



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SÂMARA RIBEIRO E SILVA

ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO DA IMPLANTAÇÃO DE
ATRIBUTOS DA CONSTRUÇÃO VERDE NO ORÇAMENTO DE
UMA OBRA RESIDENCIAL VERTICAL

FORTALEZA

2013

SÂMARA RIBEIRO E SILVA

**ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO DA IMPLANTAÇÃO DE
ATRIBUTOS DA CONSTRUÇÃO VERDE NO ORÇAMENTO DE
UMA OBRA RESIDENCIAL VERTICAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Eduardo Bezerra Cabral.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

S578e Silva, Sâmara Ribeiro e.

Estudo do impacto financeiro da implantação de atributos da construção verde no orçamento de uma obra residencial vertical / Sâmara Ribeiro e Silva – 2013.

62 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Eduardo Bezerra Cabral.

1. Construção – custo. 2. *Green Building*. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Título.

CDD 620

SÂMARA RIBEIRO E SILVA

ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO DA IMPLANTAÇÃO DE
ATRIBUTOS DA CONSTRUÇÃO VERDE NO ORÇAMENTO DE
UMA OBRA RESIDENCIAL VERTICAL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia civil.

Aprovada: 07 / 02 / 2013 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Eduardo Bezerra Cabral (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. M. Sc. Carlos Alexandre Mourão
Diretor Técnico da C. Rolim Engenharia

M. Sc. Aldo de Almeida Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*Aos meus pais,
Francisco Ailton e Hilda Maria,
pelo cuidado, apoio e amor
incondicional que sempre dedicaram a mim.*

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, pela vida que tenho e por todas as oportunidades que me foram dadas.

Aos meus pais, Ailton e Hilda, por fazerem tudo o que era possível para me proporcionar a melhor educação e me tornar a pessoa que sou hoje.

Aos meus irmãos, Sandra Roberta e Rômulo César, por estarem sempre presentes na minha vida, me apoiando em tudo que preciso.

À Construtora Colmeia, especialmente às engenheiras Ana Virgínia, Marísia Costa, Luciana Cacau e Fabíola Andrade, pela oportunidade de estágio e pelos ensinamentos profissionais.

Aos colegas de faculdade pela amizade e por tornarem as horas passadas no Campus do Pici mais felizes e menos difíceis, especialmente aos colegas Júlia Wolfgang, Laís Teixeira, Tamyres Forte, Rayanne Aquino, Marcela Almeida, Sara Magalhães, Renata Marinho, Juliana Quinderé e Eugênio Vasconcelos, pelo auxílio nos estudos e nos trabalhos, pelos sucessos e angústias que partilhamos durante esses cinco anos de curso de engenharia.

Também aos meus colegas Clívia Almeida, Raíssa Ramalho, Lucas Pearce, André Melo, Paulo Muniz, Wesley Figueredo, Ana Carla, José Sindeaux, Paulo Frota e Paulo Victor por todos os momentos de descontração que ajudaram a tornar os dias mais interessantes.

A todos os professores da Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, pelo conhecimento compartilhado.

Ao professor Aldo Oliveira e ao engenheiro Alexandre Mourão por fazerem parte da banca examinadora.

Ao professor Eduardo Cabral, pela colaboração neste trabalho.

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração desta monografia.

“Os grandes monumentos, construídos a partir do concreto e das modernas técnicas de engenharia, só expressam seu real valor, quando se agregam a eles o simbolismo e a cultura das civilizações que os construíram, além dos sentimentos dos seus construtores. Do contrário, seriam mais um tipo de rocha na paisagem, do que um marco da história humana”.

Dimos Iksilara

RESUMO

A estabilidade econômica, aliada a programas e financiamentos de habitação acarretou um crescimento na quantidade de obras no país. Como consequência, aumentou-se também o consumo de matérias primas usadas e os danos causados pelas construções ao meio ambiente. Por essa razão, surge uma preocupação em diminuir os impactos causados pelo setor da engenharia civil à natureza, buscando um desenvolvimento sustentável através da implantação do *Green Building*, método de construção que tem como característica a busca pela eficiência energética, uso de energias renováveis, preservação da água e eficiência em seu uso, qualidade do ar, conservação de materiais e recursos, além de um projeto integrado e multifacetado. Porém, a implantação de tecnologias sustentáveis tem como consequência um possível aumento no custo da obra, chamado nesse trabalho de “custo verde”. O objetivo desse estudo é determinar o aumento do custo no orçamento de um edifício residencial com a implantação de atributos da construção sustentável. Para isso, foram realizadas cotações de materiais e tecnologias que poderiam ser implantadas em um edifício, e calculado o acréscimo de custo que suas implantações acarretariam para a obra. Desse modo, determinou-se um aumento de 5,96%, comprovando que a implantação desses atributos exige um investimento inicial maior, que é recuperado durante o uso da edificação.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Green Building. Custo verde.

ABSTRACT

The economic stability, allied to programs and housing financing have as a result an increase in the number of constructions in the country. As a consequence, the consumption of raw material used and the damages caused to the environment by the constructions also increased. In this way, arises a concern about finding ways to diminish the impacts caused by the department of civil engineering to the environment, trying to establish de sustainable development through the implantation of the Green Building, construction method that has as feature the fact that looks for energetics efficiency, use of renewables, water preservation and efficiency in the use, water quality, conservation of materials and resources, beyond an multifaceted and integrated project. However, the implantation of sustainable technologies has as consequence a possible increase in the cost of the construction, that will be called in this project as “green cost”. The objective of this study is to determine the increase of this cost in the budget of a residential building with the attributes of the sustainable construction. In this way, quotes of materials and technologies that could be implanted in a building were done, than the extra cost that this implantation would cause was calculated. As a result, an increase of 5,96% was determined, proving that the implantation of those attributes requires a higher initial investment which is refund along the use of the construction.

Key words: Sustainable development. Green Building. Green cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Eficiência energética.....	02
Figura 2 – Evolução dos processos em certificação LEED no mundo (m ² acumulado).....	14
Figura 3 – Projetos e certificados LEED por estado brasileiro.....	14
Figura 4 – Modelo de aerador para torneiras	19
Figura 5 – Vaso sanitário com descarga de duplo acionamento	20
Figura 6 – Telhado verde do City Hall de Chicago	21
Figura 7 – Subsistemas prediais que podem ser automatizados	22
Figura 8 – Imagens de aerogeradores de grande, médio e pequeno porte	26
Figura 9 – Imagem de aerogerador de eixo vertical.....	27
Figura 10 – Painel solar fotovoltaico.....	28
Figura 11 – Painel solar térmico.....	28
Figura 12 – Perspectiva artística da fachada do edifício Lilac	31
Figura 13 – Planta baixa do empreendimento	31
Figura 14 – Planta baixa padrão usada no orçamento	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios do AQUA.....	16
Tabela 2 – Tabela comparativa de durabilidade de energia	24
Tabela 3 – Dados do empreendimento.	32
Tabela 4 – Dados técnicos do empreendimentos.....	32
Tabela 5 – Valor da mão de obra de mercado.	35
Tabela 6 – Orçamento do empreendimento sem atributos sustentáveis.....	37
Tabela 7 – Informações das cotações dos elevadores.....	38
Tabela 8 – Valor total gasto como as lâmpadas.	39
Tabela 9 – Lâmpadas substituídas por equivalentes da tecnologia LED	40
Tabela 10 – Informações das torneiras utilizadas no empreendimento.....	41
Tabela 11 – Valor do orçamento com atributos sustentáveis	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização e justificativa da pesquisa.....	1
1.2.1	<i>Objetivo geral.....</i>	4
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	4
1.3	Estrutura do Trabalho.....	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1	Desenvolvimento Sustentável e Construção Civil Sustentável.....	6
2.2	Impactos Causados pela Construção de Edifícios ao Meio Ambiente.....	8
2.3	<i>Green Building e Certificações</i>	9
2.4	Custo Verde.....	16
2.5	Atributos da Construção Sustentável.....	18
2.5.1	<i>Aeradores em chuveiros e torneiras.....</i>	19
2.5.2	<i>Descargas com duplo acionamento</i>	19
2.5.3	<i>Telhado verde.....</i>	20
2.5.4	<i>Pintura ecológica.....</i>	22
2.5.5	<i>Automação predial.....</i>	22
2.5.6	<i>Lâmpadas LED.....</i>	23
2.5.7	<i>Motores elétricos de alto rendimento</i>	24
2.5.8	<i>Elevadores sustentáveis</i>	25
2.5.9	<i>Aerogeradores.....</i>	25
2.5.10	<i>Painéis solares</i>	27
2.5.11	<i>Sistema de separação de água cinza e água negra</i>	28
3	METODOLOGIA	30
3.1	Etapas da Pesquisa	30
3.1.1	Caracterização do estudo de caso.....	30
4	ESTUDO DE CASO	37
4.1	Orçamento Inicial Lilac	37
4.2	Orçamento com atributos do <i>Green Building</i>	38

4.2.1	<i>Inclusão de Elevadores Sustentáveis</i>	38
4.2.2	<i>Utilização de iluminação LED</i>	39
4.2.3	<i>Uso de aeradores em torneiras</i>	41
4.2.4	<i>Uso de chuveiros com regulador de pressão</i>	42
4.2.5	<i>Implantação de aerogeradores</i>	42
4.2.6	<i>Implantação do Sistema de Reuso de Águas Cinzas</i>	43
5	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	APÊNDICE	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa

Na última década houve um crescimento do setor da construção civil devido à estabilidade econômica, programas e financiamentos de habitação, grandes obras públicas de infraestrutura e redução de impostos sobre insumos.

Atualmente no Brasil, principalmente em grandes centros urbanos, pode-se notar que as cidades estão repletas de canteiros de obra. O mercado da construção civil está bastante aquecido, devido a um mercado imobiliário mais maduro e um consumidor mais exigente na tomada de decisão. Diante do aumento da população mundial e da grande demanda de novas obras para atender à necessidade da população, surge a preocupação com o desperdício de grande quantidade de matérias primas e da utilização de recursos naturais durante as construções e após o término da obra, durante o uso da edificação, isso porque a construção civil está relacionada a um grande consumo e, quase sempre, desperdício de materiais.

A conscientização de que os recursos naturais são esgotáveis e que o desperdício deles pode causar danos ao planeta e aos seres humanos em um futuro próximo, faz com que cada vez mais empresas em todo o mundo adquiram hábitos sustentáveis.

Desde o seu descobrimento, no final do século XIX, o petróleo foi consumido de forma abundante pela sociedade, porém, a partir da década de 1970, o preço do produto elevou-se consideravelmente devido a vários fatores, dentre eles a criação da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), formada pelos principais produtores de petróleo do mundo com o objetivo de unificar o preço do produto. Estimativas revelam que o combustível se findará daqui aproximadamente 70 anos (FREITAS, 2013). Com essa crise do petróleo, tornou-se necessário a busca de novas alternativas de energias, mais sustentáveis, como pode ser visto na Figura 1, afim de que houvesse uma redução da dependência desse combustível fóssil, que é uma fonte de energia considerada não renovável, já que sua capacidade de renovação é muito reduzida se comparada com a sua utilização.

Figura 1 – Eficiência energética.



Fonte: Slides da Aula de NETO (2011) sobre RTQ-R.

Nas décadas seguintes, houve o aumento da preocupação com o meio ambiente devido a uma grande ênfase dada ao aquecimento global, consequência da emissão de gases, como o metano e o dióxido de carbono, esse último resultante do processo de combustão de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, gás natural e petróleo.

Até o ano 2025, a população global crescerá 50% para 9 bilhões de pessoas, 3 bilhões a mais de pessoas necessitarão de moradia, escritórios, escolas, comida, água. Nenhuma experiência anterior oferece um guia de como alimentar, dar moradia e sustentar esta quantidade de pessoas em tantas cidades. [Halls *apud* GBCB., 2009]

A maioria dessas pessoas estará assentada em cidades, que oferecem benefícios sociais e econômicos. Porém, para uma cidade crescer, há uma demanda de espaço e materiais, o que acarreta para o meio ambiente uma depreciação dos recursos naturais, aumento do lixo e da poluição e redução de espécies.

Segundo Simão (2012), caso não operemos mudanças urgentes, o cenário futuro será de catástrofes climáticas, fome e migrações em massa. Por isso, é importante que se encontre meios de crescer afetando o mínimo possível a natureza.

Nos últimos anos a indústria da construção civil vem se modernizando e adquirindo novas tecnologias que auxiliam na gestão e na execução das obras. Esse progresso e essa modernização trouxeram grandes vantagens aos processos produtivos, diminuindo prazos de construção e aumentando a produtividade, mas ainda não é o suficiente.

Simão (2012) ainda afirma que “[...] a indústria da construção no Brasil e nos países em desenvolvimento precisa se modernizar, investir em pesquisa e em novas

tecnologias; sair do paradigma de um setor de baixa qualificação, intenso em consumo de materiais...”, devendo atingir um novo patamar de industrialização, sustentabilidade ambiental, alta eficiência e produtividade.

São muitos os fatores que podem causar um desequilíbrio ao meio ambiente pelos processos de construções, como: a utilização de recursos naturais para insumos, a poluição do ar pela queima de combustíveis dos caminhões transportadores e máquinas usadas nas obras; poluição do solo e das águas por resíduos da construção que possam ser despejados nesses locais; desmatamento excessivo para a implantação de novas obras; e a degradação visual causada pelas edificações.

Para controlar esses fatores, a Organização das Nações Unidas (ONU) passou a coordenar o estudo das causas dos desequilíbrios do meio ambiente gerados pela construção civil. Para isso foram realizados encontros governamentais com o objetivo de determinar metas para a redução de emissão de gases e de estabelecer a importância de cada país a se comprometer a refletir sobre modos pelo qual todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais (ONUBR, 2013).

Após a finalização da obra, sendo ela uma edificação residencial ou comercial, a geração de impactos ao meio ambiente continua através do consumo de energia, de água, de materiais e da geração de resíduos, sendo assim durante todo o período em que o empreendimento é utilizado. Segundo Neto (2011), devemos visar à eficiência energética em edificações, pois os edifícios consomem 44% da energia elétrica no Brasil, sendo 50% deste percentual referentes a edificações residenciais, ou seja, as edificações residenciais consomem 22% da energia total do país. Daí surge a importância de se pensar em empreendimentos que sejam planejados para diminuir impactos causados a natureza não só durante sua construção, mas também durante toda sua vida útil.

A construção de uma obra é dividida em etapas, como: planejamento, compra do terreno, projeto, especificação e compra dos materiais utilizados, aprovação dos projetos, contratação de mão de obra, fiscalização, documentações e, por fim, manutenção. Em todas essas fases podem-se inserir questões ambientais que contribuam para um empreendimento sustentável.

Com a conscientização de que é necessário que se dê um novo rumo ao estilo de construções, criando empreendimentos ecologicamente corretos, surge o conceito de Edifícios Verdes (*Green Buildings*).

O *Green Building* enfoca o processo de projeto e construção de edificações que tenham como características a eficiência energética e o uso de energias renováveis, a preservação da água e eficiência em seu uso, a qualidade do ar, a conservação de materiais e recursos, além de um projeto integrado e multifacetado.

Se enquadrando nesses critérios, a edificação poderá receber os selos e certificações que a tornam um *Green Building*, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), certificado que faz parte do *Green Building Council*, conselho de construção sustentável.

Para que isso seja possível, as etapas da construção da obra devem ser integradas, havendo uma comunicação constante entre arquitetos, projetistas, engenheiros e construtora, com o objetivo de sempre aperfeiçoar o processo produtivo. Essa integração é a responsável pela diminuição de custos na implantação dos atributos verdes. Sem ela, a criação dos empreendimentos sustentáveis se tornaria excessivamente cara, tornando-os inviáveis.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o impacto financeiro da inclusão de seis atributos sustentáveis incorporados em um edifício residencial vertical no orçamento global desse empreendimento e nas etapas em cada atributo se encaixa.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Analisar o orçamento de uma obra residencial vertical sem o conceito de sustentabilidade.
- Definir atributos da construção sustentável para ser incorporado no edifício.
- Definir o valor acrescido na etapa do orçamento da qual o atributo faz parte, bem como o acréscimo do custo global da edificação.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos que abordam desde uma introdução inicial para embasar os fatos e definir objetivos, passando por uma revisão bibliográfica até um estudo de caso, definindo ao fim os resultados alcançados.

O primeiro capítulo versa sobre a introdução do assunto abordado, justificando a escolha do tema e destacando sua importância no cenário atual.

O segundo capítulo é dedicado à revisão bibliográfica sobre o tema do trabalho, onde inicialmente é versado sobre o desenvolvimento sustentável e sua importância, e em seguida, são mostrados os impactos da construção civil no meio ambiente, para então definir os meios que estão sendo usados pelo setor para diminuir esses impactos e quanto isso influencia nos custos do empreendimento. Em seguida são exemplificados os atributos “verdes” passíveis de implantação em um edifício residencial vertical, mostrando suas vantagens para o meio ambiente.

O capítulo 3 relata a metodologia aplicada na elaboração da pesquisa, de modo que o leitor entenda as etapas realizadas para se chegar aos resultados obtidos.

O quarto capítulo trata sobre os resultados obtidos sobre um estudo de caso, apresentando os valores obtidos no orçamento e os valores cotados dos atributos adicionados.

Por fim, no quinto capítulo são feitas as conclusões consideradas mais relevantes sobre o trabalho realizado, dando ênfase à satisfação dos resultados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desenvolvimento sustentável e construção civil sustentável

Embora o conceito de sustentabilidade não seja algo novo, ele vem sendo cada vez mais discutido e necessário devido à hipótese de um esgotamento dos recursos naturais, havendo a degradação do meio ambiente, ultrapassando os limites ambientais de forma a comprometer o equilíbrio da natureza.

Atualmente, as ações antrópicas provocam um crescimento no apelo pela sustentabilidade, causando no setor de engenharia civil a necessidade da busca de um potencial cada vez maior de realização de obras que causem um impacto ambiental negativo mínimo.

O conceito de desenvolvimento sustentável iniciou-se em 1983, quando foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) pela Assembleia Geral da ONU, presidida por Gro Harlem Brundtland, à época primeira-ministra da Noruega. O papel dessa comissão era propor novas normas de cooperação internacional que pudessem orientar políticas e ações internacionais de modo a promover as mudanças que se faziam necessárias. Foi através do trabalho realizado por essa comissão que surgiu pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável (RIBEIRO, 2001).

Em 1987, foi lançado o relatório “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como “Relatório Brundtland”. Ele destacou a necessidade de um novo tipo de desenvolvimento que fosse capaz de manter o progresso do Planeta, sendo possível de ser alcançado, em longo prazo, pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nesse relatório, a pobreza foi apontada como uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais do mundo (CMMAD, 1987, *apud* GONÇALVES, 2005).

O relatório criticou o modelo adotado pelos países desenvolvidos, acusando de que era um modelo insustentável e difícil de ser adotado pelos países em desenvolvimento, caso contrário, haveria a possibilidade de esgotamento rápido dos recursos naturais. Dessa forma surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, que no Relatório Brundtland é definido da seguinte maneira:

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e

preservando as espécies e os habitats naturais. (CMMAD, 1987 *apud* ONUBR, 2013)

Resumidamente, pode-se dizer que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que procura atender as necessidades atuais sem afetar as necessidades futuras. Ele é um estado de mudanças em relação ao acesso e ao uso dos recursos naturais e quanto à distribuição dos benefícios e custos. Deve-se ter em mente que o equilíbrio entre a necessidade e o que se é feito para suprir essa necessidade é essencial para que se diminuam os danos a natureza, ou seja, deve-se procurar meios sustentáveis de suprir as necessidades humanas.

Em relação à necessidade de moradia, escolas, hospitais, locais de trabalho, dentre outros tipos de edificações, a construção civil deve procurar o equilíbrio entre a necessidade e a satisfação dessa necessidade através de construções sustentáveis. Esse tipo de construção pode ser vantajoso não só para o meio ambiente, mas também para os seus usuários e para a empresa que a realiza, que podem conseguir selos e certificações que trazem status para empresa.

O número de empresas que possuem empreendimentos a submeterem-se a essas certificações ambientais ainda é muito reduzido, porém, a tendência é que haja um crescimento exponencial.

O setor da engenharia civil tem um grande potencial de mudanças e melhorias na busca pela redução de danos causados ao meio ambiente, já que atualmente ainda existe a demanda exagerada de insumos e um grande desperdício de materiais, além de grande parte dos empreendimentos não serem projetados de forma a serem menos agressivos à natureza durante o seu uso.

As empresas de construção civil terão que se adaptar ao movimento da construção sustentável, sob risco de se tornarem obsoletas no mercado em um futuro próximo. Essas empresas precisam fazer isso pensando também na venda dos empreendimentos, pois é cada vez maior a busca de clientes por empreendimentos que proporcionem conforto e modernidade aliados a um impacto ambiental menor.

Essa busca se dá devido à conscientização da sociedade de que continuando como atualmente, em pouco tempo quem sofrerá as consequências será a própria humanidade, pois a resposta da natureza às agressões que ela recebe é, na maioria das vezes, catastrófica.

2.2 Impactos causados pela construção de edifícios ao meio ambiente

Um grande desafio do século XXI é conciliar modernidade, tecnologia e desenvolvimento com a preservação dos recursos ambientais através de atitudes sustentáveis. No setor de engenharia civil isso está sendo aplicado através da construção sustentável.

Tendo em vista que a habitação é uma necessidade básica e de total importância para os seres humanos, as construções ocupam um local de destaque no conceito de desenvolvimento sustentável.

Todas as etapas das edificações afetam de alguma forma a natureza, por isso deve-se pensar em desenvolvimento sustentável durante todo o ciclo de vida da obra: planejamento, implantação, uso, manutenção, reabilitação e demolição.

Um grande impacto causado pela construção de edificações é a extração das matérias-primas. Para se construir um edifício é necessário um número bastante significativo de recursos naturais, como areia e brita, usadas em grande quantidade na fabricação do concreto, pedras como mármore e granito, comumente utilizadas em ambientações, gipsita, matéria prima do gesso, muito utilizado em forros e divisões de ambientes, além de madeira, aço dentre outros recursos naturais.

Esse consumo exagerado pode causar a extinção de fontes e jazidas e escassez de materiais, por isso a necessidade de haver um controle desse consumo através da diminuição do desperdício desses insumos.

Pode-se controlar esse desperdício já no planejamento da obra, selecionando materiais duráveis e recicláveis, determinando modos de produção mais eficientes e fazendo quantitativos precisos, comprando, assim, apenas o necessário. Durante a produção, o desperdício pode ser menor se os operários forem capacitados e orientados a realizar seus serviços de maneira organizada e cuidadosa com os materiais, evitando quebras e geração de resíduos.

Outro grande impacto que a construção civil causa é a geração de resíduos sólidos. Eles são provenientes de reformas, construções e demolições. A disposição incorreta desses resíduos compromete o ambiente e a paisagem, podendo obstruir sistemas de drenagem, causando enchentes, e interferir na passagem de pedestres e automóveis, caso sejam dispostos em calçadas e ruas.

Um impacto que normalmente não é muito considerado, porém também é de grande importância, é a queima dos combustíveis fósseis pelos automóveis que transportam os materiais utilizados na obra. Por isso deve-se levar em consideração a distância percorrida

pelos transportadores no momento de escolher os fornecedores e os locais de disposição dos resíduos.

Além dos impactos causados durante a construção, também existe aqueles que são causados durante o uso e a manutenção do empreendimento.

O consumo de água pelos usuários é uma grande preocupação atual, pois essa é um recurso natural que encontra-se cada vez mais escasso na forma potável, tornando-se também cada vez mais cara. Apesar de o Brasil ser o primeiro país em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esses recursos em várias regiões do País. Como agravante há o desperdício, que chega entre 50% e 70% nas cidades (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2005).

Há também a preocupação com o consumo de energia elétrica. Procuram-se novas fontes de energia que proporcionem o mínimo de impactos negativos possíveis ao meio ambiente, além de buscar diminuir o gasto financeiro com esse recurso.

2.3 *Green Building* e certificações

Com o objetivo de responder aos desafios impostos pela crescente modernização dos meios de produção, a construção civil vem renovando seus preceitos para conseguir atender ao mercado consumidor com eficiência e eficácia, ou seja, além de construir de forma correta, atendendo ao básico das necessidades da edificação, fazer isso com menos recursos, menor custo e em menos tempo.

A criação de processos e certificações em qualidade e produtividade, como os sistemas ISO 9000/14000, PBQP-H, QUALIHAB; de modelos de construção como o *Lean Construction* (Construção Enxuta); e de conceitos como o *Green Building* (Edifícios Verdes) expressam a preocupação do setor em dar maior qualidade e competitividade às construtoras de modo menos agressivo ao meio ambiente, tornando a indústria da Construção Civil mais atrativa.

Green Buildings são edifícios que oferecem aos usuários recursos que permitam atitudes mais responsáveis em relação ao consumo de energia, água e outros recursos naturais. Apesar de ainda não serem tão populares, há uma crescente procura deles no mercado brasileiro.

O modelo de *Green Building* tem ferramentas, técnicas e idéias que enfocam a gestão de projetos, os procedimentos de planejamentos, o controle de obras e a manutenção do produto final no intuito de adquirir melhorias significativas à indústria da construção civil.

Essa busca por melhorias se deve à necessidade de se determinar soluções e otimizações das técnicas de produção, com o objetivo de maximizar resultados, garantindo assim o retorno financeiro aos investidores e melhor desempenho do produto final para quem compra e utiliza, agradando assim a todos os interessados no empreendimento.

A conquista dessas melhorias não deve ser relacionada apenas à construção da obra. É necessário que haja um estudo detalhado do empreendimento antes mesmo da escolha do terreno onde ela irá ser implantada. É necessária uma integração de projetos, sendo todos eles pensados de modo a beneficiar a produção, além de ser promovido um estudo sobre o desempenho operacional da obra durante seu uso e sua manutenção.

De acordo com o GBCB (2009), todo o ciclo de vida da edificação é levado em consideração quando se deseja construir um edifício verde, incluindo localização, design, construção, operação, manutenção, redução de resíduos, preservação da biodiversidade e promoção de uma sociedade mais responsável. Eles são pensados de modo a oferecer um ambiente mais saudável e confortável; promover uma gestão sustentável da implantação da obra, incorporar tecnologias de eficiência no uso da água e da energia, possibilitando assim um consumo racional e econômico de energia e água na implantação da obra e ao longo de sua vida útil; utilizar matérias-primas ecoeficientes; reduzir os resíduos e contaminação da construção e demolição; aumentar o valor de revenda; incluir tecnologias de energia renovável; melhorar a qualidade do ar interno, a satisfação e conforto dos ocupantes; além de ser de fácil manutenção e construída para durar.

O governo é uma figura determinante na tendência desse tipo de construção. Segundo Foroni (2012), futuramente ele deverá propor leis ainda mais específicas voltadas à sustentabilidade. Arelada a isso, também é importante que haja uma compensação por meio de redução de impostos e outros atributos.

Seja o governo federal, estadual ou municipal, é imprescindível o seu engajamento no processo de tornar as construções de uma cidade mais “verde”. Além de desenvolver incentivos e políticas públicas com foco no desenvolvimento da construção sustentável, o governo também deve praticar os conceitos nas edificações das quais ele é detentor e impulsionar o mercado para uma transformação a favor do meio ambiente.

GBCB (2009) também destaca o motivo de o Governo precisar se interessar pela construção sustentável:

O governo tem papel fundamental na regulamentação das práticas da construção civil e na conscientização das mesmas para a sustentabilidade:

- a) reduzir o custo de uso de operação dos edifícios;
- b) mitigar problemas de enchentes;
- c) incentivar a criação de novos empregos e novos setores;
- d) incentivar novos tipos de indústria de fornecedores de produtos;
- e) treinar profissionais de engenharia, arquitetura, paisagistas, decoradores e ambientalistas para a nova forma de projetos e para viver com menos desperdício e mais harmonia com o planeta.

O mesmo autor mostra também por que as Instituições Financeiras devem mostrar interesse no assunto:

- a) instituições financeiras têm um papel importante em promover práticas econômicas que busquem a sustentabilidade. O *Green Building* permite uma referência para reconhecermos se o projeto é verdadeiramente sustentável ou simplesmente marketing falso e barato (*green wash*);
- b) melhor qualidade da carteira de recebíveis e capacidade de pagamento dos clientes;
- c) novos produtos;
- d) investimentos responsáveis;
- e) ser associado a organizações com boas práticas de governança corporativa e social;
- f) sucesso do cliente = sucesso da instituição financeira;
- g) imagem da organização.

Desse modo, com o governo, as empresas privadas e a sociedade mostrando interesse no desenvolvimento de empreendimentos que possuam uma responsabilidade sócio ambiental e apresentem menores danos ao meio ambiente (*Green Buildings*), a tendência é que cada vez mais haja setores preocupados em construir de maneira sustentável, chegando ao ponto de, num futuro ainda distante, possuir bairros, cidades ou até países sustentáveis.

O *Green Building Council* Brasil, membro oficial do *World Green Building Council* (WGBC), é uma organização não governamental (ONG) que atua junto ao governo e à sociedade civil através de capacitação técnica de profissionais dos vários elos do setor, disseminação de informações, práticas e conhecimentos (incluindo tecnologias, materiais, processos e procedimentos operacionais), e promoção de processos de certificações, já utilizadas em outros países, adaptadas à nossa realidade. Essa ONG foi criada em 2007 por

meio do apoio e da participação de 31 empresas de referência do setor da construção civil no Brasil. Atualmente ele já conta com o suporte de aproximadamente 580 empresas membros que apoiam as atividades da organização por estarem engajadas no mercado da construção sustentável, através da adoção de práticas do *Green Building* em suas instalações e obras ou ofertando materiais e serviços de responsabilidade sócio ambiental. A missão do GBC Brasil é de desenvolver a indústria da construção sustentável no país, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *Green Building* em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos. (GBCB, 2013).

Casado (2012) explica que o GBC Brasil criou um Plano Diretor ousado e agressivo que se baseia em quatro frentes de trabalho: relacionamento e fomento, educação, informação e certificação. No relacionamento e fomento, o GBC promoveu parcerias com organizações governamentais e privadas, incluindo participação no Plano Diretor do Rio 2016 e atuação junto ao Comitê Organizador Local da Copa 2014. Na educação, o GBC desenvolveu programas educacionais de capacitação para os diversos profissionais do setor da engenharia civil, tendo como foco principal a mudança da cultura da indústria da construção. Isso ocorre através de palestras em diversas cidades brasileiras, eventos em universidades, associações de classe, semanas do meio ambiente, cursos de aperfeiçoamento na área, cursos de ensino a distância, entre outros. Para a informação, o GBC promove visitas técnicas a empreendimentos pilotos certificados LEED no Brasil, realiza o Seminário de Construção Sustentável mostrando exemplos de empreendimentos certificados, além de realizar também a Missão Técnica Internacional para *ExpoGreenbuilding* do *United States Green Building Council* (USGBC), maior evento mundial da construção sustentável, a Expo GBC Brasil, que traz todo ano para o país as maiores referências do setor no mundo, e o Dia do *Green Building Council* Brasil na Feicon/Batimat (maior feira de construção do Brasil). Na certificação, o GBC Brasil criou um comitê técnico que realizou a avaliação de todos os critérios do LEED.

É muito importante essa adaptação dos certificados para a realidade brasileira, pois, segundo Benite (2012, p. 26), um projeto sustentável só consegue ter um bom desempenho “[...] se considerar as condições locais, tais como: dados climáticos locais, níveis de ocupação dos ambientes, uso de materiais regionais, vegetações adaptadas ao clima local, padrões de uso dos espaços, etc.”.

Um levantamento do USGBC aponta que o Brasil é um dos líderes mundiais em construção de empreendimentos sustentáveis, ocupando a quarta colocação. Há uma tendência de que o mercado cresça ainda mais por meio de uma legislação voltada à adoção dessas práticas (FORONI, 2012).

A demanda por construções sustentáveis tem crescido muito no Brasil e só tende a evoluir nos próximos anos, assim como aconteceu com outros países. É uma realidade que as incorporadoras implantaram para que os impactos de um novo empreendimento em determinada localidade sejam os menores possíveis. Essa preocupação vem desde as instituições bancárias, que exige que as incorporadoras realizem práticas sustentáveis para conceder o financiamento. (Vedrossi, 2012, p. 11).

As certificações que determinam se um empreendimento é um *Green Building* são importantes, pois elas ratificam o conceito de sustentável, inovado e diferenciado. Os dois selos de avaliação de edifícios mais difundidos no Brasil são o LEED – certificado gerenciado pela USGBC – e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental).

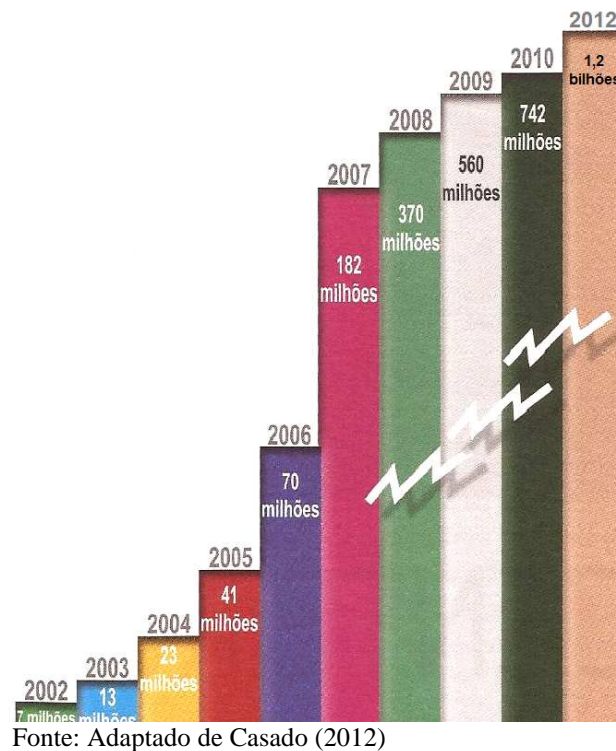
O LEED é um sistema para certificar e/ou ratificar a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental das construções que adotam práticas que levam o meio ambiente em consideração, sendo utilizadas em mais de 135 países. A certificação está em sua terceira versão, o LEED v.3 - lançado em 2009. Em junho de 2013, será lançada a versão 4. (CASADO, 2012, p. 18)

O primeiro pedido de certificação LEED de um empreendimento brasileiro e também da América Latina foi em 2004. Atualmente o LEED é o selo de maior reconhecimento internacional e o mais utilizado em todo o mundo, inclusive no Brasil. (GBCB, 2012).

No mundo, a certificação LEED cresceu mais de 100 vezes, como pode ser visto no gráfico da Figura 2, de modo que se estima alcançar mais de 1,2 bilhões de m² até o final de 2012 em mais de 130 países onde o sistema é utilizado (CASADO, 2012).

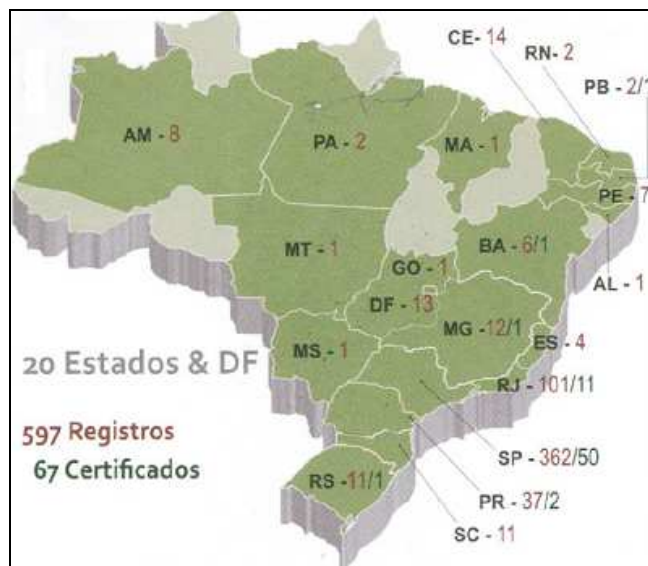
O número de empreendimentos registrados junto ao U.S. *Green Building Council* para obterem a certificação LEED no Brasil cresce a cada dia como está apresentado na Figura 2, e desde agosto de 2011 até novembro de 2012 verificou-se o registro de praticamente um edifício por dia útil no país. Em novembro de 2012 existiam cerca de 597 empreendimentos registrados em 20 estados brasileiros buscando a certificação de desempenho ambiental, somando mais de 26 milhões de metros quadrados. Desse total, 67 empreendimentos já foram certificados (CASADO, 2012).

Figura 2 – Evolução dos processos em certificação LEED no mundo (m² acumulado).



Apesar de todos esses empreendimentos, a construção sustentável ainda engloba apenas entre 1% e 2 % do mercado da construção no Brasil, um número bastante inferior ao de países mais consolidados, como nos Estados Unidos da América e na Europa, que já chega aos 10% (CASADO, 2012).

Figura 3 – Projetos e certificados LEED por estado brasileiro.



Atualmente os tipos de LEED disponibilizados pelo USGBC são os seguintes:

- a) LEED NC : Novas construções e grandes projetos de renovação;
- b) LEED ND : Desenvolvimento de bairro (localidades);
- c) LEED CS: Projetos da envoltória e parte central do edifício;
- d) LEED Retail NC e CI : Lojas de varejo;
- e) LEED Healthcare : Unidades de saúde;
- f) LEED EB_OM : Operação de manutenção de edifícios existentes;
- g) LEED Schools : Escolas;
- h) LEED CI : Projetos de interiores e edifícios comerciais.

Nos Estados Unidos existe ainda o LEED for Home, que é a única que ainda não é aplicada fora de lá. Porém o GBC Brasil lançou o Referencial GBC Brasil Casa, modelo que pode ser seguido por projetos residenciais. Esse referencial é totalmente voltado para o mercado residencial imobiliário do país, com o objetivo de suprir a demanda habitacional efetiva e criar parâmetros nacionais inexistentes de sustentabilidade para residências unifamiliares ou multifamiliares. Há ainda outras categorias que estão em desenvolvimento pelo USGBC, como o LEED para Data Centers, o LEED Indústrias, entre outros que em breve estarão disponíveis para o uso (GBCB, 2013).

O LEED CI é de tipo de LEED de maior interesse para esse trabalho, pois é o que engloba os projetos de interiores das edificações, que será o caso estudado.

Além do LEED, o AQUA é um certificado bastante procurado por empresas brasileiras. Gehlen (2008) afirma que o AQUA “é um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou reabilitação”.

Em abril de 2008, o AQUA foi apresentado pela Fundação Vanzolini, instituição privada, sem fins lucrativos, criada e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). O AQUA possui 14 critérios que avaliam a gestão ambiental das obras e as especificidades técnicas e arquitetônicas. (PRADO, 2008).

Os critérios do AQUA podem ser observados na Tabela 1:

Tabela 1 – Critérios do AQUA.

Eco-construção	relação do edifício com o seu entorno
	escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão	da energia
	da água
	dos resíduos de uso e operação do edifício
	manutenção: permanência do desempenho ambiental
Conforto	higrotérmico
	acústico
	visual
	olfativo
Saúde	qualidade sanitária dos ambientes
	do ar
	da água

Fonte: O autor.

Outra certificação que está crescendo no mercado brasileiro é o selo Procel Edifica, que também analisa a edificação, classificando-a segundo seu nível de sustentabilidade. De acordo com Neto (2011), o selo Procel Edifica foi instituído em 2003 e “[...] tem como objetivo construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil. É dentro de uma de suas vertentes que são determinados os parâmetros referenciais para verificação do nível de eficiência energética de edificações.”

2.4 Custo verde

A construção civil é grande consumidor de recursos naturais e de energia para a fabricação de materiais e para operação e manutenção das edificações, além de grande gerador de resíduos de construção e demolição. Para isso ser reduzido ao mínimo possível é necessário que seja feito um bom quantitativo da obra, sendo então comprado e consumido apenas o necessário.

Com a grande tendência de implantação de obras com certificados de sustentabilidade, um número cada vez maior de construtoras está tornando-se adeptas do *Green Building*, porém elas desejam, além de se tornarem menos impactantes ao meio ambiente, ter o seu retorno financeiro.

Empreendimentos sustentáveis ainda possuem um custo inicial maior que um empreendimento comum. Alguns estudos realizados mostram que para um empreendimento

com ciclo de vida de 40 anos de utilização, há um aumento no custo dos projetos e obras em torno de 0,5% a 7% (CASADO, 2012).

Porém, se planejado de forma correta, é possível construir edificações sustentáveis por um preço praticamente igual ao de uma obra tradicional. Jacomit *et al.* (2009) afirma que “[...] caso os ‘atributos verdes’ sejam incorporados ao projeto em sua fase inicial de concepção e gerenciados de forma proativa e integrada, é possível reduzir estes custos adicionais a valores próximos a zero.”

Benite (2012, p. 26) afirma que “O empreendedor deve ter em mente que ao longo de todo o processo, da concepção à conclusão da obra, um empreendimento sustentável está fora do padrão, pois é diferente e mais complexo do que um projeto convencional.” Desse modo, faz-se necessário um empenho maior de todos os envolvidos na elaboração do empreendimento, incluindo o próprio empreendedor, que deve ter uma maior atenção com o projeto e alocar seus melhores profissionais para o seu desenvolvimento, além de selecionar projetistas, consultoria e construtoras que possuam uma experiência técnica e uma real capacidade de inovação, firmando por meio de contratos de prestação de serviços que o projeto terá desempenho ambiental superior e não será uma repetição de projetos anteriores.

Outro fator importante para construir um empreendimento sustentável com sucesso é a dedicação de tempo ao projeto, pois parte desse tempo deverá ser usado para o aprendizado dos participantes e análise de alternativas tecnológicas, daí a importância de começar o estudo dos projetos com bastante antecedência em relação ao início da obra.

Quando se é definido desde o início que a construção se tratará de um *Green Building*, e tudo for bem planejado e pensado de forma integrada, as incorporadoras podem reduzir seu custo de capital. Diminui-se a oposição aos projetos, possibilitando uma aprovação mais rápida dele; gastos com infra-estruturas são menores se forem levadas em consideração as características do terreno; gastos com sistemas mecânicos podem ser menores ou nulos com projetos inteligentes de energia; além da criação de marca e credibilidade dos incorporadores, através da percepção do cliente para os benefícios do empreendimento sustentável (GBCB, 2009).

A redução de custos se inicia na escolha do terreno. Optar por um local de implantação de obra que tenha um solo com boas características e que seja pequena a necessidade de movimentos de terra contribui na economia nessa etapa inicial. Porém deve-se levar em consideração também as pontuações relacionadas aos pré-requisitos contemplados pelas certificações *Green Building* nessa etapa do processo, como localização em áreas já urbanizadas, privilégio na execução de *retrofits* de edifícios, áreas providas de transportes

públicos ou mesmo seleção de terrenos contaminados para serem remediados. Logo, deve-se tentar aliar redução dos custos com ganho de pontuação.

A escolha dos materiais é de grande importância no custo de uma obra. Apesar de na maioria dos casos materiais sustentáveis serem mais caros que os tradicionais de mesma função, já existem no mercado opções com valores semelhantes ou inferiores. Esse custo reduzido pode se dar devido aos avanços dos processos de reciclagem, utilizando resíduos como matéria prima e preservando os recursos naturais.

Um edifício normalmente é feito pra durar muito tempo, chegando a centenas de anos, logo, mesmo que ao final das compras dos materiais o valor total seja maior, deve-se levar em consideração a economia que eles trarão durante a vida-útil do empreendimento. Esse custo maior normalmente é recuperado depois de alguns anos de uso da edificação devido à economia em contas de água e energia.

É durante o uso e a operação do empreendimento que se apresenta o maior gasto, e é nessa fase também que poderá obter-se o maior benefício da construção sustentável: os custos operacionais podem ser reduzidos, em média, de 8% a 9%. Um empreendimento sustentável pode reduzir em 30% o consumo de energia, 50% o consumo de água, 35% das emissões de CO₂ e até 70% do descarte de resíduos (CASADO, 2012).

Também se deve dar atenção aos custos de manutenção que serão reduzidos, pois os edifícios verdes devem utilizar materiais que durem mais, evitando gastos com suas substituições e consertos. Esse custo é comumente esquecido, pois é um custo que normalmente demora a surgir, porém quando aparece desagrade os proprietários e pode causar grandes transtornos caso não se faça um bom serviço de manutenção.

Pode-se observar um ganho na valorização do imóvel, hoje entre 10% e 20%. (GASPARIN, 2012). Também há uma maior ocupação e uma maior velocidade de venda, tendo assim menor *payback* do empreendimento.

2.5 Atributos da Construção Sustentável

A seguir serão mostrados alguns atributos que podem ser incorporados em uma edificação, proporcionando vantagens, pontuações ou bonificações para o edifício com objetivo de tornar-se sustentável.

2.5.1 Aeradores em chuveiros e torneiras

O uso de aeradores em chuveiros e torneiras proporciona uma diminuição no consumo de água devido seus jatos serem misturados com ar, economizando água sem perder o conforto do banho ou da higienização das mãos, pois o ar inserido causa a impressão de uma vazão maior de água.

Já existe no mercado chuveiros que consomem apenas seis litros de água por minuto. Comparando com um chuveiro comum, ele gera uma economia de aproximadamente 480 litros de água por dia, se considerado quatro pessoas tomando um banho diário de dez minutos (DECA, 2012).

Figura 4 – Modelo de aerador para torneiras.



Fonte: http://www.fabrimar.com.br/produto_selecionado.asp?ref_produto=1661&cat_produto=Economia%20de%20%C1gua&tipo=&linha=Reguladores.

2.5.2 Descargas com duplo acionamento

Os sistemas de caixa acoplada com duplo acionamento possuem uma caixa com dois compartimentos que podem ser acionados separadamente ou juntos, regulando a quantidade de água a ser utilizada. Se acionado apenas um botão, ele dispensa cerca de três litros de água, sendo suficiente para descarga de líquidos. Quando acionado os dois botões, são dispensados cerca de seis litros de água, utilizado na descarga de sólidos.

O uso de válvulas de descarga com acionamento duplo e vasos sanitários com caixa acoplada de acionamento duplo beneficia o meio ambiente, pois auxiliam na economia de água.

Sabe-se que 14% do consumo de água de uma residência deve-se à descarga, sendo que em média 80% desses são para escoamento de líquidos. As válvulas antigas consomem em média 18 litros d'água por acionamento e as convencionais de parede chegam a consumir 30 litros de água cada vez que são utilizadas (BRANCO, 2012).

Figura 5 – Vaso sanitário com descarga de duplo acionamento.



Fonte: http://josianeguss.blogspot.com.br/2012_08_01_archive.html

2.5.3 *Telhado verde*

O telhado verde visa diminuir os impactos ambientais causados pelo crescimento urbano e pelo aquecimento ambiental, tentando recuperar a natureza em áreas construídas (Figura 6). Ele proporciona um maior equilíbrio entre concreto e vegetação dentro das grandes cidades, além de a vegetação absorver o gás carbônico da atmosfera, reduzindo a poluição e o efeito estufa. Desse modo há a diminuição das ilhas de calor causada pela poluição, pelo aumento da frota de carros e pelo aumento de construções.

Figura 6 – Telhado verde do City Hall de Chicago.



Fonte:<http://ciaecologica.com/2011/08/29/telhados-verdes-fotos/#jp-carousel-1054>

Esse tipo de telhado auxilia no isolamento térmico, diminuindo a amplitude térmica, deixando as condições ambientais de dentro da construção mais amenas, aumentando o conforto no interior do ambiente, reduzindo o uso do ar condicionado, proporcionando economia de energia e ar mais limpo. Ele também melhora a umidade relativa do ar e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos habitantes (ECOTELHADO, 2012).

O telhado verde melhora a acústica, impedindo a entrada de sons em determinadas frequências. Ajuda também no controle de água das chuvas, diminuindo o fluxo das águas pluviais descarregadas nos esgotos pluviais e rios, diminuindo a possibilidade de enchentes.

Há vantagens também na limpeza, pois telhados comuns precisam ser limpos com frequência, geralmente necessitando do uso de hidrojateamento, demandando recursos financeiros para contratação de empresas desentupidoras, que oferecem esse serviço. Já os telhados verdes requerem cuidados que podem considerados benéficos, pois o contato com a terra e vegetais pode funcionar como terapia contra o estresse. Além disso, quando várias residências utilizam o telhado verde, a paisagem do local fica mais agradável, valorizando a região.

Apesar de todas essas vantagens, o telhado verde exige alguns cuidados especiais para evitar pragas urbanas, como o mosquito da dengue, e uma excelente aplicação para evitar infiltrações futuras.

2.5.4 Pintura ecológica

Materiais ecologicamente corretos para pintura possuem inúmeras vantagens. Eles apresentam baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, devido sua fórmula ser desenvolvida com matérias-primas sustentáveis; proporciona um ambiente totalmente isento dos odores residuais dos materiais após poucas horas da aplicação; e algumas tintas refletem mais luzes que as tintas tradicionais, o que possibilita a redução no consumo de energia elétrica (HIDRONORTH, 2011).

2.5.5 Automação predial

A automação predial, como está ilustrada na figura, consiste em integrar todos os subsistemas prediais, como, por exemplo, segurança e controle de acesso, através de um sistema de supervisão e controle predial, “[...] capacitando o sistema predial a perceber, avaliar e responder automaticamente, de forma racional, integrada e eficaz, a qualquer mudança ou necessidade dos usuários e do sistema predial criando, assim, Edifícios e Residências Inteligentes”. A automação predial proporciona uso eficiente de recursos e serviços, segurança, conforto, flexibilidade, eficiência energética e sustentabilidade (GO.TECH, 2011).

Figura 7 – Subsistemas prediais que podem ser automatizados



Fonte: http://www.gotechbrasil.com.br/aa_aut_pred.html.

Segundo Pinheiro (2004) a automação tem como “[...] objetivo principal a melhoria do estilo de vida dos ocupantes de uma edificação através do aumento do conforto ambiental, da segurança física e do aumento da eficiência energética da casa ou escritório, tornando o ambiente mais confortável, seguro e eficiente”.

A automação predial pode contribuir na economia de energia, pois com ela é otimizado o uso de sistemas como iluminação e da climatização, adaptando seu uso de acordo com a necessidade.

2.5.6 Lâmpadas LED

Estima-se que no Brasil a iluminação seja responsável por cerca de 20% da energia consumida em uma residência, ultrapassando 40% no setor terciário (ABILUX, 1992). Logo se torna importante utilizar meios mais econômicos de iluminação.

A utilização de lâmpadas LED (Diodo Emissor de Luz) é atualmente uma das mais sustentáveis tecnologias de emissão de luz. Isso se deve à ausência de mercúrio em sua composição, além de não emitirem radiação UV, terem um baixo consumo de energia se comparado com outras tecnologias de iluminação, possuem uma longa vida útil e requerem menos manutenção. (GOLDEN, 2012)

As lâmpadas possuem uma passagem de corrente elétrica que aquece o produto durante o seu uso, e quanto maior a corrente, maior é o aquecimento. Logo, outra grande vantagem desse tipo de lâmpada é sua capacidade de dissipar a temperatura térmica, direcionando esse aquecimento para trás, o que auxilia no conforto térmico do ambiente e torna o sistema mais seguro, pois não transmite calor para o material com o qual está em contato. Se comparado com as lâmpadas incandescentes, os LEDs economizam até 85% de energia elétrica (Castilho, 2012), conforme pode ser constatado segundo as informações apresentadas pela Tabela 2, o que compensa o seu maior custo.

Tabela 2 – Tabela comparativa de durabilidade de energia.

Horas em uso por dia	Exemplos de Ambiente	Duração Aproximada		
		LED 50.000 horas	Fluorescente T5 24.000 horas	Incandescente 1.000 horas
24h	Aeroportos, Shoppings, Depósitos, Centros de distribuição, Hospitais	6 anos	2 anos e 7 meses	40 dias
12h	Ambientes de trabalho, Escritórios	12 anos	5 anos e 4 meses	80 dias
8h	Lojas, Restaurantes	17 anos	8 anos	125 dias
6h	Áreas de estar em residências como salas e cozinhas	22 anos	11 anos	160 dias
3h	Áreas de pouca circulação como banheiros e quartos	45 anos	22 anos	1 ano

Fonte: Panfleto informativo da LUMICENTER, 2011.

2.5.7 Motores elétricos de alto rendimento

Segundo Neto (2013), o uso de máquinas elétricas de baixo rendimento causa desperdício de energia, refletindo em transformações econômicas, sociais e institucionais. A melhoria da eficiência energética contribui para “[...] a conservação do meio ambiente baseado na preservação de recursos naturais que, no caso do Brasil, são fundamentalmente hídricos devido à matriz de geração de energia ser realizada principalmente por usinas hidroelétricas”.

O mesmo autor explica que “O motor elétrico é considerado uma máquina térmica cíclica.”, e o trabalho (W) realizado em cada ciclo é formado por uma parcela da energia total (E_t) que é utilizada pelo motor, subtraída de uma parcela de energia dissipada (E_d) que o sistema consome através do calor, atrito, deformação, entre outras formas. Conhecendo essas parcelas e baseando-se na 2ª Lei da Termodinâmica [Equação (1)], pode-se calcular o rendimento do motor (e) através da Equação (2).

$$W = E_t - E_d \quad (1)$$

$$e = \frac{W}{E_t} \quad (2)$$

Substituindo o trabalho da Equação (1) na Equação (2) obtém-se a Equação (3).

$$e = \frac{E_t - E_d}{E_t} \quad (3)$$

Motores de alta eficiência possuem um E_d menor possível, aproveitando ao máximo a energia que lhe é transmitida, e consomem menos energia reativa (E_r), reduzindo o desperdício de energia.

2.5.8 Elevadores sustentáveis

A utilização de elevadores sustentáveis auxilia na economia de energia. Algumas linhas de elevadores sustentáveis possuem um *drive* regenerativo que devolve a energia gerada pelo elevador para a rede elétrica do edifício.

Elevadores que utilizam cintas planas de aço revestidas com poliuretano não necessitam de lubrificação adicional, eliminando assim a necessidade de armazenamento, limpeza e descarte de resíduos perigosos. Além disso, a energia elétrica regenerada é uma energia limpa, devido à baixa distorção por correntes harmônicas (OTIS, 2012).

A iluminação e a ventilação dentro desses elevadores são automatizadas, ou seja, as luzes e o ventilador podem ser desligados quando não houver a chamada e voltam a ligar normalmente quando o botão de chamada é acionado. Ainda segundo Otis (2012), essa automação aliado á lâmpadas LED podem tornar o sistema de iluminação até 80% mais eficientes que os sistemas convencionais.

2.5.9 Aerogeradores

Um dos grandes problemas atuais no planeta é a questão energética. Grande parte da energia utilizada pelos seres humanos vem de fontes não renováveis e que, em alguns casos, possuem um potencial destruidor do meio ambiente, como acontece com a energia vinda da queima de combustíveis fósseis.

No Brasil grande parte da energia elétrica utilizada vem de usinas hidrelétricas (APPIO, 2001). Uma escassez de chuva pode ter como consequência a diminuição do nível de água nas barragens hidrelétricas causando também uma escassez de energia, como ocorreu no ano de 2000 quando uma grande seca atingiu o país, levando ao racionamento de energia. A utilização de energias renováveis, como é o caso da energia eólica, solar, maremotriz e geotérmica, é uma alternativa sustentável, menos poluente e menos dispendiosa.

O vento é uma fonte renovável e inesgotável de energia que não emite gases poluentes e não gera resíduos (Figura 8). No Ceará, um dos estados com maior potencial de vento do Brasil, a energia eólica pode ser aproveitada durante todo o ano.

Figura 8 – Imagens de aerogeradores de grande, médio e pequeno porte.



Fonte: <http://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/energia-eolica-no-brasil/>.

Um aerogerador instalado em um edifício funciona como um microgerador elétrico integrado ao eixo de um cata-vento, que converte energia eólica em energia elétrica. Como a energia é produzida e consumida no mesmo local, não existe perda no transporte e na distribuição (ENERWISE, 2010).

Existem dois tipos de aerogeradores, os de eixo horizontal e os de eixo vertical. Eles diferem em seu custo relativo de produção, eficiência, e na velocidade do vento em que têm sua maior eficiência. Os aerogeradores de eixo horizontal são constituídas por turbinas de uma a três pás, com um perfil aerodinâmico, sendo o de três pás os mais comumente utilizados, pois possuem uma boa relação entre coeficiente de potência, custo e velocidade de rotação, bem como uma melhor estética comparada às turbinas de 2 pás. O rendimento aerodinâmico de aerogeradores de eixo horizontal é superior aos de eixo vertical e estão menos expostos aos esforços mecânicos, compensando seu maior custo. Os aerogeradores de eixo vertical (Figura 9), apesar de serem menos eficientes que os aerogeradores de eixo horizontal, são mais indicados para instalações em edifícios em regiões urbanizadas, pois lidam melhor com condições de turbulência do vento causadas pela existência de prédios e outros obstáculos, além de serem mais seguros, mais fáceis de construir, produzirem menos ruídos e poderem ser montados mais perto do solo. Outra vantagem é que nesse tipo de aerogerador não é necessário o dispositivo de orientação da turbina face ao vento, além de possuírem uma velocidade de arranque menor do que a dos aerogeradores de eixo horizontal (WORDPRESS, 2013).

Figura 9 – Imagem de aerogerador de eixo vertical.



Fonte: <<http://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/energia-eolica-no-brasil/>>.

O investimento inicial de um gerador é alto, mas os custos com manutenção são baixos e o custo com combustível é zero. Isso faz com que o investimento seja recuperado em poucos anos devido à economia na conta de energia.

2.5.10 Painéis solares

Painéis solares (Figura 10), também conhecidos como placas solares, são dispositivos criados para a radiação solar em energia. Por necessitar apenas do Sol, energia mais abundante do planeta, como fonte de energia, é considerado um dos métodos mais limpos de geração de energia. “Estima-se que com apenas 4 metros quadrados de painéis solares instalados, possa-se reduzir em até meia tonelada as emissões de Gás Carbônico de um edifício” (PAINEL, 2011).

Existem dois tipos de painéis solares: fotovoltaicos e térmicos. Os fotovoltaicos convertem a luz solar em energia elétrica, já os térmicos usam a energia térmica gerada pelo sol para aquecer ou resfriar um ambiente.

Figura 10 – Paineis solar fotovoltaico.



Fonte: <http://painelsolares.com/o-que-e-um-painel-solar/>

Figura 11 – Paineis solar térmico.



Fonte: <http://painelsolares.com/o-que-e-um-painel-solar/>

A utilização de painéis solares em edifícios pode reduzir o gasto com energia elétrica e proporciona uma valorização do imóvel que a possui.

2.5.11 Sistema de separação de água cinza e água negra

Um sistema de separação de águas serve para selecionar a água que poderá ser reaproveitada para outros usos, como irrigação de jardins. Sua implantação só faz sentido se houver também um sistema de reuso de águas cinzas.

As águas negras (esgoto) são as provenientes da pia de cozinha e do vaso sanitário. Ela possui um alto teor de matéria orgânica devido à presença de fezes e urina, além óleos e gorduras.

As águas cinzas são as águas servidas que não possuem contribuição de efluentes de vaso sanitário, ou seja, aquelas derivadas dos chuveiros, banheiras, lavatórios de banheiro, tanques e máquinas de lavar roupas. Elas contêm componentes decorrentes do uso de sabão ou de outros produtos para lavagem do corpo, de roupas ou de limpeza em geral (JEFFERSON *et al.*, 1999, *apud* GONÇALVES *et al.*, 2006).

Por possuírem pouca matéria orgânica e um número baixo de coliformes fecais, estas águas podem ser reutilizadas, necessitando de um tratamento mais simples que os utilizados para águas negras.

Segundo Gonçalves *et al.* (2006, p.154) são resultados do reuso das águas cinzas a “[...] economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações.”. Ele cita também a “[...] preservação dos mananciais de água, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas urbanas, além de reduzir o consumo de energia elétrica”.

Gonçalves *et al.* (2006, p.155-156) menciona as possibilidades de reuso de águas cinzas: descarga de vaso sanitário; irrigação de jardins e gramados; lavagens de vidro; lavagens de automóveis; combate a incêndios; preparo de concreto; água para caldeira; agricultura; processos industriais específicos; recarga de aquíferos.

3 METODOLOGIA

3.1 Etapas da Pesquisa

A metodologia para a realização do trabalho de monografia proposto tem como ponto inicial o levantamento de literatura sobre assuntos relacionados ao tema principal. Esse levantamento foi realizado a partir de uma pesquisa bibliográfica em revistas, jornais, *web sites*, livros, artigos científicos e normas técnicas voltadas à construção civil, procurando absorver o máximo de conhecimento sobre os assuntos abordados, podendo assim embasar teoricamente o tema desenvolvido.

Em seguida, foi selecionado um empreendimento da Construtora Colmeia para ser objeto de estudo do trabalho. Esse empreendimento teve seu orçamento atualizado para os valores de novembro de 2012, através de cotação ou atualização de preços pelo INCC.

Concluída essa etapa, foram escolhidos seis atributos que tornam o edifício mais sustentável para analisar a influência de sua implantação no valor orçado para a obra. Os atributos escolhidos foram:

- a) Troca de lâmpadas por modelos da iluminação LED;
- b) Implantação de aerogeradores;
- c) Uso de aeradores em torneiras;
- d) Uso de sistema de separação e tratamento de água;
- e) Troca de chuveiros por modelos com regulador de pressão;
- f) Troca de elevadores por modelos sustentáveis.

Em seguida foram analisado os resultados obtidos, podendo assim chegar às conclusões acerca do aumento do custo da construção com a implantação dos atributos verdes.

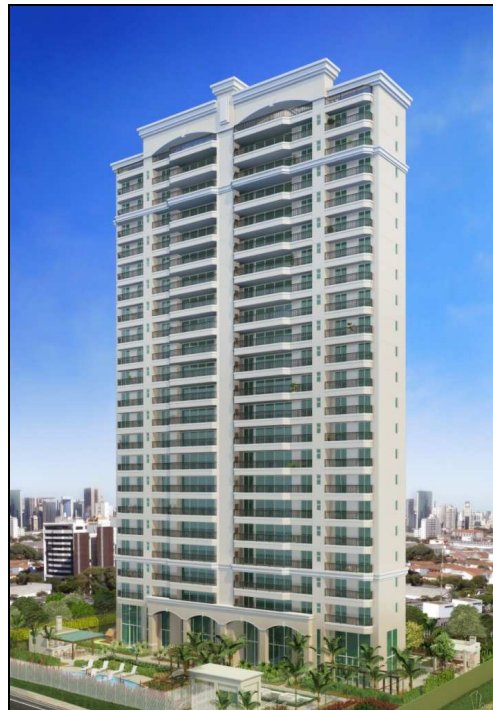
3.1.1 *Caracterização do estudo de caso*

O edifício escolhido para o estudo de caso pertence à Construtora Colmeia, visto que a autora deste trabalho realiza estágio supervisionado naquela. No APÊNDICE A – Autorização de Divulgação de Dados deste trabalho pode ser encontrada a autorização de divulgação dos dados (imagens, fotografias, informações e nomes dos entrevistados) da empresa em estudo.

O edifício está sendo construído pela Construtora Colmeia na Rua Dr. Márlcio Fernandes, Cocó, em Fortaleza, Ceará. É um edifício residencial vertical destinado a atender às necessidades de valor da Classe A.

A Figura 12 e a Figura 13 trazem as imagens ilustrativas da fachada e do paisagismo respectivamente do empreendimento em estudo.

Figura 12 – Perspectiva artística da fachada do edifício Lilac.



Fonte: Caderno de vendas da Construtora Colmeia, 2011.

Figura 13 – Planta baixa do empreendimento.



Fonte: Caderno de vendas da Construtora Colmeia, 2011.

Sobre uma área de terreno de quase 2.230 m², o Lilac será um empreendimento residencial composto de uma torre de 24 pavimentos, sendo 20 pavimentos tipo, dois subsolos, um pilotis e uma cobertura, totalizando uma área construída de 11.421,05 m². Esses e outros dados do projeto podem ser vistos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Dados do empreendimento.

PROJETO		DESCRİÇÃO	
- No. Total de Apartamentos		40	
- No. Pavimentos:	Subsolo	2	
	Pilotis	1	
	Tipo	20	
	Coberta	1	
- No. Elevadores Sociais		2	
- No. Elevadores de Serviço		1	
ÁREAS - OBRA		UN	QUANTIDADE
- Área do Terreno		M ²	2.229,78
- Área Construída Total		M ²	11.421,05
- Área Privativa Aptos (Total)		M ²	6.776,80
- Área Comum Total		M ²	4.644,25
- Área Equivalente		M ²	9.797,95
ÁREAS - PVTO. TIPO		UN	QUANTIDADE
- Apto Tipo A (x40)		M ²	169,42
- Área do Pavto Tipo que mais se repete (Apavt)		M ²	384,52
- Área de Uso Comum do Pavto Tipo que mais se repete (Acirc)		M ²	8,24
- Perímetro das Paredes Externas do Pavto Tipo que mais se repete (Pp)		M	109,95

Fonte: Caderno de orçamento da Construtora Colmeia, 2011.

Tabela 4 – Dados técnicos dos empreendimentos.

PROJETO		DESCRİÇÃO	
- FCK (kgf/cm ²)		300	
ÁREAS - OBRA		UN	QUANTIDADE
- Área de Estrutura Total (Fundação + Estrutura)		M2	11.813,55
- Área Construída Total		M2	11.421,05
- Volume de Concreto (Estrutura)		M3	2.200,00
- Peso do Aço (Estrutura)		Kg	210.000,00

Fonte: Caderno de orçamento da Construtora Colmeia, 2011.

Cada pavimento tipo possui dois apartamentos espelhados com 169,42 m² de área privativa cada, disposto em três opções de plantas. A planta padrão (Figura 14), usada no orçamento para este estudo, é composta por quatro suítes, sala de estar e jantar, varanda, varanda gourmet, hall social, cozinha, área de serviço, quarto de serviço, banheiro de serviço e laje técnica.

Figura 14 – Planta baixa padrão usada no orçamento.



Fonte: Caderno de vendas da Construtora Colmeia, 2011.

O empreendimento Lilac não possui características de um *Green Building*, logo se torna ideal para o estudo que será realizado, podendo ter seus atributos modificados e servir de comparação.

Os orçamentos utilizados no estudo de caso são orçamentos analíticos. Eles são compostos por insumos, composições e tarefas. Os insumos formam as composições, que por sua vez compõem as tarefas. Cada um dos dois orçamentos foi dividido em 20 etapas, sendo elas as seguintes:

- a) etapa S02: Canteiro;
- b) etapa S03: Trabalhos em Terra;
- c) etapa S04: Fundações;
- d) etapa S05: Estrutura;
- e) etapa S06: Instalações;
- f) etapa S07: Elevadores;
- g) etapa S08: Elevação;
- h) etapa S10: Esquadrias;
- i) etapa S11: Revestimento Interno;
- j) etapa S12: Revestimento Externo;
- k) etapa S13: Pintura;
- l) etapa S14: Aparelhos;
- m) etapa S15: Elementos Decorativos;
- n) etapa S16: Urbanização;

- o) etapa S17: Limpeza;
- p) etapa S18: Administração da Obra;
- q) etapa S19: Mão-de-obra de Apoio;
- r) etapa S20: Higiene e Segurança do Trabalho;
- s) etapa S27: Drenagem;
- t) etapa S28: Rede de Esgoto.

Inicialmente é determinada a especificação de materiais que serão utilizados na obra, incluindo revestimentos, louças, metais, elevadores, bancadas, pintura, entre outros. Com os materiais definidos, são feitos os levantamentos quantitativos em planilhas do Excel padrões da Construtora Colmeia. Cada etapa tem sua planilha semi-automatizada, facilitando a obtenção da quantidade final de material.

Com os quantitativos feitos, inicia-se a cotação de preços. Como a Colmeia é uma construtora que já está no mercado há muitos anos, ela possui um sistema de cadastro de preços utilizados em todas as suas obras, o Sistema de Compras, que facilita a obtenção de preços dos materiais. A maioria dos insumos tem seus preços determinados através da atualização pelo INCC do preço cadastrado no Sistema de Compras. Porém, alguns insumos considerados de maior importância são cotados com fornecedores, pois podem ter sofrido maior variação, e, como possuem maior relevância no valor final da obra, devem ter seus valores precisos. Para a determinação dos insumos que deverão ser cotados com os fornecedores, é feita a Curva ABC de insumos de cada obra.

Em seguida verifica-se o valor da mão-de-obra atual do mercado. No caso dos dois orçamentos, o valor da mão-de-obra foi baseado na tabela de salários (produção) da Construtora Colmeia do mês de novembro de 2012, podendo ser observado na Tabela 5.

Após a determinação de quantidades, preços e salários, os valores são passados para o programa de orçamento, o RM. Nele são cadastrados os insumos e criadas as composições, para então serem exportadas as tarefas da planilha do Excel, que já devem estar com os códigos das composições inseridos em uma coluna da planilha, desse modo, quando forem exportadas o próprio programa insere os preços já cadastrados das composições.

Tabela 5 – Valor da mão de obra de mercado.

Descrição	Unid.	Valor Adotado	Valor da H (R\$)
AJUDANTE DE BOMBEIRO	Mês	1123,20	5,96
AJUDANTE DE CARPINTEIRO	Mês	1053,00	5,58
AJUDANTE DE CARPINTEIRO DE FORMA-ESTRUTURA	Mês	1053,00	5,58
AJUDANTE DE ELETRICISTA	Mês	1123,20	5,96
AJUDANTE DE FERREIRO	Mês	982,80	5,21
AJUDANTE DE FERREIRO ESTRUTURA	Mês	982,80	5,21
AJUDANTE DE MARCENEIRO	Mês	751,14	3,98
AJUDANTE DE PINTOR (<i>Patrimônio</i>)	Mês	706,86	3,75
BETONEIRO	Mês	950,40	5,04
BOMBEIRO	Mês	1728,00	9,16
CARPINTEIRO DE FORMA	Mês	1620,00	8,59
CARPINTEIRO DE FORMA ESTRUTURA	Mês	1620,00	8,59
ELETRICISTA	Mês	1728,00	9,16
FERREIRO	Mês	1512,00	8,02
FERREIRO ESTRUTURA	Mês	1512,00	8,02
GUINCHEIRO	Mês	950,40	5,04
IMPERMEABILIZADOR	Mês	1134,00	6,01
MARCENEIRO (<i>ou Carpinteiro de Esquadria</i>)	Mês	1155,60	6,13
MECÂNICO (<i>Patrimônio</i>)	Mês	1020,60	5,41
PADIOLEIRO	Mês	639,00	3,39
PEDREIRO A	Mês	1620,00	8,59
PEDREIRO B	Mês	1188,00	6,30
PEDREIRO C	Mês	1728,00	9,16
PEDREIRO E	Mês	1296,00	6,87
PEDREIRO ESTRUTURA	Mês	1188,00	6,30
PINTOR	Mês	950,40	5,04
SERVENTE	Mês	639,00	3,39
SERVENTE ESTRUTURA	Mês	810,00	4,30
SERVENTE FACHADA	Mês	864,00	4,58
SERVENTE REJUNT.INTERNO	Mês	810,00	4,30

Fonte: Do autor (2012).

Dentro do RM, os insumos são divididos em grupos, para que o orçamento se torne mais detalhado. São eles:

- a) M: Materiais;
- b) V: Verba de Materiais;
- c) S: Serviço;
- d) O ou B: Mão de Obra
- e) W: Verba de Mão de Obra;
- f) E: Extra.

Com as planilhas de cada etapa exportadas para o sistema, é determinado o valor da lei social no próprio RM, que a aplica a toda a mão-de-obra.

Com isso, tem-se o orçamento completo. O orçamento informa a descrição e o valor detalhado de cada tarefa (separando o que for mão-de-obra, material e serviço), o subtotal de cada etapa e o valor final do orçamento. Dentro do sistema ainda pode-se encontrar várias outras informações, como valor de cada insumo, quais insumos fazem parte de cada composição, curva ABC, entre outras.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado o orçamento do edifício residencial antes da implantação de atributos verdes e será mostrado o quanto seis atributos afetam no valor da etapa do orçamento em que cada um se encaixa.

4.1 Orçamento Inicial Lilac

O orçamento a seguir é do empreendimento sem atributos sustentáveis. Os preços utilizados nos insumos foram baseados em cotações e valores utilizados pela Construtora Colmeia sendo considerado o INCC no valor de 521,638 de novembro de 2012. Segue abaixo a Tabela 6 com os valores e percentuais em relação ao preço final de cada etapa, destacando as etapas que sofrerão modificação.

Tabela 6 – Orçamento do empreendimento sem atributos sustentáveis.

ETAPAS CONSTRUÇÃO	VALOR (R\$)	INCC's	%
Etapa 1 - Projetos	-	-	-
Etapa 2 - Canteiro	197.832,62	379,25	1,51
Etapa 3 - Trabalhos em Terra	90.844,10	174,15	0,69
Etapa 4 - Fundações	800.632,13	1.534,84	6,12
Etapa 5 - Estrutura	2.748.040,86	5.268,10	21,01
Etapa 6 - Instalações	1.193.469,01	2.287,93	9,12
Etapa 7 - Elevadores	548.119,02	1.050,77	4,19
Etapa 8 - Elevação	609.497,52	1.168,43	4,66
Etapa 9 - Coberta	-	-	-
Etapa 10 - Esquadrias	704.075,18	1.349,74	5,38
Etapa 11 - Acabamentos Internos	1.247.656,04	2.391,80	9,54
Etapa 12 - Acabamentos Externos	666.239,72	1.277,21	5,09
Etapa 13 - Pintura	298.132,70	571,53	2,28
Etapa 14 - Aparelhos	276.856,36	530,74	2,12
Etapa 15 - Elementos Decorativos	792.236,12	1.518,75	6,06
Etapa 16 - Urbanização	672.234,67	1.288,70	5,14
Etapa 17 - Limpeza	24.075,04	46,15	0,18
Etapa 18 - Administração da Obra	1.481.569,12	2.840,22	11,33
Etapa 19 - Mão-de-Obra de Apoio	461.491,05	884,70	3,53
Etapa 20 - Higiene e Segurança do Trabalho	168.311,17	322,66	1,29
SUBTOTAL	12.981.312,43	24.885,67	99,23
INFRAESTRUTURA			
Etapa 27 - Drenagem	22.892,33	43,89	0,17
Etapa 28 - Rede de Esgoto	77.779,48	149,11	0,59
SUBTOTAL	100.671,84	193,02	0,77
TOTAL DA OBRA	13.081.984,35	25.078,76	100,00

Fonte: O autor (2012).

A etapa de projetos é calculada separadamente e engloba os projetos de drenagem, estrutura de concreto armado, fundações, instalações prediais, paisagismo, rede de esgoto, sondagens e topografia, totalizando R\$ 413.104,36.

4.2 Orçamento com atributos do *Green Building*

Para que fosse o empreendimento original fosse completamente adaptado para se tornar um *Green Building* seria necessário um estudo detalhado e demorado que envolveria todos a integração de todos os projetos do empreendimento para assim diminuir ao máximo a diferença de valores entre o empreendimento antes e depois da inclusão de atributos sustentáveis.

Logo, pode-se verificar o quanto alguns atributos afetam no valor da etapa da qual faz parte. Desse modo foram estudados cinco atributos: elevadores verdes, iluminação LED, uso de aerogeradores, uso de aeradores em torneiras e chuveiros e separação de águas cinzas e negras.

4.2.1 Inclusão de Elevadores Sustentáveis

O empreendimento possui três elevadores que, no orçamento, fazem parte da etapa S07-Elevadores. Tanto o valor usado para o orçamento original quanto o valor usado nesse estudo foram cotados com empresas especializadas.

Em ambas as cotações foram calculados elevadores com capacidade para 8 pessoas e velocidade de 1,5 m/s, considerando os dados da Tabela 7.

Tabela 7 – Informações das cotações dos elevadores.

	Elevador social 1 (01 un)	Elevador social 2 (01 un)	Elevador serviço (01 un)
Nº de pavtos c/ parada	2 subsolos, 1 térreo, 20 pavimentos tipo.	2 subsolos, 1 térreo, 20 pavimentos tipo.	2 subsolos, 1 térreo, 20 pavimentos tipo.
Dimensões poço (m)	1,80 x 1,83	1,80 x 1,83	1,78 x 1,90
Nº de unid./pavto.	1º ao 20º pavto tipo: 2 unidades / 40 unidades no total		
Nº de dep. /unid.	Em cada andar: 2 apartamentos com 4 quartos + 1 quarto de serviço		

Fonte: O autor (2012).

O valor usado no orçamento estudado foi de R\$ 179.037,51 para cada elevador social e de R\$ 158.576,08 para o elevador de serviço, totalizando R\$ 516.651,10, equivalendo a 94,26% do valor total da etapa (R\$ 548.119,02).

Os novos elevadores orçados possuem motor sem engrenagem (gearless), iluminação a LED e frenagem regenerativa (sistema eletrônico de potência que controla bidirecionalmente o fluxo de energia entre a rede elétrica e o motor).

O valor orçado para os novos elevadores foi de R\$ 255.000,00 cada, totalizando R\$ 765.000,00 para os três elevadores. Com isso, o novo valor da etapa S07-Elevadores seria R\$ 796.467,92, um aumento de 45,31%.

4.2.2 Utilização de iluminação LED

A iluminação especificada no orçamento inicial é uma iluminação convencional com lâmpadas incandescentes, fluorescentes e halógenas, fazendo parte da etapa S14-Aparelhos.

O total previsto com as lâmpadas pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8 – Valor total gasto como as lâmpadas.

Nome	Quant.	Cód. Unidade	Valor Unitário	Valor Total
LÂMPADA INCANDESCENTE LEITOSA 60W	357	UN	1,33	474,81
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 18W/21	20	UN	8,72	174,4
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 26W/21	28	UN	11,47	321,16
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 26W/41	20	UN	11,44	228,8
LÂMPADA HALÓGENA HALOPAR 20 FL - 230V/50W 30o.	8	UN	9,32	74,56
LÂMPADA HALÓGENA HALOPAR 30 NFL - 130V/75W 30o.	8	UN	29,44	235,52
LÂMPADA HALÓGENA HALOSPOT 111 - 12V/50W 24o.	10	UN	28,36	283,6
LÂMPADA HALÓGENA HALOSPOT 111 - 12V/50W 4o.	6	UN	24,64	147,84
LÂMPADA HALÓGENA DICRÓICA 50W	6	UN	3,67	22,02
LÂMPADA HALÓGENA BIPINO 20W	4	UN	3,81	15,24
LÂMPADA INCANDESCENTE 60W	95	UN	1,1	104,5
LÂMPADA HALÓGENA PHILIPS PAR20 - 230v/50w	69	UN	20,09	1386,21
LÂMPADA VAPOR METÁLICO 150W	6	UN	52,96	317,76
LÂMPADA HALÓGENA PAR38 - 130V/90W	6	UN	11,19	67,14
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 120V/20W	129	UN	10,19	1314,51
Total:	816	UN		5.168,07

Fonte: Do autor (2012).

Sabendo que foi orçado R\$276.856,36 para toda a etapa, o valor gasto com as lâmpadas convencionais equivale a 1,87% do seu total.

Para o estudo, apenas parte das lâmpadas foram substituídas por equivalentes da tecnologia LED e orçada com um fornecedor especializado, Os novos custos podem ser vistos na Tabela 9.

Tabela 9 – Lâmpadas substituídas por equivalentes da tecnologia LED

Quantidade	Lâmpada usada no orçamento original	Valor Unitário	Valor total
357	LÂMPADA INCANDESCENTE LEITOSA 60W	R\$ 1,33	R\$ 474,81
95	LÂMPADA INCANDESCENTE 60W	R\$ 1,10	R\$ 104,50
6	LÂMPADA HALÓGENA DICRÓICA 50W	R\$ 3,67	R\$ 22,02
8	LÂMPADA HALÓGENA HALOPAR 20 FL - 230V/50W 30o.	R\$ 9,32	R\$ 74,56
8	LÂMPADA HALÓGENA HALOPAR 30 NFL - 130V/75W 30o.	R\$ 24,44	R\$ 195,52
10	LÂMPADA HALÓGENA HALOSPOT 111 - 12V/50W 24o.	R\$ 28,36	R\$ 283,60
6	LÂMPADA HALÓGENA HALOSPOT 111 - 12V/50W 4o.	R\$ 24,64	R\$ 147,84
TOTAL:			R\$ 1.302,85
	Lâmpada LED usada na substituição	Valor Unitário	Valor total
357	LÂMPADA A60 10W 220V, 2,7K	R\$ 41,33	R\$ 14.754,81
95	LÂMPADA A60 10W 220V, 2,7K	R\$ 41,33	R\$ 3.926,35
6	LÂMPADA GU10 6,5W 220V 2,7K DIM	R\$ 33,30	R\$ 199,80
8	LÂMPADA PAR20 10W 220V 2,7K	R\$ 50,11	R\$ 400,88
8	LÂMPADA PAR30 10W 220V 2,7K	R\$ 64,84	R\$ 518,72
10	LÂMPADA AR111 12V 2,7K	R\$ 57,79	R\$ 577,90
6	LÂMPADA AR111 12V 2,7K	R\$ 58,79	R\$ 352,74
TOTAL:			R\$ 20.731,20

Fonte: Do autor (2012).

Desse modo, substituindo os valores das lâmpadas, que passou de R\$ 1.302,85 para R\$ 20.731,20, a etapa de aparelhos passaria a ser de R\$ 296.284,71, o que significa um aumento de 7%, e todas as lâmpadas (R\$ 24.596,42) passariam a representar 8,3% da etapa.

Apesar do valor gasto com as lâmpadas LED ser bem superior ao gasto com a lâmpadas convencionais, a economia de cerca de 85% da energia gasta na iluminação proporciona um resultado demorado porém satisfatório, já que a iluminação é responsável por, em média, 20% da energia total gasta em uma residência.

4.2.3 *Uso de aeradores em torneiras*

Há no mercado aeradores (arejadores) que podem ser comprados separadamente das torneiras e instalados em torneiras convencionais, como será o caso estudado.

As torneiras também fazem parte da etapa S14-Aparelhos, logo nela serão incluídos os aeradores. As informações das torneiras que foram utilizadas então apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Informações das torneiras utilizadas no empreendimento.

Nome	Quantidade	Cód. Unidade	Valor Unitário	Valor Total
TORNEIRA P/ CUBA DE LOUCA	200	UN	60,54	12.107,62
TORNEIRA P/ LAVATORIO	40	UN	31,49	1.259,77
TORNEIRA P/PIA SAIDA LATERAL-BANCA	120	UN	57,1	6.852,29
TORNEIRA P/TANQUE SAIDA-BANCADA	40	UN	57,1	2.284,10
TORNEIRA P/ CUBA DE LOUCA	4	UN	60,54	242,15
TORNEIRA P/PIA SAIDA LATERAL-BANCA	3	UN	57,1	171,31
TORNEIRA P/ LAVATORIO	2	UN	31,49	62,99
TORNEIRA P/JARDIM	6	UN	23,06	138,34
Total	415	UN		R\$ 23.118,57

Fonte: Do autor (2012).

Foram necessários 409 arejadores, pois não foram incluídos nas torneiras para jardim. Foi escolhido um modelo de arejador de vazão constante de 6 litros, aplicável a qualquer torneira ou misturador de lavatório da mesma empresa fornecedora das torneiras, garantindo assim a compatibilidade entre eles.

Com valor unitário de R\$25,06, a inclusão dos arejadores acarreta um acréscimo total de R\$10.249,54 na etapa. Isso equivale a um aumento de 3,70% dos R\$276.856,36 iniciais, e assim, a etapa de aparelhos passaria a custar R\$287.105,90.

Esses aeradores podem diminuir para menos da metade o consumo de água nas torneiras, passando de cerca de 20l/min para 8l/min, garantindo assim o retorno do investimento com a diminuição do valor da conta de água.

4.2.4 *Uso de chuveiros com regulador de pressão*

O uso de reguladores de pressão em chuveiros serve para diminuir a vazão de água quando essa está elevada devido a uma coluna d'água muito grande. No orçamento foi estimada a compra de 202 chuveiros, sendo 160 chuveiros para banheiros sociais no valor de R\$46,62 e 42 chuveiros para banheiros de serviço no valor de R\$11,65, totalizando R\$ 7.948,50.

Para o estudo, os chuveiros serão trocados por um modelo de parede articulado e equipado com dois crivos de alta e de baixa pressão. Com crivo de baixa pressão garante-se um banho com jato forte, mesmo com menor consumo de água.

O valor cotado para o novo modelo de chuveiro foi de R\$49,91, valor próximo ao preço usado para os chuveiros dos banheiros sociais no orçamento original. Fazendo a substituição de todos os chuveiros, inclusive os dos banheiros de serviço, o novo valor total gasto com eles será de R\$10.081,82. Desse modo a etapa de aparelhos passaria a custar R\$278.989,68, um aumento de 0,008% na etapa total.

Pode-se desse modo concluir que essa mudança acarreta um aumento pequeno no valor do orçamento e proporciona bons resultados para economia de água, ou seja, o retorno do investimento é rápido.

4.2.5 *Implantação de aerogeradores*

Foi realizada a cotação de um modelo de aerogerador de 2,4KW de potência, com rotor de diâmetro de 3,7m. De acordo com o fabricante, trata-se de um modelo que alia um design agradável com robustez, fiabilidade e rendimento maximizado. Ele possui desenho especial das pás e baixa rotação, minimizando os ruídos e vibrações. Seu sistema é desenvolvido para resistir a ventos com velocidade de até 63,0 m/s, ou seja, 230,6 km/h.

A produção anual de energia de um sistema como o citado acima pode chegar a até 5.000 KWh para velocidades médias de vento de 5,5 m/s (19,8 km/h).

O valor informado pelo revendedor foi de R\$38.000,00, não incluso a torre e a instalação, valores não informados pela empresa, pois exigiria um estudo mais detalhado do empreendimento, incluindo prazos e datas. Estimando-se que a torre custe cerca de 15% desses R\$38.000,00, ela teria o valor de R\$5.700,00. Sua instalação será estimada R\$2.200,00.

No orçamento seria necessária a criação de uma etapa específica para geração de energia, sendo esses R\$38.000,00 uma porcentagem da etapa, e os R\$ 5.700,00 da torre representaria o restante do valor, logo essa etapa custaria R\$43.700,00.

A instalação do aerogerador seria posta na etapa S06-Instalações, que passaria de R\$1.193.469,01 para R\$1.195.669,01, o que significa um aumento de apenas 0,18% na etapa.

Estimando-se que uma família de quatro pessoas consuma cerca de 250KWh, por mês, um edifício como o estudado consumiria cerca de 10.000KWh mensalmente, o dobro do que o gerador produz anualmente, logo conclui-se que o retorno do investimento de um aerogerador é de longo prazo.

4.2.6 Implantação do Sistema de Reuso de Águas Cinzas

O sistema de reuso de águas cinzas é composto por uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e o Sistema de Reuso propriamente dito.

Segundo a empresa especializada da qual foi obtida a cotação para o estudo, a ETE especificada para esse empreendimento é composta pelos seguintes itens:

- a) Tanque de regularização de vazão, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) apresentando calha coletora para retenção, acúmulo e descarte de areia por meio de válvula fecho rápido em Pvc, medidor de vazão triangular 45°, extravasor e dreno de Fundo, tomadas de sucção das bombas de recalque de efluente equalizado.
- b) Reator anaeróbico de fluxo ascendente (RAFA), pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), do tipo manta de lodo. Utilizado no tratamento primário, objetiva garantir a remoção de DBO na ordem de 70% e DQO na ordem de 60%.
- c) Filtro submerso aerado, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), com decantador lamelar incorporado. Utilizado no tratamento secundário, objetiva garantir a remoção de DBO na ordem de 95% e DQO na ordem de 90%.
- d) Meio suporte sintético, fabricado em polietileno, modelo MSS – 265, fabricante AMBIENTAL PLAST, com área específica de 265 m²/m³. Utilizado para formação do biofilme bacteriano de alta performance.

- e) Decantador lamelar, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), com decantador acelerado interno do tipo lamelar de placas.
- f) Tanque de adensador de lodo, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), para receptação de lodo, espuma, areia e materiais inertes e desidratação de lodo.
- g) Tanque de contato, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), para desinfecção química (remoção de materiais patogênicos remanescentes) do efluente utilizando hipocal, para garantir um contato de 60 minutos.
- h) Conjunto de dosagem de cloro, composto por 01 (um) dosador de pastilhas com controles para vazão e concentração de cloro e uma válvula solenóide para fluxo automático.
- i) Bomba Submersível - Qmed.: 9,00m³/h - 10mca 3450 Rpm - 1/2Cv - 380V - Trifásico - 60Hz -IP68.
- j) Conjunto Sopradores de AR canal lateral - 2BH7 520 0AH26-8 Qmed.: 107m³/h - 5mca - 4,0cv - 380V
- k) Quadro de comando e proteção para a ETE + REUSO

O sistema de reuso foi cotado com a mesma empresa e possui a seguinte composição:

- a) CFD – Filtro de Areia Descendente, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro (PRFV), com vazão mínima unitária de 6,5m³/h para a taxa de filtração de 200m³/h. Incluso: fornecimento de carga de material filtrante conforme ABNT.
- b) Filtro Descendente de Carvão Ativado, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro (PRFV), de formato cilíndrico vertical, dimensionado para taxa de filtração de 160 m³/m². dia, pressão de trabalho 1,50 Kg/cm², com barreira química em gelcoat estervinílico.
- c) Reservatório de água de lavagem, pré-fabricado em poliéster reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) e laminado estrutural.
- d) CDQ – Conjunto de Dosagem Química, composto por 01 (um) dosador de pastilhas Hypocal de 100 litros com controles para vazão e concentração de cloro e uma válvula solenóide para fluxo automático.

- e) Conjunto de preparo e dosagem sulfato de alumínio, composto por 01 (um) tanque de preparo com capacidade de 100 litros, pré-fabricado em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) com proteção química contra agentes corrosivos e 01 bomba dosadora com agitador mecânico para dosagens precisas e automáticas conforme vazão.
- f) Bomba Centrífuga Horizontal - (Transferência Tanque De Contato x Filtros) Qmed.: 5,00m³/h, 14mca, 5 CV, 3500Rpm
- g) Bomba Centrífuga Horizontal - Qmed.: 48,00m³/h, 14mca, 5 Cv, 3500Rpm.

O valor total estimado para o sistema foi de R\$ 320.605,00, sendo R\$ 250.100,00 para a ETE e R\$ 70.505,00 para o Sistema de Reuso. Não existindo uma etapa para esse tipo de sistema, faz-se necessária a criação de uma para conter esse valor.

O investimento inicial da implantação de um sistema de tratamento e reuso de águas cinzas é alto, porém a economia gerada com a diminuição no uso de água fornecida pelo empresa fornecedora de água e a diminuição de efluentes lançada na rede pública proporcionam um retorno financeiro e ecológico positivo.

5 CONCLUSÃO

A implantação de atributos sustentáveis em uma edificação proporciona melhorias para os usuários e para o meio ambiente, porém pode-se observar que para isso é preciso um investimento inicial maior.

Estima-se que, além do gasto com as implantações dos atributos verdes, também há um aumento de aproximadamente 5% a 10% nos valores dos projetos. Utilizando a média de 7,5%, no caso estudado o valor passará de R\$413.104,38 para R\$444.087,21.

Analisando os resultados, pode-se concluir que, com a implantação dos seis itens estudados no edifício analisado e a estimativa do aumento nos valores dos projetos, o novo orçamento terá o seguinte valor:

Tabela 11 – Valor do orçamento com atributos sustentáveis.

ETAPAS	VALOR (R\$)	INCC's	%
CONSTRUÇÃO			
Etapa 1 - Projetos	-	-	-
Etapa 2 - Canteiro	197.832,62	379,25	1,44
Etapa 3 - Trabalhos em Terra	90.844,10	174,15	0,66
Etapa 4 - Fundações	800.632,13	1534,84	5,83
Etapa 5 - Estrutura	2.748.040,86	5.268,10	20,02
Etapa 6 - Instalações	1.195.669,01	2292,14	8,71
Etapa 7 - Elevadores	796.467,92	1.526,86	5,80
Etapa 8 - Elevação	609.497,52	1168,43	4,44
Etapa 9 - Coberta	-	-	-
Etapa 10 - Esquadrias	704.075,18	1349,74	5,13
Etapa 11 - Acabamentos Internos	1.247.656,04	2.391,80	9,09
Etapa 12 - Acabamentos Externos	666.239,72	1277,21	4,85
Etapa 13 - Pintura	298.132,70	571,53	2,17
Etapa 14 - Aparelhos	308.667,57	591,73	2,25
Etapa 15 - Elementos Decorativos	792.236,12	1.518,75	5,77
Etapa 16 - Urbanização	672.234,67	1288,70	4,90
Etapa 17 - Limpeza	24.075,04	46,15	0,18
Etapa 18 - Administração da Obra	1.481.569,12	2840,22	10,79
Etapa 19 - Mão-de-Obra de Apoio	461.491,05	884,70	3,36
Etapa 20 - Higiene e Segurança do Trabalho	168.311,17	322,66	1,23
Etapa 21 - Aerogeradores	43.700,00	83,77	0,32
SUBTOTAL	13.307.372,54	25.510,74	96,93
INFRAESTRUTURA			
Etapa 27 - Drenagem	22892,33	43,89	0,166749
Etapa 28 - Rede de Esgoto	77.779,48	149,11	0,57
Etapa 29 - Estação de Reuso de Águas Cinzas	320.605,00	614,61	2,34
SUBTOTAL	421.276,81	807,61	3,07
TOTAL DA OBRA	13.728.649,35	26.318,35	100,00

Fonte: Do autor (2012).

Observa-se que houve um aumento de valores em três etapas. A etapa de elevadores passou de R\$548.119,02 para R\$ 796.467,92, o que significa um aumento de 45,31%; a etapa de instalações foi de R\$ 1.193.469,01 para R\$1.195.669,01, aumentando 0,18%; e a etapa de aparelhos, somando os acréscimos dos três atributos incluídos nela, passou de R\$276.856,36 para R\$308.667,57, significando um aumento de 11,49%.

Foram acrescentadas mais duas etapas: uma para os aerogeradores, no valor de R\$43.700,00 e outra para o sistema de reuso de águas cinzas, equivalente a R\$320.605,00, totalizando assim um acréscimo de R\$364.305,00 no orçamento final.

Com isso pode-se chegar à conclusão de que o novo valor do orçamento será de R\$13.728.649,35, o que significa um valor 4,94% superior ao orçamento original, que era de R\$ 13.081.984,35.

Unindo a etapa de projetos às outras etapas, o orçamento inicial teria o valor de R\$ 13.495.088,73 e o do empreendimento sustentável custaria R\$ 14.172.736,56, ou seja, no total há um acréscimo de 5,02%.

Desse modo, pode-se concluir que, na fase de orçamento, houve o acréscimo esperado, que, unindo obra e projetos, é entre 0,5% e 7%.

Apesar desse investimento inicial superior ao de uma construção dita convencional, a edificação possuirá custos operacionais mais baixos durante toda sua vida útil, garantindo um retorno operacional do investimento em cerca de três a cinco anos. (CASADO, 2012).

O conceito de construção sustentável ainda está muito recente no Brasil, porém o provável é que ele cresça através da disseminação de sua prática e das informações sobre novas tecnologias do setor. Com isso exige-se que haja uma adaptação do trabalho de todos os profissionais da construção civil, como construtores, arquitetos, consultores, projetistas, instaladores e fabricantes de insumos, trabalhando todos de modo integrado para maximizar a eficiência do empreendimento e minimizar os custos de sua implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES. *Uso Racional da Água em Edificações*. Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro: 2006.

ABILUX. AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA; ELETROBRÁS; PROCEL. **Uso racional de energia elétrica em edificações – iluminação**. 2ed. São Paulo, 1992.

APPIO, A. J. 2001. *Energia Eólica. Evolução e perspectiva no Brasil*. Disponível em:<<http://appio.org/energiaEolica.htm>>. Acessado em: 15/01/2013, as 22h.

BENITE, A. Acerte em cheio! O passo a passo para garantir um bom empreendimento verde. **GreenBuilding**. São Paulo. v. 02, 26-27, nov/dez. 2012.

BRANCO, R. 2012. **Válvula de descarga com acionamento duplo**. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/6243-valvula-de-descarga-com-acionamento-duplo/>>. Acessado em: 11 de janeiro de 2013.

CASADO, M. Cinco anos e muito para comemorar! **GreenBuilding**. São Paulo. v. 01, p 18-19, nov/dez. 2012.

CASADO, M. Como e por que certificar um empreendimento. **GreenBuilding**. São Paulo. 18-19 p. v. 02, 18-19, nov/dez. 2012.

CASTILHO, R. E fez-se a luz! **GreenBuilding**. São Paulo. v. 02, 44-45, nov/dez. 2012.

DECA. **Louças e Metais**. Panfleto informativo. 2011.

ECOTELHADO. **Telhados verdes**. Panfleto informativo. 2011.

ENERWISE. Mozelos. 2010. **Energia eólica**. Disponível em:<<http://www.enerwise.pt/index.php?id=12>>. Acessado em: 09/01/2013, às 23h.

FORONI, V. O lado social da sustentabilidade. **GreenBuilding**. São Paulo. v. 02, 10-13, nov/dez. 2012.

FREITAS, E. **A crise do petróleo**. Publicado no site Brasil Escola. Disponível em:<<http://www.brasilecola.com/geografia/a-crise-do-petroleo.htm>>. Acessado em: 12 /01 / 2013 às 16h.

GASPARIN, G. São Paulo. 2012. **Com atrativo ambiental e econômico, sobe busca de 'selo verde' em prédios**. Disponível em:<<http://g1.globo.com/economia/noticia/2012/03/com-atrativo-ambiental-e-economico-sobe-busca-de-selo-verde-em-predios.html>>.Acessado em: 15 /01/ 2013 as 16h.

GEHLEN, J. **Construção da sustentabilidade em canteiros de obras: um estudo no DF**. Dissertação de Mestrado da Universidade de Brasília, 2008.

GO.TECH Brasil. 2011. **Automação predial**. São Paulo. Disponível em:<http://www.gotechbrasil.com.br/aa_aut_pred.html>. Acessado em: 11/01/2013 às 18:40h.

GOLDEN. **Iluminação Diodo Emissor de Luz (LED)**. Panfleto informativo. 2011.

GONÇALVES, D. B. 2005. **Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração**. Publicado na Revista Espaço Acadêmico nº51 de Agosto de 2005. Disponível em:<<http://www.espacoacademico.com.br/051/51goncalves.htm>>. Acessado em: 15/01/2013 às 19h.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBCB). São Paulo. 2009. **Guia para sua obra mais verde**. Guia prático sobre Construções Sustentáveis nas cidades. São Paulo, 1ª edição, 2009.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBCB). **Sobre o GBC**. São Paulo. 2013 Disponível em:<www.gbcbrasil.org.br>. Acessado em: 02/01/2013 às 19h.

HIDRONORTH . **Eco pintura**. Panfleto informativo. 2011.

INSTITUO SOCIO AMBIENTAL. São Paulo. 2005. **Água doce e limpa: de “dádiva” à raridade**. Disponível em:<<http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>>em março de 2005. Acessado em: 25/01/2013, às 18h.

JACOMIT, A. M.; GRANJA, A. D; SILVA, V. G. 2009. **Construções sustentáveis realmente precisam custar mais do que construções convencionais?** Artigo publicado no VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. João Pessoa, 2009.

MACIEL, J.S.C. 2003. **Alternativas sustentáveis de gestão ambiental na construção civil em Manaus**. Manaus. Disponível em:<http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_jussaramaciel.pdf>. Acessado em: 09/01/2013.

NETO, T. N. C. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Programa Nacional de Etiquetagem de Edificações, iniciativa dos programas Procel Edifica/Eletróbras e PBE/Inmetro. Departamento Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Ceará (UFC). Fortaleza, nov. 2011.

NETO, M. M. **Análise dos movimentos de inovação tecnológica e regulamentação aplicada a motores elétricos para melhoria da eficiência energética no brasil**, publicado em http://www.anchieta.br/unianchieta/revistas/engenho/pdf/revista_engenho02.pdf, acessado em 11/01/2013, às 17h.

ONUBR. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acessado em 18/01/2013.

OTIS. Sobre elevadores sustentáveis. Panfleto informativo. 2011.

PAINEL SOLAR. 2011. **O que é um painel solar?**. Disponível em:<<http://painelsolares.com/o-que-e-um-painel-solar/>>. Acessado em: 11/01/13 às 9h.

PINHEIRO, J. M. S. 2004. **Falando de Automação Predial**. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_falando_de_automacao_predial.php>. Acessado em: 11/01/2013 às 18h.

PRADO, T. 2008. **AQUA: primeiro referencial técnico brasileiro para construções sustentáveis**. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_275506.shtml>. Acessado em 15/01/2013 às 20h.

RIBEIRO, W. C. São Paulo. 2001. **Desenvolvimento sustentável e segurança ambiental global**. Publicado na revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-312.htm>>. Acessado em: 15/01/2013.

SIMÃO, P. S. Rio de Janeiro. Maio 2012. **Construção Sustentável e a Rio+20**. Disponível em: <http://www.sinduscon-nortepr.com.br/exibe_conteudo.asp?id=114&local=11>. Acessado em: 12/01/2013 às 19h.

VALENTE, C.P. 2010. **Acompanhamento e avaliação lean em um canteiro de obras: uma proposta de auditorias lean**. Fortaleza. 2011. VALENTE, C. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Caroline_Valente_Acompanhamento%20e%20Avaliacao%20Lean%20em%20um%20Canteiro%20de%20Obras.pdf>. Acessado em: 09/01/2013.

VEDROSSI, A. De olho no futuro. GreenBuilding. São Paulo. v. 01, p 11, set/out. 2012.

WORDPRESS. **Energia Eólica**. 2013. Disponível: <<http://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/>>. Acessado em: 09/01/2013.

APÊNDICE A – Autorização de Divulgação de Dados

A Construtora Colmeia S.A., firma estabelecida na Rua Thomaz Pompeu, 525 - Meireles, Fortaleza - CE, CNPJ No. 06.048.417/0001-00, neste ato representada pelo seu Diretor Técnico Otacílio Valente Costa, vem, por meio deste instrumento, AUTORIZAR em caráter definitivo a aluna Sâmara Ribeiro e Silva, CPF: 025.267.333-67, regularmente matriculada no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, a atuar segundo a opção abaixo citada, sobre o Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) **ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO DA IMPLANTAÇÃO DE ATRIBUTOS DA CONSTRUÇÃO VERDE NO ORÇAMENTO DE UMA OBRA RESIDENCIAL VERTICAL** mediante a assinatura. A autorização da disponibilidade abaixo assinada implica somente a autorização para divulgação da obra da forma assinalada. A ausência da assinatura da opção abaixo não autoriza as disponibilidades descritas no item.

- 1- Autoriza o uso da logo, das imagens e dos dados do empreendimento estudado da Construtora Colmeia, da forma como expostas neste Trabalho de Conclusão de Curso e desde que vinculados ao mesmo.

Assinatura do Representante Legal da Empresa



A CONSTRUTORA COLMEIA não assume nenhuma responsabilidade em virtude do uso das informações vinculadas a esta autorização.

O representante da CONSTRUTORA COLMEIA declara neste ato que leu e aceitou os termos e condições deste instrumento e que possui poderes suficientes para firmar o presente ajuste.

Fortaleza, 28 de janeiro de 2013.



Otacílio Valente Costa

CONSTRUTORA COLMEIA

Diretor Técnico