

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

João Gustavo Elias

**CERTIFICAÇÃO *LIVING BUILDING CHALLENGE*: ESTUDO
DE CASO**

Porto Alegre
julho 2016

JOÃO GUSTAVO ELIAS

**CERTIFICAÇÃO *LIVING BUILDING CHALLENGE*: ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre

julho 2016

JOÃO GUSTAVO ELIAS

**CERTIFICAÇÃO *LIVING BUILDING CHALLENGE*: ESTUDO
DE CASO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2015

Prof. Miguel Aloysio Sattler
PhD. Pela University of Sheffield
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Eugenia Aumond Kuhn (UNIRITTER)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
PhD. Pela University of Sheffield

Dedico este trabalho a meus pais, Giovani e Alessandra,
que sempre me apoiaram e especialmente durante o
período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu
lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Miguel Aloysio Sattler, orientador deste trabalho, por todo apoio prestado na concepção desse trabalho, sem o qual o mesmo não seria possível.

Agradeço à Prof. Carin Maria Schmitt, por todo o conhecimento e auxílio prestados na disciplina de TCC I.

Agradeço a minha mãe, Alessandra, e ao Pedro, por todo o apoio, compreensão e visitas durante toda a minha graduação.

Agradeço a minha família, que sempre foi muito presente e forneceu o suporte necessário a minha graduação.

O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo com mais inteligência.

Henry Ford

RESUMO

Não é mais dúvida de que recursos naturais são esgotáveis e devido ao alto consumo da população, diversos deles estão com seus dias contados. Uma das áreas mais influentes no consumo de recursos é a construção civil. Durante muitos anos, este problema não era muito relevante para a sociedade, porém atualmente é um dos assuntos mais debatidos entre as grandes potências mundiais. A exploração do meio natural, quando realizada de uma maneira excessiva, ou de maneira errada, acaba ocasionando uma série de riscos à sociedade, contribuindo para a redução da camada de ozônio, desmatamento de florestas, aumento do efeito estufa, extinção e alteração no habitat de espécies, entre outros. Visto isso, para mitigar estes problemas ambientais, principalmente os oriundos da construção civil, surgiram os *Green Buildings*, edificações que utilizam técnicas sustentáveis com a finalidade de preservar o meio ambiente. As principais características destas edificações é a adoção de medidas que reduzem o desperdício de materiais, de recursos naturais, de combustíveis fósseis, entre outros. Com isso, visando avaliar e direcionar estas práticas, foram criados as certificações ambientais. Atualmente, existem diversas certificações espalhadas pelo mundo, possuindo peculiaridades relacionadas de cada país envolvido. A certificação *Living Building Challenge* é considerada a mais exigente e completa, com a finalidade de elevar o conceito de construção sustentável. Com isso, este trabalho realizou um estudo sobre a certificação LBC e sobre um *Green Building*, considerado referência no assunto e já certificado pelo sistema, com o propósito de analisar as principais características construtivas empregadas na edificação para que ela colabore positivamente com o meio ambiente.

Palavras-chave: Certificação de Sustentabilidade. *Green Building*. *Living Building Challenge*. *Bullitt Center*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa	14
Figura 2 – Os três pilares da sustentabilidade.....	17
Figura 3 – Disposição de algumas certificações no globo	24
Figura 4 – Seções	29
Figura 5 – <i>Floor Area Ratio</i>	31
Figura 6 – Porcentagem da área para produção de alimentos	32
Figura 7 – Ciclo de vida e fluxo positivo de água e energia	47
Figura 8 – <i>Bullitt Center</i>	48
Figura 9 – Tubos de PEX para o sistema de aquecimento e resfriamento	49
Figura 10 – Sistema de compostagem Phoenix.....	50
Figura 11 – <i>Wetland</i>	51
Figura 12 – Bomba de calor	53
Figura 13 – Irresistível escada	54
Figura 14 – Estruturas	54
Figura 15 – Glulam	55
Figura 16 – Painéis fotovoltaicos	56
Figura 17 – Sistema da fachada	57
Figura 18 – Bicicletário	58
Figura 19 – Gráfico comparativo de energias referentes ao quadro 5	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Auditorias preliminares e finais.....	28
Quadro 2 – Porcentagem de área para produção de alimentos	31
Quadro 3 – Desperdício de materiais aceitável	40
Quadro 4 – Diretrizes para o imperativo 15	41
Quadro 5 – Consumo e produção de energia entre maio de 2013 e abril de 2014	60

LISTA DE SIGLAS

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*

CERES – Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade

EUI – *Energy Use Intensity*

FAR – *Floor Area Ratio*

FSC – *Forest Stewardship Council*

HAQ – *Haute Qualité Environmentale*

ILFI – *International Living Future Institute*

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

LBC – *Living Building Challenge*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

WISE – *The Wales Institute for Sustainable Education*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	12
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	12
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	12
2.2.1 Objetivo Principal	12
2.2.2 Objetivo Secundário	12
2.3 PRESUPOSTO	12
2.4 PREMISA	13
2.5 DELIMITAÇÕES	13
2.6 LIMITAÇÕES	13
2.7 DELINEAMENTO	13
3 SUSTENTABILIDADE	15
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO	15
3.2 PILARES DA SUSTENTABILIDADE	17
3.3 PERMACULTURA	18
3.4 PLANOS E INCENTIVOS POLÍTICOS	19
3.5 ESTUDOS SUSTENTÁVEIS	20
3.6 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	21
4 CERTIFICAÇÕES E O <i>LIVING BUILDING CHALLENGE</i>	23
4.1 CERTIFICAÇÕES	23
4.2 INSTITUTO APLICADOR	24
4.3 <i>LIVING BUILDING CHALLENGE</i>	25
4.4 TIPOLOGIAS E CLASSIFICAÇÕES	28
4.4.1 Tipologias	28
4.4.2 Seções	29
4.4.3 <i>Floor área ratio</i>	30
4.5 IMPERATIVOS DA CERTIFICAÇÃO LBC	30
4.5.1 Lugar	30
4.5.1.1 Limites para o crescimento	31
4.5.1.2 Agricultura urbana	31
4.5.1.3 Compensação de Habitat	33
4.5.1.4 Vivendo com a força humana	33
4.5.2 Água – Fluxo positivo da água	34

4.5.3 Energia – Fluxo positivo de energia	34
4.5.4 Saúde e felicidade	35
4.5.4.1 Ambiente agradável	35
4.5.4.2 Ambiente interno saudável	35
4.5.4.3 Ambiente biofílico	36
4.5.5 Materiais	37
4.5.5.1 Lista vermelha	37
4.5.5.2 Pegada de carbono incorporada	38
4.5.5.3 Indústria responsável	38
4.5.5.4 Procedência econômica viva	39
4.5.5.5 Fluxo positivo de materiais	39
4.5.6 Pétala igualdade	40
4.5.6.1 Escala humana e lugares humanos	41
4.5.6.2 Acesso universal à natureza e local	42
4.5.6.3 Investimento igualitário	42
4.5.6.4 Organizações <i>Just</i>	43
4.5.7 Pétala beleza	43
4.5.7.1 Beleza e espírito	44
4.5.7.2 Inspiração e educação	44
5 ESTUDO DE CASO – <i>BULLITT CENTER</i>	45
5.1 BULLITT CENTER	45
5.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	47
5.2.1 Aquecimento subterrâneo	47
5.2.2 Localização	48
5.2.3 Sistema de troca da energia com a rede	48
5.2.4 Monitoramento e controle	49
5.2.5 Redução no uso da água	49
5.2.6 Compostagem	49
5.2.7 Tratamento de águas cinzas	50
5.2.8 Tratamento de águas pluviais	51
5.2.9 Locomoção vertical	52
5.2.10 Bombas de calor	52
5.2.11 Escada irresistível	53
5.2.12 Estruturas	54
5.2.13 Painéis fotovoltaicos	55

5.2.14 Fachada otimizada	56
5.2.15 Bicicletário	57
5.2.16 Reguperação de calor	58
5.3 LIVING BUILDING CHALLENGE E O BULLITT CENTER	58
5.3.1 Local	58
5.3.2 Água	59
5.3.3 Energia	59
5.3.4 Vida e felicidade	61
5.3.5 Materiais	61
5.3.6 Igualdade	61
5.3.7 Beleza e espírito	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

1 INTRODUÇÃO

A construção civil sempre foi um segmento muito importante para o desenvolvimento humano, devido a construções de edifícios, pontes, rodovias e demais itens ligados à infraestrutura das cidades. Porém, essa evolução tem estado mais ligada ao desenvolvimento econômico, do que no âmbito sustentável.

De acordo com Silva (2003), as primeiras medidas para avaliar o desempenho ambiental dos empreendimentos surgiram exatamente com a afirmação de que, mesmo os países identificados por seus avanços na área de sustentabilidade, que dominavam os conceitos de sustentabilidade, não eram capazes de mensurar quão sustentável seus edifícios eram. Diante disso, vem sendo criados, nas últimas décadas, selos de certificação, que abordam temas como: o uso eficiente de recursos hídricos, energias renováveis, destinação adequada de resíduos, utilização de materiais não-tóxicos à saúde humana, locais apropriados de implantação, entre outros. Aprofundam estudos relacionados às diversas fases da vida útil do edifício, basicamente, as fases de projeto, operação e “descarte”. Leva-se em conta, também, a origem dos selos, pois cada país possui características próprias, como climas de elevadas ou baixas temperaturas, próximos ou não de ambientes marinhos, devendo então, utilizar técnicas sustentáveis compatíveis com as diversas situações.

Silva (2003, p. 5), ainda realça a importância de projeto sustentáveis, afirmando que:

projetos ambientalmente responsáveis são mais duráveis, econômicos e eficientes para operar e oferecem ambientes mais saudáveis e confortáveis para seus ocupantes e usuários. São estes aspectos que capturam a atenção do investidor ou comprador potencial. São eles que devem ser ressaltados.

Várias certificações orientando projetos ambientalmente responsáveis, acabaram surgindo e se destacando. O sistema mais utilizado mundialmente é o sistema LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* – (Liderança em Energia e Projeto Ambiental), o modelo norte americano lançado em 2006. Outro sistema, sendo o pioneiro, é o BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – (Método de Avaliação Ambiental de Edificações), lançado em 1990 pelo Reino Unido.

No Brasil são utilizados diversos sistemas de selos certificatórios. Além dos já mencionados anteriormente, há também alguns selos desenvolvidos no próprio País, demonstrando a preocupação com a sustentabilidade das edificações. O mais recente é o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), lançada no ano de 2007 pela Fundação Vanzolini, sendo originário da certificação francesa HQE – *Haute Qualité Environnementale* – (Alta Qualidade Ambiental).

Outra certificação que vem ganhando espaço é o LBC – *Living Building Challenge* – pois aborda os conceitos de sustentabilidade de uma maneira pouco flexível, sendo necessário o cumprimento de todos os seus imperativos, diferenciando-se dos demais, que podem “escolher” quais aspectos sustentáveis serão utilizados na avaliação de projetos.

Com isso, foi realizado um estudo sobre os 20 imperativos da certificação LBC, através de bibliografias disponíveis no próprio site da instituição, e posteriormente analisado as principais características construtivas do *Bullitt Center*, um *Green Building* localizado em Seattle, já certificado pelo sistema, e atualmente referência no assunto, sendo alvo de diversos trabalhos e estudos. Com isso, é possível entender melhor como um edifício pode realmente contribuir positivamente com o meio ambiente, o meio social, e o meio econômico.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais são as principais características construtivas e não construtivas de um *Green Building*.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a análise das principais características construtivas e não construtivas de um *Green Building*, tendo em vista os princípios do *Living Building Challenge*

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho são:

- a) descrição da certificação *Living Building Challenge*.
- b) o estudo de um edifício referência.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que o *Green Building* estudado é considerado referência em sustentabilidade.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa de que a falta de uma orientação sustentável, como as certificações, dificilmente possa qualificar um empreendimento como sustentável.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo da certificação LBC e de um estudo de caso da edificação *Bullitt Center*.

2.6 LIMITAÇÕES

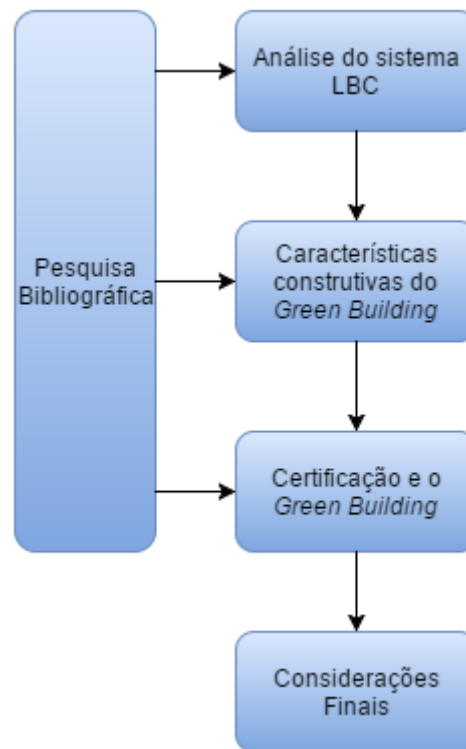
A limitação do trabalho é que toda a coleta de dados foi baseada em pesquisas já realizadas e apresentadas no banco de dados das instituições.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado segundo as etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise do sistema LBC;
- c) análise das características do *Bullitt Center*;
- d) análise da certificação e o *Green Building*;
- e) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa



(fonte: elaborada pelo autor)

Durante a pesquisa bibliográfica, foram consultados diversos livros referentes ao tema, para então, obter o embasamento teórico necessário ao trabalho. O histórico da sustentabilidade e das certificações existentes, tanto no mercado brasileiro, como no mercado internacional, foram alguns dos temas estudados.

Na etapa de análise do sistema LBC, foram consultados e interpretados os imperativos da certificação, no próprio site do *International Living Future Institute* e em trabalhos já realizados no âmbito acadêmico.

Na etapa seguinte, foi feito o estudo de caso, que abordou as principais características construtivas e não construtivas empregadas na edificação, que estão dispostas no site do *Bullitt Center*, além de outros estudos realizados sobre a edificação.

Com a descrição do sistema LBC e as características da edificação em questão, foi realizada as principais considerações que relacionam a certificação e o *green building*.

Por fim, foram realizadas as conclusões finais, onde serão ressaltados dados importantes abordados no trabalho.

3 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é um tema muito abrangente. A ele podem ser associados diversos estudos, como a permacultura, a análise de ciclo de vida, a pegada ecológica, a pegada hídrica, entre outros. Desse modo, este capítulo abordará alguns tópicos sobre sustentabilidade, e seu contexto histórico.

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Sustentabilidade nunca chegou a constituir um assunto considerado relevante nas décadas passadas; o foco da construção civil e das indústrias sempre foi produtividade, não levando em consideração como era feito, pois até então, acreditava-se que os recursos naturais eram inesgotáveis. Agopyan e John (2011, p. 29), afirmam que:

A indústria em geral, e da Construção Civil em particular, demorou para começar a discutir e enfrentar os problemas de sustentabilidade. Apesar de a Construção Civil ser a indústria que mais consome recursos naturais e gera resíduos, com significativa geração de poeira e poluição sonora em canteiros localizados dentro de cidades, além de ser historicamente considerada como uma atividade 'suja', não tinha sido colocada como uma indústria com problemas de sustentabilidade, até meados da década de 1990.

Foi a partir da Revolução Industrial, com o crescimento urbano e a industrialização, que os problemas ambientais começaram a surgir. O consumo nos países industrializados crescia consideravelmente. O aumento da energia consumida, da quantidade de resíduos sólidos e líquidos, tudo contribuía para um ambiente mais preocupante. Com isso, e o passar das décadas, esses fatores acabaram agravando a situação ambiental. Cabe ressaltar, que o desenvolvimento tecnológico trouxe inúmeros benefícios para a população, porém este desenvolvimento deve ser acompanhado com a preservação do meio ambiente.

Somente em 1972, surgiu o primeiro encontro mundial para debater sobre problemas ambientais, o que ocorreu na conferência de Estocolmo, na Suécia. Posteriormente, outras convenções internacionais foram realizadas, como a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio, em 1985; o Protocolo de Montreal, em 1987; a Conferência das Nações

Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, em 1992; Conferência das Nações Unidas, em 1996 e o Protocolo de Kyoto, em 1997 (FOSSATI, 2008).

Além das conferências, outros estudos sobre sustentabilidade também foram importantes para o desenvolvimento dos seus conceitos. Como foi o caso da publicação da Agenda 21, realizada em 1999, e que posteriormente foi seguida de uma versão adaptada para os países em desenvolvimento. A Agenda 21 abordava desafios para uma construção mais sustentável, tais como, processo e gestão, execução, consumo de materiais, energia e água, impactos no ambiente urbano e no meio ambiente natural, as questões sociais, culturais e econômicas (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Já, no Brasil, os conceitos de sustentabilidade apareceram um pouco depois. Considerado o marco inicial sobre sustentabilidade no País, segundo Agopyan e John (2011), foi o evento denominado *CIB Symposium on Construction and Environment – Theory into Practice* (Simpósio do CIB sobre Construção e Meio Ambiente – da teoria para a prática), realizado pelo departamento de Engenharia de Construção Civil, da Escola Politécnica da USP, em 2000. Inclusive, neste evento, surgiu uma proposta para a sustentabilidade da construção no Brasil, alinhada com a Agenda 21, que incluía 8 itens:

- a) redução das perdas de materiais na construção;
- b) aumento da reciclagem de resíduos, como materiais de construção;
- c) eficiência energética nas edificações;
- d) conservação da água;
- e) melhoria da qualidade do ar interno;
- f) durabilidade e manutenção
- g) redução do déficit de habitações, infraestrutura e saneamento;
- h) melhoria da qualidade do processo construtivo.

Tais propostas, atuam como solução preventiva, ou seja, buscando tratar do problema antes, prevenindo que os mesmos aconteçam, diferente das soluções corretivas. Mesmo possuindo uma aplicação complexa e com muitos elementos, as vantagens de soluções preventivas são mais perceptíveis, tanto no aspecto financeiro, como no social.

3.2 PILARES DA SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade, muitas vezes, é tratada somente em sua relação com aspectos ambientais, como a não degradação do solo e da poluição de recursos hídricos. Porém, o desenvolvimento sustentável vai além disso. Para entender a sustentabilidade, é necessário relacionar as 3 dimensões: econômica, ambiental e social. A figura 2 retrata claramente isso.

Figura 2 – Os três pilares da sustentabilidade



(fonte: elaborada pelo autor)

A dimensão social está associada ao bem estar da população, ou seja, por medidas que propiciam um ambiente agradável, igualitário e saudável para os ocupantes, não é sendo socialmente correto a construção de ambientes minúsculos, ou totalmente dissociados da natureza, por exemplo. Já a dimensão ambiental, a mais preocupante atualmente, caracteriza-se por impactos ambientais, tais como os já citados anteriormente, como utilização inadequada de recursos hídricos, disposição inadequada de resíduos. E, por fim, a dimensão econômico-financeira, a qual está definida pela viabilidade do empreendimento, fazendo o uso mais eficiente de materiais, mão de obra, etc.

Em linhas gerais, Silva (2003, p. 4) aponta que:

Buscar uma indústria da construção mais sustentável é fornecer mais valor, poluir menos, ajudar no uso sustentado de recursos, responder mais efetivamente às partes interessadas, e melhorar a qualidade de vida presente, sem comprometer o futuro. Construção sustentável não é desempenho ambiental excepcional, às custas de uma empresa que saia do mercado, nem desempenho financeiro excepcional, às custas de efeitos adversos no ambiente e comunidade local.

3.3 PERMACULTURA

O termo sustentabilidade é um conceito muito amplo, o qual acaba englobando diversos temas, como a permacultura. Criada no final dos anos 70, por Bill Mollison e David Holmgren, na Austrália, é uma junção dos termos “permanente” e “cultura”. Sattler (2007, p. 36) declara que a permacultura tem como objetivo:

A criação de sistemas, que, sendo ecologicamente corretos e economicamente viáveis, se retroalimentem, não explorando ou poluindo, sendo sustentáveis no longo prazo. Para tanto, a permacultura busca reproduzir os modelos da natureza, criando ecossistemas cultivados, a partir da observação/reflexão/design, estabelecendo um processo cíclico, em que, após o design, há uma nova observação, uma nova reflexão e, então, se necessário, o redesenho.

O conceito ainda, possui uma ética, que é apoiada no: cuidado com a terra, com as pessoas e com a distribuição dos excedentes. Com o cuidado com a terra, busca a preservação da natureza, como os solos, florestas, água, utilizando os recursos de maneira correta. Com o cuidado com as pessoas, busca atender às necessidades essenciais de cada ser, como alimentação, moradia, educação. E cuidando da distribuição dos excedentes, como o próprio nome já diz, após termos consumado os outros casos, da melhor maneira possível, é aconselhável o auxílio aos outros seres vivos, para obtenção dos cuidados com a terra e com as pessoas (SATTTLER, 2007).

3.4 PLANOS E INCENTIVOS POLÍTICOS

Uma das principais barreiras para a construção sustentável é o custo a curto prazo proveniente da implantação das técnicas sustentáveis e da obtenção do selo verde. Segundo Martins (2009), o acréscimo de custo para obter tais medidas, tanto no projeto como na construção, gira em torno de 5% do valor total da obra.

Porém, o autor ainda ressalta que, usualmente, esse valor é recuperado em um prazo entre dois e cinco anos, devido às economias feitas no uso de energia, água e tratamento de resíduos, contemplando, tanto o empreendedor, quanto o usuário. Além destes, outros benefícios, mesmo

que não comprovados, geralmente ocorrem, como a valorização do prédio sustentável, justamente por ter este diferencial, e a conservação do valor patrimonial por um período maior, decorrentes dos sistemas de controle e manutenção (MARTINS, 2009).

Por se tratar de um sistema que traz inúmeros benefícios à sociedade, de natureza social, econômica e ambiental, algumas entidades políticas costumam regulamentar certas medidas ambientais, ou até mesmo, instituir incentivos financeiros para as construções sustentáveis.

É muito mais vantajoso investir em conscientização, regulamentação e incentivos financeiros, para diminuir o consumo, de energia, água, resíduos, do que aumentar o número de usinas hidrelétricas, ou estações de tratamento de água e esgoto. Vantagens ocorrem em todos os sentidos: financeiros, sociais e ambientais.

O assim denominado IPTU Verde, é uma forma de redução fiscal no valor do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). Utilizado em vários municípios brasileiros, costumam reduzir o valor do mesmo em até 20%, dependendo do número de medidas sustentáveis adotadas.

Apontada como uma das cidades mais desenvolvidas em termos de sustentabilidade no Brasil, a cidade de Curitiba tem como foco principal a integração da região metropolitana e o desenvolvimento sustentável, focalizando a estratégia no desenvolvimento de habitações, ocupação do solo e, principalmente, na eficiência dos transportes. Curitiba possui 52 m² de área verde por pessoa, e uma malha cicloviária de 200 quilômetros, além do baixo custo do transporte público (AYRES et al., 2011).

Em Melbourne, na Austrália, que conta com uma ampla rede solar fotovoltaica urbana, foi construído um telhado em um edifício histórico, contando com 1.328 painéis solares, o que acaba reduzindo as suas emissões de gás carbônico em 369 toneladas por ano. E como medida de conscientização, é divulgado à população a quantidade de kWh gerado com o uso dos fotovoltaicos (AYRES et al., 2011).

Barcelona, na Espanha, foi a primeira cidade Europeia a apresentar uma lei de energia solar térmica, a qual determinava que todas as novas construções ou em reforma, deveriam suprir 60% de sua água quente com energia solar (AYRES et al., 2011).

Visto tais perspectivas em algumas cidades exemplo, acredita-se que futuramente, um número crescente de municípios acabará criando incentivos financeiros, tanto no Brasil, como no exterior, seguindo os passos de países com alto nível de sustentabilidade.

3.5 ESTUDOS SUSTENTÁVEIS

Como já foi dito anteriormente, é necessário unir o desenvolvimento tecnológico com a preservação do meio ambiente. Diversos institutos trabalham para desenvolver técnicas cada vez mais sustentáveis, visando unir esses dois conceitos, já que sustentabilidade não é um tema muito promovido ainda nas escolas de graduação dos diferentes cursos associados à construção.

Uma dessas propostas é o CERES – Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade – localizado na cidade de Feliz, RS. Com estudos para sua implantação sendo desenvolvidos há mais de 10 anos, pelo NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – tem como objetivo estudos voltados à Arquitetura Sustentável e Agricultura Orgânica. Pretende contar com um espaço experimental e educativo, buscando ensinar com a própria experiência os sistemas regenerativos, práticas tradicionais e a implementação de tecnologias ligadas ao meio ambiente. (ECKER; SATTLER, 2009)

Um dos idealizadores do CERES, propõe (ECKER; SATTLER, 2009, p. 2):

Entendemos que a apropriação e adoção de uma nova postura pela sociedade perante o Planeta, só irá ocorrer a partir de uma nova ótica, uma nova forma de olhar, de compreender, um novo mundo, que, inegavelmente, só será durável se regido pelos princípios éticos da sustentabilidade; e enquanto expressos através de uma estética, que incorpore e manifeste visualmente tais princípios.

Outro centro de estudos, é o WISE – *The Wales Institute for Sustainable Education* –, localizado próximo de Machynlleth, no Reino Unido. O instituto fornece a milhares de pessoas a oportunidade de aprender sobre energia renovável, arquitetura verde, e ainda sobre outras tecnologias ambientais. Conta com mais de 35 anos de experiência em materiais e tecnologias sustentáveis. Assim como o pretende o CERES, o instituto desenvolve com os alunos a prática junto ao meio ambiente, utilizando técnicas mais sustentáveis.

Existem ainda diversos outros centros de estudos em tecnologias sustentáveis, com o objetivo de tornar o mundo mais agradável, limpo, e atuando com a máxima eficiência energética possível. Porém, como não é este o foco do trabalho, foram citadas apenas algumas iniciativas.

3.6 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Atualmente, ao visitar-se empreendimentos mais sustentáveis, que visam algum certo cuidado com o meio ambiente, é comum se encontrar algumas técnicas não comuns ao nosso dia-a-dia, pelo menos por enquanto. Telhados verdes, coleta seletiva de resíduos sólidos, torneiras com temporizador, são algumas das práticas sustentáveis utilizadas atualmente para diminuir os impactos ambientais. Abaixo, estão listadas algumas dessas medidas, que podem, e devem, serem utilizadas em tais empreendimentos (CONSTRUÇÃO..., 2010).

- a) coberturas verde;
- b) vidros de alta eficiência e brises na fachada norte, para reduzir a entrada de calor, sem comprometer a incidência de luz;
- c) pinturas especiais, com controle de refletividade;
- d) ar-condicionado descentralizado e com reaproveitamento da água condensada para outros usos, como na irrigação de jardins ou em espelhos d'água;
- e) canteiros de obras de baixo impacto, com reciclagem de embalagens e controle de resíduos;
- f) uso de tintas à base de água;
- g) vagas para veículos que fazem uso de combustíveis alternativos (GNV, álcool, elétricos etc.);
- h) elevadores inteligentes, com regenerador de energia e antecipação de chamada;
- i) reservatório para água de reuso, com sistema de tratamento e manutenção periódica;
- j) dimerização do sistema de iluminação, principalmente dos pontos de luz próximos às janelas;
- k) vasos sanitários com válvulas de duplo fluxo;
- l) torneiras com temporizador de vazão;
- m) mictórios que não utilizam água;
- n) medição individualizada de consumo de água e energia elétrica;
- p) valorização da iluminação natural;
- q) lâmpadas de alta eficiência e baixo consumo; como leds, por exemplo;
- r) coleta seletiva de lixo;
- s) materiais de acabamento com baixo uso de compostos voláteis orgânicos;
- t) uso de madeira certificada;
- u) uso de coletores solares, para aquecimento da água;
- v) uso de células fotovoltaicas, para geração de energia elétrica;
- x) acessibilidade;

- w) bicicletário;
- y) pavimentos drenantes.

Muitas dessas práticas podem ser facilmente instaladas. Porém, um dos fatores mais importantes para a eficiência delas é a consciência do usuário final, pois de nada adianta ter todas essas práticas, e não serem utilizadas corretamente; ou ainda pior, não proporcionar a manutenção adequada de tais práticas, tornando-as ineficazes.

4 CERTIFICAÇÕES ATUAIS E O *LIVING BUILDING CHALLENGE*.

Neste capítulo serão abordadas as certificações ambientais que estão sendo utilizadas atualmente, e também sobre a certificação *Living Building Challenge*, como os seus imperativos e assuntos relacionados.

4.1 CERTIFICAÇÕES

As certificações de edifícios verdes (*green building*), são uma forma de avaliar a sustentabilidade de um edifício. De acordo com Martins (2009), “Ter a certificação é uma garantia de que esses critérios são reais e estão presentes, de que o assunto foi tratado e resolvido de forma abrangente e relevante. É assim que se trabalha com normas.”.

Além disso, Agopyan e John (2011, p. 131) definem as certificações, de uma maneira geral, como:

[...] a certificação é um instrumento de comunicação (marketing) que informa ao consumidor que determinado produto ou serviço atende aos requisitos mínimos de uma especificação. Espera-se que o produto certificado ganhe a preferência dos consumidores e reduza o mercado do produto que não atende essa norma de qualidade.

Globalmente, existem diversas certificações, com características próprias. Geralmente, acabam se diferenciando, de acordo como país de sua aplicação, pois cada um prioriza determinados item de sustentabilidade em detrimento de outros. Inclusive, muitas certificações são derivadas de outras, como no caso brasileiro, onde a certificação AQUA é uma adaptação da certificação HQE.

Abaixo demonstra-se algumas das principais certificações utilizadas atualmente:

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* – Estados Unidos

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
– Reino Unido

HQE – *Haute Qualité Environnementale* – França

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* –
Japão

AQUA – Alta Qualidade Ambiental – Brasil

LBC – *Living Building Challenge* – Estados Unidos

A figura 3 demonstra uma ideia geral da localização das certificações.

Figura 3 – Disposição de algumas certificações no globo



(fonte: elaborado pelo autor)

4.2 INSTITUTO APLICADOR

O *International Living Future Institute* – Instituto Internacional Futuro Vivo – fica localizado em Portland, nos Estados Unidos, cidade referência em sustentabilidade no mundo. De acordo com o próprio site da ILFI, o instituto tem como missão conduzir e ajudar a transformar as comunidades tornando-as socialmente justas, culturalmente ricas e ecologicamente reconstituíntes. Além do LBC, existem outros programas organizados pelo mesmo, como:

- a) *Living Community Challenge*, aplicação dos conceitos do Living Building em comunidades e cidades inteiras.
- b) *Living Product Challenge*, desafio em ajudar os fabricantes e designers a fabricar produtos com impacto ambiental positivo.
- c) *Net Zero Energy Building Certification*, certificação em conservação de energia, tanto para novos edifícios, quanto para já existentes.
- d) *Just*, selo para organizações socialmente justas.
- e) *Declare*, selo para produtos com impacto ambiental positivo.
- f) *Reveal*, etiqueta para construções eficientemente energéticas.

O Instituto ainda possui uma revista digital, publicada trimestralmente, chamada *Trim Tab*, disponível gratuitamente no próprio site. Cada edição conta com artigos, entrevistas e novidades sobre questões, projetos e pessoas que realmente tentam transformar o ambiente construído.

Pode-se observar, que todos seus programas estão diretamente ligados com a certificação LBC, cada um com sua importância, mas tendo como objetivo final a sustentabilidade.

4.3 LIVING BUILDING CHALLENGE

A certificação foi lançado em 2006, por Jason F. McLennan, com a sua primeira versão para o público, o *Living Building Challenge 1.0*. Em 2007, McLennan contratou Eden Brukman para continuar o desenvolvimento da certificação, e juntos criaram o *Living Building Challenge 2.0*. E, atualmente, contam com a versão 3.0. Desde então, o projeto já conta com mais de 300 empreendimentos registrados para obtenção da certificação LBC (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

O *International Living Future Institute* (c2014a, p. 2, tradução nossa) utiliza 3 frases como motivação para o projeto:

- a) IMAGINE um edifício projetado e construído para funcionar tão elegantemente e eficientemente como uma flor; um edifício que se identifica com suas características regionais; que gera toda sua própria energia com recursos renováveis; captura e trata todo os recursos hídricos consumidos, e que opere eficientemente e buscando o máximo de beleza.
- b) IMAGINE uma cidade inteira, ou um campus universitário, dividindo recursos de construção para construção, produzindo alimentos e funcionando sem dependência de combustíveis fósil, para fins de transporte.
- c) IMAGINE a verdadeira sustentabilidade em suas casas, ambientes de trabalho, vizinhança, vilas, cidades socialmente justas, culturalmente ricas e ecologicamente reconstituente.

O projeto parte do princípio de que as edificações devem compor o ecossistema sem causar nenhum tipo de impacto ambiental, e, ainda, proporcionar um ambiente agradável e bonito para o local, como o faz uma flor ou uma planta. Inspirada pela imagem da flor, a certificação é dividida em 7 pétalas, que contam com um ou mais imperativos, gerando um total de 20 imperativos, que serão descritos no capítulo 4.4.

Referente às tipologias em que podem ser aplicadas, a certificação é bem abrangente nesse quesito, e abaixo consta uma lista de quais sejam os empreendimentos que podem se candidatar à certificação (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

- a) Construções novas ou existentes;
- b) empreendimento residencial unifamiliar;
- c) empreendimento residencial multifamiliar;
- d) instituições governamentais, educacionais, religiosas ou de pesquisas;
- e) empreendimentos comerciais, como escritórios, hospitais, museus, galerias, jardins botânicos;
- f) laboratórios.

A instituição ainda afirma que os projetos podem ser em todos os formatos e tamanhos, construções novas ou renovações, inclusive de preservação histórica. O importante é a aplicação de estratégias, tecnologias e o uso da imaginação.

Assim como outras selos verdes, o LBC traz algumas variações na certificação, que podem ser adotadas, e está dividida em 3 delas.

- a) *Living Certification*: Para obter o selo, que caracteriza-se por ser o principal, as construções novas, devem atender a todos os 20 imperativos. Para reformas, são necessários 15 imperativos, e para infraestrutura e paisagismo, requerem com 17 imperativos.
- b) *Petal Certification*: Deve-se atender a, pelo menos, 3 das 7 pétalas disponíveis. Inclusive, uma entre as 3 pétalas, deve ser Água, Energia, ou Materiais. E ainda torna indispensável os imperativos 01 *Limits to Growth* (limites para o crescimento) e o 20 *Inspiration and Education* (inspiração e educação).
- c) *Net Zero Energy Certification*: É necessário que o edifício produza 100% de sua energia, ou seja, um valor abaixo do requerido pelo imperativo 06 *Net Positive Energy*, que necessita de 105%. Essa energia, deve ser de recursos renováveis e não deve haver combustão envolvida no processo. E, ainda, torna indispensável os imperativos 01 *Limits to Growth*, 19 *Beauty + Spirit* (beleza e espírito) e 20 *Inspiration and Education*.

Outro detalhe importante, é que para obter o certificado são necessários 2 auditorias: uma preliminar, e uma auditoria final, após o período de 12 meses, onde deverá ser comprovado o desempenho proposto. O emprego deste sistema de desempenho comprovado é necessário para a caracterização de alguns imperativos, que envolvem a obrigação de comprovar que os mesmos estão sendo realmente realizados, e que não estão prescritos apenas no papel, ou sendo realizada

de maneiras ineficientes. O quadro 1 demonstra quais imperativos devem ser consultados previamente ou posteriormente.

Quadro 1 – Auditorias Preliminares e finais

Pétalas	IMPERATIVOS	Auditoria Preliminar	Auditoria Final
Lugar	Limites para o crescimento	X	
	Agricultura Urbana		X
	Compensação do Habitat	X	
	Vivendo com a força humana	X	
Água	Fluxo positivo de água		X
Energia	Fluxo positivo de energia		X
Saúde e Felicidade	Ambiente da Civilização	X	
	Ambiente Interno Saudável		X
	Ambiente Biofílico	X	
Materiais	Lista vermelha	X	
	Pegada de Carbono Incorporada	X	
	Indústria responsável	X	
	Procedência econômica viva	X	
	Fluxo positivo de resíduos		X
Igualdade	Escala humana e lugares humanos		X
	Acesso universal à natureza e local	X	
	Investimento Igualitário		X
	Organizações JUST	X	
Beleza	Beleza e espírito		X
	Inspiração e Educação	X	

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014)

Atualmente, existem 41 projetos contemplados com uma das 3 certificações anteriormente apresentadas, sendo que, a *Living Certification* possui 11 projetos registrados a *Petal Certification* conta com 11 projetos certificados; e o *Net Zero Energy Certification*, com 19 projetos. A maioria dos projetos, certificados ou registrados, encontram-se na região norte americana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

4.4 TIPOLOGIAS E CLASSIFICAÇÕES

Neste item, serão demonstradas as tipologias e classificações requeridas pela certificação, para melhor atender aos imperativos em cada caso.

4.4.1 TIPOLOGIAS

A certificação divide os empreendimentos em 4 tipologias de projeto, pois de acordo com a tipologia, alguns imperativos tornam-se opcionais. Com isso, os projetistas devem classificar previamente a edificação em um dos itens abaixo:

- a) Construção: esta tipologia é específica a qualquer projeto que englobe a construção de uma estrutura coberta e cercada para uso permanente, seja ela nova ou existente.
- b) Renovação: esta tipologia é para qualquer projeto que não seja uma porção relevante de uma reconstrução. Alguns exemplos de projetos incluem melhorias no pavimento-tipo, reformas em cozinhas residenciais ou restaurações históricas em uma seção da construção.
- c) Infraestrutura + paisagismo: esta tipologia é para qualquer projeto que não inclua uma estrutura física como parte primária do programa, apesar de que áreas externas como estacionamentos, banheiros públicos, anfiteatros e semelhantes estão inclusos nesta categoria. Outros exemplos são estradas, pontes, praças, quadras de esportes e trilhas.
- d) Comunidade: projetos que contenham múltiplas construções próximas, como em um campus, bairro, distrito ou vilas são classificadas nesta tipologia. Alguns exemplos incluem universidades, ruas residenciais, condomínios, setores industriais ou pequenas vilas e cidades.

De acordo com a organização, atualmente, há mais de 300 projetos não confidenciais registrados, como já mencionado anteriormente, dispostos entre estas 4 tipologias. Sendo que, a tipologia construção engloba a grande maioria delas, seguida da tipologia renovação. Existem apenas 3 projetos classificados como infraestrutura e paisagismo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

4.4.2 SEÇÕES

Nos dias de hoje, as cidades estão divididas entre o meio rural e o meio urbano, trazendo consigo as peculiaridades de cada meio. Visto isso, a certificação categoriza o local do projeto em seções, que vão do modelo rural ao modelo urbano, dispostos em 6 delas, que estão descritas como:

- a) habitat natural preservado (L1): terras intocadas, preservadas ou com o habitat ecológico sensível;
- b) zona de agricultura rural (L2): terras destinadas à produção de alimentos, tendo como agricultura sua principal função (Coeficiente de aproveitamento abaixo de 0,09);
- c) zona de vilarejos ou campus (L3): cidades rurais, vilarejos ou próximas a grandes cidades, com uma densidade relativamente baixa (coeficiente de aproveitamento entre 0,1 a 0,49);
- d) zonas urbanas comuns (L4): grandes vilarejos, cidades pequenas ou próximas a grandes cidades, com uma densidade moderada a média (coeficiente de aproveitamento entre 0,5 a 1,49);
- e) zonas urbanas centrais (L5): cidades pequenas a médias, ou no subúrbio de grandes cidades, com uma densidade média a alta (coeficiente de aproveitamento entre 1,5 a 2,99);
- f) zonas de núcleo urbano (L6): Grandes cidades e metrópoles (coeficiente de aproveitamento acima de 3,00)

Figura 4 – Seções

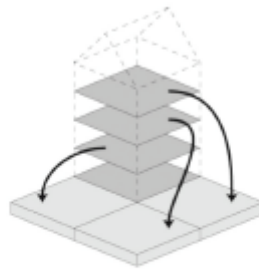
	L1 – habitat natural preservado.		L4 – zonas urbanas comuns.
	L2 – zona de agricultura rural.		L5 – zonas urbanas centrais.
	L3 – zona de vilarejos ou campus.		L6 – zonas de núcleo urbano.

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a)

4.4.3 FLOOR AREA RATIO

Um importante parâmetro para tais definições é o *Floor Area Ratio* – Coeficiente de Aproveitamento – que calcula a densidade construída do projeto (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

Figura 5 – *Floor Area Ratio*



$$\frac{\text{Área total construída}}{\text{Área do terreno}} = \text{FAR}$$

(fonte: elaborada pelo autor)

4.5 IMPERATIVOS DA CERTIFICAÇÃO LBC

Como comentado anteriormente, a certificação é dividida em 7 pétalas, e subdivididas em 20 imperativos, tratando de diversos temas relacionados diretamente com a sustentabilidade. Nos próximos itens serão descritos os imperativos.

4.5.1 LUGAR

A pétala lugar tem como intenção realinhar as pessoas e seu relacionamento com o meio ambiente que as sustenta. Busca alinhar, também, as construções sustentáveis com as características e a história da comunidade local, para que ela possa ser protegida e honrada. A pétala lugar ainda indica quando e onde é aceitável construir, proteger ou restaurar, dependendo de suas características. Busca reforçar o uso da força humana, como meio de locomoção, pois geralmente são utilizados automóveis somente por uma pessoa, ao invés de se utilizar transportes coletivos. Enfatiza a importância da utilização da produção de alimento local, de modo a evitar o consumo de alimentos industrializados.

Uma barreira significativa, que impede o atingimento destes propósitos, é o próprio comportamento e as atitudes humanas, em sua mentalidade de usufruir de terras ainda não utilizadas, dando maior valor a estas, do que às terras já ocupadas. A pétala ainda reforça, assim que este tabu deve ser superado, buscando abandonar essas facilidades comerciais e industriais (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.1.1 LIMITES PARA O CRESCIMENTO

No primeiro imperativo, é reforçada a importância da utilização de terras cinzas (*grayfields*) ou marrons (*brownfields*), áreas que já foram utilizadas previamente, diferenciando-se das terras verdes (*greenfields*), áreas que ainda não foram utilizadas pelo ser-humano, e também, da não utilização daquelas que estejam na lista a seguir, ou sejam adjacentes a elas.

- a) pântanos: afastados de, no mínimo, 15 metros;
- b) dunas primárias: afastadas de 40 metros;
- c) florestas primárias: afastadas de 60 metros;
- d) pradarias virgens: afastadas de 30 metros;
- e) terras agrícolas importantes;
- f) planícies de inundação, inundadas em período de recorrência de 100 anos.

Anteriormente ao início do empreendimento deve ser documentada a situação natural do local. Nenhum fertilizante petroquímico ou pesticidas podem ser usados para a operação e manutenção do local (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

4.5.1.2 AGRICULTURA URBANA

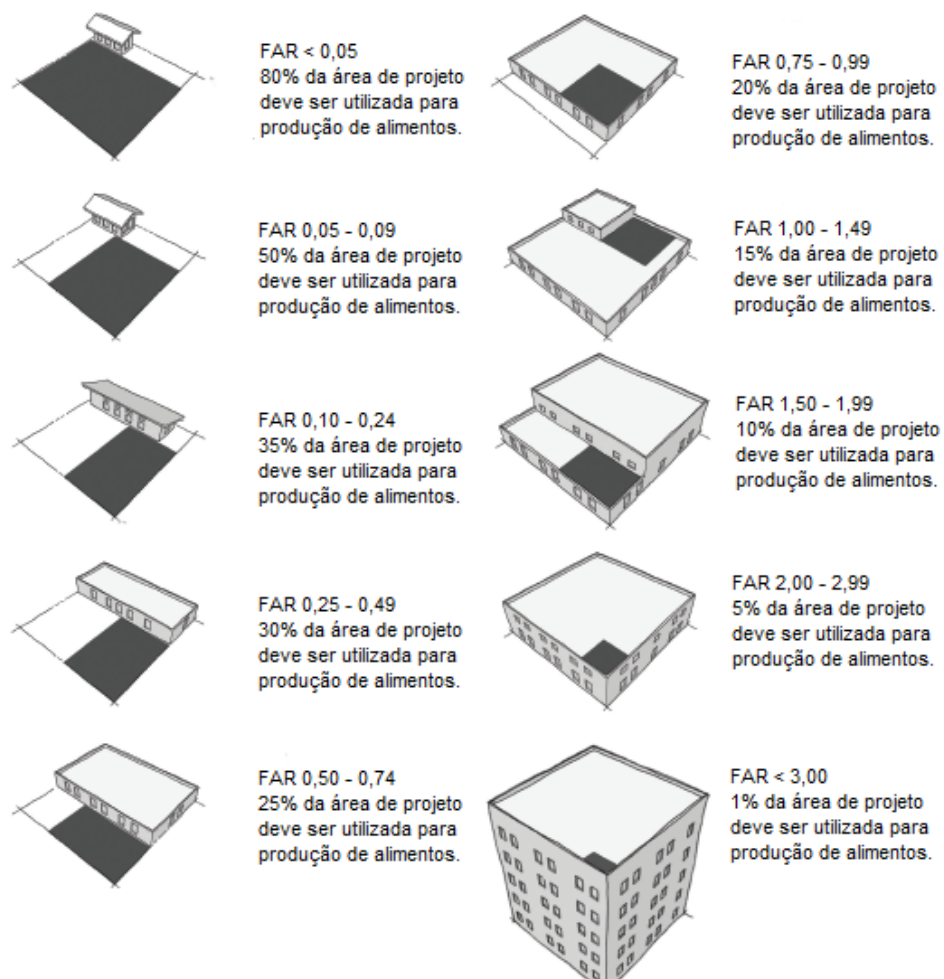
No imperativo agricultura urbana, é indicado que o projeto deve conter uma área apropriada para a produção de alimentos. A área é calculada em função do coeficiente de aproveitamento do solo, relacionada a um percentual mínimo requerido, conforme o quadro 2 e a figura 6.

Quadro 2 – Porcentagem de área para produção de alimentos

Coeficiente de aproveitamento do projeto	Porcentagem mínima necessária
< 0,05	80%
0,05 - 0,09	50%
0,10 - 0,24	35%
0,25 - 0,49	30%
0,50 - 0,74	25%
0,75 - 0,99	20%
1,00 - 1,49	15%
1,50 - 1,99	10%
2,00 - 2,99	5%
>3,00	1%

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a)

Figura 6 – Porcentagem da área para produção de alimentos



(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a)

O imperativo ainda indica a necessidade, para moradias unifamiliares, da sua capacidade em reter, por duas semanas, suprimentos ou alimentos (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

4.5.1.3 COMPENSAÇÃO DE HABITAT

Com o objetivo de zero impacto ambiental, este imperativo determina que para cada hectare desenvolvido em áreas verdes, uma parcela de mesma magnitude deve ser preservada perpetuamente, através do *Living Future Habitat Exchange* (programa do ILFI destinado a áreas preservadas), ou de alguma organização aprovada, que realize os mesmos serviços. O imperativo ainda indica uma área de compensação mínima, no valor 0,4 hectare (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.1.4 VIVENDO COM A FORÇA HUMANA

Neste imperativo, o foco é o favorecimento à utilização de veículos que utilizem energias renováveis, tais como, bicicletas, carros elétricos e, naturalmente, circulação a pé. Visto isso, a equipe de projeto deve realizar estudos de deslocamentos para contemplar os melhores trajetos, e providenciar um plano de mobilidade, que o localize, no interior e no exterior do projeto, demonstrando no mínimo os seguintes requisitos (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

- a) Todos os projetos (com exceção dos lares unifamiliares):
 - assegurar a proteção e armazenamento dos veículos movidos a potência humana, de modo a incentivar o seu uso;
 - consideração e aprimoramento das rotas para pedestres, incluindo proteção contra mau tempo nas ruas próximas às fachadas;
 - promover o uso de escadas, ao invés de elevadores;
 - incentivar a comunidade a utilizar transportes movidos à potência humana.
- b) projetos localizados em áreas classificadas como L4, L5 e L6 devem também prover:
 - auxílio para todos os ocupantes da edificação;
 - chuveiros e vestiários devidamente localizados;
 - Ao menos uma estação de recarga para veículos elétricos.
- c) Lares Unifamiliares:

- deve ser feito um estudo de como reduzir seus impactos referentes a transportes; dependendo do caso, favorecendo o transporte público, caronas ou bicicletas.

4.5.2 ÁGUA – FLUXO POSITIVO DA ÁGUA

A intenção da pétala água é refletir sobre como as pessoas usam a água e redefinir o significado de desperdício no edifício, para que a água seja vista como um recurso importante.

O problema com a falta de água nos países ao redor do mundo está se tornando cada vez maior. Mesmo regiões com um alto fornecimento de água potável, também correm risco da falta de água potável no futuro.

A ideia por trás do *Living Building Challenge* sobre o uso adequado da água, é utilizá-la respeitando seu ciclo hidrológico, sem comprometê-la. Ou seja, fazer o seu uso adequadamente, fazer seu tratamento e depois devolver ao seu percurso natural, para que se possa utilizar repetidas vezes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

Para a obtenção desse imperativo, a utilização dos recursos hídricos deve ser 100% eficiente, devendo captar a totalidade consumida no próprio local, tratando-a e devolvendo-a, depois de utilizada, ao seu percurso hídrico. A coleta da água, deve considerar a água de chuvas, as subterrâneas do próprio local, e aquelas presentes na umidade do ar, assim como dos rios, lagos e outras fontes presentes no local e recicladas do próprio projeto. Para o tratamento das águas cinzas e negras, tanto para uso, quanto para devolução ao sistema, não deverão ser utilizados produtos químicos. É possível o abastecimento da rede local, caso esteja contemplado no regulamento local de saúde (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.3 ENERGIA – FLUXO POSITIVO DE ENERGIA

A pétala energia tem como objetivo estimular as novas construções a utilizar apenas energias renováveis, já que a maioria das energias utilizadas atualmente é proveniente de fontes altamente poluentes, como carvão, gás, óleo e energia nuclear. Hidroelétricas de grande porte, apesar de gerarem energia limpa, causam grandes impactos ao ecossistema local. Os problemas

gerados por essas fontes geram um impacto global e regional altamente prejudicial, e muitas vezes, irreversível.

Com isso, a intenção da pétala é a criação de um ambiente construído que utilize uma fonte de energia segura e confiável, que não cause nenhum tipo de efeito negativo ao ecossistema integrado. Mesmo com a existência de grandes progressos em energias renováveis, ainda é necessário um maior estudo na área. Atualmente, o alto custo para a implantação de energias renováveis, acaba dificultando este objetivo.

Para o alcance deste imperativo, deve ser produzida 105% da energia a ser consumida na edificação, sendo isto comprovado durante um ano de uso. A fonte de energia deve ser proveniente de energias renováveis, como painéis fotovoltaicos, turbinas eólicas, e sem a utilização de combustão no local. E, ainda, deve apresentar uma bateria auxiliar, para eventuais problemas, que garantem a refrigeração na edificação por até uma semana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.4 SAÚDE E FELICIDADE

A intenção da pétala Saúde e Felicidade é assegurar boas condições ambientais, criando espaços mais agradáveis e robustos, e otimizando o interior do ambiente. Muitos locais proporcionam condições precárias de saúde e produtividade, diminuindo todo o potencial dos ocupantes nestes locais.

É necessário focar a atenção nos melhores caminhos, criando assim, um ambiente projetado para elevar nosso bem estar. Porém, até mesmo os melhores projetos existentes, muitas vezes não permitem alcançar as melhores expectativas, pois é necessário que os ocupantes se comprometam com o ambiente. (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.4.1 AMBIENTE AGRADÁVEL

O imperativo indica que todos os espaços regularmente ocupados devem possuir janelas que providenciem acesso ao ar fresco e à luz solar. O mínimo requerido de aberturas depende de cada empreendimento (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.4.2 AMBIENTE INTERNO SAUDÁVEL

Refere-se a uma boa qualidade do ar interno; o projeto deve criar um plano de ambiente saudável, que explique como o projeto irá se desenvolver, contendo os seguintes itens (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa):

- a) estar de acordo com a versão atual da ASHRAE 62 (Sociedade Americana dos Engenheiros de Calefação, Refrigeração e Ar condicionado), ou normas com a mesma equivalência;
- b) a impossibilidade do fumo dentro do local;
- c) resultados da qualidade do ar no interior do local, sendo devidamente comprovados antes e depois de nove meses de ocupação;
- d) todos os produtos no interior da construção que possuam um potencial para emissão de compostos orgânicos voláteis devem estar de acordo com o Método Padrão v1. 1-2010 do *California Department of Public Health* (Departamento de Saúde Pública da Califórnia);
- e) sistemas de exaustão dedicados para cozinha, banheiros e áreas destinadas ao zelador;
- f) itens que providenciem a retirada de partículas dos calçados, para que não poluam o ambiente interno;
- g) um protocolo de limpeza, que indique a utilização de produtos em conformidade com o selo *Design for the Environment* (Projetado para o Ambiente) da *United States Environmental Protection Agency*.

4.5.4.3 AMBIENTE BIOFÍLICO

A concepção do projeto deve incluir elementos que incentivem a conexão da natureza com o ser humano. Cada projeto deve comprometer-se com um dia inteiro de exploração do meio biofílico, para transferir o seu potencial para o projeto. O plano biofílico deve conter o seguinte:

- a) como o projeto vai transformar a natureza, por meio de suas características ambientais, luz e espaço e formas naturais;
- b) como o projeto vai transformar a natureza padrão, por meio de processos que envolvam a relação entre humanos e natureza;
- c) como o projeto vai conciliar a conexão para o lugar, clima e cultura, por meio de relações básicas;
- d) a provisão de frequentes e suficientes interações entre o ser humano e a natureza, tanto no exterior, como no interior do projeto.

O plano deverá prever métodos para monitorar a biofilia de cada fase e conter estudos históricos, culturais, ecológicos e climáticos, que examinem completamente o local e o contexto do projeto (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.5 MATERIAIS

A Pétala Materiais tem como intenção ajudar a criar um mercado voltado a materiais não tóxicos, ecologicamente regenerativos, transparentes e justos. Através de seu ciclo de vida, muitos deles são responsáveis por diversos problemas ambientais, incluindo doenças pessoais, destruição de espécies e habitat, poluições e a depreciação de recursos naturais. O imperativo desta seção tem como objetivo remover os materiais inadequados e falsas práticas, direcionando a economia para algo realmente responsável. Quando os impactos não possam ser eliminados, apenas reduzidos, há a obrigação não somente de afastar os problemas relacionados com o processo construtivo, mas também por prover correções no seu próprio processo. Atualmente, dificilmente pode se mensurar o real impacto e toxidade causados pelos sistemas construtivos, porém a certificação acredita num futuro positivo neste aspecto.

Existem limitações significativas para contemplar este ideal. Compras e especificações de produtos possuem um vasto impacto, e apesar dos consumidores buscarem materiais mais sustentáveis, paralelamente com os atributos mais convencionais, como: estética, eficiência e custo, o maior empecilho é o próprio mercado. Existem inúmeros produtos ‘verdes’ à disposição no mercado, porém poucos demonstram possuírem bons dados, acessíveis ao público, que fundamentem as afirmações dos fabricantes, e possibilitem escolhas mais confiáveis. Transparência é primordial para os dias de hoje, pois a única maneira de transformar uma sociedade realmente sustentável é através da troca de informações honestas e uma livre comunicação, ainda que alguns fabricantes não estejam seguros em disponibilizar suas técnicas que as permitem uma vantagem competitiva e façam que clientes busquem por especificações do conteúdo do produto.

Declare, uma certificação da ILFL para produtos de construção, é uma base de dados online, de acesso público, ligadas oficialmente à Pétala Materiais (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.5.1 LISTA VERMELHA

Este imperativo conta com uma lista de materiais e produtos químicos que não podem conter no projeto, como:

- a) alquilfenóis;
- b) amianto;
- c) bisfenol A (BPA);
- d) cádmio;
- e) polietileno clorado e polietileno clorosulfonado;
- f) clorobenzenos;
- g) clorofluorcarbonetos (CFCs) e hidrocloreofluorcarbonetos (HCFCs);
- h) cloropreno (neoprene);
- i) cromo hexavalente (cromo VI);
- j) policloreto de vinila clorado (CPVC);
- k) formaldeído;
- l) retardantes de chama halogenados (HFRs);
- m) chumbo;
- n) mercúrio;
- o) bifenilos policlorados (PCBs);
- p) compostos perfluorados (PFCs);
- q) ftalatos;
- r) policloreto de vinila (PVC);
- s) cloreto de polivinilideno (PVDC);
- t) parafinas cloradas de cadeia curta;
- u) tratamentos para madeira contendo creosoto, arsênico ou pentaclorofenol;
- v) compostos orgânicos voláteis (VOCs) em produtos de aplicação molhada.

4.5.5.2 PEGADA DE CARBONO INCORPORADA

Neste imperativo, o projeto deve contabilizar o total de pegada de carbono incorporada (tCO₂e) que impacta na construção, por meio de uma compensação da emissão de carbono, realizada pela *Living Future Carbon Exchange* ou algum outro programa reconhecido (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.5.3 INDÚSTRIA RESPONSÁVEL

No terceiro item, referente a materiais, no imperativo 12º, responsabiliza-se o empreendimento a utilizar materiais oriundos de indústrias que se preocupam com a maneira de como os materiais são extraídos. Logo, o projeto deve defender a criação e adoção, por terceiros, da extração responsável de recursos, como pedras e rochas, metais, minerais e madeiras, realizadas com práticas justas de trabalho. Para as madeiras utilizadas, todas elas devem ser certificadas pela *Forest Stewardship Council* (Conselho de Manejo Florestal), devendo ser madeiras de reflorestamento, ou então, originárias do próprio local, caso elas sejam retiradas para a construção ou manutenção, para dar continuidade à cadeia biológica local.

Além disso, todos os projetos devem usar, no mínimo, um produto Declare, para cada 500 metros de área bruta construída, e devem enviar informações sobre o programa Declare para, pelo menos, 10 fabricantes que ainda não o utilizam (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.5.4 PROCEDÊNCIA ECONÔMICA VIVA

O projeto deve conter soluções locais e contribuir para a expansão da economia regional, ligadas a práticas, produtos e serviços sustentáveis. Para isso, as premissas do imperativo são:

- a) 20% ou mais dos gastos com materiais de construção devem ser originários de até 500km de distância do empreendimento.
- b) Outros 30% dos gastos com materiais de construção devem ser originários de até 1000km de distância do empreendimento.
- c) Outros 25% dos gastos com materiais de construção devem proceder de até 5000km de distância do empreendimento.
- d) Consultores poderão percorrer até 2500km de distância do empreendimento, podendo haver exceções para consultores especializados, aumentando-se o valor para 5000km.

Os gastos com materiais de construção mencionados são definidos como todos os custos com materiais, excluindo-se mão de obra, custos indiretos e terrenos. Os produtos Declare e materiais reciclados podem ser contados como possuindo o dobro de seu valor efetivo(INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.5.5 FLUXO POSITIVO DE MATERIAIS

O último item referente a pétala Materiais é o fluxo positivo de materiais. Este busca reduzir ou eliminar a produção de gastos durante a fase de projeto, construção, operação e final da vida útil, com o intuito de preservar os recursos naturais e encontrar maneiras de reintegrar os resíduos aos ciclos naturais ou industriais.

Para isso, os projetistas devem criar um plano de gestão da conservação de materiais que defina como o projeto irá cuidar de cada uma das seguintes fases:

- a) fase de projeto: incluindo considerações sobre a durabilidade na especificações de produtos;
- b) fase de construção: incluindo otimização do uso de produtos e coleta de resíduos;
- c) fase de operação: incluindo um plano de coleta para bens consumíveis e duráveis;
- d) final da vida útil: incluindo um plano de reuso e desconstrução.

O quadro 3 define, em relação ao peso, a porcentagem mínima que pode ser desperdiçada de cada material, durante a fase de construção.

Quadro 3 – Desperdício de materiais aceitável

Material	Desperdício máximo aceitável
Metal	1%
Papel e papelão	1%
Solo e biomassa	0%
Espuma rígida, carpete e isolamentos	5%
Outros	10%

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a)

O projeto ainda deve utilizar, pelo menos, um material reciclável, para cada 500 metros quadrados de área bruta construída, ou então, ser uma reutilização adaptada de uma estrutura já existente. E também, deve haver uma infraestrutura reservada para a coleta de materiais recicláveis e restos compostáveis de comida (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.6 PÉTALA IGUALDADE

A intenção da pétala Igualdade é transformar o desenvolvimento promovendo um autêntico e inclusivo senso de comunidade, que seja justo e igualitário, independentemente de sua classe, raça, idade, gênero ou orientação sexual. Uma sociedade que protege todos os setores da humanidade e aceite a dignidade de acesso e tratamento justo, e reflita em uma civilização em melhor posição para tomar decisões que protejam e restaurem o ambiente natural (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.6.1 ESCALA HUMANA E LUGARES HUMANOS

O primeiro imperativo da pétala igualdade, descreve que o projeto deve criar espaços de escala humana, e não de espaços feitos para os automóveis, para que a experiência traga o melhor em humanidade e promova a interação e cultura. Nesse contexto, para cada seção, há um máximo específico (e às vezes mínimo) para áreas pavimentadas, extensão de ruas e quadras, escala de edificações e sinalização que contribuam para espaços habitáveis (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

O quadro 4 apresenta as diretrizes para o imperativo.

Quadro 4 – Diretrizes para o imperativo 15

Seção		L1	L2	L3	L4	L5	L6
Cobertura da superfície	Dimensão máxima de superfície de lote de estacionamento antes de delimitação física do perímetro (por prédios, muros, canteiros centrais plantados, biovaletas, outros)	20m x 30 m					
	Área total aceitável de lote de estacionamento.	20%	20%	20%	15%	5%	0%
Seção		L1	L2	L3	L4	L5	L6
Ruas e interseções (aplicável quando há adição de novas ruas)	Máxima largura de rua	5 m		7,5 m	10 m	15 m	22,5 m
	Máxima largura de rua antes da separação das pistas por canteiro central plantado ou faixa de pedestres. Pistas adicionais podem ser incluídas no outor lado do canteiro.	Não aplicável para habitat natural preservado e zona de agricultura rural		15 m			
	Máxima largura de rua antes da locação de árvores e vias de pedestre			7,5 m			
	Mínima largura total de calçadas e canteiros centrais plantados			1/3 da largura da rua			
	Máxima distância entre árvores, em zonas de paisagismo e canteiros centrais plantados			9 m			
	Máxima distância entre retornos	45 m		60 m			
	Máximo tamanho para o quarteirão	60 m x 120 m		120 m x 120 m			
	Seção		L1	L2	L3	L4	L5
Sinalização	Número máximo de placas autoportantes por empreendimento	1					
	Máxima dimensão de placa autoportante	2 m x 2,5 m		2,5 m x 3 m		3,5 m x 6 m	
	Elevação máxima da borda inferior de placas acima do solo	2 m	3 m	6 m	9 m	12 m	12 m ou sobre o telhado
Seção		L1	L2	L3	L4	L5	L6
Proporção	Tamanho máximo de residências unifamiliares	N/A	425 m ²				
	Máxima distância entre aberturas em fachadas	N/A	30 m				
	Máxima área de projeção sobre o solo para qualquer edificação de uso, proprietário ou inquilino único	3750 m ² (excluindo a área de atrios, pátios e poços de luz)					
Escala humana	Número de locais destinados a conexão interna e/ou com os vizinhos	1	1	Um a cada 1000 m ²			
	Número de elementos para suportar a escala humana, como bancos de pedra, obras de arte ou pequenas praças. (Residências unifamiliares estão excluídas)	1	1	Um a cada 4000 m ²			

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a)

4.5.6.2 ACESSO UNIVERSAL À NATUREZA E LOCAL

Muitos problemas relacionados à desigualdade social estão presentes em nossas cidades. Empreendimentos são realizados levando em conta apenas o consumidor final ou as leis locais, aproveitando o máximo possível, muitas vezes de uma maneira abusiva, dos recursos naturais disponíveis. Comprometem assim, diversos deles, que são primordiais ao bem-estar humano. E é exatamente isso que o imperativo 16 preconiza: fazer com que o projeto leve em consideração o não comprometimento da qualidade do ar, da luz e dos cursos d'água naturais à população

local, além do acesso igualitário a todos os cidadãos, independentemente de sua origem, idade e classe econômica.

- a) Ar fresco: o projeto deve proteger edificações vizinhas de emissões nocivas que podem comprometer o uso da ventilação natural. Além disso, todas as emissões devem estar livres de itens da lista vermelha, de substâncias persistentes, bioacumuláveis e tóxicas, e de substâncias químicas cancerígenas, mutagênicas ou reprotóxicas.
- b) Luz solar: o projeto não deve bloquear a luz solar para telhados e fachadas de edificações próximas, acima de um nível máximo relacionado. E, em edificações vizinhas que compartilhem paredes, não deve-se sombreá-la, a não ser que o prédio vizinho tenha construído para uma densidade menor que a exigida.
- c) Curso de água natural: o projeto deve disponibilizar o acesso de pedestres e ciclistas, via terra, e de barcos, via água, ao local, a menos que seja comprovado, que o local represente risco à segurança pública, ou comprometa a funcionalidade do projeto. E ainda, não deve-se assumir a propriedade do mesmo, ou comprometer a quantidade ou qualidade do curso de água.

Acrescenta-se, ainda, além dos 3 itens mencionados anteriormente, a preocupação com a emissão de ruídos ao público local, e a aplicação de acessibilidade para pessoas com deficiência física, conforme as normas e diretrizes locais (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.6.3 INVESTIMENTO IGUALITÁRIO

No contexto mundial, vivemos uma realidade em que a parte mais rica está cada vez mais rica, diferentemente do lado mais pobre, que caminha no sentido contrário, criando uma desigualdade social. Diante disto, o imperativo define que, para cada dólar do custo total do projeto, incluindo neste valor o preço do terreno, custos diretos e indiretos, mobiliário e equipamentos, deve-se reservar e doar, no mínimo, meio centavo de dólar, ou seja 0,5%, para uma instituição de caridade, que esteja localizada no próprio país e estar registrada, ou então, destinar para o *Living Future Equity Exchange* (programa de Intercâmbio de Igualdade do ILFI), que financia obras de infraestrutura renovável para iniciativas beneficentes. É possível, ainda, caso haja interesse, dividir o valor entre várias instituições de caridade. Órgãos públicos e organizações de caridade estão isentos desse imperativo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.6.4 ORGANIZAÇÕES *JUST*

Para facilitar a comunicação entre as equipes de projetos, fornecedores e demais organizações envolvidas, que buscam uma sociedade mais justa e igualitária, foi criado, pelo *International Living Future Institute*, o selo *JUST*. Este é um instrumento, publicamente acessível, tanto para sua obtenção, quanto para consulta, no seu banco de dados online.

Desta forma, o imperativo 18 define algumas diretrizes para promover e criar uma sociedade igualitária, sendo elas:

- a) na equipe de projeto: deve conter, ao menos, um dos membros com o selo *JUST*;
- b) as equipes de projeto: devem divulgar informações sobre o programa *JUST* para, no mínimo, dez fornecedores, consultores ou subconsultores do projeto, de modo a promover o programa.

4.5.7 PÉTALA BELEZA

A sociedade nos dias de hoje está, geralmente, cercada de um ambiente sujo e desagradável. A intenção da Pétala Beleza é de que, ao realizarmos algo bonito e agradável, estaremos promovendo uma melhor preservação e conservação do local e, posteriormente, expandindo este conceito, de nossas casas e ambientes de trabalhos, para nossas florestas e campos.

A ideia é que a concepção do projeto busque compreender os objetivos pessoais dos ocupantes e conferir se o esforço realizado, em cada metro quadrado, teve como principal interesse enriquecer a vida e o trabalho de todos, elevando o estado de espírito e inspirando as pessoas a fazerem o melhor. As únicas possíveis limitações para esta pétala são a imaginação dos projetistas e os atributos que a sociedade decida valorizar (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.7.1 BELEZA E ESPÍRITO

Neste imperativo, tem-se como prioridade o prazer humano, a celebração do local, do espírito e da cultura, e agregar, de maneira significativa, à arte pública (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014a, tradução nossa).

4.5.7.2 INSPIRAÇÃO E EDUCAÇÃO

Um dos principais propósitos do *Living Building Challenge* é o de promover e expandir suas concepções sobre a sustentabilidade, para que no futuro, tenhamos uma sociedade mais engajada com o meio ambiente e construções que não causem impactos. Deste modo, o imperativo exige alguns materiais educacionais sobre a operação e performance do projeto, destinadas ao público, para compartilhar as soluções, e ainda, motivar os visitantes e ocupantes a fazerem a diferença. São eles:

- a) um dia por ano, ser aberta ao público;
- b) um site educacional, para compartilhar informações sobre o projeto;
- c) um folheto descrevendo as características ambientais e de projeto, assim como as maneiras de os ocupantes melhorarem a função do projeto;
- d) uma cópia do manual de operações e manutenções;
- e) sinalizações interpretativas que ensinem os visitantes e ocupantes sobre o projeto;
- f) um estudo de caso para ser postado no site do ILFL.

5. ESTUDO DE CASO – *BULLITT CENTER*

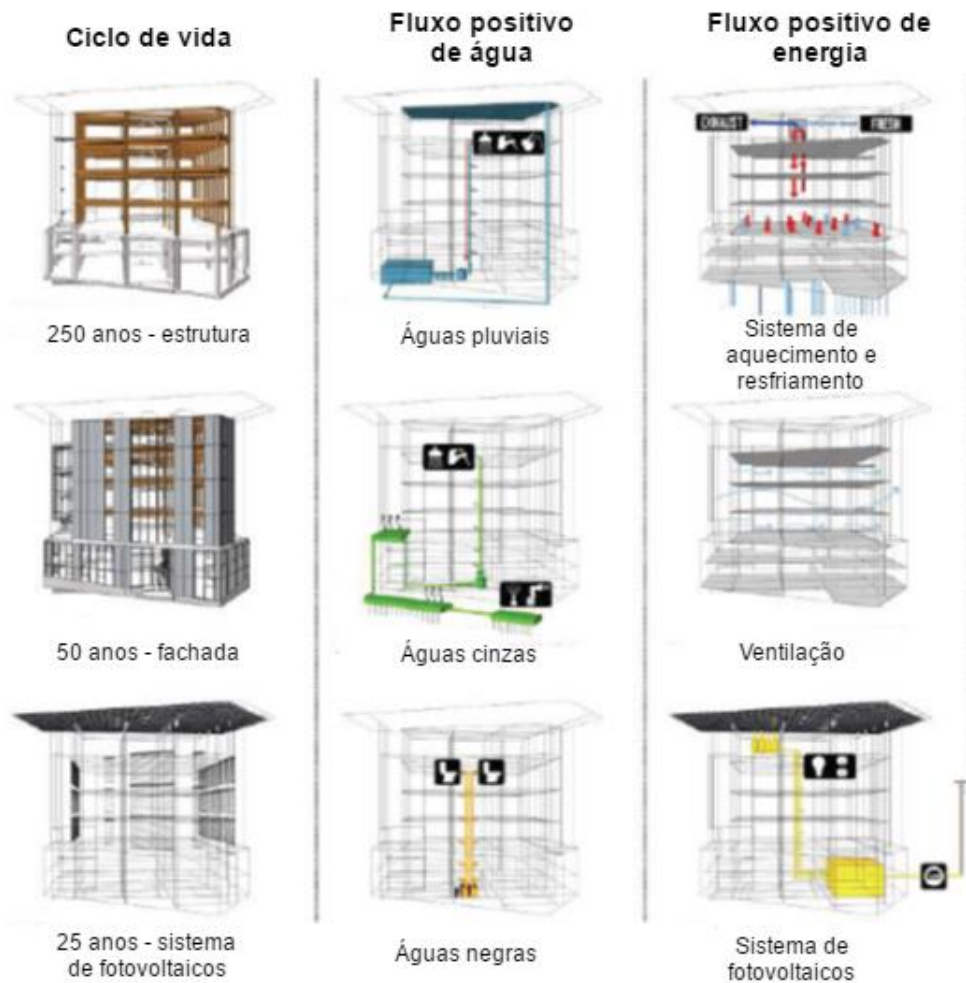
Nesta etapa, será realizado um estudo de caso sobre as principais características adotadas na edificação *Bullitt Center*, assim como detalhes gerais do mesmo.

5.1 *BULLITT CENTER*

Localizado no centro de Seattle, nos Estados Unidos, o *Bullitt Center* é um centro comercial, de 6 pavimentos, que foi projetado para ser o novo padrão de sustentabilidade para empreendedores, engenheiros, arquitetos e construtoras, baseada na rigorosa performance do *Living Building Challenge*.

O empreendimento possui inúmeras técnicas construtivas que visam um ambiente sustentável. Na sua cobertura, estão dispostos 575 painéis fotovoltaicos, com uma carga total de 244 kW, que geram energia suficiente para abastecer todas as necessidades da edificação. Todas as águas pluviais que caem no local são coletadas e encaminhadas a uma cisterna, de aproximadamente 200 metros cúbicos, tratada para um padrão de água potável, que abastecem todas as necessidades do local. Nenhum dos materiais incluídos na *Red List* foi utilizada na construção e toda a madeira utilizada é 100% certificada pela FSC. A vida útil da estrutura da edificação é estimada em 250 anos, enquanto que a do sistema de fotovoltaicos é de 25 anos. A figura 7 demonstra algumas características do *Bullitt Center*, referentes ao ciclo de vida e ao fluxo positivo de água e energia.

Figura 7 – Ciclo de vida e fluxo positivo de água e energia



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

A edificação possui uma área projetada de 936 metros quadrados e uma área construída de 4.720 metros quadrados, concluída em janeiro de 2013 e com um custo total, incluindo o terreno e custos diretos e indiretos, de US\$ 32,5 milhões. Desde então, diversos estudos foram realizados no *Bullitt Center*, sendo ele uma referência nos temas ligados a sustentabilidade: estudos sobre a performance energética, comparando os modelos iniciais propostos, com os resultados de programas utilizados para modelagem energética; sobre o impacto financeiro, descrevendo seus principais gastos e comparando-os com os de edificações similares; sobre o retorno financeiro para os proprietários e sociedade envolvida, analisando os pontos positivos durante toda a vida útil do empreendimento, estimando o retorno financeiro, que chega a

aproximadamente US\$18,5¹ milhões; entre outros (BULLITT FOUNDATION, c2013c, tradução nossa).

Figura 8 – Bullitt Center



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

5.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Nesta seção, serão comentadas as 16 características construtivas adotadas pelo *Bullitt Center*, que visam a sustentabilidade e a certificação *Living Building Challenge*.

5.2.1 AQUECIMENTO SUBTERRÂNEO

O *Bullitt Center* é aquecido (e resfriado) por um sistema de tubos radiais, situados abaixo da laje de concreto de cada andar. Os tubos são feitos de PEX, polietileno reticulado, que possui grande flexibilidade, além de proporcionar uma boa resistência térmica, sendo capaz de suportar até 95°C. Dentro dos tubos, há uma mistura especial de água e glicol, para evitar o congelamento

¹ Valor referente a um estudo realizado, considerando seis características do *Bullitt center*: eficiência energética, painéis solares, benefícios de transporte local, banheiro de compostagem, reuso e captura de águas pluviais e madeiras reflorestadas, ao decorrer de sua vida útil. Baseada, também, no preço atribuído a emissão de carbono (COWAN; DAVIES; DIAZ; ENELOW; HALSEY; LANGSTAFF, 2014).

da água. Com isso, o sistema aquece ou resfria as lajes de concreto, o que acaba melhorando o conforto térmico do ambiente.

Os recursos para o sistema radiante começam, efetivamente, a 120 metros abaixo do Bullitt Center, auxiliados por vinte e seis poços geotérmicos, que agem na captura e transporte de calor (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

Figura 9 – Tubos de PEX para o sistema de aquecimento e resfriamento



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

5.2.2 LOCALIZAÇÃO

Outra característica importante definida no projeto do *Bullitt Center* foi a sua localização. O objetivo era selecionar um local central para usufruir ao máximo dos meios de transportes públicos e ciclovias. Com isso, no local, é possível encontrar mais de 20 rotas de ônibus, bondes e veículos leves sobre trilhos, a menos de 800 metros de distância. Bicicletários, vestiários e locais para tomar banho integram o projeto, e suportam meios de transportes movidos pela força humana (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.3 SISTEMA DE TROCA DA ENERGIA COM A REDE

Como já comentado anteriormente, o *Bullitt Center* possui 575 painéis solares localizados no topo da edificação, os quais auxiliam na produção de energia. Porém, a energia solar não é suficiente em todas as épocas do ano.

Para estar certificado como *Living Building*, o edifício deve produzir mais energia do que consome, mais precisamente, 105% da energia consumida. Por isso, é feita uma troca com a energia elétrica da cidade de Seattle, em que no inverno, onde a energia solar não é tão intensa, a edificação consome a energia da cidade, e no verão, período em que a demanda energética de Seattle é maior, a edificação retorna a energia excedente.

O *Bullitt Center* consegue produzir, atualmente, mais de 160% da energia consumida anualmente, como será comentado em análise posterior (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.4 MONITORAMENTO E CONTROLE

O sistema de monitoramento e controle de edifícios não é uma novidade para os escritórios nos Estados Unidos. O *Bullitt Center* utiliza o sistema para auxiliar na performance da gestão de água e energia, monitorando as ações internas e externas da edificação, e controlando a abertura de janelas, inclinações de brises para dissipação dos raios solares, entre outros.

Com isso, o sistema é responsável pelo controle do sistema de aquecimento e resfriamento, ventilações passivas e ativas, a entrada de luz solar, composteiras e gestão de águas cinzas. Todos estes itens são controlados com a maior eficiência possível a partir da central de controle, localizada no núcleo da edificação (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.5 REDUÇÃO NO USO DE ÁGUA

O *Bullitt Center* é a edificação mais alta atualmente existente a adotar um sistema de compostagem. Este sistema aeróbico tornou-se bastante popular em edificações térreas e em locais que não possuem tratamento de efluentes. O principal desafio foi desenvolver um sistema para os andares mais elevados que garantisse a descida dos efluentes aos compostores, sem a utilização de líquidos, como no uso tradicional.

Para isso, foi desenvolvida uma espuma, que consiste em uma mistura de sabão biodegradável e 3 colheres de água, que ao acionar o sistema do sanitário, é emitida e garante a evacuação dos resíduos ao compostor (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.6 COMPOSTAGEM

Como visto anteriormente, as bacias sanitárias, praticamente não utilizam água no seu processo: ao invés disso, as bacias foram projetadas especialmente para o sistema de compostagem. Para dar continuidade ao processo aeróbico, é utilizado o sistema de compostagem Phoenix, ilustrado na figura 10. Na edificação, foram necessários 10 unidades para atender às necessidades.

Figura 10 – Sistema de compostagem Phoenix



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

No processo de decomposição, as partículas tornam-se cada vez menores, e naturalmente são direcionadas para as etapas seguintes. Além disso, é necessário introduzir oxigênio no sistema para manter o processo de decomposição estritamente aeróbica, eliminando a produção dos gases de metano e odores perigosos, típicos de um sistema de tratamento padrão. No geral, o sistema de compostagem produz intensamente 3 produtos: Dióxido de Carbono, que é utilizado para o aquecimento da cobertura; lixivantes estabilizados, que são bombeados à vácuo e retirados mensalmente por uma empresa especializada; e biossólidos, também retirado por uma empresa especializada, que produz fertilizantes a partir de uma mistura de biossólidos com serragem (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.7 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

Ainda no tocante aos recursos hídricos, o *Bullitt Center* tem como objetivo imitar o ciclo natural da água, fazendo com que a água utilizada seja tratada a um nível considerado ideal, e posteriormente devolvida ao ambiente, sem compromete-lo.

Para tal fim, as águas residuais de torneiras e chuveiros, águas consideradas cinzas no processo de tratamento, são armazenadas em tanques na base da edificação. E então, são encaminhadas ao terceiro andar do prédio, onde estão dispostas as *wetlands*, primeira etapa do tratamento desses efluentes.

A *wetland* foi construída como um telhado verde, localizada no terceiro andar do *Bullitt Center*, como pode ser visto na figura 11, e é composta por cascalhos, areias e uma planta específica, tanto para o tratamento, quanto uma adequação ao clima de Seattle.

Figura 11 – *Wetland*



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

Após o tratamento primário na *wetland*, o efluente é encaminhado a biovaletas localizadas na extremidade oeste do local, onde é filtrado novamente por cascalhos até uma profundidade de aproximadamente 6 metros (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.8 TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Abaixo dos painéis solares, há um sistema de parapeito para coleta de águas pluviais que carregam-nas a uma cisterna de concreto localizada na base da edificação. No próprio caminho, há um filtro que remove as partículas maiores. Próximo à cisterna de 200 m³, existe um tanque para o consumo diário de água potável para a edificação, de 500 galões, ou aproximadamente 2 mil litros. A água potável é obtida da própria água da chuva, após um processo de

“ultrafiltragem”. As águas pluviais passam por 3 filtros cerâmicos, para a remoção de vírus, por um processo de tratamento com luz ultravioleta, e por carvão ativado, além de receber uma pequena quantidade de cloro.

O *Bullitt Center* é totalmente capaz de produzir sua própria água, porém este tratamento ainda não está aprovado, e por enquanto, utiliza água fornecida pelo município (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.9 LOCOMOÇÃO VERTICAL

Um dos principais elementos do Bullitt Center é a sua escada envidraçada, que foi projetada exatamente para atrair a atenção de seus usuários, atentando novamente à utilização da energia movida pela ação humana.

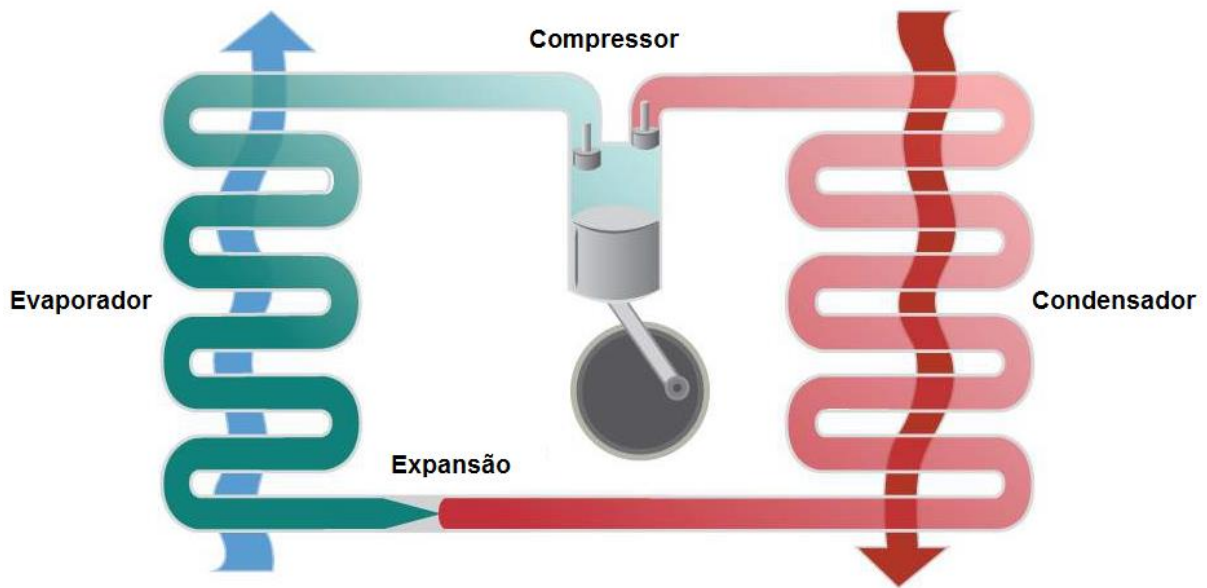
Porém, a edificação também conta com um moderno elevador, com a capacidade de economizar até 60% da energia, se comparado a elevadores convencionais. No topo do shaft do elevador, há um motor capaz de converter a energia proveniente da frenagem, e utilizá-la em qualquer outro lugar da edificação (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.10 BOMBAS DE CALOR

O sistema é composto por 5 bombas de calor, que contribuem para o conforto térmico durante determinadas épocas do ano. Quatro bombas de calor estão destinadas para o conforto térmico da edificação, e uma para o fornecimento de água quente em torneiras. Uma vantagem de utilizar este sistema é o fato de que ele, basicamente, transfere calor, não sendo necessário o uso de combustíveis fósseis para o processo.

O processo é dividido em 3 ciclos fechados: o ciclo subterrâneo, a própria bomba de calor e os tubos radiantes, que transferem calor para o ambiente. O primeiro ciclo é composto por 26 tubos cilíndricos, preenchidos com a mistura de água e glicol, que são bombeadas a 120 metros de profundidade, aquecendo-se de aproximadamente 6°C. Essa diferença de calor, então, é utilizada no seguinte ciclo fechado, que através de um sistema de compressor, condensador e evaporador, denominado bomba de calor (figura 12), transfere o calor gerado pelo sistema para o terceiro ciclo fechado.

Figura 12 – Bomba de calor



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

Com isso, no terceiro ciclo, o líquido com uma temperatura a aproximadamente de 35°C, transfere o calor para o concreto das laje, o que aquece a edificação no inverno. Já, no verão, estas bombas podem realizar o processo inverso, caso necessário.

O processo é um ciclo fechado, e o único gasto é a energia para ativar as bombas e compressores, que é oriunda dos painéis fotovoltaicos da cobertura (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.2.11 ESCADA IRRESISTÍVEL

Algumas medidas foram tomadas para que os proprietários e visitantes do *Bullit Center* se sentissem convidados a utilizar a “irresistível escada”, que, além de não consumir energia elétrica, contribui para um estilo de vida mais saudável.

Possui um design moderno e inspirador, além de grandes painéis de vidro, que possibilitam uma visão privilegiada do centro da cidade, como ilustra a figura 13. A escada é localizada na própria entrada da edificação, facilitando a sua escolha pelo usuário (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

Figura 13 – Irresistível escada



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

5.2.12 ESTRUTURAS

Duas principais características direcionaram a escolha de materiais na parte estrutural da edificação: a emissão de carbono no processo de produção de cada material, e a carga atuante. Visto isso, os três principais materiais utilizados foram a madeira, o concreto e o aço; dependendo de cada situação, que estão definidas na figura 14.

Figura 14 – Estruturas



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

O concreto é um dos elementos que mais emite carbono na construção civil, consome uma quantidade significativa de energia para sua produção. Porém, torna-se válido em algumas situações, devido a sua flexibilidade, acessibilidade e alta resistência à compressão. Assim, os projetistas limitaram seu uso na parte inferior da construção, que recebe a maior carga, tanto

para a estrutura superior, quanto para os reservatórios de água. Além disso, o concreto não fez uso dos aditivos tipicamente utilizados para aumentar a trabalhabilidade, pois são considerados materiais tóxicos, estando presentes na Lista Vermelha.

A partir do segundo andar, foram utilizadas estruturas de madeira, denominadas *Glulam*² que possuem uma pegada de carbono incorporada muito menor, se comparada à dos outros materiais, concreto e o aço. Todas foram 100% certificada pelo FSC, sendo madeiras resultantes de reflorestamento, e onde foi assegurado o compromisso com o manejo florestal sustentável.

Figura 15 – Glulam



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

A estrutura central de aço possibilita uma boa distribuição da carga horizontal, em casos de terremotos ou ventos de grandes intensidades (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

² Expressão utilizada para *Glued laminated timber*, que significa madeira laminada colada.

5.2.13 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Um *Green Building* deve gerar mais energia do que consome: esta é a premissa do imperativo 6 da certificação. Para facilitar esta equação, a energia produzida por fontes renováveis deve ser maximizada e a energia consumida deve ser minimizada.

O *Bullitt Center* possui uma área com 575 painéis fotovoltaicos instalados, distribuídos em 1300 m², no topo da edificação, que são capazes de produzir, aproximadamente, 230.000 quilowatt-hora por ano. Os painéis foram projetados para otimizar a energia coletada no verão.

Por outro lado, no referente à energia consumida, também foram feitas inúmeras melhorias como: sistemas econômicos de energia, ventilação passiva, sistema de aquecimento e otimização da luz natural que ajudaram a diminuir o consumo. Uma edificação típica de escritórios opera com, aproximadamente, 92 EUI³, enquanto o *Bullitt Center* consegue operar com 16 EUI, diminuindo, assim, a área necessária para a produção de energia no topo da edificação em quase 6 vezes (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

Figura 16 – Painéis fotovoltaicos



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

5.2.14 FACHADA OTIMIZADA

As fachadas da edificação são compostas de sistemas eficientes, que auxiliam na manutenção do conforto térmico e na iluminação de cada andar. Este sistema compreende algumas camadas,

³ *Energy Use Intensity* (EUI) é uma medida utilizada para normalizar a performance de energia anual da construção em função de sua metragem. O EUI é expressa como, unidade de energia, por metro quadrado, por ano (kBtu/SF/year).

que são utilizadas em diferentes combinações para otimizar a entrada de luz e a qualidade do ar. A camada mais externa, que fica localizada a 30 cm da janela, é uma espécie de brise automático, que, no verão, quando a luz solar é muito intensa, tem a função de dissipar os raios antes que estes atinjam os vidros, e, no inverno, auxiliam na entrada de luz natural nos escritórios, sem que prejudiquem os ocupantes.

Já a janela, é composta por 3 painéis de vidro, projetados para eliminar as trocas de calor entre o meio interno e externo. Durante os dias quentes, as janelas tem a função de manter o ar quente fora da edificação e conservar o ar frio interno; e durante os dias frios, realiza o processo inverso.

Outro detalhe relevante, é que a empresa produtora das janelas de alta performance, estava localizada na Alemanha, e para realizar a importação de uma distância tão elevada, aumentaria consideravelmente a pegada de carbono do empreendimento, reduzindo seus benefícios sustentáveis. Por acaso, uma empresa local conseguiu realizar uma parceria com a empresa alemã, e realizaram a produção das janelas de alta performance em Everett, WA (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

Figura 17 – Sistema da fachada



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013b)

5.2.15 BICICLETÁRIO

Além de energias oriundas da terra e do céu, a edificação também utiliza a energia dos ocupantes, como já mencionado na locomoção vertical.

Com o intuito de incentivar os ocupantes e visitantes a utilizarem a própria energia humana, como o imperativo 4 da certificação LBC preconiza, a edificação conta com 29 vagas para

bicicletas (figura 18), ao invés das típicas vagas para veículos automotivos. Ademais, a edificação oferece entrada preferencial a bicicletas, proximidade com ciclovias, vestiários e chuveiros térmicos (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

Figura 18 – Bicletário



(fonte: BULLITT FOUNDATION, c2013a)

5.2.16 RECUPERAÇÃO DE CALOR

Uma considerável parte do ar tratado pode ser perdido através do sistema de ventilação. Isso significa que o sistema de aquecimento, ou resfriamento, será mais exigido para manter uma temperatura ideal no ambiente.

O conceito de recuperação de calor ventilada, mais conhecida por HRV4, tem como função transferir, lentamente, o calor do ar frio ou ar quente, através de um sistema rotativo alveolar, para o ar ventilado que vem do ambiente externo. Com isso, aproximadamente 65% do calor é transferido, diminuindo as perdas de ventilação do ambiente (BULLITT FOUNDATION, c2013b, tradução nossa).

5.3 *LIVING BUILDING CHALLENGE* e o *BULLITT CENTER*

Após a análise de todas as características construtivas adotadas pelo *Green Building*, a correlação com a certificação fica mais clara. Nesta seção, serão demonstrados alguns itens que não apareceram nas características construtivas, porém fazem parte do processo de certificação.

⁴ Heat recovery ventilation.

5.3.1 LUGAR

Antes da construção do empreendimento, existia no local um pequeno restaurante, de 308 metros quadrados, com apenas um andar e o restante do terreno era pavimentado e utilizado para o estacionamento de veículos. Os projetistas não estavam autorizados a simplesmente remover a estrutura existente. Porém, após alguns estudos, os projetistas buscaram minimizar os impactos ambientais e econômicos, removendo algumas estruturas existentes e assegurando a reciclagem e reutilização dos materiais.

Também foi feita uma compensação de habitat, através de uma *Land Trust*⁵, conforme exigido pelo imperativo 3 da certificação, localizada em Jefferson County, Washington (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

5.3.2 ÁGUA

Os diversos tipos de tratamentos e captações utilizados no *Green Building* já foram citados nos capítulos anteriores. Abaixo, os principais dados, no período de um ano, referentes à péta água.

- a) 180 m³ de águas pluviais coletadas e encaminhadas à cisterna na base da edificação;
- b) 111,23 m³ de águas cinzas tratadas pela *wetland* (localizada no telhado verde) e pelo sistema de infiltrações;
- c) 27,25 m³ de águas negras lixiviadas obtidas no processo final da compostagem, que foram encaminhadas à empresa especializada;
- d) 1780 litros utilizados por ocupante por ano.

5.3.3 ENERGIA

A produção energética é fornecida, basicamente, pelos 575 painéis fotovoltaicos presentes no topo da edificação. Foram projetados para atender o consumo dos ocupantes e obtiveram um desempenho acima do esperado, como pode-se observar, tanto no quadro 5, quanto na figura 19.

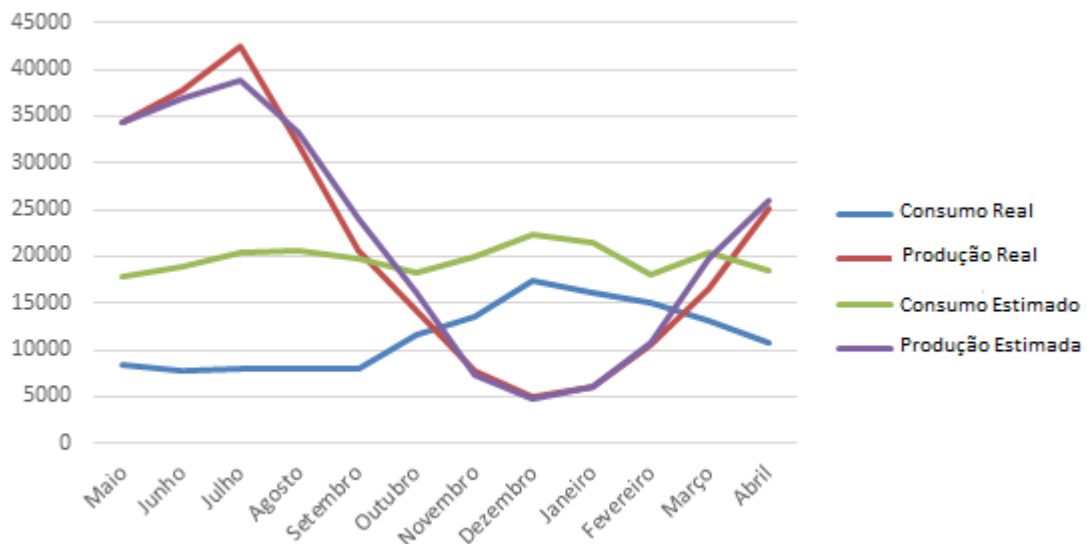
⁵ Land Trust é um tipo de organização sem fins lucrativos que trabalha ativamente administrando ou empreendendo terras em regime de conservação ambiental, ou auxiliando na aquisição de terras para este fim.

Quadro 5 – Consumo e produção de energia, entre maio de 2013 e abril de 2014

Mês	Real		Estimado		Diferença	
	Consumo kWh	Produção kWh	Consumo kWh	Produção kWh	Consumo kWh	Produção kWh
Maio	8360	34372	17775	34220	-9415	152
Junho	7770	37831	18832	36850	-11062	981
Julho	8060	42429	20314	38870	-12254	3559
Agosto	8070	31880	20612	33210	-12542	-1330
Setembro	7950	20543	19837	24020	-11887	-3477
Outubro	11530	14106	18211	16140	-6681	-2034
Novembro	13460	7664	19981	7260	-6521	404
Dezembro	17370	4914	22376	4830	-5006	84
Janeiro	16210	5993	21551	5950	-5341	43
Fevereiro	15010	10496	18086	10660	-3076	-164
Março	13160	16450	20352	19850	-7192	-3400
Abril	10850	25207	18462	25910	-7612	-703
Total	137800	251885	236389	257770	-98589	-5885

(fonte: adaptado de PEÑA, c2014)

Figura 19 – Gráfico comparativo de energias referentes ao quadro 5



(fonte: adaptado de PEÑA, c2014)

Como demonstra o gráfico, o consumo real ficou abaixo do estimado, presumivelmente devido às inúmeras técnicas adotadas no processo construtivo e à conscientização dos ocupantes. Outro dado que se pode ressaltar, é a produção excedente de energia que gira em torno de 92.000

kWh, aproximadamente 60% a mais do que consumido (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

5.3.4 VIDA E FELICIDADE

Foram realizados testes na qualidade do ar nos locais ocupados e não ocupados da edificação, para comprovar o bom nível. Como já descrito no capítulo anterior, os ambientes são eficientemente ventilados e iluminados, e diversos elementos auxiliam na conexão dos ocupantes com a natureza e o planeta (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

5.3.5 MATERIAIS

Os materiais utilizados na construção do empreendimento não estão entre os elementos perigosos que compõem a lista vermelha, incluindo o PVC, cádmio, chumbo, mercúrio e outras substâncias que, geralmente, são encontradas na construção civil. O processo, que levou mais de 2 anos para identificar todos os elementos, conseguiu identificar 14 substâncias que deveriam ser evitadas no projeto.

Os projetistas encontraram dificuldades em confirmar que os produtos realmente não possuíam substâncias que deveriam ser evitadas, de acordo com a lista vermelha. Alguns produtos eram muito complexos, como as bombas de calor. Algumas empresas, inclusive, reivindicaram sigilo, por direito de propriedade.

A lista de produtos utilizados no Bullitt Center, que contém o nome do produto e o fabricante, divididos de acordo com a sua classificação, como acabamento, encanamento, elétrica, entre outros, está disponível no próprio site⁶ (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

5.3.6 IGUALDADE

O *Bullitt Center* já recebeu mais de mil visitas depois de sua conclusão, incluindo empreendedores, projetistas, agentes governamentais, estudantes de todas as idades e público

⁶ <http://www.bullittcenter.dreamhosters.com/wp-content/uploads/2013/12/Bullitt-Center-As-Built-Product-List-Jan-20141.pdf>

em geral, o que ajuda a sensibilizar a comunidade local e a disseminar uma cultura mais sustentável. Todos os imperativos da pétala igualdade foram observados, incluindo acesso universal à elementos naturais; limitações de ingresso na área de estacionamento para veículos automotivos; e demais itens (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

5.3.7 BELEZA E ESPÍRITO

A edificação foi projetada para aumentar o conforto de seu usuário, melhorando a entrada de luz natural, ambientes ventilados, amplos e que elevam o espírito de quem o ocupa.

É possível a realização de visitas, duas vezes por semana, em horários específicos, de acordo com o próprio site. Na visita, uma apresentação é realizada por professores voluntários, que exibem algumas técnicas adotadas no empreendimento, como tratamento de águas pluviais e cinzas, sistemas mecânicos e elétricos empregados, os banheiros sem fluxos de água nos sanitários e a “irresistível escada” (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014b, tradução nossa).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um *Green Building* é muito mais que um sistema fotovoltaico nos telhados da edificação, ou uma cisterna para armazenamento de águas pluviais: é necessário o engajamento de todos os relacionados à sua materialização, sejam eles projetistas, construtores, proprietários ou até mesmo visitantes. Cada fase da edificação deve ser levada em conta, desde o seu projeto até o final de sua vida útil. E é exatamente isso que se pode observar, tanto na certificação LBC, quanto no *Bullitt Center*.

Primeiramente, com a análise da certificação LBC, foi possível reconhecer os principais pontos que devem ser considerados para que um edifício seja realmente sustentável, visto que a certificação é considerada uma das mais rigorosas e completas, se comparadas a outras certificações hoje existentes, como as dos sistemas LEED, BREEAM e HQE. Alguns imperativos chamaram bastante atenção, como os imperativos 05 e 06, de fluxo positivo de água e fluxo positivo de energia, respectivamente, pois não é nada comum edificações produzirem mais energia que consomem, ou utilizarem somente água do local e, após a utilização, tratá-la integralmente, sem prejudicar o seu ciclo natural. Geralmente, as edificações que estão certificadas por outros selos realizam uma redução no percentual destes aspectos, ou, dependendo do caso, nem o realizam. Chamam a atenção, também, os imperativos: compensação de habitat e investimento igualitário, pois estão ligados apenas ao âmbito financeiro do projeto, e acabam compensando o âmbito ambiental e o âmbito social, respectivamente. Ou seja, agem essencialmente nos três pilares da sustentabilidade.

Após a análise, o estudo de caso em um projeto referência da certificação, como o *Bullitt center*, auxiliou a compreender melhor os imperativos da certificação. Através das características construtivas utilizadas no projeto, pode-se perceber as principais práticas utilizadas. Cabe ressaltar, a utilização de energias renováveis no processo, como a energia solar, captada pelos painéis fotovoltaicos, e a energia geotérmica, absorvida a 120 metros de profundidade e utilizada em conjunto com as bombas de calor, para aquecer, ou resfriar, os ambientes construídos, diminuindo, assim, o uso de energias oriundas de combustíveis fósseis, atualmente grande vilão do meio ambiente.

E, por último, ainda no estudo de caso, algumas considerações relevantes para a compreensão de como o imperativo foi realmente consumado com a aplicação das técnicas construtivas e não

construtivas, mostrado a partir de decisões tomadas pelos projetistas e dados sobre o uso da edificação em um determinado período.

Com isso, pode-se concluir que, tanto a certificação LBC, quanto o *Bullitt center*, utilizam princípios e técnicas, que diferem das técnicas usualmente empregadas na construção civil, e por mais que tenham um custo consideravelmente maior que as edificações usuais, possuem um retorno ao usuário, não somente financeiro, mas em produtividade, bem-estar, cultural, saúde e demais itens, e que, com isso, contribuem positivamente para um ambiente sustentável.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M.; GOLDEMBERG, J.(Coord.) **O Desafio da sustentabilidade na construção civil**. 1 ed (2 reimpr) São Paulo: Blucker, 2011, (reimpr 2014).
- AYRES, A.; KOGAN, A.; MARIA, E.; NERA, L.; PEREIRA, M., CREPALDI, P. **Plataforma Cidades Sustentáveis**. 2010. Disponível em: <http://www.cidadeescolaaprendiz.org.br/wp-content/uploads/2014/06/Publica%C3%A7%C3%A3o-Cidades-Sustent%C3%A1veis_nossa-SP.pdf> Acesso em: 10 nov. 2015.
- BULLITT FOUNDATION. **Photo gallery**. c2013a. Disponível em: <<http://www.bullittcenter.org/building/photo-gallery/>>. Acesso em: 26 maio 2016.
- _____. **Building features**. c2013b. Disponível em: <<http://www.bullittcenter.org/building/building-features/>> Acesso em: 26 maio 2016.
- _____. **Living proof blog** c2013c. Disponível em: <<http://www.bullittcenter.org/field/living-proof-blog/>> Acesso em: 26 maio 2016.
- CONSTRUÇÃO Virtual. **Téchne**, São Paulo: Pini, n. 155, p. 32-39, fev 2010. Disponível em: <<http://www.piniweb.com/datapini/bancomaterias/images/155-Pages32-39.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2015.
- COWN, S.; DAVIES B.; DIAZ D.; ENELOW N.; HALSEY K.; LANGSTAFF K. **Optimizing Urban Ecosystem Services: The Bullitt Center Case Study**. 2014. Disponível em: <http://www.bullittcenter.org/wp-content/uploads/2014/09/bullitt_report_7_16_14_high_res.pdf>. Acesso em 26 maio 2016.
- ECKER, V.; SATTLER, M. CERES - **Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade** – Município de Feliz/RS. In: ELECS, 2009, Recife. Anais... Não paginado. Disponível em: <http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2009/2009_artigo_065.PDF>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 313 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Michele_Fossati.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2015.
- INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. **Living Building Challenge 3.0: a visionary path to a regenerative future**. [S. l.], c2014a. Disponível em: <http://living-future.org/sites/default/files/reports/FINAL%20LBC%203_0_WebOptimized_low.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015.
- _____. **Bullitt Center** c2014b. Disponível em: <<http://living-future.org/bullitt-center-0>>. Acesso em: 26 maio 2016.

MARTINS, M. C. R. **Todo mundo quer uma construção sustentável.** São Paulo: Revista Projeto Design, Ed 354. 2009. Entrevista concedida a Nanci Corbioli. Disponível em: <<https://arcoweb.com.br/projetodesign/entrevista/manuel-carlos-reis-martins-01-08-2009>> Acesso em: 10 nov. 2015.

PEÑA, R. B. **Living Proof The Bullitt Center: High Performance Building Case Study.** c2014. Disponível em: <<http://neea.org/docs/default-source/default-document-library/living-proof---bullitt-center-case-study.pdf>> Acesso em: 26 maio 2016.

SATTLER, M. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa alvorada e o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis.** Porto Alegre: ANTAC, 2007. Coletânea Habitare, v. 8. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/colecao9/primeiras.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2015.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e bases metodológicas.** 2003. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49306964/Avaliacao-de-sustentabilidade-escritorios-brasileiros-Diretrizes-e-base-metodologica>>. Acesso em: 13 nov. 2015.