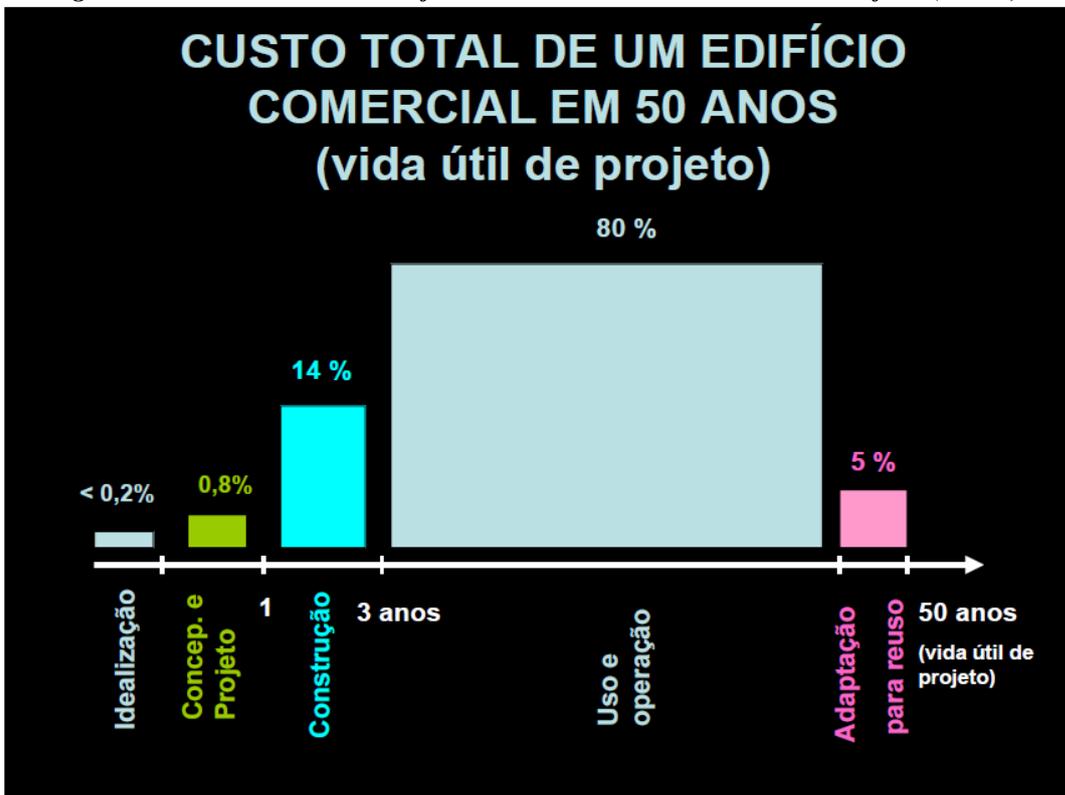


Figura 23 – Custo total de um edifício comercial em sua vida útil (Ceotto, 2009)

Com a certeza de que o edifício deve ser projeto para a sua fase de operação, Ceotto (2009) define três parâmetros de análise para que essa eficiência seja efetiva, são eles: o *Fitting out* e reformas periódicas, operação diária e readaptação para novo ciclo.

O *Fitting out*, chamado pelo autor, significa os equipamentos, acessórios, incluindo até instalações elétricas. São despesas de construção que giram em torno de R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00/m² (BOMA, 2009), cerca de 40% a 50% do total da obra, muitas vezes na entrega de escritórios estão sujeitos a alterações do proprietário, ou seja, é sugerido por Ceotto que estes itens sejam negociados a sua entrega no momento da venda do imóvel, para que não haja um retrabalho e desperdício deste investimento, exemplo: móveis, carpetes, forros, divisórias, piso elevado, persianas, luminárias, dutos de ar, entre outros.

A fase de operação é aquela referida nos 80% das despesas de um edifício. Ceotto (2009) faz uma relação entre o impacto nos custos de operação do condomínio x impacto positivo no meio ambiente (Figura 24), onde temos uma visão clara de como podemos associar da melhor forma e mais eficiente o benefício ao usuário do edifício concomitante ao benefício do meio ambiente, onde a priorização, segundo ele deve ser feita a partir de altos impactos nos custos de operação do condomínio e baixos impacto no meio ambiente.

De acordo com o estudo de Ceotto (2008), a adoção por práticas ligadas a redução do custo de operação o edifício, é atrativa e facilmente explicada, apesar da ética que envolve o baixo consumo de bens do meio ambiente e da essencialidade dessa condição no futuro, devido a uma tendência mundial. Para o autor, é de grande valia hoje a preparação para uma certeza que segundo ele de que água, energia e insumos naturais não renováveis terão seus preços cada vez mais elevados e edifícios construídos com tecnologias convencionais poderão se tornar rapidamente obsoletos, penalizando decisivamente seus investidores.

Alternativas de solução e seus impactos – Edifícios Comerciais				
Impacto nos custos				
		Alto	Médio	Baixo
Impacto positivo no meio ambiente	Alto	<ul style="list-style-type: none"> •Geração local de energia com gás em vez de diesel 	<ul style="list-style-type: none"> •Metals sanitários de baixo consumo e automáticos •Medição Individual de ar condicionado •Tratamento superficial no piso das garagens •Recuperação de frenagem nos elevadores •Roda entálpica •Controle de CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> •Retenção de águas de chuva •Bacias sanitárias duplo fluxo •Retenção de água de condensação dos fancoils para uso nas torres de refrigeração dos chillers •Luminárias de alta eficiência •Peças sanitárias de baixa vazão •Automação dos elevadores
	Médio	<ul style="list-style-type: none"> •Isolação térmica de fachadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Automatização da irrigação de áreas verdes •Vidro laminado nas fachadas •Automação da iluminação das áreas comuns 	<ul style="list-style-type: none"> •Cobertura vegetal no térreo •Isolamento térmico de coberturas •Separação de lixo para reciclagem
	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> •Tratamento total de esgoto •Uso de vidro insulado •Reciclagem de água de lavatórios para uso em bacias sanitárias 	<ul style="list-style-type: none"> •Medição Individual de água 	<ul style="list-style-type: none"> •Revestimentos de piso e paredes facilmente laváveis

Figura 24 - Custos de operação do condomínio x impacto positivo no meio ambiente (Ceotto, 2009)

Aprofundando mais ainda o assunto, Ceotto (2009) traz algumas estimativas baseadas no BOMA (Building Owners and Managers Association - Boma International), de valores médios gastos de administração de um condomínio na sua fase de operação. Para tanto comparamos com um edifício convencional, ou seja, com nenhum sistema ou tecnologia de eficiência e sustentabilidade (Figura 25).

O percentual que se destaca perante os outros é o de utilidades, ou seja, o consumo de água, energia, esgoto, diesel, que está no valor de 54%, com um custo mensal de R\$ 10,40/m². Comprovando então que o empenho na redução deste item sozinha já geraria um ganho significativo para os usuários.

Custos Condominiais edifício AAA “convencional”

	Média mensal custo R\$/m ²	Observações
Folha pagamento	1,50	8% MO de gerenciamento e supervisão predial
Limpeza área comuns	2,19	11% Todas as Areas Comuns Internas e Externas
Materiais e Insumos	0,59	3% Materiais de limpeza e de banheiros
Segurança	2,11	11% Áreas comuns
Utilidades	10,40	54% Eletricidade, água, esgoto, diesel
Administrativo	0,20	1% xerox, cópias, papéis, mat. Escritório, etc
Reparos e manutenção	1,72	9% MO e materiais de reposição, Manut Elevadores
Seguros e outros	0,56	3% Todas as Taxas, Impostos, Despesas Diversas
	19,28	

Figura 25 – Custos condominiais de um edifício AAA convencional (Ceotto, 2009)

Para um edifício com alguns sistemas de redução no consumo de água, como: bacias sanitárias de duplo fluxo, torneiras de fechamento automático e de baixo consumo, retenção de água de chuvas para irrigação, drenagem da água de condensação para uso na torre de refrigeração, aproveitamento de águas cinzas, porém sem considerar um aproveitamento total do esgoto, foi encontrado uma economia de R\$ 1,51/m² em torno de 38% nas despesas com água (Figura 26).

Se for para um caso mais extremo de um edifício eficiente, com o aproveitamento total do esgoto gerado, teria uma redução em torno de 71%, ou seja, comparado a um edifício convencional, a variação no valor da água fornecida naquela região, pouco afetaria as despesas daquele condomínio.

Consumos Médios de Água (por m ² BOMA)	Prédio Convencional de Alto Padrão		Prédio com Critérios de Sustentabilidade			
	Volume l/m ²	Custo R\$/m ²	Aproveitamento de Águas Cinzas		Aproveitamento de Esgoto Total	
			Volume l/m ²	Custo R\$/m ²	Volume l/m ²	Custo R\$/m ²
• Consumo mensal de água potável/ m ² (22 dias)	197	3,98	122	2,47	57	1,15
• Consumo mensal de água de condensação/ m ² (22 dias)	41,36	0,83				
• Consumo mensal de lavatórios/ m ² (22 dias)	48,85	0,99				
• Consumo mensal de bacias sanitárias e mictórios/ m ² (22 dias)	97,15	1,97				
• Consumo de irrigação (5l/ dia/m ²)	9,93	0,20				
Custo de água da Sabesp: R\$ 10,12/ m³ Custo de esgoto da Sabesp: R\$ 10,12/ m³						

Figura 26 – Comparativo do consumo de água potável por m² de área (Ceotto,2009)

Estudando a hipótese de um edifício com sistemas de redução no consumo de energia, como: luminárias de alta eficiência, automação da iluminação, sistemas de ar condicionado de alta eficiência, roda entálpica, troca de ar controlado por nível de CO₂, elevadores com frenagem regenerativa, elevadores com otimizadores de tráfego, vidros de fachada de alta eficiência, foi encontrado uma economia de R\$ 2,91/m², ou seja, redução do consumo em torno de 45% (Figura 27).

Desta forma, com uma analogia ao caso do consumo de água, fica garantido também que a variação no preço de energia fornecido pelas concessionárias daquela região não implicará em aumentos tão negativos para aquele edifício.

Consumos Médios de Energia (por m ² BOMA)	Prédio Convencional de Alto Padrão		Prédio com Critérios de Sustentabilidade	
	Consumo kWh/m ²	Custo R\$/m ²	Consumo kWh/m ²	Custo R\$/m ²
• Consumo mensal total/ m ²	40,96	6,42	22,40	3,51
• Consumo mensal iluminação/ m ²	6,80	1,06	3,72	0,58
• Consumo mensal tomadas de piso/ m ²	6,80	1,06	3,72	0,58
• Consumo mensal ar condicionado	18,00	2,82	9,84	1,54
• Consumo mensal elevadores	3,60	0,56	1,97	0,31
• Consumo mensal cargas administrativas	5,76	0,92	3,15	0,50
<p>Jornada de trabalho de segunda à sexta-feira: 12 h/ dia Jornada de trabalho sábado: 4 h/ dia Número de horas mensal: 256 h/ mês</p>				

perante um edifício, ou seja, para um edifício mais eficiente, Ceotto (2009) concluiu que o total de despesa de um edifício convencional nos quesitos, água e energia, gira em torno de R\$ 10,40/m², enquanto que para um edifício mais eficiente, esse valor cai para R\$ 5,98/m², uma economia de R\$ 4,42/m², uma redução nos gastos de 42,5% (Tabela 2).

Tabela 2 - Economia estimada em um edifício convencional e um projetado com critérios de sustentabilidade (Ceotto, 2009)

Custo de operação	Edifício Convencional	Edifício Sustentável	Economia	Redução
Água / Esgoto	R\$ 3,98/m ²	R\$ 2,74/m ²	R\$ 1,51/m ²	37,94%
Energia	R\$ 6,42/m ²	R\$ 3,51/m ²	R\$ 2,91/m ²	45,33%
Total	R\$ 10,40/m ²	R\$ 5,98/m ²	R\$ 4,42/m ²	42,5%

De acordo com a pesquisa de Ceotto (2009), o custo de obra é de R\$ 3.700,00/m² e o investimento em sistemas sustentáveis é de R\$ 185,00/m², ou seja, um acréscimo de 5%, como comprovado por ele, o retorno mensal desse investimento em água e energia, é de R\$ 4,42/m², ou seja, uma taxa de 2,38% ao mês. Com esses valores Ceotto (2009) analisa que no mercado, o investimento em imóveis gira em torno de 0,8% ao mês e que mesmo investimentos financeiros não ultrapassam 1,03% ao mês, então Ceotto (2009) conclui que compensa investir em sustentabilidade, assumindo até algumas imprecisões no cálculo.

Comparado a esse estudo feito por Luis Henrique Ceotto, existe uma pesquisa feita pelo Dr. Claudio Tavares de Alencar que fornece também um embasamento expressivo sobre o tema que avalia o Nível de Exposição do Empreendedor ao final do ciclo de implantação de um empreendimento e o potencial incremento no ROD – Resultado Operacional Disponível no seu ciclo de exploração.

Segundo Alencar (2009), os dados para a pesquisa foram retirados alguns casos a que Alencar (2009) teve acesso. A adoção de um referencial paramétrico que foi usado na pesquisa, diz que os de custos de implantação de um edifício sustentável, comparado aos convencionais, gira em torno de 5% a 8% de incremento no Nível de Exposição ao final da implantação do empreendimento.

Admitiu também em contrapartida, que esse investimento em tecnologias e sistemas de eficiência no edifício, reduziria os custos operacionais diretos numa faixa entre 20% a 40%, onde o incremento final do ROD advém de forma direta e proporcional a essa redução. Como os custos de locação do ocupante não se alteram, Alencar (2009) garante um resultado para o proprietário de 3% a 6% superior.

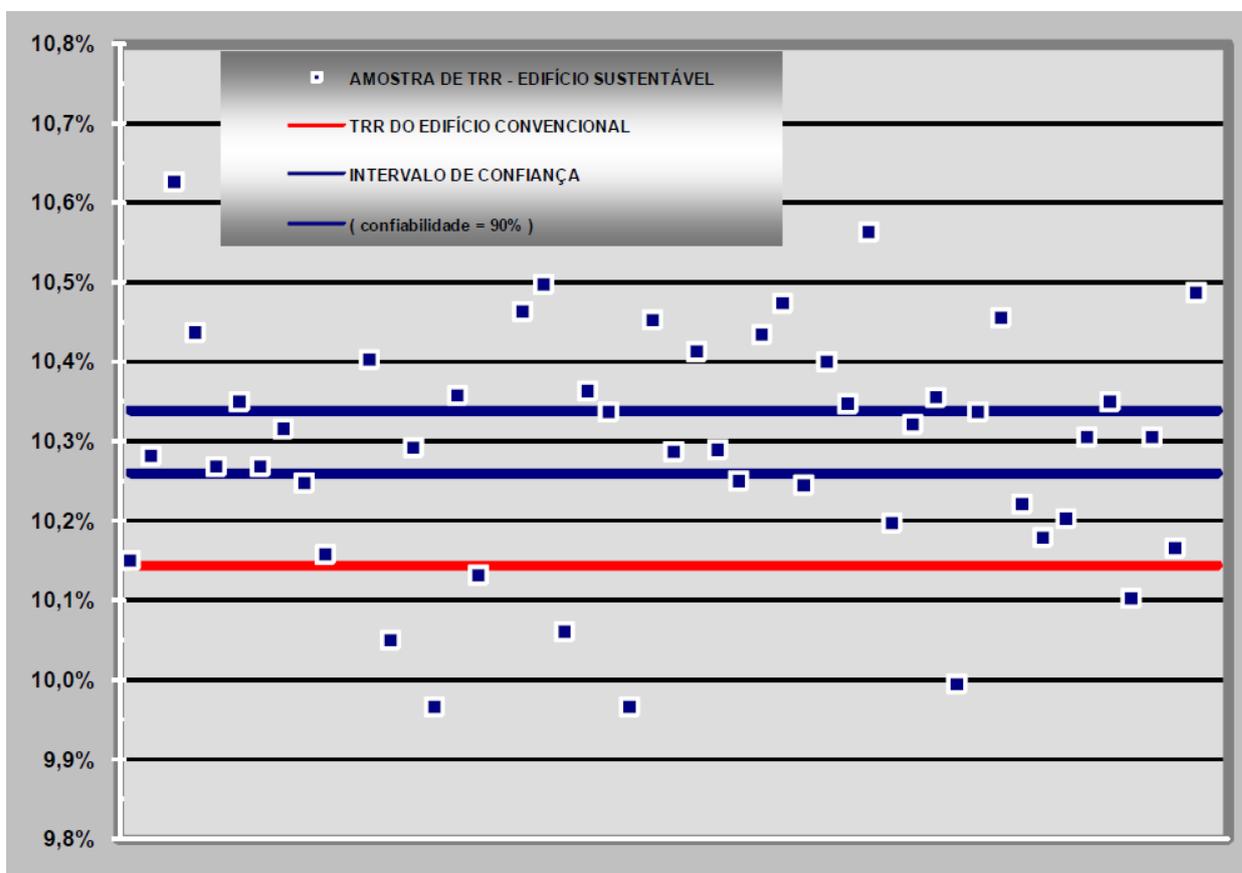
Simulando então um protótipo de empreendimento de classe AAA, a partir dos parâmetros fixados em 5% de incremento superior no investimento de implantação, e 30% de redução nas despesas operacionais, a remuneração

estimada para os investidores destes tipos de edifícios seria algo em torno de 10,19% ao ano o que levaria a um *payback* de aproximadamente 10 anos.

Considerando fatores que poderiam acarretar em divergências destes resultados, como taxa de ocupação, valores de locação, inflação e dos custos operacionais, ainda assim, com 90% de confiabilidade, Alencar (2009) calcula que a taxa de retorno deste investimento não estaria abaixo de 10,26%.

Esses fatores de instabilidade no calculo pode ser analisado pelo Gráfico 01, que denota uma amostragem em laboratório simulando esse conjunto de perturbações num intervalo de confiança para a média, ressaltando que para cada mercado tem um comportamento distinto, então é necessário uma amostragem por área ou região a ser estudada.

Gráfico 1 – Gráfico de comportamentos cruzados e taxa de retorno de edifícios sustentáveis (Alencar, 2009)



3. ESTUDO DE CASO

Para a elaboração do estudo de caso foi feita a partir de visitas técnicas às obras e entrevistas com engenheiros. Arquitetos e administradores de cada edifício. Levantamos os dados de três empreendimentos localizados na cidade de São Paulo, onde cada um tinha um nível de certificação diferente, a Leed Silver, um Gold e um Platinum. De forma comparativa, escolheu-se um edifício convencional no padrão de estrutura dos já estudados para que fosse possível estimar a diferença efetiva nas despesas destes.

A adoção da certificação Leed para estudos comparativos foi feita devido ao fato desta certificação ser mais amplamente empregada no Brasil, com maior opção no mercado, facilitou a coleta dos dados.

O edifício convencional que serviu de comparativo para os três estudos de caso, é um edifício empresarial de 34 pavimentos, com área locável de 27.120,10 m², inaugurado em 2010, construído pela construtora Odebrecht Realizações e localizado na Avenida Tancredo Neves, na cidade de Salvador.

Segundo dados da administração do edifício, as despesas mensais de água giram em torno de R\$ 127.000,00, as de energia em torno de R\$133.300,00 e o custo para limpeza da fachada é de R\$ 10.000,00 por mês, é feita de forma manual, a cadeirinha e numa rotina de duas vezes ao ano.

Outras considerações feitas foram às correções das despesas de acordo com os preços unitários de cada cidade. Os valores unitários de energia adotados foram baseados nas tarifas fornecidas pelas concessionárias locais. Para a cidade de Salvador foi de R\$ 6,42, já o de São Paulo foi de R\$ 6,32. Sendo assim corrigimos a despesa mensal de energia para edifício convencional para o valor de R\$ 131.223,68.

De forma análoga a energia, adotamos o valor de água para a cidade de Salvador igual a R\$ 13,23 e para a cidade de São Paulo o valor de R\$ 12,43. Após a correção, a despesa mensal de energia para edifício convencional para o valor de R\$ 119.320,48.

Para melhor comparação dos cálculos, será considerado o valor das despesas diretamente proporcional ao metro quadrado locável de cada empreendimento. Onde no caso do edifício convencional temos o consumo de água por metro quadrado igual a R\$ 4,40/m² e o de energia igual a R\$ 4,48/m².

Conforme informações de arquitetos e engenheiros responsáveis pelos projetos estudados, a taxa de incremento para implantação dos sistemas sustentáveis nos edifícios giram em torno de 5%, portanto este será o valor utilizado a critério de calculo neste estudo de caso.

3.1. Obra A

3.1.1. Caracterização



Figura 28 – Foto aérea edifício (Bueno, 2007)

Inaugurado em 2007, o edifício está situado na zona oeste da cidade de São Paulo, com 161 metros, 33 andares, considerando as áreas técnicas são 35 andares e um total de 115 mil metros quadrados construídos e 60.132,08m² de área locável. Desenhado pelo escritório de arquitetura Aflalo e Gasperini e construído pela construtora Gafisa, o edifício (Figura 28) é um dos

empreendimentos referência quando se trata de edifício sustentável no Brasil com a certificação Leed Platinum.

O edifício é alugado por lajes, ou no máximo meia laje, que variam entre 1.680m³ e 1.900m². Existem hoje 15 ou 16 empresas instaladas no edifício sendo a maioria delas com o aluguel de mais de um pavimento.

Existe no empreendimento um heliponto (Figura 29) para atender a demanda dos seus coproprietários. Foi construído juntamente com o edifício, porém seu funcionamento se deu em junho de 2011. Com 1,5 a 2 pousos por dia o heliponto tem ainda um diferencial, o acesso é feito por um elevador que saca para fora do edifício (Figura 30), saindo do confinamento da caixa de corrida, diferente dos elevadores comuns.



Figura 29 - Heliponto

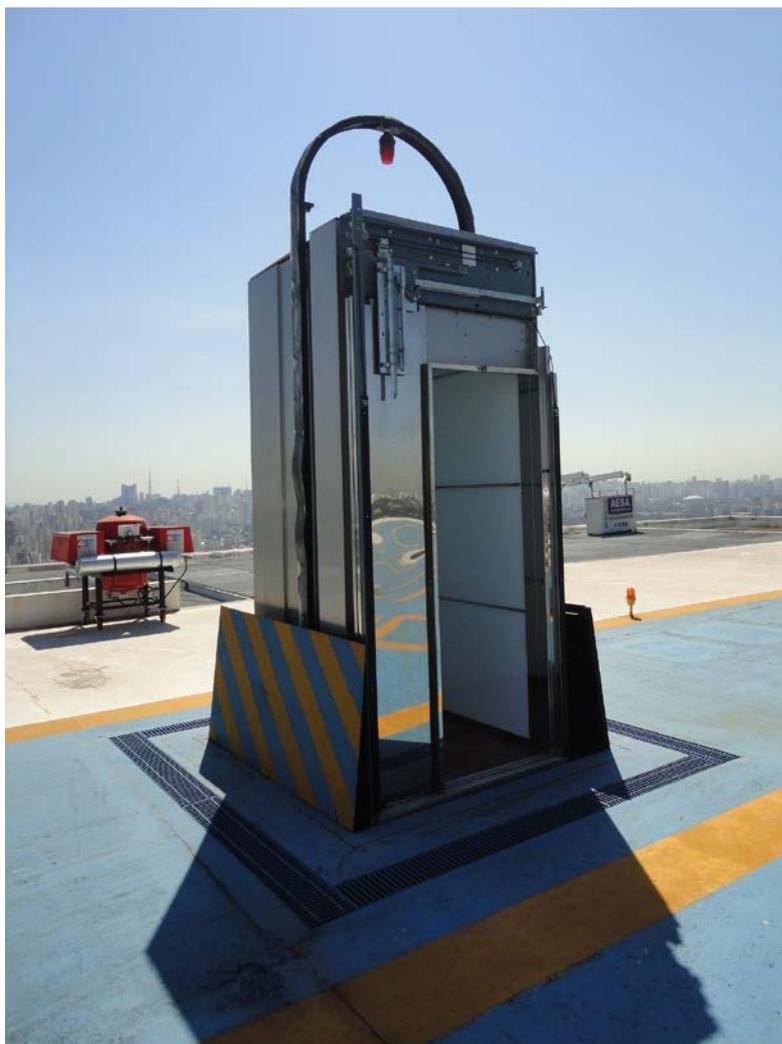


Figura 30 - Elevador para heliponto

A central de segurança, considerada por eles o coração do prédio, é onde fica o controle dos elevadores, do consumo de água e luz, controle do ar-condicionado, dos exaustores das garagens, iluminação da área comum, o nível de água dos reservatórios, as persianas, as câmeras, os alarmes, basicamente todas as funções que no edifício estudado são automatizadas.

O fluxo de pessoas no edifício já atingiu o número de 5.000 pessoas por dia. Hoje por conta dos andares vagos, esse número gira em torno de 3.600 a 3.800 pessoas por dia, com um fluxo flutuante de 1.300 a 2.000 pessoas por dia.

Devido a toda essa inovação, houve dificuldade de manutenção por falta de peças no mercado, fazendo com que o edifício se antecipasse aos

problemas, mesmo que lidando com peças e equipamentos em garantia. Hoje existe um respeito muito grande a vida útil das peças, sendo as trocas feitas mesmo antes de darem defeito.

Outra dificuldade do prédio é a coleta de lixo. Devido ao pouco espaço destinado ao armazenamento de lixo por pavimento, faz-se necessário a coleta duas vezes ao dia, uma as 11h00min e outra às 16h30min.

Já houve problemas nas pontas, como a máquina do ar condicionado que alimenta o 16º andar, por ela estar situada no 34º, a perda de carga na linha é muito grande, alterando a temperatura ao longo do caminho, reduzindo assim a sua produtividade.

3.1.2. Avaliação dos quesitos relacionados à água

O empreendimento é alimentado por um total de quatro caixas d'água somando um volume de 915m³ de armazenamento, onde os dois reservatórios superiores atende os últimos 16 pavimentos as inferiores alimentam do térreo ao 15º andar.

Existe um grande ralo que leva a água pluvial para o Rio Pinheiros, toda a água excedente deste grande ralo, vai para o reservatório de reuso. Existe no prédio uma caixa de água tratada, onde esta água é utilizada para a irrigação das plantas, a reposição do espelho d'água e nos sanitários do térreo para baixo, o que gera uma economia de 10 a 15% no consumo de água geral, dependendo da época do ano. Aonde o consumo de área comum chega a 2.800 a 3.000m³ por mês, e um consumo de água de reuso de 300m³ a 380m³.

Outras características relacionadas ao consumo de água é a utilização de torneiras com sensores de presença nos lavatórios e vasos sanitários com sistemas Dual Flush em toda a estrutura do prédio.

3.1.3. Avaliação dos quesitos relacionados à energia

Têm em sua composição 18 elevadores comuns que atendem a 3 zonas (baixa, média e alta), cada zona com 6 elevadores. Possui o sistema de frenagem regenerativa (Figura 31).



Figura 31 - Equipamentos referente ao sistema de frenagem regenerativa dos elevadores

O sistema dos elevadores são os de chamada antecipadas (Figura 32), este sistema já não é mais considerado por eles como um sistema inovador, desta forma para uma questão de redução de custos, o sistema oferece um valor considerado irrisório, porém há a otimização no uso dos equipamentos.

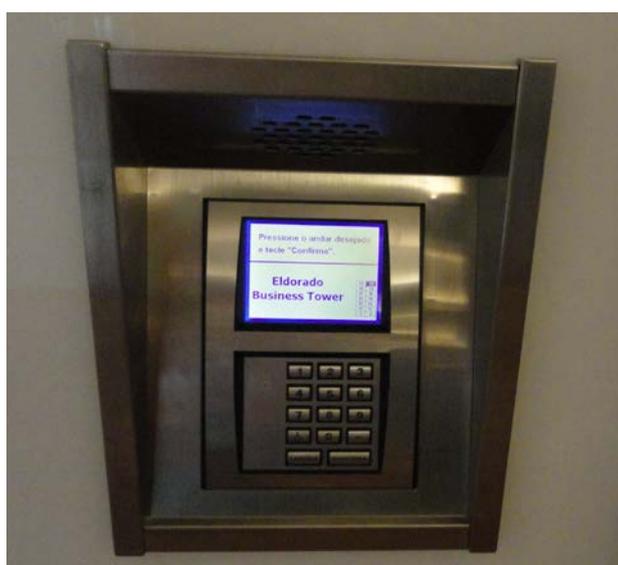


Figura 32 - Modelo de botoeira para elevadores com chamada antecipada

O sistema de ar condicionado utilizado pelo prédio é o VRV (Volume de Refrigerante Variável) (Figura 33) que segundo o administrador do edifício, não possui dificuldades na operação e nem na manutenção, fazendo somente necessário a troca do gás periodicamente seguindo indicação do fabricante.

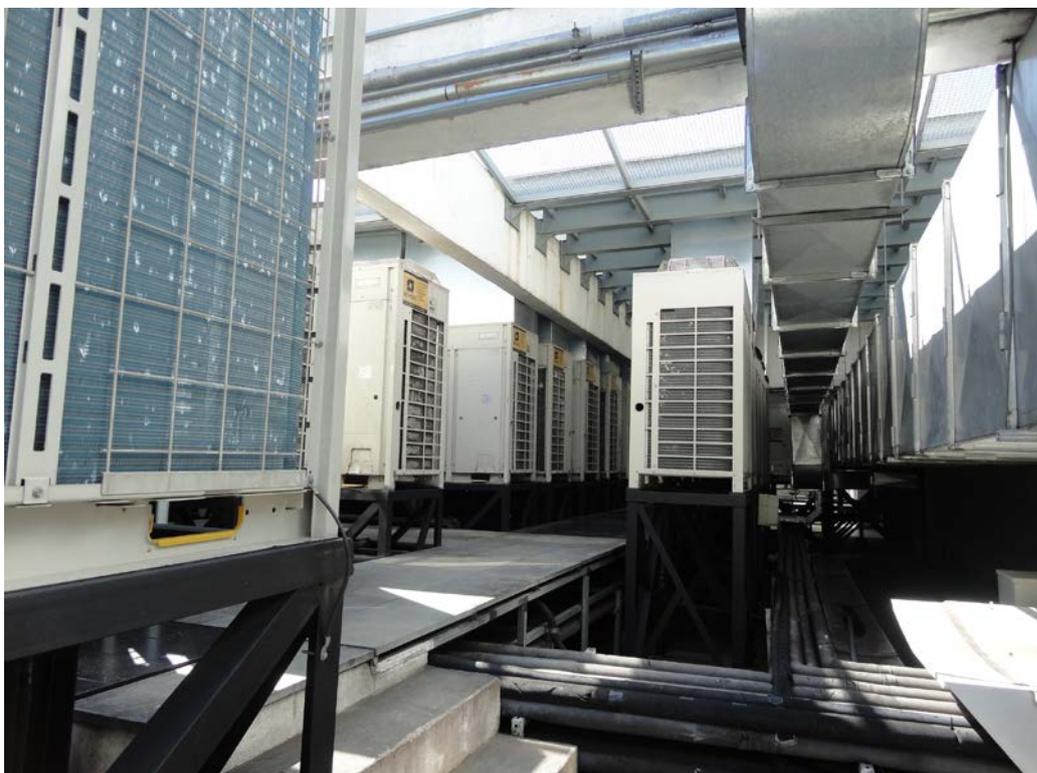


Figura 33 - Sistema de ar condicionado tipo VRV

Na torre foram instaladas duas grandes rodas entálpicas (Figura 34) na cobertura do edifício e mais quatro menores no térreo, localizadas estrategicamente nos pontos de captação de ar do prédio (Figura 35). A roda entálpica é um sistema utilizado associado a filtros (Figura 35) que retiram as impurezas do ar externo.



Figura 34 – Modelo da roda entálpica



Figura 35 - Sistema de entrada de ar do edifício associada ao uso de filtros

No heliponto ficam localizadas quatro fotocélulas, cada uma virada para uma fachada do prédio. Essa fotocélula mede o índice de luminosidade incidente naquela fachada especificamente, baseado nesta incidência captada pelo dispositivo, há o controle automático das persianas (Figura 36) daquela fachada em todo o edifício.

Ainda se tratando de fachada, deve-se complementar, que há também a redução de incidência dos raios ultravioletas pela instalação dos vidros de baixa emissividade o Low-e.



Figura 36 - Persianas automáticas do pavimento

O edifício é provido de quatro geradores (Figura 37), dois a gás e dois a diesel, que atendem a todo o empreendimento, tanto as áreas comuns quanto às áreas privativas. Existe no prédio um projeto muito moderno, especialmente planejado visando o tratamento do gás gerado pelo gerador a diesel. A necessidade do gerador a diesel se dá devido ao mesmo ter uma elevada eficiência, agilidade e rapidez no atendimento imediato do prédio. Já o a gás tem um tempo de resposta menor.



Figura 37 - Geradores do edifício

Uma das vantagens do gerador a gás com relação ao gerador a diesel é o seu abastecimento. A alimentação do gerador a gás é a linha, ou seja, fornecida diretamente da rede pública, o que dá uma autonomia permanente ao edifício. Já o gerador a diesel, faz-se necessário a instalação de um tanque de abastecimento com um volume de 15.000 litros que precisa ser abastecido por caminhão-tanque.

Todo dia no horário de ponta, das 17h30min às 20h30min, o valor da energia em São Paulo aumenta. Devido a essa variação de preço, há a geração de energia pelo próprio edifício, essa geração é total com o uso normalmente de três geradores, dois a gás e um a diesel, ao longo do período e de acordo com o consumo do prédio e à medida que o prédio vai esvaziando, há a redução da geração de energia.

3.1.4. Outros aspectos a serem avaliados

Para a execução da limpeza da fachada, foram instaladas duas gôndolas (Figura 38) especialmente desenvolvidas para exercer este papel. O trânsito destas gôndolas é feito mediante um trilho (Figura 39) que percorre

todo o perímetro da cobertura do edifício, possibilitando o alcance do equipamento em todas as faces do prédio.

A realização da limpeza da fachada segue uma rotina de duas limpezas por ano, onde cada uma destas limpezas é feita de forma lenta totalizando o processo em torno de dois a três meses. Devido à lentidão na execução deste serviço, é percebido que ao ser finalizado a limpeza em todos os trechos da fachada, o trecho inicial já se encontra novamente com impurezas.

Todo este processo é feito por uma empresa especializada, e não uma equipe treinada já residente no condomínio. Hoje com este processo de empreitada, o prédio tem uma despesa mensal de R\$7.500,00 ao contrário de uma despesa anterior que girava em torno de R\$12.000,00 por mês.



Figura 38 - Gondola para limpeza da fachada



Figura 39 - Trilhos metálicos para trânsito das gôndolas para limpeza da fachada

3.1.5. Avaliação econômica

De acordo com informações fornecidas pela administração do empreendimento, calculamos a estimativa de retorno do investimento inicial para aumento da eficiência dos edifícios.

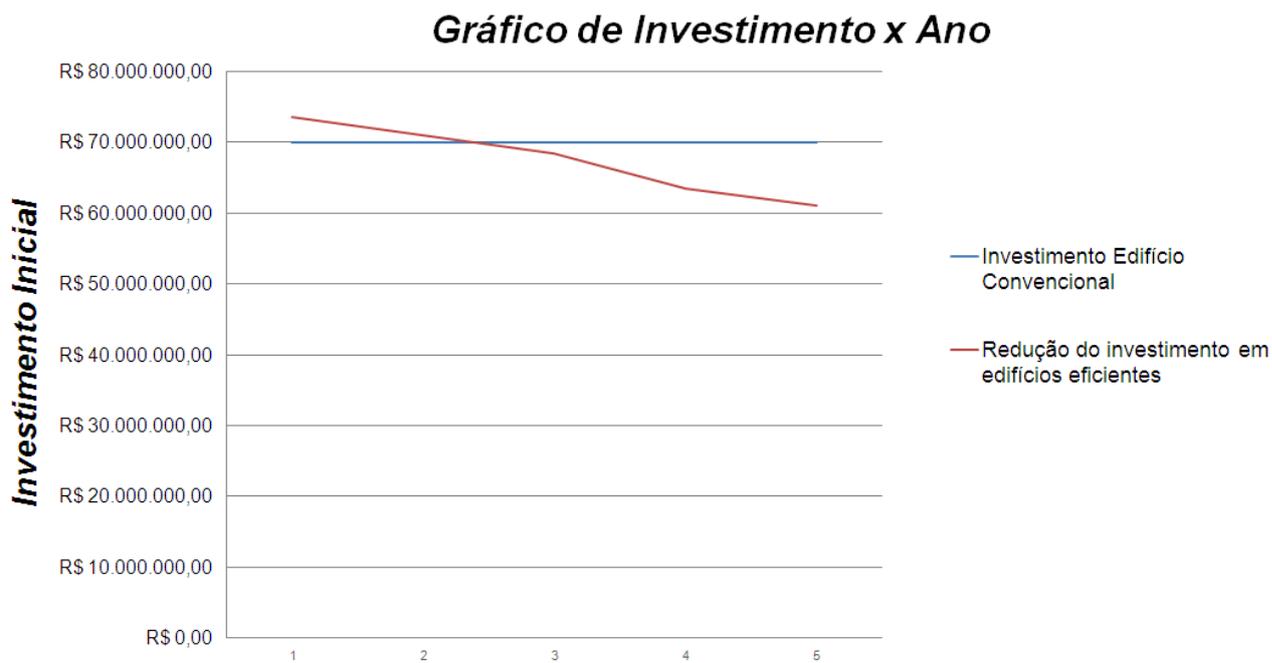
Segundo dados do prédio, a despesa mensal de energia para este estudo de caso é de R\$ 290.000,00. A despesa mensal de água do empreendimento é de R\$ 60.000,00. Como despesa extra adotada, inserimos o custo de limpeza de fachada no valor de R\$ 7.500,00. Conforme tabela comparativa abaixo (Tabela 3), temos uma economia mensal de R\$ 208.019,39 e anual de R\$ 2.496.232,70.

Tabela 3 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso A

Item	Despesa do edifício eficiente	Despesa do edifício convencional	Despesa unitária edifício eficiente m²	Despesa unitária edifício convencional m²	Economia (R\$) por mês	Economia (R\$) por ano
Energia	R\$ 290.000,00	R\$ 290.955,88	R\$ 4,82	R\$ 4,84	R\$ 955,88	R\$ 11.470,57
Água	R\$ 60.000,00	R\$ 264.563,51	R\$ 1,00	R\$ 4,40	R\$ 204.563,51	R\$ 2.454.762,13
Extra	R\$ 7.500,00	R\$ 10.000,00			R\$ 2.500,00	R\$ 30.000,00
Total	R\$ 357.500,00	R\$ 565.519,39			R\$ 208.019,39	R\$ 2.496.232,70

Baseado no investimento de construção deste edifício, no valor de R\$ 70.000.000,00, temos uma estimativa de retorno da taxa de incremento de 5% em 3 anos (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso A



3.2. Obra B

3.2.1. Caracterização

Inaugurado em 2010 (Figura 40), o edifício está situado na zona sul da cidade de São Paulo, com área locável de 12.850 m², nos seus 8 andares de escritórios e mais quatro subsolos de garagem, contanto também com uma cobertura útil. Desenhado pelo escritório de arquitetura Aflalo e Gasperini e

construído pela construtora Engeform, o edifício é um empreendimento muito bem conceituado no Brasil com a certificação Leed Gold.



Figura 40 - Vista aérea do edifício (Revista Projeto Design, 2010)

O edifício possui em sua composição, vagas destinadas aos carros consumidores de combustíveis renováveis e incentiva o uso de transporte alternativo como bicicletas. Possui como apoio um bicicletário com vestiário para os usuários de bicicleta.

O empreendimento é composto de áreas verdes e amplas a fim de fornecer maior conforto ao usuário. Seu telhado é dotado de uma cobertura com jardim que possui cerca de 70 espécies frutíferas. Inicialmente em seu projeto, foi construída uma cafeteria que funcionava por meio de aluguel para eventos empresariais. Hoje, entretanto, está em reforma onde se tornará um pequeno auditório para atender a reuniões.

3.2.2. Avaliação dos quesitos relacionados à água

Nos quesitos relacionados a economia de água, o prédio possui duas caixas de reservatório para reuso de água pluvial. A água antes de reaproveitada, passa pelo tratamento pela roda de ciclone e filtragem para retenção do resíduo.

Toda a água armazenada é utilizada na irrigação dos jardins, reposição dos espelhos d'água e direcionado para as torneiras do subsolo de garagens para execução da limpeza das áreas comuns. A água utilizada para a

limpeza dos subsolos é novamente aproveitada, de forma que são recondiçionadas a rede de reuso para novo tratamento e armazenamento.

Os sanitários possuem sistemas economizadores de água, como as torneiras por sensores e vasos sanitários com sistema Dual Flush.

3.2.3. Avaliação dos quesitos relacionados à energia

Como no edifício do estudo de caso A, o sistema de ar condicionado implantado no prédio foi o tipo VRV.

Com relação ao fornecimento de energia, o edifício possui quatro geradores a diesel. Três destes geradores são responsáveis pelo fornecimento de toda a área privativa e um gerador alimenta a área comum do edifício. Com capacidade de abastecimento 100% do prédio, os geradores só são utilizados em momentos de queda de energia. Em plena utilização, os geradores a diesel devem ser abastecidos a cada 6 horas, caso não haja utilização dos geradores no período de 6 meses, o óleo deve ser trocado.

Detalhadamente estudadas, as fachadas têm preocupação direta sobre a incidência solar em cada face diferentemente, norte, sul, leste e oeste. Onde cada uma tem seu tratamento específico, evitando ofuscamento e iluminação natural maior possível.

Fachada Sul – Por possuir baixa incidência solar, esta fachada é composta de vãos totalmente abertos, do piso ate o teto (2,80 de pé direito) em revestimento de vidro, capaz de aproveitar a iluminação natural.

Fachada leste e oeste – São fachadas com os maiores graus de incidência solar, desta forma, possuem menores aberturas com 1,20 m de altura, evitando o ofuscamento e diminuindo a entrada do calor.

Fachada norte – Com incidência do sol não direta, porém, perpendicular em relação ao edifício, esta face do edifício possui janelas totalmente abertas do piso até o teto em vidro. Sobretudo, foram instalados dois brises (Figura 41), um a 70 cm de altura e outro a 2,10 m de altura, onde o

inferior só fica voltado para o lado externo da fachada. Já o superior, tem o brise externo e uma badeja, prateleira, que fica dentro do andar, onde o sol que entra neste vão de 70 cm que passa pela janela bate nesta bandeja e reflete no forro do andar, aumentando a luminosidade do pavimento e consequentemente diminuindo a necessidade de iluminação artificial.



Figura 41 - Vista da fachada norte, com detalhe dos brises

3.2.4. Outros aspectos a serem avaliados

Para a execução da limpeza da fachada, foram instaladas duas gôndolas especialmente desenvolvidas para exercer este papel. O trânsito destas gôndolas é feito mediante um trilho de concreto que percorre todo o perímetro da cobertura do edifício, possibilitando o alcance do equipamento em todas as faces do prédio.

A realização da limpeza da fachada segue uma rotina de duas limpezas por ano, onde cada uma destas limpezas é feita de forma lenta totalizando o processo em torno de três meses. Devido à lentidão na execução deste serviço, é percebido que ao ser finalizado a limpeza em todos os trechos da fachada, o trecho inicial já se encontra novamente com impurezas.

3.2.5. Avaliação econômica

De acordo com informações fornecidas pela administração do empreendimento, calculamos a estimativa de retorno do investimento inicial para aumento da eficiência dos edifícios.

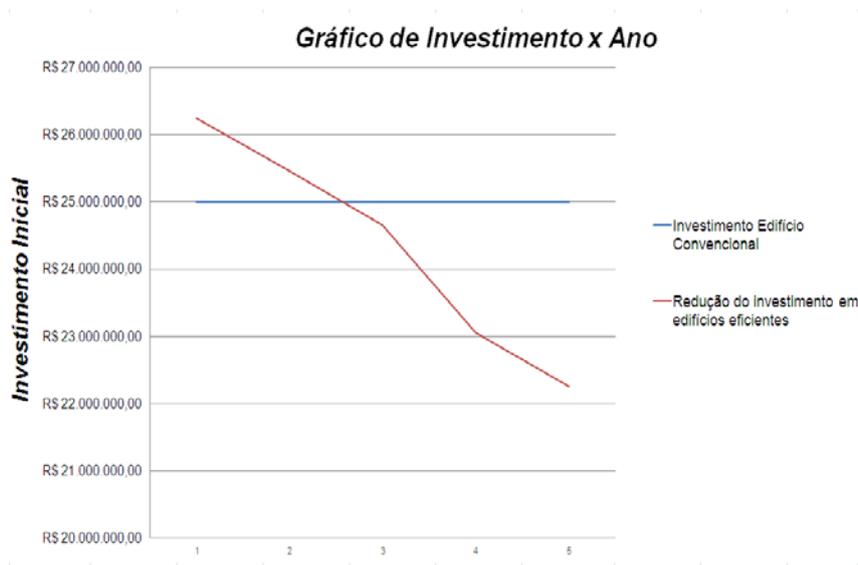
Segundo dados do prédio, a despesa mensal de água para este estudo de caso é de R\$ 19.775,00. A despesa mensal de energia do empreendimento é de R\$ 40.206,00. Como despesa extra adotada, inserimos o custo de limpeza de fachada no valor de R\$ 2.250,00. Conforme tabela comparativa abaixo (tabela 4), temos uma economia mensal de R\$ 178.344,32 e anual de R\$ 2.140.131,88.

Tabela 4 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso B

Item	Despesa do edifício eficiente	Despesa do edifício convencional	Despesa unitária edifício eficiente m ²	Despesa unitária edifício convencional m ²	Economia (R\$) por mês	Economia (R\$) por ano
Energia	R\$ 40.206,00	R\$ 62.176,18	R\$ 3,13	R\$ 4,84	R\$ 21.970,18	R\$ 263.642,17
Água	R\$ 19.775,00	R\$ 56.536,23	R\$ 1,54	R\$ 4,40	R\$ 36.761,23	R\$ 441.134,76
Extra	R\$ 2.250,00	R\$ 10.000,00			R\$ 7.750,00	R\$ 93.000,00
Total	R\$ 62.231,00	R\$ 128.712,41			R\$ 66.481,41	R\$ 797.776,93

Baseado no investimento de construção deste edifício, no valor de R\$ 25.000.000,00, temos uma estimativa de retorno da taxa de incremento de 5% em 3 anos (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso B



3.3. Obra C

3.3.1. Caracterização

Inaugurado em 2009 (Figura 42), o edifício está localizado na Avenida Nações Unidas na cidade de São Paulo, com área construída de 61.790 m², onde 29.415,02 m² de área locável, conta com duas torres interligadas, onde a Torre 1 possui 16 pavimentos e a Torre 2 tem 14 pavimentos somando ainda quatro subsolos de garagem. O prédio disponibiliza também de telhado verde. Desenhado pelo escritório de arquitetura Edo Rocha e construído pela construtora Wtorre, o edifício é um empreendimento conceituado no Brasil com a certificação Leed Silver.



Figura 42 - Vista geral do edifício (Edo Rocha, 2010)

Composto de ampla área verde na cobertura das duas torres do empreendimento (Figura 43), porém diferente do previsto em projeto, esta área não é utilizada como área de lazer. A utilização de “Coberturas Verdes” (Green Roofs) para o caso como o do Wtorre Nações Unidas contribui apenas para a redução das ilhas de calor, proporciona conforto termo-acústico e auxilia na filtragem e retardo das águas pluviais antes do lançamento na rede pública.



Figura 43 - Telhado verde

A arquitetura foi especialmente pensada para a permissão do aproveitamento de iluminação natural em 75% das áreas de trabalho das áreas de escritórios, contribuindo para a economia energética e o conforto visual dos ocupantes.

Sobretudo, o layout proposto pelos arquitetos, permite que, em todos os ambientes de escritórios, os usuários tenham visibilidade às paisagens externas, contribuindo para o conforto e relaxamento visual, melhorando a produtividade e qualidade do ambiente interno;

O empreendimento é composto de 48 vagas preferenciais para carros a álcool, flex ou GNV em seus subsolos, as chamadas vagas verdes. Além disso, ainda tem disposição para estacionamento de bicicletas, o bicicletário (Figura 44).



Figura 44 - Bicicletário

Em sua estrutura foi previsto nos subsolos, a existência de um depósito para resíduos recicláveis, onde é feita a coleta seletiva de resíduos.

3.3.2. Avaliação dos quesitos relacionados à água

O edifício foi projetado e construído a fim de proporcionar o aproveitamento de água de chuva. Parte da água de chuva captada pelo prédio é armazenada e utilizada no auxílio no abastecimento das torres de resfriamento do sistema de ar condicionado (Figura 45). Um agravante, porém levantado pelo administrador do prédio, é a alta condutividade da água da chuva, que ao ser utilizada com frequência, no abastecimento do sistema de ar condicionado, causou danos não previstos a tubulação.



Figura 45 - Torre de resfriamento do sistema de ar condicionado

A água da chuva causava sedimentação na tubulação do sistema, o que aumentava a pressão do mesmo, causando danos, que forçaram a tomada de precauções no funcionamento do sistema, como a manutenção preventiva da tubulação em intervalos menores do que aqueles previstos e a utilização da água da concessionária juntamente com a água da chuva.

O empreendimento faz uso racional da água com a utilização de dispositivos economizadores de água como mictórios com sensores de presença e torneiras com fechamento hidromecânico e chuveiros com restritor de vazão. Além de que as espécies vegetais utilizadas no paisagismo foram espécies nativas que demandam menos água para irrigação.

3.3.3. Avaliação dos quesitos relacionados à energia

O sistema de ar condicionado instalado no prédio é de ar de alta eficiência composto por dois chillers elétricos e um de absorção a gás natural (Figura 46), onde o a gás é utilizado nos horários de ponta com o intuito de reduzir a tarifação neste período.



Figura 46 - Chillers para condicionamento de ar

O sistema de condicionamento de ar possui distribuição pelo piso elevado o UFAD - Under Floor Air Distribution. Funciona com difusores ativos, ou ventiladores, que permitem o controle individual dos usuários.

Além disto, os gases refrigerantes utilizados no edifício são baixo impacto à camada de ozônio e no aquecimento global, promovendo um sistema de condicionamento de ar adequado e suficiente, sem disponibilizar riscos ao meio ambiente.

Como a maioria dos edifícios com alguma preocupação com o meio ambiente, a utilização de equipamentos e luminárias com baixo consumo e elevado rendimento é de grande importância.

Além disto, seguindo projetos arquitetônicos, a especificação da iluminação interna, foi feita para o uso de luminárias de alta eficiência, lâmpadas de baixa potência, elevado fluxo luminoso e durabilidade (tipo T5, nas áreas de escritórios), conjugado com reatores eletrônicos de alto fator de

potência, favorecendo a redução de perdas energéticas, mantendo o nível de iluminação e conforto dos ambientes.

A fachada do edifício é composta de 45% de área envidraçada, diminuindo o ganho de calor pela envoltória, porém permitindo a utilização de iluminação natural.

3.3.4. Avaliação econômica

De acordo com informações fornecidas pela administração do empreendimento, calculamos a estimativa de retorno do investimento inicial para aumento da eficiência dos edifícios.

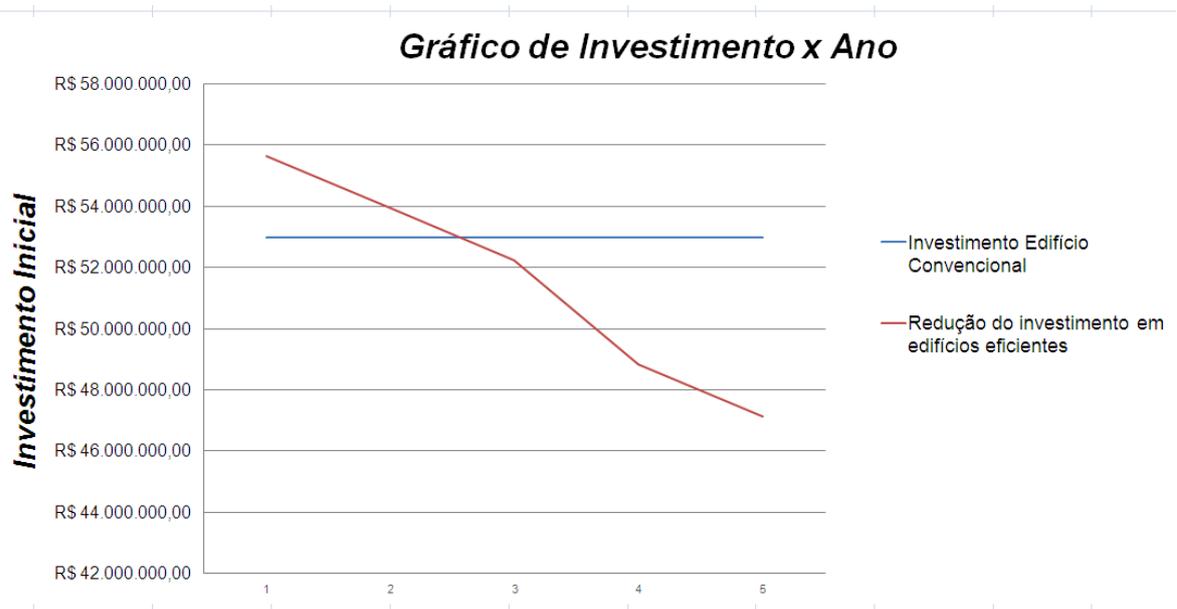
Segundo dados do prédio, a despesa mensal de água para este estudo de caso é de R\$ 45.991,00. A despesa mensal de energia do empreendimento é de R\$ 83.560,00. Conforme tabela comparativa abaixo (Tabela 5), temos uma economia mensal de R\$ 142.194,36 e anual de R\$ 1.706.332,38.

Tabela 5 - Resumo de despesas e economias de edifício sustentável e convencional Estudo de Caso C

Item	Despesa do edifício eficiente	Despesa do edifício convencional	Despesa unitária edifício eficiente m ²	Despesa unitária edifício convencional m ²	Economia (R\$) por mês	Economia (R\$) por ano
Energia	R\$ 83.560,00	R\$ 142.327,91	R\$ 2,84	R\$ 4,84	R\$ 58.767,91	R\$ 705.214,88
Água	R\$ 45.991,00	R\$ 129.417,46	R\$ 1,56	R\$ 4,40	R\$ 83.426,46	R\$ 1.001.117,50
Total	R\$ 129.551,00	R\$ 271.745,36			R\$ 142.194,36	R\$ 1.706.332,38

Baseado no investimento de construção deste edifício, no valor de R\$ 53.000.000,00, temos uma estimativa de retorno da taxa de incremento de 5% em 2 anos (gráfico 4).

Gráfico 4 – Gráfico de retorno do investimento x ano Estudo de Caso C



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como intuito deste trabalho, conclui-se que é possível identificar critérios para avaliação da viabilidade em novas edificações sustentáveis.

De acordo com estudo, ficou detalhado os requisitos exigidos para as construções sustentáveis, que tomam como referência o atendimento dos critérios de certificação encontrados no mercado.

Baseado na necessidade de atendimento a esses critérios foi possível destacar as soluções comumente utilizadas nos empreendimentos brasileiros, bem como a sua eficiência.

Após o estudo de caso, pode-se concluir avaliar economicamente as soluções adotadas em relação aos investimentos necessários e consequentemente a redução de custos operacionais resultante ao longo dos anos.

Para a elaboração deste trabalho foi necessário um estudo teórico aprofundado em soluções utilizadas que atendem hoje as exigências das certificações, bem como um estudo sobre tipos de certificações.

Com maior embasamento nos assuntos práticos comumente utilizados nas edificações, foram buscadas então as análises feitas por estudiosos da área, que comparam o incremento financeiro para atingir a eficiência energética de um edifício e a sua redução no custo operacional diário.

Após a consolidação do tema referenciada nos estudos, foi feito então um estudo de caso prático. Neste estudo a amostragem dos edifícios foi de três empreendimentos, pela dificuldade em encontrar este número de projetos desta natureza executados na cidade de Salvador, foi necessária a ida a cidade de São Paulo para coleta de dados.

A amostragem dos prédios foi composta por prédio de diferentes níveis de eficiência, onde um tinha a certificação Leed Silver, um Gold e um Platinum, para que desta forma pudesse ser observada qual a influência de cada um desses níveis na prática.

De forma comparativa, estudou-se um edifício convencional no padrão de estrutura dos já estudados para que fosse possível estimar a diferença efetiva nas despesas destes.

Segundo os cálculos encontrados nos estudos de caso, tiveram então para o estudo de caso C, com a certificação Silver o tempo do *payback* de dois anos, para o estudo de caso B com a certificação Gold um *payback* de três anos e para o estudo de caso A com a certificação Platinum um *payback* de três anos.

Este período de retorno do investimento está de acordo com o sugerido tanto por Ceotto quanto por Alencar, que julga haver esta diferença significativa pelo fato de serem comparados edifícios com complexidades não compatíveis, que foi o caso. Para edifícios mais complexos, tem-se um tempo de retorno realmente maior.

Vale ressaltar que devido a problemas executivos encontrados no estudo de caso C, o reaproveitamento da água pluvial não foi de acordo com o projetado, por isso nota-se uma diferença com relação às constatações feitas por Ceotto.

Deve ainda observar que o reaproveitamento da água da chuva, varia a cada região do país, desta forma, deve ser analisada quais as melhores soluções para cada cidade separadamente, pois o tempo de estiagem pode ser fator determinante da efetividade do sistema.

Apesar das divergências encontradas, o trabalho obteve êxito com relação à comparação dos custos operacionais entre edifícios eficientes e convencionais. Julgando então que a avaliação econômica das soluções adotadas em relação aos investimentos necessários e redução de custos obtida possibilita sim a viabilidade do empreendimento. Tendo em vista somente qual o grau de complexidade se pretende alcançar no momento de decisão pelo lançamento da obra.

REFERENCIAS

AES Eletropaulo **TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA**, São Paulo, 2012
Disponível em: <https://www.aeseletropaulo.com.br/para-seu-negocio/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica> Acessado em [27/03/2013](#).

AGENDA 21 FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN DEVELOPING COUNTRIES, A DISCUSSION DOCUMENT, Pretoria, África do Sul, 2002
Disponível em:
http://www.cidb.org.za/documents/kc/external_publications/ext_pubs_a21_sustainable_construction.pdf Acessado em: 13/11/2012.

AGENDA SUSTENTÁVEL POR QUE A SUSTENTABILIDADE (AINDA) NÃO É UMA REALIDADE CORPORATIVA, 2011 Disponível em:
<http://www.hsm.com.br/editorias/sustentabilidade/porque-sustentabilidade-ainda-nao-e-uma-realidade-corporativa> Acessado em: 02/05/2012.

ALENCAR, Claudio Tavares de **A QUALIDADE DO INVESTIMENTO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS COM ELEVADO GRAU DE SUSTENTABILIDADE**, São Paulo, 2008 – Revista Construção e Mercado, 1 CD-ROM.

ALENCAR, Claudio Tavares de **O EQUILÍBRIO ENTRE A SUSTENTABILIDADE E A ATRATIVIDADE DO INVESTIMENTO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS PARA LOCAÇÃO EM SÃO PAULO**, São Paulo, 2004 – I Conferência latino-americana de construção sustentável, 1 CD-ROM.

ALENCAR, Claudio Tavares de **O INVESTIMENTO EM EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS: PARÂMETROS DE REMUNERAÇÃO NA CONJUNTURA ATUAL**, São Paulo, 2009 – Revista Vida Imobiliária, 1 CD-ROM.

ARNALDO, **MARKETING VERDE COMO ESTRATÉGIA**, 2009, Disponível em:
<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/marketing-verde-como-estrategia/27886/> Acessado em: 08/05/2012.

BOFF, Leonardo **QUEM DEVE CUIDAR DO PLANETA?** 2009, Disponível em:
<http://leonardoboff.com/site/lboff.htm> Acessado em: 18/01/2013.
BOMA BEST **BUILDING ENVIRONMENTAL STANDARDS**, Toronto, 2010,
Disponível em: <http://www.bomabest.com/> Acessado em: 21/12/2012.

BREEAM, Londres, 2010, Disponível em:
<http://www.breeam.org/about.jsp?id=66> Acessado em: 21/12/2012.

BRUNDTLAND, Harlem **REPORT OF THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT: OUR COMMON FUTURE**, Oslo,

Março 1987 Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
Acessado em: 13/11/2012.

CASBEE COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILT ENVIRONMENT EFFICIENCY Disponível em:
<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> Acessado em: 21/12/2012.

CENSI Sistemas hidrossanitários, **ACIONADOR PARA CAIXAS ACOPLADAS**
Blumenau, 2013 Disponível em:
<http://www.censi.com.br/produtodetalhe.php?id=471&tag=lancamentos>,
Acessado em: 19/03/2013.

CEOTTO, Luiz Henrique **POR QUE VALE INVESTIR EM EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS**, São Paulo, 2008 Disponível em:
<http://atualidadesimobiliarias.blogspot.com.br/2008/10/por-que-vale-investir-em-edificios.html> Acessado em: 21/12/2012.

CEOTTO, Luiz Henrique **SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES - CUSTOS DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS**, São Paulo, 2009, 1 CD-ROM.

Daikin VRV Catalogue, **ALL SEASONS CLIMATE CONFORT**, Belgica, 2011,
disponível em: <http://www.daikin.pt/> Acessado em: 18/03/2013.

DECA, **TORNEIRA PARA LAVATÓRIO DE MESA COM SENSOR A PILHA DECALUX**, disponível em: <http://www.deca.com.br/produtos/torneira-lavatorio-decalux-a-pilha/?cat=2768> Acessado em: 19/03/2013.

CONSULTORIA E ANÁLISE, **RODAS ENTÁLPICAS: RECUPERADORES DE CALOR**, 2009, Disponível em:
<http://www.consultoriaeanalise.com/2009/03/rodas-entalpicas-recuperando-energia.html> Acessado em: 18/03/2013.

DIVINAL VIDROS, **VIDROS DE PROTEÇÃO SOLAR**, 2013, Disponível em:
<http://www.divinalvidros.com.br/vidros-de-protecao-solar/> Acessado em:
18/03/2013

DESTRO, Juliana **LANÇAMENTO - UNIDADE RECUPERADORA DE CALOR**, site Traydus, São Paulo, 2011, disponível no site
http://www.traydus.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=128:lancamentounidaderecuperadoradecolor&catid=51:releases2011&Itemid=190
Acessado em: 27/02/2013.

Embasa **TABELA DE TARIFAS, Salvador, 2012** Disponível em:
http://www.embasa.ba.gov.br/atendimento_informacoes/tarifas Acessado em
27/03/2013.

FLEX EDITORA, **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E ECOURBANISMO**, Revista Office Style, Edição: 108, Julho de 2009, Disponível em: <http://www.flexeventos.com.br/secoes/cases/63,arquitetura-bioclimatica-e-ecourbanismo.aspx> Acessado em: 11/04/2013.

GONÇALVES, Joana Carla Soares, DUARTE, Denise Helena Silva **ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: UMA INTEGRAÇÃO ENTRE AMBIENTE, PROJETO E TECNOLOGIA EM EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA, PRÁTICA E ENSINO**, Porto Alegre, out./dez. 2006, 1 CD-ROM.

GREEN BUILDING CONCIL– GBC Disponível em: <http://new.usgbc.org/leed> Acessado em: 21/12/2012.

GREEN BUILDING CONCIL BRASIL – GBCB. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/> Acessado em: 25/10/2012.

Guia Selo Caixa Azul CAIXA da Caixa Econômica Federal – **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – BOAS PRÁTICAS PARA HABITAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL**, São Paulo, 2010, 1 CD-ROM.

HISGAIL, Alzira, SILVARES, Isabel **THYSSENKRUPP ELEVADORES APRESENTA SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM TRANSPORTE VERTICAL DURANTE A ECOGERMA**, São Paulo, 2009, disponível em: http://www.thyssenkruppelevadores.com.br/sitenovo/site/sala-de-imprensa/Detailhe_Noticia.aspx?id=15 Acessado em: 27/02/2013
<http://www.webarcondicionado.com.br/saiba-tudo-sobre-vrv> Acessado em: 27/02/2013.

JOAQUIM Fabiana Santa **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA**, Revista Habitare Edição nº 35 - Ano 2012, Disponível em: <http://www.revistahabitare.com.br/ecologia/arquitetura-bioclimatica/39> Acessado em: 11/04/2013.

LiderA **NO FUTURO TODA A CONSTRUÇÃO PODE SER ASSIM**, Lisboa, 2009 Disponível em: <http://www.lidera.info/?p=apresenta&RegionId=3> Acessado em: 21/12/2012.

LOPES, Edésio Elias **CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA – CONTINUAÇÃO**, Santa Catarina, 2011, Disponível em: <http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=53945> Acessado em: 18/03/2013.

LYRA, Mariana Galvão **PORQUE A SUSTENTABILIDADE (AINDA) NÃO É UMA REALIDADE CORPORATIVA**, 2011 Disponível em: <http://www.mundosustentavel.com.br/2011/06/porque-a-sustentabilidade-ainda-nao-e-uma-realidade-corporativa/> Acessado em: 03/04/2013.

MÜLFARTH, Roberta C. Kronka **RUMO A UM FUTURO MAIS SUSTENTÁVEL: ARQUITETURA DE BAIXO IMPACTO HUMANO E**

AMBIENTAL, Revista Anuário da Construção - Tecnologia e Qualidade em Edificações, p. 30 – 32, disponível no site: http://www.soarquitectura.com.br/template.asp?pk_id_area=19&pk_id_topico=232&pk_id_template=5 Acessado em: 13/11/12.

PINHEIRO, Daniel José Lins Leal **UMA VERDADE SUSTENTÁVEL**, Setembro 2012, disponível no site: <http://www.webartigos.com/artigos/uma-verdade-sustentavel/95276/> Acessado em: 13/11/2012.

Procel Edifica, **ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES – VOLUME 1**, 1 CD-ROM.

Procel Edifica, **REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C) – VOLUME 2**, 1 CD-ROM.

PROCESSO AQUA REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO – EDIFÍCIOS DO SETOR DE SERVIÇOS – PROCESSO AQUA, ESCRITÓRIOS E EDIFÍCIOS ESCOLARES, São Paulo, Outubro 2007 – Versão 0 de 15/10/2007, 1 CD-ROM.

Revista Projeto Design, **EDIFÍCIO JATOBÁ GREEN BUILDING**, São Paulo, 2010 Disponível em: <http://www.metalica.com.br/edificio-jatoba-green-building> Acessado em: 27/03/2013

ROCHA, Edo **EDO ROCHA ESPAÇOS CORPORATIVOS**, São Paulo, 2010 Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/office/edo-rocha-espacos-corporativos-escritorio-accor-13-01-2010.html> Acessado em: 27/03/2013.

Sabesp **COMUNICADO – 04/12 REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, INTERIOR E LITORAL, SÃO PAULO, 2012** Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/clientes_servicos/comunicado_04_2012.pdf Acessado em 27/03/213

SILVA, Vanessa Gomes da **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS BRASILEIROS: DIRETRIZES E BASE METODOLÓGICA**, São Paulo, 2003, 1 CD-ROM.

SINDUSCON **GUIA DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO**, Minas Gerais, 2008

SOUZA, Ana Dieuzeide Santos **FERRAMENTA ASUS: PROPOSTA PRELIMINAR PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS BRASILEIROS A PARTIR DA BASE CONCEITUAL DA SBTOOL**, 2008, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, na área de construção civil). Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008, 1 CD-ROM.

ThyssenKrupp Elevadores Americas Business Unit, **Sistema ADC XXI ANTECIPAÇÃO DE DESTINO E CHAMADA**, 2008, Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CE0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.thyssenkruppelevadores.com.br%2Fsite%2FDownload.aspx%3Fd%3Dopcional%26f%3D101120094904_ADC_XXI.pdf&ei=ch1LUdeyIfJ0QH4jYHwCg&usg=AFQjCNEZHuJy9Qfzl6ZnQxqxHIPES7Dd1g&bvm=bv.44158598,d.dmQ Acessado em: 18/03/2013.

VANZOLINI **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: DESAFIOS E SOLUÇÕES**, Disponível em: <http://www.vanzolinicert.org.br/certnews/026/n1/n1.htm> Acesso em: 01/11/2012.

VERTICAL PERSIANAS, Curitiba, 2009, Disponível em: <http://www.verticalpersianas.com.br/motorizacao-somfy/interruptores-controles-remotos/> Acessado em: 18/03/2013.

Apêndice



QUESTIONÁRIO TCC - EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS

LIVIA BANDEIRA

Empreendimento			
Endereço			
Nº de Pav.		Nº de Escritórios	
Fluxo total diário de pessoas		Fluxo flutuante diário de pessoas	
Metragem por andar		Metragem área comum	
Caraterísticas área comum			
Responsável Administrativo		Telefone	
Construtora			
Responsável Técnico		Telefone	
Data de Construção		Data de Inauguração	
Certificação			

Questões ao Responsável Administrativo

1) Na sua opinião, qual maior benefício para o usuário de um edifício mais eficiente?

2) Na sua opinião, qual maior benefício para o administrador de um edifício mais eficiente?

3) Quais os sistemas mais bem empregados no edifício? (Exemplo: reutilização da água, elevadores inteligentes...)

4) Quais os sistemas menos utilizados no edifício? (Exemplo: reutilização da água, elevadores inteligentes...)

5) Qual a média anual/mensal do consumo de água?

6) Qual a média anual/mensal do consumo de energia?

7) Qual a média anual/mensal do consumo de gás?

8) Que tipo de manutenção anual é feita no edifício? (Exemplo: pintura, troca de lâmpadas, entupimentos em tubulações, consertos em geral)

9) Qual a média de despesas dessa manutenção anual do edifício? (Exemplo: pintura, troca de lâmpadas, entupimentos em tubulações, consertos em geral)

10) Existe alguma desvantagem de um edifício com alta eficiência? (Exemplo: dificuldade na manutenção de equipamentos importados...)

Questões ao Responsável Técnico

1) Quais os sistemas eficientes foram implantados no edifício?

2) Quais foram as maiores dificuldades para instalação destes sistemas?

3) Quais as vantagens foram projetadas para esses sistemas? (Exemplo: redução do consumo de água, redução do consumo de energia, redução da emissão de gás carbônico, otimização no fluxo de pessoas)

4) Qual foi a média de custo para instalação destes sistemas?

5) De modo geral, qual o custo adicional para implantação desses sistemas no edifício, se comparado ao mesmo edifício, porém menos eficiente? (incluindo custos de certificação)
