

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Rafael Bonaspetti Chadanowicz

**ESTABELECIMENTO DE PARALELOS ENTRE AS
EXIGÊNCIAS ABORDADAS NO SISTEMA DE
CERTIFICAÇÃO *AQUA* EM RELAÇÃO AO *LIVING*
*BUILDING CHALLENGE***

Porto Alegre
Janeiro, 2020.

RAFAEL BONASPETTI CHADANOWICZ

**ESTABELECIMENTO DE PARALELOS ENTRE AS
EXIGÊNCIAS ABORDADAS NO SISTEMA DE
CERTIFICAÇÃO *AQUA* EM RELAÇÃO AO *LIVING*
*BUILDING CHALLENGE***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso 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
Janeiro, 2020.

RAFAEL BONASPETTI CHADANOWICZ

**ESTABELECIMENTO DE PARALELOS ENTRE AS
EXIGÊNCIAS ABORDADAS NO SISTEMA DE
CERTIFICAÇÃO *AQUA* EM RELAÇÃO AO *LIVING*
*BUILDING CHALLENGE***

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 7 de janeiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Professor Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
PhD. Pela University of Sheffield, Inglaterra
Orientador

Professor Gino R. Gehling (UFRGS)
Dr. Em Engenharia Ambiental pela Universidade Politécnic de Catalunya, Espanha

Professor José Alberto Azambuja (UFRGS)
Dr. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Manoela Conte (UFRGS)
Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Aos meus pais, Eduardo e Sílvia, e à minha irmã,
Gabriela, por todo suporte e carinho durante minha
jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Miguel Aloysio Sattler, pela orientação e atenção dada durante o período de desenvolvimento do trabalho.

Agradeço enormemente à minha irmã, Gabriela, pelo companheirismo e por todo suporte prestado.

Agradeço à minha mãe e ao meu pai, pelos conselhos dados e por todo amor e carinho.

Agradeço aos meus colegas Cristiano, Catarina, Débora, Emili, Fernando, Gunther, Larissa, Manon, Miguel, Pedro, Sabine e Taíse, pela amizade e companheirismo construídos durante a faculdade.

Agradeço aos meus colegas Bruno, Guilherme, Leonardo e Thiago, pela amizade e pelas ótimas discussões e brincadeiras proporcionadas no grupo do futebol.

Agradeço enormemente ao meu colega Arthur, pela grande parceria formada desde o início da faculdade e pela amizade fora do comum desenvolvida nesse período.

Agradeço aos meus primos Fernando e Leandro, por serem irmãos de coração para mim.

No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.

Albert Einstein

RESUMO

A indústria da construção civil é um dos setores que mais consome recursos naturais e que mais gera resíduos atualmente, causando impactos significativos ao meio ambiente. A preocupação recente com a adoção de medidas mais sustentáveis, a fim de garantir a perpetuidade do planeta em uma relação harmônica com seus habitantes, faz com que esse setor tenha um papel considerável para assegurar o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, os sistemas de certificação de desempenho ambiental das edificações surgem com o objetivo de tornar as construções mais verdes. Dentre os diversos sistemas existentes, cada um apresenta peculiaridades, exigências e caminhos diferentes para garantir a sustentabilidade dos edifícios certificados. A presente pesquisa tem por finalidade estabelecer paralelos, por meio da análise dos critérios de avaliação de desempenho adotados nos sistemas *Living Building Challenge* e AQUA. O primeiro é conhecido por seu elevado nível de exigência, em todo âmbito da sustentabilidade, e o segundo se apresenta como um sistema adaptado às condições da realidade brasileira, focado, principalmente, no conforto, por meio do desempenho ambiental. Como resultado da análise, é possível estabelecer um nível de correlação entre os critérios adotados em cada uma dessas metodologias, de forma a visualizar, em equivalência, sistemas diferentes sob uma mesma perspectiva. Assim, verificou-se que o AQUA se preocupa, prioritariamente, com as questões ambientais da sustentabilidade, mediante exigências voltadas ao conforto de seus usuários. Entretanto, o desempenho esperado está, normalmente, relacionado a um nível apenas ligeiramente superior ao mínimo exigido nas normas brasileiras. Por outro lado, o LBC consegue atingir os três pilares da sustentabilidade, que abrange o quesito ambiental, social e econômico, configurando-se como o sistema de certificação ambiental que apresenta projetos que mais se aproximam do conceito de *green building*. De qualquer forma, ambos os sistemas já garantem um nível de sustentabilidade de suas construções totalmente fora do usual e, assim, contribuem positivamente para reduzir os impactos causados pelo setor da construção civil e alterar a realidade do ambiente em que estão inseridos.

Palavras-chave: sistemas de certificação; desempenho ambiental; *green buildings*, sustentabilidade; desenvolvimento sustentável; LBC; AQUA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das fases de pesquisa do estudo.....	17
Figura 2 – Exemplo de avaliação de uma categoria do sistema AQUA.....	34
Figura 3 – Crescimento do número de edifícios AQUA certificados no Brasil	35
Figura 4 – Estados do Brasil com edifícios AQUA certificados.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pétalas e imperativos do LBC	28
Quadro 2 – Famílias e categorias da certificação AQUA	33
Quadro 3 – Exigências de área mínima dedicada à agricultura no LBC	40
Quadro 4 – Requisitos do imperativo “Energia + Redução de Carbono”	52
Quadro 5 – Taxa mínima aceitável de resíduos desviados de aterros	70
Quadro 6 – Matriz de correlação entre os temas e critérios abordados no LBC e AQUA.....	79
Quadro 7 – Subcategorias do AQUA não correlacionadas com as do LBC	85

LISTA DE SIGLAS

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

FSC – *Forest Stewardship Council*

GBC – *Green Building Challenge*

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

ILFI – *International Living Future Institute*

LBC – *Living Building Challenge*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

ONU – Organização das Nações Unidas

QAE – Qualidade Ambiental do Edifício

SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento

UNCED – *United Nations Conference on Environment and Development*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA.....	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo Principal.....	15
2.2.2 Objetivo Secundário	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 DELIMITAÇÕES.....	16
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO.....	16
3 SUSTENTABILIDADE.....	19
3.1 HISTÓRICO DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS	19
3.2 <i>GREEN BUILDINGS</i> E A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	21
4 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
4.1 HISTÓRICO DAS CERTIFICAÇÕES	24
4.2 <i>LIVING BUILDING CHALLENGE</i>	25
4.3 AQUA.....	31
5 PARALELISMO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS.....	36
5.1 PÉTALA DO LUGAR	36
5.1.1 Ecologia do Lugar.....	37
5.1.2 Agricultura Urbana.....	39
5.1.3 Mudança do Habitat.....	41
5.1.4 Vida em Escala Humana.....	42
5.2 PÉTALA DA ÁGUA.....	45
5.2.1 Uso Responsável da Água	45
5.2.2 Fluxo Positivo de Água.....	48
5.3 PÉTALA DA ENERGIA.....	50
5.3.1 Energia + Redução de Carbono	51
5.3.2 Fluxo Positivo de Carbono.....	54
5.4 PÉTALA DA SAÚDE E FELICIDADE.....	56
5.4.1 Ambiente Interior Saudável	56

5.4.2 Performance do Ambiente Interior	58
5.4.3 Acesso à Natureza	61
5.5 PÉTALA DOS MATERIAIS	62
5.5.1 Materiais Responsáveis	62
5.5.2 Lista Vermelha	65
5.5.3 Indústria Responsável	67
5.5.4 Procedência Econômica Viva	68
5.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos	69
5.6 PÉTALA DA IGUALDADE	72
5.6.1 Acesso Universal	72
5.6.2 Inclusão	74
5.7 PÉTALA DA BELEZA	76
5.7.1 Beleza + Biofilia	76
5.7.2 Educação + Inspiração (n.n.n)	77
6 CORRELAÇÃO ENTRE AS EXIGÊNCIAS DOS CERTIFICADOS	79
6.1 MATRIZ DOS TEMAS CORRELACIONADOS	79
6.2 SUBCATEGORIAS DO AQUA SEM RELAÇÃO COM O LBC	84
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

A facilitação de processos tem sido um objetivo buscado pela sociedade, sempre visando atingir avanço econômico. A recente industrialização criou um ambiente favorável para a conquista desse objetivo, automatizando tarefas e otimizando o tempo, porém gerando impactos em escala muito maior que anteriormente. Com isso, os recursos naturais têm sido cada vez mais utilizados sem o cuidado com a sua escassez e com os danos causados pelo seu uso desenfreado.

Apenas recentemente, a visão sobre o desenvolvimento vem sendo modificada, não apenas buscando o avanço econômico descomprometido, mas também considerando a influência da ação antropológica no planeta. Assim, modelos sustentáveis de desenvolvimento, que aliem o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente, também passaram a ser valorizados (GOMES, 2006).

O conceito de sustentabilidade está intimamente relacionado ao de desenvolvimento sustentável, que descreve os meios necessários para garantir o bom aproveitamento do presente, sem prejudicar as gerações futuras. Para tanto, destacam-se “três pilares” que orientam o desenvolvimento sustentável, centrados nos aspectos sociais, com ênfase na melhor distribuição de renda; na prosperidade econômica, com a otimização dos investimentos feitos nos setores públicos e privados para atender as necessidades das pessoas de forma viável; e na qualidade ambiental, visando à minimização da degradação do planeta, com a utilização mais eficiente dos recursos naturais (ISOLDI, 2007).

A indústria da construção civil, por envolver diversas atividades que se relacionam direta ou indiretamente com o seu entorno, é um dos ramos de maior impacto ambiental. As obras podem alterar ecossistemas, acabando com a vegetação ao seu redor, causando inundações em razão da impermeabilização do solo, gerando resíduos e poluição por meio da cadeia construtiva ou, até mesmo, dos transportes dos materiais (BARBISAN *et al.*, 2011). O setor ainda parte de um pressuposto antiquado, de que a facilidade de acesso a recursos não renováveis e a fontes de energias não sustentáveis permanecerá para sempre. Outro pressuposto equivocado é a consideração de que qualquer resíduo gerado possa ser dissipado

pelo ambiente ao longo do tempo, sem causar problemas ambientais. O fato é que, com a prevalência desse pensamento sem significativa evolução das tecnologias adotadas, o que não tem acontecido de forma tão rápida na construção, o setor pode se tornar inviável no quesito da sustentabilidade ambiental (AZAMBUJA, 2013).

Com a conscientização de que os recursos naturais são esgotáveis, políticas e tecnologias que garantam a sustentabilidade do setor no longo prazo se tornam necessárias. Questões normativas e sistemas de avaliação da performance ambiental das edificações, como a certificação mundialmente aplicada *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), surgem com esse propósito ao redor de todo o mundo. A barreira enfrentada, entretanto, é a falta de consideração da maioria desses sistemas dada às peculiaridades relativas à sustentabilidade da indústria da construção, como um todo, avaliando prioritariamente apenas o edifício estudado e seus impactos locais (AZAMBUJA, 2013).

Os sistemas de avaliação que surgiram com o intuito de validar o desempenho ambiental das construções e torná-las ecologicamente eficientes, resultando nas denominadas edificações verdes ou *green buildings*, começam a aparecer a partir da década de 1990, com a introdução do BREEAM, na Inglaterra. Nele, foram apresentados os primeiros padrões exigidos em uma certificação, para garantir a excelência ambiental das edificações. Após seu surgimento, com a contínua necessidade de se comprovar o desempenho dos projetos, diversos sistemas de avaliação ambiental apareceram nos principais países desenvolvidos, como o GBC, no Canadá, o LEED, nos Estados Unidos, o CASBEE, no Japão, e o HQE, mais recentemente, na França (GORON, 2010).

No Brasil, o processo AQUA surge em 2008, utilizando o HQE como inspiração para o desenvolvimento do sistema. A metodologia adota características que levam em consideração as normas da ABNT, tornando-se uma versão do sistema francês adaptada à realidade brasileira. A metodologia tem como fundamento a adoção de critérios flexíveis, que possibilitam o projetista a justificar as decisões tomadas, caso contribuam para o desempenho da edificação, foco desse sistema (MARTINS, 2009). Nos Estados Unidos, outro sistema de avaliação de desempenho ambiental que tem ganhado destaque é o *Living Building Challenge*. Surgido em 2006 para o público, o sistema já conta com 563 projetos registrados ao redor de 29 países, mesmo sendo considerada uma das certificações com processo de obtenção mais rigoroso mundialmente. Seus objetivos são ambiciosos e visam mudar a visão da sociedade

para o patamar de aproveitamento das condições do planeta de forma totalmente sustentável, sem que isso cause danos ecológicos ou prejudique qualquer pessoa (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

A pesquisa será realizada de forma a intentar trazer os sistemas de certificação de desempenho ambiental LBC e AQUA a um nível de equivalência. Para tanto, serão verificadas as similaridades e diferenças entre a certificação ambiental adaptada à realidade brasileira, com foco no desempenho, e a americana, com abordagem mais revolucionária. Empreendeu-se, assim, o embasamento teórico necessário para a realização do estudo, a partir da consulta a bibliografias anteriores a respeito do desenvolvimento do pensamento sustentável ao redor do mundo, do crescimento dos *green buildings* e dos sistemas de certificações ambientais na construção. Finalmente, foram analisados os critérios dos sistemas LBC e AQUA para a verificação de sua correlação, ou não, em temas similares.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes de pesquisa determinadas estão descritas nos subcapítulos, a seguir:

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A questão de pesquisa é: quais são as similaridades e diferenças na categorização e avaliação de desempenho ambiental das edificações, nas certificações de sustentabilidade *Living Building Challenge* e AQUA?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos de pesquisa estão divididos entre objetivo principal e secundário, definidos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal da pesquisa é o estabelecimento de paralelos, por meio da análise dos critérios de avaliação e de desempenho adotados nos sistemas *Living Building Challenge*, conhecido por seu elevado nível de exigência, em todo âmbito da sustentabilidade, em relação ao sistema AQUA, que se apresenta como um sistema adaptado às condições da realidade brasileira, focado principalmente no conforto, por meio do desempenho ambiental.

2.2.2 Objetivo Secundário

Como objetivo secundário, a pesquisa busca verificar se os critérios estabelecidos no sistema AQUA são realmente adequados e suficientes, em face à realidade brasileira, para desenvolver edifícios mais sustentáveis, utilizando como referência os critérios do *Living Building Challenge*.

2.3 PRESSUPOSTO

É pressuposto desta pesquisa que o *Living Building Challenge* possa ser considerado como referência mundial no quesito sustentabilidade das construções e na formação de edifícios verdes, servindo como *benchmarking* para os outros sistemas de certificações estudados nesta pesquisa.

2.4 DELIMITAÇÕES

A pesquisa delimita-se à verificação dos sistemas de certificação *Living Building Challenge* e AQUA.

2.5 LIMITAÇÕES

A limitação da pesquisa é o estabelecimento de paralelos, por meio de uma análise teórica, entre os dois sistemas de certificação estudados, sem que algum caso prático específico seja analisado.

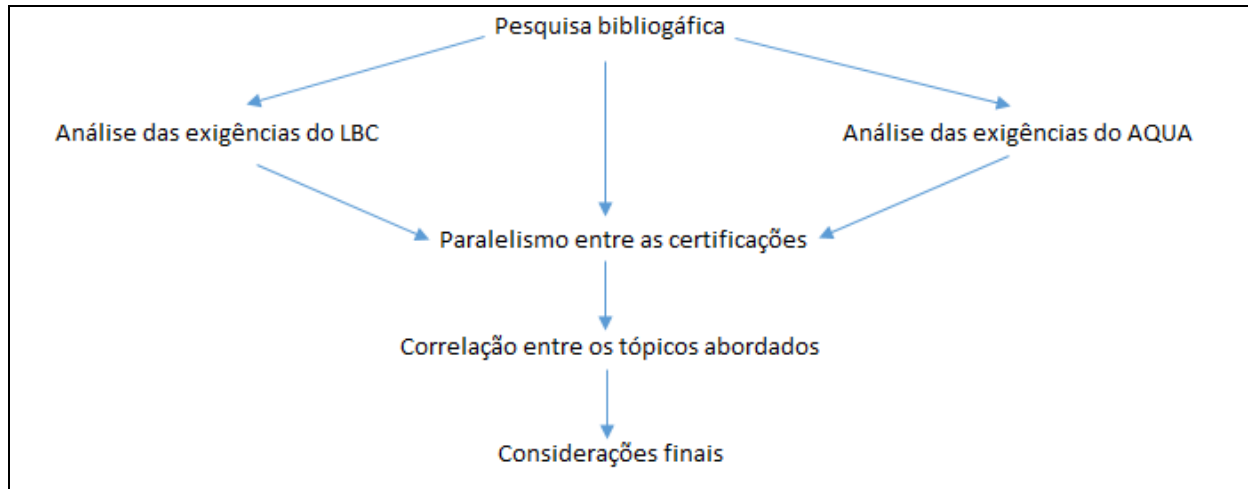
2.6 DELINEAMENTO

O estudo foi desenvolvido conforme as seguintes etapas, que estão detalhadas na figura 1. Cada um dos itens será aprofundado nos próximos parágrafos.

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise das exigências envolvidas no sistema LBC;
- c) análise das exigências envolvidas no sistema AQUA;
- d) estabelecimento de paralelos entre as exigências dos dois sistemas;
- e) análise de correlação entre os tópicos abordados;
- f) considerações finais.

É apresentado, na figura 1, o diagrama das etapas realizadas no trabalho, e o detalhamento de cada uma delas é realizado nos itens que seguem.

Figura 1 – Diagrama das fases de pesquisa do estudo



(fonte: elaborada pelo autor)

Na etapa de **pesquisa bibliográfica** foi realizada a revisão de estudos e artigos relacionados ao tema sustentabilidade, que serviram como suporte de conhecimento para a compreensão dos assuntos apresentados nas certificações analisadas. Nessa fase, ainda foi verificada a evolução das preocupações da sociedade, relativamente aos impactos causados ao meio ambiente, e as medidas elaboradas para tentar contornar esse problema, tanto no cenário global, como na construção civil.

Na seguinte etapa foram **analisados os tópicos**, as exigências e as estruturas adotadas nos sistemas de certificação ambiental LBC e AQUA. Nela, foram estudadas as peculiaridades e características desses sistemas de avaliação de desempenho ambiental.

Na etapa de **estabelecimento de paralelos entre os dois sistemas**, foram analisadas as exigências abordadas em cada uma das metodologias, de forma tal que os temas similares pudessem ser comparados. Deste modo, assuntos que possuíssem um mínimo de paralelismo ou correspondência entre si foram analisados segundo a mesma visão.

A etapa de **correlação dos tópicos abordados** serviu como tentativa de correlacionar os itens comparados na etapa anterior. Assim, foi possível verificar, de modo mais geral e visual, quais os temas do sistema de avaliação AQUA mais se aproximam aos do LBC, tanto em termos de exigências específicas, como nos assuntos tratados.

Por último, nas **considerações finais**, após a análise em conjunto dos dois sistemas de certificação, é apresentada a observação dos resultados encontrados e a conclusão sobre a utilidade e viabilidade de aplicação desses sistemas na indústria da construção civil.

3 SUSTENTABILIDADE

O tema referente à sustentabilidade é muito amplo e pode ter um enfoque diferente, dependendo da área analisada. Como o presente estudo está direcionado ao setor da construção civil, os assuntos relacionados ao desenvolvimento sustentável abordados buscam o entendimento do conceito aplicado, principalmente no que se refere a este setor. Assim, este capítulo apresenta uma seção com o contexto geral sobre a noção de sustentabilidade e seu histórico ao redor do mundo, e outra, com a evolução da construção sustentável e da concepção de edifícios verdes ou *green buildings*.

3.1 HISTÓRICO DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS

A busca por melhores condições de vida tem acelerado o consumo de recursos naturais, desde o início da industrialização. Entretanto, com as limitações de quantidade desses recursos e com as mudanças climáticas já perceptíveis no planeta, há a necessidade de adoção de práticas mais sustentáveis (MOTTA, 2009). Segundo John *et al.* (2001, p. 2), “[...] a indústria da construção e seus produtos consome aproximadamente 40% da energia e dos recursos naturais e gera 40% dos resíduos construídos por todo o conjunto de atividades humanas”. A grande utilização de matérias primas, que vem acompanhada do avanço econômico, é um dos principais fatores que tem resultado em maior impacto ambiental (JOHN *et al.*, 2001).

A preocupação com questões sustentáveis e com a adoção de estratégias que garantam o desenvolvimento social, econômico e ambiental vem desde o término da II Guerra Mundial. O conhecimento sobre o efeito de gases poluentes e seu impacto na camada de ozônio, assim como a percepção dos danos que a atividade humana causa ao seu redor, alterou a visão sobre a influência do homem no meio-ambiente (FOSSATI, 2008). Assim, a partir da década de 1970, com a crise do petróleo, as discussões sobre questões ambientais se tornaram mais constantes, com a busca por fontes energéticas não poluentes (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010).

A constatação de que o modo como a sociedade se desenvolvia estava acabando, de forma acelerada, com os recursos naturais disponíveis no planeta fomentou a realização de debates

ao redor do mundo, a fim de discutir o futuro do desenvolvimento ambiental. Segundo Fossati (2008), as principais convenções internacionais realizadas com o objetivo de discutir sobre essas questões foram a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985), o Protocolo de Montreal (Montreal, 1987), a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92 (Rio de Janeiro, 1992), a Conferência das Nações Unidas (Istambul, 1996) e o Protocolo de Kyoto (1997).

Na conferência de Estocolmo, a preocupação com as gerações futuras devido ao consumo exagerado, nas maiores potências do mundo, e com os danos ambientais relacionados ao crescimento populacional sem controle, nos países menos afortunados, começa a ser discutida. Esse debate público representou uma mudança de paradigma em relação à antiquada concepção de que os recursos naturais eram infinitos e de que o planeta poderia sustentar as necessidades humanas a qualquer custo, para sempre (MOTTA, 2009).

Dentre as conferências de maior importância, destaca-se a *United Nation Conference on Environment and Development* (UNCED), realizada pela ONU, no Rio de Janeiro, em 1992, que ficou conhecida como ECO-92. Com a presença de 108 chefes de Estado, esse encontro teve por objetivo desenvolver soluções para conservar os recursos globais e atenuar as diferenças existentes entre os países mais ricos e os em desenvolvimento, de forma consensual. Enquanto os países mais ricos, que já haviam passado por uma fase de evolução acelerada, desejavam construir um ambiente mais saudável, com a adoção de políticas sustentáveis, os países em desenvolvimento, que ainda dependiam de uma exploração mais exagerada de recursos naturais para alcançarem rápido crescimento, não comungavam desta mesma visão de necessidade de preservação. O resultado dessa conferência foi a estruturação do documento “Agenda 21”, que estabelece estratégias que objetivam o desenvolvimento sustentável. Cada país elabora sua Agenda 21, sendo o governo o agente responsável pela sua implementação em toda a sociedade, visando a um padrão de sustentabilidade social, econômica e ambiental, por meio de políticas públicas (MOTTA, 2009).

Enquanto a preocupação de muitas das conferências anteriores estava mais relacionada ao esgotamento de recursos, no final da década de 1990, o Protocolo de Kyoto começa a demonstrar o cuidado mundial com outros aspectos ambientais. Nele, os países aderentes se comprometem a reduzir suas emissões de gases, a partir do final da década de 2000, de modo

que o aumento da industrialização deixe de representar também um aumento dos danos ambientais ligados à emissão de gases (MOTTA, 2009).

A publicação da Agenda 21, realizada em 1999, apresenta um relatório com os principais desafios relativos ao desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil, dentre eles: gerenciamento e organização; aspectos de edifícios e produtos de construção; e consumo de recursos. Entretanto, segundo John *et al.* (2001, p. 2), “[...] a maior parte das contribuições para esta publicação veio de países desenvolvidos, de forma que muitos aspectos, desafios e soluções delineados eram próprios apenas para países desenvolvidos”. Nesse documento, o tópico relacionado à construção sustentável apresenta uma nova estratégia de preservação ambiental, focando não só no produto final da construção, a edificação, mas em todas as relações envolvidas, desde a extração de matérias primas, redução da poluição e de consumos, utilização de materiais que não sejam tóxicos para o meio ambiente, até elementos como a saúde dos operários (ISOLDI, 2007).

Apesar de ser uma grande conquista no ramo da sustentabilidade, as críticas ao documento “Agenda 21” referem-se ao fato de ele ser aplicável apenas em países que se encontram em um estágio econômico maduro. Entretanto, cada país apresenta peculiaridades culturais, sociais e econômicas, que modificam a visão de construção ecológica, sendo necessário que a Agenda 21 de cada um desses locais seja adaptada à sua realidade. Com a incorporação de elementos socioeconômicos e culturais no documento de cada país, é possível elaborar soluções mais adequadas de desenvolvimento sustentável em diferentes regiões. O impacto ambiental de uma construção está diretamente relacionado ao somatório dos impactos ambientais de cada um dos processos nela envolvidos, um influenciando no outro, havendo a necessidade de um controle eficiente do sistema como um todo (JOHN *et al.*, 2001).

3.2 GREEN BUILDINGS E A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

As primeiras tentativas de sistemas para o desenvolvimento de edificações de alto desempenho ambiental na construção civil emergiram a partir da década de 90. É possível citar, como principais metodologias de avaliação ambiental que surgiram nessa época, o método BREEAM, no Reino Unido, sucedido pelo sistema HQE, na França, e posteriormente pelo LEED, nos Estados Unidos (REED *et al.*, 2009 *apud* SALGADO *et al.*, 2012). Silva, Silva e Agopyan (2003) sugerem que é possível verificar, no cenário europeu contemporâneo,

uma aderência a métodos de avaliação da performance ambiental de suas construções, não estando limitada às principais potências da atualidade, como Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong. As metodologias podem ser divididas informalmente entre aquelas voltadas para a fácil aceitação do mercado, geralmente mais simples e associadas a alguma certificação de desempenho, e aquelas com maior embasamento científico, voltadas à pesquisa e ao desenvolvimento de novos sistemas, com o objetivo de extrair a máxima performance das edificações (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

Segundo Silva (2003), a ausência de métricas para avaliação do desempenho ambiental das construções evidenciou a necessidade da elaboração de métodos para mensurar o nível de sustentabilidade dos projetos. Os sistemas de certificação ambiental configuram, desta forma, uma tentativa de aumentar a performance sustentável de novos empreendimentos e de edificações já estabilizadas.

Nesse cenário, Silva (2003, p.33) contextualiza a definição de *Green Buildings*:

A expressão Green Building foi então cunhada para englobar todas as iniciativas dedicadas à criação de construções mais duráveis; que utilizem recursos de maneira eficiente, que sejam confortáveis e adaptem-se às mudanças nas necessidades dos usuários; e que possam ser desmontadas para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem.

As construções sustentáveis são baseadas nos três pilares que representam a sustentabilidade, integrando questões ambientais, sociais e econômicas. O tema ambiental considera aspectos relacionados ao uso eficiente de recursos, redução da poluição, eficiência energética e proteção da biodiversidade. Já o tema social está ligado ao relacionamento com comunidades locais, enquanto o tema econômico objetiva o aumento da produtividade e o acompanhamento do desempenho contra as metas definidas. As metodologias que melhor conseguem englobar os critérios envolvendo esses três temas são as que certificam construções mais sustentáveis (SALGADO; CHATELET; FERNANDEZ, 2012).

Os sistemas de avaliação de edifícios verdes se moldam na tentativa de avaliar a performance sustentável local dos empreendimentos. Assim, as diferenças entre as metodologias se dão no enfoque exposto por cada uma delas, ou verificando o desempenho ambiental das características físicas do edifício, ou priorizando a análise sustentável de todos os processos envolvidos na construção de um empreendimento. Essas peculiaridades são mais perceptíveis

se comparados os modelos de avaliação de países desenvolvidos com os de países emergentes, pois intentam resultados diferentes. Os países desenvolvidos, que já atingiram uma qualidade de vida adequada, buscam reduzir os impactos ambientais e o consumo de recursos, enquanto os países emergentes têm por pretensão atender às necessidades básicas da população. Por isso, o conceito de edificações verdes pode ser diferente dependendo da realidade em questão, em que o objetivo deve ser atingir um progresso que atenda às necessidades básicas humanas, minimizando os danos ambientais (FOSSATI, 2008).

O crescente interesse em avaliar o desempenho ambiental de novos projetos ou de construções já estabelecidas, de modo a se tornarem “edifícios verdes” futuramente, é percebido pelos métodos de certificação existentes. Entretanto, essa evolução ainda ocorre de forma extremamente lenta, pois depende das demandas do mercado, em que os requisitos normativos para o atendimento de altos padrões são baixos e sem incentivo para que as empresas melhorem a performance de suas construções. A própria ausência de avaliação de forma simplificada por parte de seus ocupantes faz com que não seja possível verificar o que é considerado um elevado patamar de qualidade das edificações e comparar com diferentes empreendimentos. A evolução pode ocorrer com o aumento da competitividade no setor e o esforço em se atingir desempenhos ambientais sustentáveis de alta performance, de modo a se diferenciar da concorrência e tornar os benefícios perceptíveis para o público em geral (SILVA, 2003).

4 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo serão abordados os principais sistemas de avaliação ambiental existentes na construção. As certificações *Living Building Challenge* e AQUA, assim como seus critérios, serão abordadas a seguir, por constituírem o principal objeto de estudo da presente pesquisa.

4.1 HISTÓRICO DAS CERTIFICAÇÕES

A primeira metodologia criada para avaliação do desempenho ambiental e da sustentabilidade das edificações foi a *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), que serviu de inspiração para muitas das novas certificações ambientais voltadas ao mercado. Ela foi apresentada em 1990, no Reino Unido, com o processo avaliativo feito por meio de um sistema de pontuação, na forma de *checklist*, em que profissionais credenciados junto ao BREEAM verificam o cumprimento dos padrões mínimos de desempenho estabelecidos para o ganho da pontuação (FOSSATI, 2008).

Dentre as metodologias que surgiram inspiradas no BREEAM, destacam-se o *Green Building Challenge* (GBC), em 1996, no Canadá; o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), em 1999, nos EUA; o *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE), em 2002, no Japão; e o *Haute Qualité Environnementale* (HQE), em 2005, na França (GORON, 2010).

O GBC surge como um sistema de avaliação inovador por considerar as peculiaridades de cada país, realizando uma comparação com indicadores de desempenho de referência diferentes para cada local para atribuição das pontuações. A sua maior diferença em relação aos outros sistemas se dá pela ausência de uma classificação de desempenho vinculada a um sistema de certificação, tendo foco no fornecimento de dados para análise comparativa e estudo do desempenho ambiental (SILVA, 2003).

Por sua vez, o LEED é um sistema de avaliação que apresenta uma série de pré-requisitos, com pontuação ponderada com base no impacto ambiental e na saúde humana, para cada item, visando certificar edifícios verdes. Dependendo do número de créditos conquistados,

sendo 100 a pontuação máxima, o empreendimento pode se enquadrar em algum dos quatro níveis de classificação do sistema (Certificado, Prata, Ouro e Platina). Apesar de ser um sistema pensado para as características dos Estados Unidos, não levando em consideração as diferenças climáticas e construtivas de cada local, a certificação é uma das mais difundidas mundialmente, graças à sua estrutura simples e compreensível e aos investimentos feitos nessa metodologia. O LEED é, inclusive, aplicado em diversos edifícios comerciais, nas maiores cidades do Brasil (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010).

O sistema francês HQE foi lançado com o objetivo de aprimorar o desempenho ambiental das edificações, em aspectos que levavam em conta a gestão da qualidade ambiental dos empreendimentos. Nesse sistema, a verificação da qualidade ambiental é dividida em recomendações e critérios ambientais, que devem ser cumpridos, dependendo do objetivo a ser alcançado. As quatro categorias mencionadas, das quais se derivam as subcategorias e exigências da metodologia, são: a ecoconstrução; a ecogestão, com o controle de energia, água, resíduos de obra e manutenção; o conforto, envolvendo o conforto térmico, acústico e visual; e a saúde, envolvendo a preocupação com a qualidade da água e do ar (SALGADO; CHATELET; FERNANDEZ, 2012).

O sistema AQUA, adaptado à realidade brasileira, dispõe de uma metodologia que se fundamenta nos padrões estabelecidos no HQE, com modificações que objetivam à aplicabilidade adequada ao Brasil. O *Living Building Challenge* é outro sistema de avaliação ambiental cuja aplicação vem crescendo mundialmente devido ao seu nível elevado de exigência e consequente qualidade dos projetos certificados, abordando temas que vão além da qualidade ambiental. Esses dois sistemas, por se tratarem do objeto de estudo da pesquisa, serão comentados mais detalhadamente a seguir, visando propiciar a realização da análise de duas abordagens e metodologias diferentes, com aplicação em realidades distintas.

4.2 *LIVING BUILDING CHALLENGE*

A ideia do *Living Building Challenge* surgiu na década de 1990, com os esforços de produzir o projeto mais sustentável do mundo: o EpiCenter, em Bozeman, Montana. Os estudos de soluções tecnológicas para esse projeto ajudaram a criar as primeiras bases de requerimentos do que acabaria se tornando o *Living Building Challenge*. Em 2006, após a realização de estudos de viabilidade econômica dos *Living Buildings*, a primeira versão do LBC é moldada

para entrega ao *Cascadia Green Building Council* (Conselho de Edificações Sustentáveis de Cascadia - CGBC), para, apenas alguns meses depois, ser lançada oficialmente ao público.

Em 2007, a segunda versão do *Living Building Challenge* é apresentada, melhorando os requerimentos do programa e demonstrando como aplicar os diversos imperativos do desafio. Em 2009, com o aumento do interesse global pelo programa, o CGBC decide fundar o *International Living Building Institute*, com a intenção de criar uma instituição com condições de gerir o *Living Building Challenge* e seus programas auxiliares. Os primeiros projetos foram certificados em 2010 e elevaram os edifícios verdes a um novo patamar. Já em 2014, é lançado o LBC 3.0, fortalecendo alguns critérios e adicionando outros ao programa.

Até 2019, 105 projetos foram certificados e mais de 500 estão registrados, representando vários tipos de edificações ao redor de quase todas as zonas climáticas do planeta. A versão atual do programa, o *Living Building Challenge 4.0*, está embasada na ideia de escalar o programa, tornando a certificação mais globalizada e aplicável por qualquer pessoa que tenha interesse em utilizá-la (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

No viés ambiental e social da sustentabilidade, o LBC tem como ideal do programa que as edificações construídas se identifiquem com as características de sua região, que gerem sua própria energia com recursos renováveis, que capturem e tratem toda a água utilizada e que operem eficientemente, visando atingir, até mesmo, critérios mais subjetivos, como a máxima beleza de seus empreendimentos. O objetivo de desenvolvimento e integração regional dos projetos é observado no anseio, por parte do programa, de que cidades ou campus universitários compartilhem recursos entre as construções da região; cultivem alimentos; e operem sem dependência de combustíveis fósseis para a locomoção, mediante uso de meios de transportes menos impactantes. O desafio pretende, ainda, que a plena sustentabilidade atinja casas, ambientes de trabalho, vizinhanças, vilarejos, cidades, e não apenas edifícios comerciais, criando ambientes socialmente justos, culturalmente ricos e sustentáveis ecologicamente (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

A tarefa mais difícil do programa é modificar o pensamento atual sobre as construções, alcançando a meta de impactar positivamente a sociedade humana e definindo medidas avançadas de desenvolvimento para que se atinjam soluções ótimas na construção que

envolvam os três pilares da sustentabilidade. Independentemente do lugar, o LBC fornece estrutura para que projeto e construção mantenham uma relação benéfica com as comunidades e a natureza, sendo uma iniciativa que, se aplicada mundialmente, pode contribuir com o desenvolvimento sustentável da sociedade. Os projetos que atingem o status de *Living Buildings* ajudam a moldar o futuro da região em que estão inseridas, pois são restauráveis, regeneráveis ou operam com baixo impacto ambiental (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Quanto aos requisitos e objetivos do programa, os mesmos são apresentados com base em uma analogia com uma flor, em que o conjunto das macro áreas de desempenho do desafio a serem atingidas são comparadas a sete pétalas. Cada pétala é subdividida em imperativos, que apresentam as exigências solicitadas em relação aos projetos e podem ser aplicados em qualquer lugar do mundo. As categorias representadas pelas pétalas são: **local, água, energia, saúde e felicidade, materiais, igualdade e beleza**. Para atingir o status de *Living Building*, é necessário cumprir o total de 20 imperativos do programa, identificados no quadro 1, que são desenvolvidos, não como uma forma de *checklist* usual de outros sistemas de certificação de desempenho ambiental, mas, sim, com base no alto desempenho de cada um desses imperativos. A alta performance não é atingida apenas minimizando os impactos ambientais negativos, mas também causando impactos ambientais positivos, caracterizando um projeto sustentável. Desde seu início, em 2006, o *Living Building Challenge* já inspirou inúmeros projetos ao redor do mundo. Até abril de 2019, 563 projetos já haviam sido registrados em 29 países (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Quadro 1 – Pétalas e imperativos do LBC

Pétala	Imperativo
1. Lugar	1.1 Ecologia do lugar
	1.2 Agricultura urbana
	1.3 Mudança do habitat
	1.4 Vida em escala humana
2. Água	2.1 Uso responsável da água
	2.2 Fluxo positivo de água
3. Energia	3.1 Energia + redução de carbono
	3.2 Fluxo positivo de carbono
4. Saúde e felicidade	4.1 Ambiente interior saudável
	4.2 Performance do ambiente interior
	4.3 Acesso à natureza
5. Materiais	5.1 Materiais responsáveis
	5.2 Lista vermelha
	5.3 Indústria responsável
	5.4 Procedência econômica viva
	5.5 Fluxo positivo de resíduos
6. Igualdade	6.1 Acesso universal
	6.2 Inclusão
7. Beleza	7.1 Beleza + biofilia
	7.2 Educação + inspiração

(fonte: elaborada pelo autor)

Um dos diferenciais do *Living Building Challenge* é que, para alcançar os objetivos da certificação, as edificações devem ser avaliadas com base em sua performance atual, e não com base no desempenho projetado ou passado. Os projetos devem operar cumprindo os requisitos dos imperativos de forma positiva por, pelo menos, doze meses consecutivos, sendo auditados em cada um dos itens, durante esse intervalo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Como o LBC é aplicável para diferentes tipos de projetos, desde novas construções e reformas até parques e estradas, o programa divide as edificações em 4 tipologias principais. Cada uma

das tipologias possui um requerimento mínimo, de diferente cumprimento dos imperativos. A seguir, são apresentadas as quatro tipologias consideradas pelo sistema, com uma breve descrição de cada uma:

- a) **Novas construções:** para qualquer projeto que envolva a construção de uma nova edificação;
- b) **Construções existentes:** para qualquer projeto que altere o entorno ou os principais sistemas de uma edificação;
- c) **Interiores:** para qualquer projeto que não altere o entorno ou os principais sistemas de uma edificação;
- d) **Paisagismo ou infraestrutura:** para qualquer projeto que não inclua uma estrutura anexa, como parte do seu programa principal. Podem ser parques, estradas, pontes, praças ou instalações esportivas.

Para novas construções, todos os vinte imperativos das sete pétalas são requeridos para atingir a certificação, o que torna o programa mais exigente se comparado a outras metodologias. Para construções existentes, os imperativos de Ecologia do Local, Vida em Escala Humana e Acesso Universal não são necessários, a depender do escopo do projeto, enquanto os demais são obrigatórios. Os imperativos Ecologia do Local, Agricultura Urbana e Fluxo Positivo de Água não são requeridos para projetos de interiores, enquanto os demais são obrigatórios; com os imperativos Vida em Escala Humana e Acesso Universal, o atendimento exigido irá depender do escopo do projeto. Já, para projetos de paisagismo e infraestrutura, os imperativos Agricultura Urbana, Vida em Escala Humana, Ambiente Interior Saudável, Performance do Ambiente Interior e Acesso à Natureza não são aplicáveis, enquanto o atendimento ao imperativo Acesso Universal depende do escopo do empreendimento (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Após a conclusão da construção dos projetos, e serem auditados durante um período de doze meses quanto ao alto desempenho necessário, a instituição oferece alguns caminhos diferentes para a certificação, dependendo dos objetivos do projeto. Dentre as mais básicas estão: a certificação *Zero Carbon Certification* (Certificação Zero Carbono), que é outorgada a edificações neutras em carbono e com eficiência energética de primeira linha; e a *Zero Energy Certification* (Certificação Zero Energia), outorgada a edificações com eficiência energética, que se destaquem a nível mundial e apresentem características que nos encaminhem para um futuro livre de combustíveis fósseis. Há, também, a *Core Green Building Certification*, que é

outorgada a edificações que respondem às mudanças climáticas, com alto desempenho, para o que é requerido o cumprimento de todos os imperativos principais, ou imperativos “*Core*” (Ecologia do Lugar, Vida em Escala Humana, Uso Responsável da Água, Redução de Energia + Carbono, Ambiente Interior Saudável, Materiais Responsáveis, Acesso Universal, Inclusão, Beleza + Biofilia, Educação + Inspiração).

Dentre as certificações de mais alto padrão está a *Living Building Challenge Petal Certification*, sendo necessário o atendimento a todos imperativos *Core*, anteriormente citados, mais os imperativos restantes para completar a pétala da água (Fluxo Positivo de Água), da energia (Fluxo Positivo de Energia) ou a pétala dos materiais (Lista Vermelha, Indústria Responsável, Procedência Econômica Viva, Fluxo Positivo de Desperdício). Portanto, essa certificação representa projetos extremamente sustentáveis, porém especializados em apenas uma das pétalas apresentadas. Por último, está a certificação de maior grau de exigência, a *Living Building Challenge Living Certification*, que identifica os empreendimentos que conseguem influenciar positivamente suas regiões e que cumprem o papel social, ambiental e econômico, para o que é necessário atingir todos os 20 imperativos do desafio (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O programa ainda divide as áreas de cada projeto conforme o contexto e local em que o mesmo está inserido, os denominados “transectos”. Estes são subdivididos em 6 tipologias: o primeiro transecto agrupando áreas naturais preservadas, com desenvolvimento limitado para preservação do habitat, variando de zonas rurais e vilarejos, até o transecto de número 6, que abrange os grandes centros urbanos. O objetivo dessa divisão é planejar os benefícios e padrões de desenvolvimento e performance específicos para diferentes realidades, já que cada transecto possui características únicas e seus desenvolvimentos se dão de formas distintas. O desafio também incentiva as regiões suburbanas a se tornarem áreas urbanas de maior densidade populacional, e vilarejos a alcançar melhor infraestrutura, que proporcione crescimento sustentável e contribua com a região, sem prejudicar o ecossistema e seus habitantes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O presente estudo considera apenas a certificação de mais alto padrão do programa, a *Living Building Challenge Living Certification*, em que os 20 imperativos são obrigatórios para atingir a certificação. Como a pesquisa visa a uma comparação com o sistema AQUA, aquela certificação serve como parâmetro ideal de nível de sustentabilidade a ser atingido.

4.3 AQUA

O sistema de certificação ambiental AQUA-HQE é uma metodologia internacional da construção sustentável, inspirada na metodologia francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*, aplicada no Brasil pela Fundação Vanzolini. O processo AQUA-HQE foi lançado em 2008, com o objetivo de estimular avanços em sustentabilidade nas construções brasileiras. Essa metodologia possui o diferencial de ser um processo adaptado à realidade brasileira, considerando fatores como a cultura, clima, normas técnicas e regulamentação presentes no Brasil, que se encontra em constante modificação, visando sempre atingir uma melhora de desempenho das edificações (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

A inspiração no modelo francês ocorre devido a sua pontuação, baseada em desempenho. No AQUA, as edificações não são pontuadas apenas pela utilização de determinada técnica ou material considerado sustentável, e, sim, pela melhoria de desempenho que isso possa acarretar. Desse modo, mesmo que um empreendimento apresente características econômicas únicas de utilização de um sistema inovador ambientalmente favorável, como a utilização de placas solares, por exemplo, essa solução só será considerada viável dependendo da dimensão do empreendimento. Assim, o sistema é focado, principalmente, na performance, a fim de garantir a flexibilidade e adaptabilidade necessárias a cada projeto, porém, sem perder seu viés sustentável (MARTINS, 2009).

Segundo o “Guia prático do referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício”, o processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é definido como:

[...] um processo de gestão de projeto que visa controlar os impactos de um empreendimento novo ou de reabilitação no ambiente externo, assim como no conforto e na saúde dos usuários, por meio do controle dos processos operacionais, ligados às fases de pré-projeto, concepção e execução. Este procedimento visa alcançar a Qualidade Ambiental do Edifício. (FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018a, p. 35).

A certificação é obtida mediante a avaliação de desempenho em dois processos que fazem parte do AQUA-HQE, sendo eles: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE). Esses dois referenciais tentam avaliar a eficiência ambiental de um empreendimento, por meio de uma coordenação organizada e exigente que contemple a gestão ambiental e os aspectos técnicos de cada projeto. O primeiro avalia o processo de gerenciamento ambiental implementado pelo

empreendedor, enquanto o segundo avalia o desempenho ambiental relativo à concepção do projeto e aos processos construtivos adotados. É o SGE que informa as soluções adotadas no empreendimento e como serão executadas, a fim de cumprir as exigências da QAE.

A aplicabilidade do sistema AQUA é possível em qualquer etapa da realização de um empreendimento. As fases contempladas pela certificação são: as de pré-projeto, a qual destina-se à elaboração do programa de necessidades; de projeto, na qual é desenvolvida a concepção arquitetônica da edificação; e de execução, em que são efetivamente construídos os empreendimentos. A certificação é concedida pela Fundação Vanzolini, que faz três auditorias presenciais durante o desenvolvimento de cada uma das etapas supracitadas, para verificar o atendimento aos critérios de sustentabilidade (FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018a).

A implementação do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) é diferente para cada empreendimento, dependendo da complexidade de cada projeto. Nele, devem ser demonstradas as medidas definidas para atingir as expectativas almeçadas, bem como toda documentação necessária. O SGE é um instrumento de processo de qualidade que auxilia na obtenção do desempenho ambiental esperado. É necessário que todas as atividades de tomada decisão, e eventuais modificações, sejam formalizadas e devidamente explicadas.

Apesar de demandar alta dedicação, tempo e investimento, o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) promove maior controle ao empreendedor sobre o projeto, incentivando estudos iniciais no local de implantação e análises de custos, o que possibilita a antecipação de dificuldades. Além disso, assegura a adequação do perfil construtivo da edificação com as exigências ambientais desejadas, tanto na parte de implementação e funcionamento, quanto na parte de gestão. O SGE facilita a organização e a consequente integração entre as partes envolvidas no projeto, a tomada de decisão e a constante evolução do sistema (FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018a).

Já a avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) se divide em 14 categorias, distribuídas em quatro famílias principais relativas a cada tópico analisado. A QAE representa as características que devem ser satisfeitas, relacionadas às exigências de controle de impactos ao ambiente externo e à formação de um ambiente interno que promova o conforto e a saúde

das pessoas (FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018a). O quadro 2 apresenta as 14 categorias, classificadas de acordo com suas respectivas famílias de Certificação.

Quadro 2 – Famílias e categorias da certificação AQUA

Família	Categoria
Energia	4. Energia
Meio Ambiente	1. Edifício e seu entorno
	2. Produtos, sistemas e processos construtivos
	3. Canteiro de obras
	5. Água
	6. Resíduos
	7. Manutenção
Saúde	12. Qualidade dos espaços
	13. Qualidade do ar
	14. Qualidade da água
Conforto	8. Conforto higrotérmico
	9. Conforto acústico
	10. Conforto visual
	11. Conforto olfativo

(fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018b, adaptado pelo autor)

Cada uma das 14 categorias pode ser avaliada em três diferentes níveis de desempenho: o **nível base**, que representa os pré-requisitos mínimos de cada categoria para obtenção do certificado, e os **níveis de boas práticas e melhores práticas**, alcançados pelo atingimento de um percentual de pontos, em relação ao conjunto de pontos aplicáveis à categoria. O nível de melhores práticas representa os máximos níveis de desempenho constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, sendo importante que se mantenham alcançáveis. Cada categoria apresenta exigências diferentes para a obtenção dos níveis, considerando-se a porcentagem de pontos aplicáveis necessária e respeito ao nível base, que é variável, conforme exemplificado na figura 2, para a categoria número 6:

Figura 2 – Exemplo de avaliação de uma categoria do sistema AQUA

CATEGORIA 6	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito aos BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito aos BASE E ≥ 40% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito aos BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS

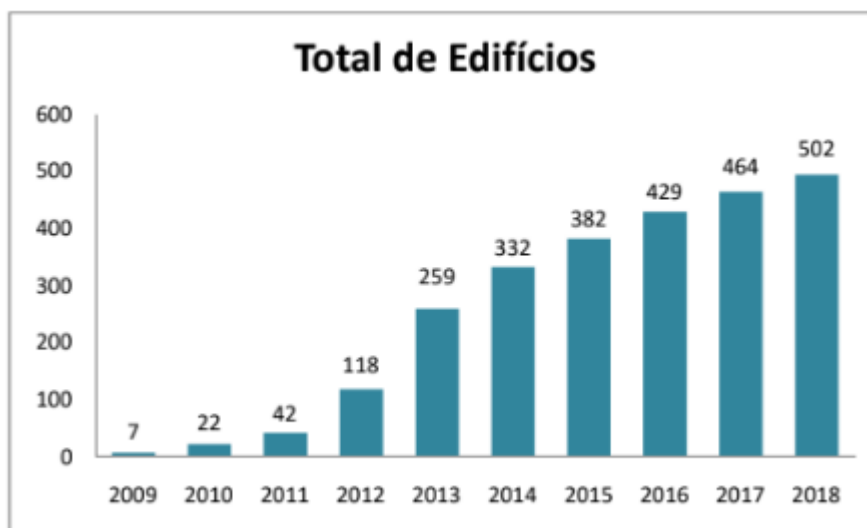
(fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY, 2018b, p. 27)

Um diferencial do sistema é que os critérios não podem ser simplesmente ignorados, para focar em apenas determinada área, pois, para adquirir o certificado, é necessário comprovar, pelo menos: o **nível base**, em sete categorias; o **nível de boas práticas**, em quatro categorias; e o **nível de melhores práticas**, em três categorias. Assim, o desempenho mínimo, do ponto de vista técnico de conforto, funcionalidade e economia, principais enfoques da metodologia, é garantido em todos os temas, sendo passível de escolha por parte do empreendedor somente em quais categorias serão alcançados os níveis de maiores de exigências, conforme os objetivos e interesse do empreendedor (MARTINS, 2009).

Desde o seu lançamento, o sistema AQUA vem multiplicando-se consideravelmente e, ao final de 2018, já contava com 502 edifícios certificados, por todo Brasil, conforme a figura 3. A referida figura apresenta um crescimento acelerado até 2018, mas após este ano o crescimento é acentuadamente declinante. Esse crescimento demonstra a intensificação da competitividade no setor da construção e da preocupação com questões sustentáveis e ambientais. Com o aumento da divulgação da certificação e o reconhecimento da adaptabilidade do sistema à realidade brasileira, esse número tende a evoluir. Entretanto, apesar de já existirem edifícios certificados em vários estados brasileiros, conforme a figura 4, a concentração dessas construções ocorre, principalmente, em São Paulo e no Rio de Janeiro, com 324 e 73 edifícios certificados, respectivamente. Em Santa Catarina, por exemplo, há apenas dois edifícios certificados, confirmando a centralização do sistema. O desafio atual é

tornar o sistema AQUA ainda mais difundido no Brasil e promover um maior número de edificações sustentáveis por todo o país, e não apenas nos principais polos do Sudeste (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

Figura 3 – Crescimento do número de edifícios AQUA certificados no Brasil



(fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015)

Figura 4 – Estados do Brasil com edifícios AQUA certificados



(fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015)

5 PARALELISMO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS

Nos itens deste capítulo serão apresentadas as pétalas do *Living Building Challenge*, abordando seu tema e objetivo principal, assim como seus respectivos imperativos e os critérios adotados em cada um deles. Com as informações obtidas nos imperativos, é realizada a análise das exigências adotadas no AQUA, com o agrupamento de suas subcategorias em assuntos semelhantes e que estejam correlacionados com os imperativos. Assim, pretende-se estabelecer uma comparação das exigências adotadas nas duas certificações, verificadas em bases similares.

5.1 PÉTALA DO LUGAR

A primeira pétala do *Living Building Challenge 4.0* é a Pétala do Lugar, que tem por intenção modificar a visão de como o homem se relaciona com o ambiente em que vive. Essa pétala abrange temas que relacionam as comunidades com o meio em que se encontram, apresentando onde é aceitável construir, como proteger e restaurar um local que já esteja desenvolvido, e como incentivar a locomoção, sem uso de automóveis prejudiciais ao ambiente. Também, considera que as comunidades do local de projeto devam ser abastecidas por uma rede de agricultura voltada à região, visando o consumo local de alimentos frescos.

O crescente desenvolvimento das cidades ao redor do globo tem alterado a natureza de várias regiões, restando poucos locais naturais que ainda não estejam modificados. A alta densidade populacional nos centros urbanos impossibilita a capacidade das comunidades de se alimentarem de uma forma sustentável, o que gera impactos com transportes, que, por sua vez, resultam em poluição. O uso de automóveis que utilizam combustíveis fósseis causa enormes danos ao clima global, e, assim, alternativas, como carros elétricos e bicicletas, além do incentivo ao uso de transporte público e compartilhamento de caronas, são algumas das soluções identificadas nesta *pétala*, para minimizar os danos comentados.

Dentre as barreiras encontradas na área, o comportamento humano é a principal limitação, visto que o crescimento populacional aumenta a pressão por desenvolvimento, estimulando as pessoas a ocuparem áreas ainda não ocupadas. Ao ocorrer de modo inadequado, essa

ocupação acarreta prejuízos ambientais e comportamentos não sustentáveis, o que torna cada vez mais difícil a recuperação do local para uma condição sustentável (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Nos próximos itens são identificados os principais critérios estabelecidos pelo *Living Building Challenge 4.0*, nos imperativos da Pétala do Local, assim como as subcategorias do sistema AQUA que, de alguma forma, se relacionam com os temas mencionados.

5.1.1 Ecologia do Lugar

O imperativo “Ecologia do Lugar” trata de medidas para proteger ambientes conservados ecologicamente e estimular a regeneração sustentável dos locais onde os projetos são construídos. As medidas apresentadas tentam estabelecer uma relação saudável entre as comunidades e o ambiente das novas construções, de modo que os desafios relacionados à construção desenfreada, que visa apenas o lucro sem considerar os danos externos, sejam equacionados adequadamente.

Para cumprir as providências estabelecidas nesse imperativo, é solicitado que os projetos não construam em áreas nativas ainda não exploradas, ou em planícies de inundação, sempre visando preservar os ambientes e os habitats naturais ao máximo. Além disso, também é requisito do imperativo a documentação das informações relativas às condições do local, antes do início da construção, por parte da equipe de trabalho, das características da comunidade da região e do habitat. Isso assegura que o empreendimento seja implementado em harmonia com as peculiaridades do local, possibilitando a manutenção do perfil da região.

O imperativo ainda exige que as edificações tragam possível contribuição positiva à região, mediante melhoria ou recuperação ambiental dos locais em que estão inseridas. As construções ainda devem ser projetadas de modo que seu crescimento ocorra de forma saudável, em concordância com as funcionalidades de seu habitat, com os critérios estabelecidos variando conforme a zona em que estão incluídas, desde aqueles constituindo ambientes naturais preservados e zonais rurais, até os centros urbanos de maior densidade habitacional.

Outros fatores que devem ser considerados pelas equipes que estão implementando cada projeto são os que envolvem as necessidades culturais e sociais das comunidades, e não apenas os aspectos ecológicos dos ambientes, a fim de otimizar o processo de tomada de decisões na fase de *design* do projeto. O cuidado com a criação de um ambiente saudável no longo prazo também é identificado na não aceitação de utilização de fertilizantes ou pesticidas petroquímicos na operação e manutenção da paisagem do local, mesmo que em áreas de agricultura urbana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Comparando com as categorias correspondentes, no sistema AQUA, a que se relaciona de melhor forma com esse imperativo do LBC é a categoria “1.1 Implantação do edifício no terreno, tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável”, que tenta identificar e reduzir os possíveis impactos do empreendimento na comunidade local. Dentre outras exigências que são apresentadas na categoria, que estão mais relacionadas aos imperativos seguintes, o critério do AQUA que trata sobre assuntos similares aos identificados no imperativo “Ecologia do Lugar” do ILFI, é o que leva em consideração a coerência dos empreendimentos com as políticas locais de uso do solo e de desenvolvimento urbano sustentável. Nele é exigida a comprovação da consideração de medidas que considerem os desafios do desenvolvimento urbano sustentável e que otimizem a ocupação do terreno, em sua inserção em um contexto de requalificação urbana. Dessa forma, o objetivo da exigência é assegurar o perfeito gerenciamento dos recursos disponíveis no local do empreendimento, com o intuito de conservar o território e minimizar a exploração em massa.

A manutenção de todas as características iniciais da região de inserção do empreendimento é ressaltada apenas pelo LBC. Nele é observado um alto cuidado relativo à exploração de áreas nativas e às possíveis alterações que a implementação de um novo projeto possa causar. No AQUA, as medidas solicitadas também demonstram preocupação com o desenvolvimento sustentável da região, porém com a apresentação de limitações mais subjetivas, como a mera constatação dos possíveis desafios que possam surgir. A própria exigência de uso racional de recursos, apesar de extremamente importante, é relatada de modo que o empreendedor possa tomar decisões equivocadas sobre o quão sustentáveis são as soluções que vierem ser apresentadas.

Apesar do LBC ser mais exigente quanto a exploração das novas áreas e conservação de grande parte dos terrenos, a metodologia AQUA também demonstra preocupação em restringir os danos à comunidade local, de modo que os impactos aconteçam dentro das premissas de desenvolvimento econômico e social, definidas pelas políticas locais. Entretanto, isso ainda pode criar um viés comercial, visto que muitas das exigências básicas das comunidades não são adequadas ao maior nível de sustentabilidade que é buscado pelo *Living Building Challenge*, por exemplo. Mesmo que a exigência apresentada pelo AQUA esteja longe de ser um ponto negativo, pois também demonstra preocupação com os impactos da implementação de um empreendimento ao local, é observada a flexibilidade que o empreendedor possui nesse sistema. Isso torna a metodologia bem adaptável, contanto que as medidas relatadas pelo empreendedor sejam devidamente avaliadas, a fim de não possibilitar interpretações que não respondam adequadamente às necessidades de cada local de intervenção.

5.1.2 Agricultura Urbana

Este imperativo trata de critérios que estimulem a produção local de alimentos frescos, de forma integrada com a comunidade, visto que, atualmente, a grande maioria dos alimentos conta com a presença de substâncias prejudiciais à saúde humana, incorporados tanto em sua fase de produção, como para a conservação do alimento pelo maior tempo possível. Objetivando contornar esse problema, o imperativo solicita que os projetos reservem uma parcela de sua área para o propósito exclusivo de cultivo de alimentos saudáveis, para suprimentos das necessidades de alimentação da comunidade local. Esse fornecimento deve ocorrer por meio de mercados de agricultores ou de outros produtores locais. A área mínima do projeto dedicada à agricultura, exigida pelo LBC, é descrita no quadro 3.

Quadro 3 – Exigências de área mínima dedicada à agricultura no LBC

Transecto	Porcentagem da área de projeto total dedicada à agricultura	
	Possibilidade 1 (Apenas agricultura)	Possibilidade 2 (Agricultura e acesso a fornecimento de alimentos)
1	5%	2% + fornecimento semanal
2	20%	10% + fornecimento semanal
3	15%	7% + fornecimento semanal
4	10%	5% + fornecimento semanal
5	5%	2% + fornecimento semanal
6	2%	0% + fornecimento semanal

(fonte: INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa)

Os projetos não residenciais ainda devem providenciar acesso à comida para 75% dos moradores do local por, no mínimo, três dias, durante emergências. Já os projetos residenciais devem ter a capacidade de estocar alimento por, pelo menos, duas semanas (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Analisando todas as categorias do AQUA, não é possível encontrar temas que tratem sobre o mesmo assunto do imperativo “Agricultura Urbana”. É perceptível que a maioria dos sistemas de certificação de sustentabilidade atuais não abordam questões relacionadas ao incentivo da produção local de alimentos frescos, visando maior qualidade final do produto. Isso provavelmente decorre do fato de os hábitos de alimentação e processos de produção de comida já estarem enraizados na sociedade. A alta industrialização desses processos e a disseminação dos mercados, que já fornecem o produto final dessa cadeia com extrema facilidade para o consumidor, encobre os problemas que acompanham essa facilidade. Apesar disso, alguns movimentos que identificam o prejuízo dos hábitos alimentares atuais já começaram a surgir, e parecem ter dado o sinal de alerta às comunidades. As feiras de alimentos orgânicos e a crescente busca por alimentos mais naturais e menos modificados são alguns exemplos dessa crescente preocupação.

A abordagem desse tema pelo *Living Building Challenge*, antecipando outros sistemas, demonstra o cuidado diferencial do mesmo, não só com assuntos usuais relacionados diretamente à sustentabilidade na construção, mas também com o incentivo de melhora em processos comuns da sociedade, com o objetivo de tornar o mais saudável possível a relação do homem com o desenvolvimento. Nos projetos do LBC, a necessidade de contínuo

fornecimento de alimentos, mesmo em situações de emergências, destaca o desafio de uma das características mais inovadoras: o desenvolvimento de empreendimentos totalmente autossuficientes.

5.1.3 Mudança do Habitat

Considerando que, atualmente, cada vez mais áreas são ocupadas de forma destrutiva pelos humanos, o imperativo “Mudança do Habitat” do LBC tem por intenção proteger as terras dos prejuízos causados pelo homem na busca por desenvolvimento. O intuito é garantir a perfeita convivência com outras espécies, no ambiente próximo ao do homem.

A fim de atingir os objetivos do imperativo, o programa estabelece que os projetos reservem **uma área equivalente à área total do projeto**, em local afastado de onde o empreendimento será estabelecido, por meio de organizações que administrem terras em conservação ambiental, ou segundo o *Living Future Habitat Exchange*, que é um programa operado pelo *International Living Future Institute*. Esse programa trabalha com organizações de conservação ambiental, com boa reputação, que visam assegurar a preservação de habitats e a manutenção de espécies. A quantidade mínima exigida a ser preservada é de 0,4 hectares, independentemente do tamanho do projeto. Como resultado, a expectativa é de que o desenvolvimento da humanidade ocorra de forma muito mais sustentável, minimizando os impactos causados a outras espécies (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

No sistema AQUA, a categoria que abrange o mesmo foco do imperativo “Mudança do Habitat” é a “1.1 Implantação do edifício no terreno, tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável”, porém em critérios diferentes dos comentados no primeiro imperativo. Nessa categoria, um dos critérios de avaliação é relativo à preservação e melhoria da biodiversidade, em que é atribuída a pontuação, caso o empreendimento seja planejado de forma a minimizar impactos à fauna, como aqueles originários de ruídos e de iluminação, e à flora, com emissão de poluentes. Além disso, as espécies que vierem a ser plantadas devem ter o efeito de reconstituir o habitat do local, melhorando as condições de vida da fauna, e apresentando características complementares entre si. As espécies não devem ser invasivas e devem ser adaptadas ao clima e ao terreno, facilitando sua manutenção.

Outros pontos considerados na categoria 1.1 do AQUA, relacionados ao imperativo em questão, são a valorização da vegetação de espaços externos do terreno, com a apresentação de taxas de vegetação mínimas de: 10% para fachadas; 50% para telhados; e variando de 25% a 50% de área vegetalizada para estacionamentos, que pontuam o empreendimento, se cumpridas. Também é avaliada a existência métodos de conservação e manutenção da vegetação, em que o responsável pelo empreendimento deve especificar os meios estabelecidos para garantir esse objetivo, caso deseje aumentar sua pontuação.

Apesar de não determinar espaços de conservação ambiental do terreno, o sistema AQUA também demonstra uma preocupação com a alteração dos habitats, pela implementação dos empreendimentos, considerando possíveis danos relacionados à fauna e à flora. Essa questão, entretanto, está mais relacionada com a implantação de novas espécies, que não sejam prejudiciais ao ambiente, e não tanto com a preservação do terreno em sua forma nativa, como no LBC. As taxas de vegetação apresentadas, apesar de contribuírem para o empreendimento, muitas vezes podem ter apenas um viés paisagístico, não sendo tão impactantes para o ambiente. O maior benefício dessa questão se torna mais evidente na tentativa de aumentar a infiltração de águas e reduzir o escoamento, e não, necessariamente, na preservação do habitat da região.

5.1.4 Vida em Escala Humana

A movimentação da sociedade em áreas urbanas está fortemente relacionada com os meios de locomoção utilizados, prejudiciais a ela mesma e ao ambiente. Os automóveis movidos a combustíveis fósseis, que causam poluição e superlotam as cidades, são o principal exemplo de alternativa de transporte prejudicial utilizado em grande escala nas cidades. O objetivo do imperativo “Vida em Escala Humana” é modificar a mentalidade de que os automóveis usuais são os únicos meios de transporte eficientes para locomoção nos centros urbanos e, assim, criar comunidades mais saudáveis, segundo um estilo de vida movido à força humana.

Os critérios que os projetos do LBC, com exceção das residências unifamiliares, devem cumprir para atender as exigências do imperativo, são:

- a) construir em uma escala que possibilite e incentive a locomoção pela força humana;

- b) providenciar locais para as pessoas se reunirem e se conectarem com a comunidade;
- c) providenciar locais seguros e protegidos do mau tempo para o armazenamento de veículos movidos à força humana, além de facilidades, como chuveiros e armários, para o incentivo ao uso de bicicletas;
- d) fornecer, no mínimo, duas estações de recarga de veículos elétricos, ou uma a cada 30 espaços, o que for maior;
- e) reduzir a área impermeável da superfície dos estacionamentos para, no máximo, 20% (transectos 1-3), 15% (transecto 4), 5% (transecto 5) e 0% (transecto 6) da área do projeto, e garantir que qualquer área de estacionamento com superfície maior que 20m x 30m seja separada das áreas adjacentes por áreas plantadas;
- f) reduzir as viagens com apenas uma pessoa no veículo e aquelas que utilizarem automóveis baseados em combustíveis fósseis em 30%, em comparação a um *benchmarking* relevante para a região do projeto, ou implementar as seguintes estratégias:
 - melhoria das rotas de pedestres, que incluam proteção contra o mau tempo;
 - programas de incentivos na comunidade, que conscientizem as pessoas a utilizar o transporte público e o transporte movido à força humana;
 - locomoção subsidiada, ou oferecida pelos empregadores, aos ocupantes da edificação;
 - assistência na coordenação de caronas;
 - acesso ao compartilhamento de carros subsidiados, e/ou a uma frota de carros híbridos ou elétricos;
 - levantamento regular do número de ocupantes para determinação da quantidade de viagens baseadas em combustíveis fósseis.

A maior parte das soluções tratadas nesse imperativo está relacionada com compartilhamento de carros, com a utilização de transporte público, com o uso de automóveis com combustíveis alternativos e com a utilização de bicicletas. Os lares unifamiliares ainda devem reduzir o impacto relativo ao transporte, com medidas que envolvam, pelo menos, duas dessas soluções (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O sistema AQUA também apresenta alta valorização ao incentivo da utilização de meios de transportes menos poluentes e mais saudáveis para as pessoas. Assim como no LBC, também é salientada a infraestrutura exigida para assegurar a utilização desses veículos. A categoria do AQUA que trata sobre este tema é a “1.1 Implantação do edifício no terreno, tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável”. Nesta categoria são valorizadas as edificações

que otimizarem áreas de entregas e de resíduos, e criarem separações físicas entre vias para pedestres e bicicletas, dos demais fluxos. A preocupação com a otimização do fluxo de veículos na obra é um fator interessante, ressaltado pelo sistema, inclusive não sendo identificado pelo desafio americano.

A pontuação relativa ao estímulo do uso de transporte coletivo, nessa categoria, está formulada de modo que, quanto mais linhas de transporte coletivo estejam acessíveis num raio de 600 metros, maior o escore do empreendimento avaliado. A alta frequência do serviço nas linhas, aparecendo idealmente a cada 10 minutos, também é um fator a ser buscado pelos empreendimentos que desejam obter o mais alto nível da certificação brasileira.

A maior quantidade dos pontos relativos a esse assunto na metodologia AQUA, no entanto, estão relacionados ao critério de avaliação que trata sobre o gerenciamento dos modos de deslocamento e estímulo dos menos poluentes. Assim como no LBC, a presença de espaços adequados para ciclistas, como estacionamentos seguros para bicicletas e vestiários com chuveiros, são alguns dos itens destacados. A presença de estacionamentos para veículos limpos, com a disponibilização de aparelhos necessários para seu funcionamento, como cabeamentos e pontos de recarga, são outros dos aspectos altamente valorizados e comentados no sistema. A otimização do número de vagas de estacionamento e a realização de um estudo global de mobilidade urbana no início do projeto também são tópicos considerados fundamentais para o alcance da ótima funcionalidade do sistema. Além disso, a redução de área impermeável de estacionamentos, por meio da vegetalização da superfície, já comentada no imperativo anterior, é outro ponto que ambas as metodologias salientam, apesar das taxas requeridas no LBC serem mais significativas.

Após a análise de todos os critérios de avaliação relativos ao imperativo “Vida em Escala Humana”, fica clara a preocupação, tanto do *Living Building Challenge*, como do sistema AQUA, em incentivar o uso de transportes pouco ou não poluentes, de forma a reduzir os impactos causados pelos veículos que utilizam combustíveis fósseis. As duas metodologias tentam criar um ambiente que motive e facilite a vida das pessoas que utilizam veículos limpos ou a própria força humana, com a disposição de áreas seguras destinadas às bicicletas, vestiários, utensílios para automóveis elétricos, estímulo ao transporte coletivo e conexão com a comunidade. As exigências desses dois sistemas auxiliam a contornar o cenário de alta

poluição causada pelos meios de locomoção usualmente utilizados e de densidade urbana, tendo por objetivo tornar o ambiente mais sustentável.

5.2 PÉTALA DA ÁGUA

A segunda pétala do LBC 4.0 é a Pétala da Água, que aborda temas relacionados aos gastos de energia no processo de transporte, purificação e bombeamento da água e à utilização de produtos químicos envolvidos nesses processos. Essa pétala tem como objetivo alterar a percepção que as pessoas têm, de que a água é um bem infinito. A utilização inconsequente é um dos fatores que contribui para a escassez de água no mundo.

O uso de sistemas de reutilização e de tratamento local de água são alguns dos tópicos mencionados na pétala, apresentados como alternativa para atenuar os impactos causados pelas mudanças climáticas e o uso desenfreado da água. O *Living Building Challenge* almeja que a população aproveite toda a água necessária para sua sobrevivência, sem ameaçar seu ecossistema, por meio do uso cíclico da água. Assim, toda água utilizada deveria ser purificada, a fim de ser utilizada novamente (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.2.1 Uso Responsável da Água

A água é um dos temas mais mencionados quando se trata de sustentabilidade, e não é diferente nos sistemas de certificação de desempenho ambiental. Apesar de ser um recurso ainda abundante no mundo, sua distribuição não é homogênea e, em algumas regiões, sua escassez já é sentida. O processo atual de utilização da água, seja para irrigação e uso industrial, ou para as necessidades básicas do homem, é não cíclico. Isso faz com que esse recurso, aparentemente infinito, comece a se esgotar, causando danos ambientais quando não tratado da forma correta.

O *Living Building Challenge* começa a demonstrar seus objetivos relativos à conscientização do modo de utilização da água por meio do imperativo “Uso Responsável da Água”. Nele são estabelecidos os requisitos referentes a aquisição da certificação nesse tema. Dentre as exigências apresentadas estão a não aceitação do uso de água potável para irrigação e a limitação da utilização de água para outras necessidades do projeto na proporção de 50%, para

novas construções, e 30%, para edificações existentes, ambas em relação a um edifício regional de características semelhantes.

Quanto às águas pluviais, as mesmas devem ser tratadas localmente, sem o uso de substâncias químicas, por meio de processos mecânicos ou naturais. Além disso, é solicitado que toda água pluvial seja gerenciada com base nas atuais condições hidrológicas e ecológicas do local, determinada por um profissional qualificado.

Caso os projetos possuam um sistema combinado de esgoto, em que as tubulações colem, simultaneamente, a água que escoar superficialmente e a água de um esgoto compartilhado, é necessária a adoção de procedimento de retenção das águas pluviais, que não permita que o fluxo de água escape do local (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Mediante análise dos quadros de avaliação da metodologia AQUA, é possível identificar quatro subcategorias que se relacionam com o imperativo “Uso Responsável da Água”. A primeira delas é a “3.3 Redução do consumo de recursos no canteiro de obras”, mais especificamente relacionada às questões que avaliam a adoção de estratégias para reduzir o consumo de água durante a construção da edificação, e à tomada de medidas corretivas, caso aconteçam picos de consumo excessivos. As estratégias exigidas podem envolver diferentes soluções que possibilitem o uso mais racional da água no canteiro de obras, como a redução de uso de água primária, por meio do reaproveitamento da água da chuva, a utilização de materiais que exijam menos água e o monitoramento constante dos consumos.

A segunda e a terceira subcategorias relacionadas ao imperativo em questão se encontram na categoria 5, relativa ao tema da água, do sistema brasileiro, sendo elas: “5.1 Redução do consumo de água potável” e “5.2 Gestão das águas pluviais no terreno”. A subcategoria 5.1 visa limitar a utilização de água potável para alimentação e higiene corporal, limitando as pressões dinâmicas máximas (300 kPa), para reduzir as vazões nos sistemas, e incentivando a implementação de equipamentos que reduzam o gasto de água para uso sanitário. É exigido, também, que as demandas de água para uso sanitário sejam menores que porcentagens de equipamentos de referência apresentados, dependendo do tipo de equipamento e atividade do empreendimento. A delimitação do consumo de água potável se dá por meio da cobertura percentual das demandas de água não potável, que provenham de sistemas de

reaproveitamento de água, sendo que, quanto maior for essa porcentagem, maior será a pontuação na categoria. Além disso, é solicitado que o empreendimento possua estimativas do volume dos consumos de água total e da água potável distribuída por ano, a fim de conhecer o consumo global do projeto.

Quanto à gestão de águas pluviais, o enfoque se dá em minimizar as áreas impermeabilizadas do terreno, variando a pontuação, conforme o coeficiente de impermeabilização. O estabelecimento de medidas para armazenamento temporário da chuva, a fim de reduzir as vazões no local, também é sugerido. As maiores pontuações são obtidas para as maiores capacidades de volumes armazenados. Para o gerenciamento da água armazenada, caso seja pertinente, também é necessário o emprego de técnicas que possibilitem a infiltração dessa água no solo. Esses fatores são adotados com o objetivo de tornar a superfície mais permeável para, assim, reduzir possíveis inundações. As inundações podem causar estragos e poluição, sendo fundamental a análise dos dados de chuvas históricas, para o correto dimensionamento dos sistemas. Além disso, os danos ambientais causados pelo escoamento da chuva podem ser minimizados com o pré-tratamento dessas águas e, em áreas impermeabilizadas, o AQUA valoriza a presença de dispositivos que permitam o controle dos reservatórios, para retirada de lama poluída e gestão dos poluentes que venham, acidentalmente, perturbar o sistema.

A última subcategoria do AQUA que se relaciona com o imperativo é a “7.2 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle de consumos”, que ressalta a importância do acompanhamento dos consumos de água na edificação. A pontuação da subcategoria está distribuída em tópicos que vão, desde a implementação de medidores, para identificação de possíveis vazamentos de água, em subdivisões do empreendimento, que permitam a análise individual de cada rede de distribuição, até a implementação de dispositivos de medição em locais com consumo de água não potável. A implementação de sistemas que permitam a análise desses consumos, por meio de dados históricos e estatísticas, também é considerada como diferencial para os projetos que anseiam pela máxima classificação de desempenho do sistema.

A preocupação em destinar a água potável apenas para o consumo humano, incentivando o uso racional da água e os cuidados, tanto com o reaproveitamento como com o armazenamento e a minimização dos impactos causados por águas pluviais, são ressaltados em ambos os sistemas estudados. Fica evidente que muito do conceito de construções

sustentáveis passa por um bom gerenciamento das águas, evitando ao máximo o desperdício e controlando a poluição devida ao escoamento. Apesar do AQUA subdividir melhor as etapas de controle da água, desde sua consideração na fase de canteiro de obras, até a etapa operacional do edifício, o LBC é mais rigoroso quanto ao uso responsável da água, visto que as principais exigências comuns aos dois sistemas são obrigatórias aos projetos do LBC. No AQUA, o sistema de pontuação torna eletivos muitos dos critérios, que podem deixar de ser priorizados e acarretar no uso menos racional da água.

5.2.2 Fluxo Positivo de Água

O perfeito aproveitamento das condições naturais da região de cada projeto é essencial para garantir o uso sustentável da água. No imperativo “Fluxo Positivo de Água” são apresentados os requisitos, considerados fundamentais pelo *Living Building Challenge*, para que as edificações trabalhem em total harmonia com os fluxos de água de um território, por meio de processos sustentáveis e eficientes.

Os projetos que desejam obter a certificação devem ser capazes de fornecer 100% das necessidades de água do empreendimento, através de sistemas de aproveitamento da água da chuva, ou de algum outro sistema que utilize um circuito natural fechado de reaproveitamento de água. Além disso, toda água necessária deve ser purificada, sem o uso de substâncias químicas, e água potável não deve ser utilizada, de nenhuma forma, para fins não potáveis.

As águas residuais devem ser gerenciadas e tratadas de acordo com sua procedência. Águas cinzas, provenientes de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar, devem integrar um sistema de reutilização cíclico. Para águas negras, é possível utilizar sistemas de infiltração que estejam de acordo com as características regulatórias da região. Outro ponto importante ressaltado é que todos os projetos devem possuir sistema de estoque de água local, que possibilite o fornecimento de água para consumo para seus ocupantes por, pelo menos, uma semana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Os itens do sistema AQUA relacionados com o imperativo “Fluxo Positivo de Água” se encontram nas subcategorias “5.3 Gestão de águas servidas”, “14.1 Qualidade da concepção da rede interna”, “14.2 Controle da temperatura da rede interna”, “14.3 Controle dos tratamentos” e “14.4 Qualidade das águas nas áreas de banho”. A subcategoria 5.3 trata da

implementação de sistemas de saneamento inovadores bem dimensionados, que garantam o tratamento das águas servidas e atendam aos limites de materiais em suspensão e de demanda biológica de oxigênio, especificados no referencial técnico. Dentre os sistemas considerados inovadores pela metodologia estão os tanques com algas microscópicas, as micro estações de depuração, entre outros. Ainda nessa categoria, são valorizados estudos de viabilidade para reciclar águas cinzas, que garantam o bom desempenho das águas pluviais recicladas, com melhores pontuações conforme menor for a porcentagem de água descartada diretamente na rede.

Todos os itens da categoria 14 estão relacionados com a qualidade da água, apresentando exigências que vão desde a concepção da rede de água ideal até aspectos que influenciam no conforto do usuário, em relação ao uso da água. A subcategoria 14.1 se preocupa com a composição dos materiais utilizados na rede interna, a fim de obter um baixo teor de impurezas, e que facilitem futuros tratamentos ou manutenções, e com toda parte executiva na instalação da rede interna. Na subcategoria “14.2 Controle da temperatura da rede interna” são apresentados temas mais específicos, como o isolamento térmico das redes de água quente e o controle de suas temperaturas, para garantir a circulação de água adequada, de forma a não causar queimaduras. Já as subcategorias 14.3 e 14.4 estão mais relacionadas com o tratamento e desinfecção, apropriados ao tipo de água em questão, limitando produtos e concentrações. Ainda é solicitado que as águas de banho passem por um pré-tratamento, para eliminar a poluição antes de sua reciclagem, com o uso de desinfetantes, e evitar depósitos de materiais, para garantir a circulação da água.

Assim como no LBC, a preocupação com o descarte de águas e a reciclagem das mesmas também recebe grande consideração na metodologia AQUA. Os dois sistemas relatam a importância de que o uso da água se dê de forma cíclica e que a poluição de águas cinzas e negras seja contornada mediante utilização de meios mais sustentáveis de saneamento e de infiltração. O maior rigorismo do LBC, em comparação ao AQUA, entretanto, é observado na exigência de que todos os seus empreendimentos forneçam 100% das necessidades de água do projeto, por meio de sistemas de aproveitamento de água da chuva. Apesar de o AQUA, em muitos dos critérios comentados no imperativo anterior, destacar a importância do reaproveitamento de água, ele ainda está longe de exigir o nível de total autossuficiência exigido nos projetos do LBC, no que diz respeito à água.

Outras diferenças aparecem no tratamento das águas, visto que o LBC não permite a utilização de químicos para sua purificação, enquanto o AQUA se preocupa em utilizar tratamentos mais compatíveis com o tipo de água. Por último, os temas menos correlacionados do AQUA, abordados nesse imperativo são os relativos à concepção das redes e garantia da manutenção das temperaturas da água. Nesse quesito, é possível perceber a preocupação do AQUA em garantir que os meios sejam adequados para atingir a finalidade de conforto desejada, levando em consideração, até mesmo, o planejamento da execução das redes internas. Já o LBC, para atingir os níveis ideais de sustentabilidade nessa área, considera que os meios já estariam incluídos ao se alcançar o objetivo maior do uso totalmente racional da água. Assim, não se apresenta necessária a limitação de vazões nos equipamentos sanitários, por exemplo, visto que todo processo cíclico de uso de água já é solicitado anteriormente para atendimento às performances requisitadas.

5.3 PÉTALA DA ENERGIA

Atualmente, praticamente todos os processos criados pelo homem utilizam alguma forma de energia que provém da exploração de recursos naturais do planeta. Os danos ambientais causados com a finalidade de obtenção de energia são extremamente relevantes. A queima de recursos para geração de energia, seja em termoelétricas ou até mesmo na queima do combustível dos automóveis, libera CO₂ na atmosfera, afetando negativamente o clima e a saúde das pessoas. Além disso, processos de obtenção de energia por reatores nucleares utilizam materiais radioativos que, em eventuais falhas, podem comprometer o meio ambiente. A própria extração dos recursos naturais pode causar desequilíbrios nos ecossistemas. Até mesmo regimes de geração de energia considerados limpos, como hidroelétricas, afetam enormes quantidades de terras, provocando desmatamentos e alterando regiões de forma permanentemente.

Considerando que processo construtivo e operacional das edificações é um dos maiores consumidores finais de energia, normalmente advinda de fontes ecologicamente destrutivas, a Pétala da Energia do LBC 4.0 tem por propósito estabelecer o uso de fontes renováveis de energia e tornar os projetos eficientes energeticamente. Assim, é possível desenvolver projetos livres da poluição causada pela emissão de dióxido de carbono, além de reduzir os desperdícios de energia, de recursos e de capital.

As limitações para atingir os objetivos do programa ainda são o custo e a performance das tecnologias envolvidas na geração de energias renováveis, o que faz com que muitos projetos continuem a providenciar sua energia por meio de processos relacionados a combustíveis fósseis. Entretanto, com o contínuo aperfeiçoamento das tecnologias, já é possível estocar energia limpa em baterias, o que reduz o custo do processo e cria uma ótima opção para acabar com a dependência de sistemas energéticos danosos ao meio ambiente, no longo prazo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.3.1 Energia + Redução de Carbono

Assim como a água, o tema relativo à energia também tem presença praticamente obrigatória em sistemas de certificação ambiental que busquem um futuro mais limpo e sustentável. Não é diferente no imperativo “Energia + Redução de Carbono”, do *Living Building Challenge*, que trata da energia como um recurso precioso e busca minimizar as mudanças climáticas causadas pelas emissões de carbono.

Para atingir às exigências do imperativo, os empreendimentos do LBC devem cumprir os requisitos apresentados no quadro 4, de redução no consumo de energia e de emissões por combustão, além de cumprir os requisitos de uso de formas renováveis de energia identificados. As exigências se fundamentam em edificações de características construtivas similares ao do empreendimento avaliado, como referências aos limites estabelecidos. Essas edificações de referência e seus consumos médios podem ser obtidos mediante a utilização de utilitários como o Zero Tool, uma ferramenta que permite a comparação do uso de energia de edificações similares e a verificação de sua eficiência, assim como o efeito do uso de energias renováveis. O objetivo dessa ferramenta é a demonstração de dados que permitam a análise da redução dos consumos de energia e o aumento de sua geração, a fim de alcançar a eficiência energética da edificação.

Quadro 4 – Requisitos do imperativo “Energia + Redução de Carbono”

	Nova construção	Construção existente	Interiores
Desempenho energético requerido	70% de redução, em relação a uma edificação equivalente de referência.	50% de redução, em relação a uma edificação equivalente de referência.	35% de redução, em relação a uma edificação equivalente de referência.
Limites de combustão	Não permitido, a não ser em casos excepcionais	Permitido para sistemas de climatização que não estejam no escopo de projeto. É necessário um plano e iniciativas para eliminação gradual.	
Renováveis	Deve ser no local para contar para as eficiências acima.		

(fonte: INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, p. 42, tradução nossa)

Ainda referente à performance energética, o imperativo demanda que os projetos possuam, obrigatoriamente, sistemas de medição de toda energia consumida e que estejam preparados para a implementação de um sistema de zero consumo, em que toda energia consumida é gerada localmente. Assim, devem existir áreas pré-instaladas para carregamento de veículos elétricos e de futuras instalações de sistemas de energias renováveis.

As edificações do LBC ainda devem comprovar uma redução de 20% no carbono incorporado em materiais primários, também relativo a um edifício similar de referência, e utilizar materiais, no interior da edificação, que tenham menos carbono envolvido do que a média daqueles usualmente gerados pelas indústrias, na categoria do material avaliado (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Analisando os critérios do sistema AQUA, a primeira das questões relacionadas com o tema comentado neste imperativo é identificada na subcategoria “3.3 Redução do consumo de recursos no canteiro de obras”, que valoriza a adoção de medidas para a redução e detecção de consumos excessivos, durante a etapa do canteiro de obras. A metodologia AQUA divide os consumos entre a fase de canteiro de obras e a fase operacional do edifício, tanto para a água, quanto para a energia. No LBC não há essa divisão, exigindo reduções globais de consumo, com base em edifícios de referência, sem especificar, necessariamente, o estágio da obra.

A segunda e terceira categorias relacionadas com o imperativo em questão são a “4.1 Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica” e “4.2 Redução do consumo de energia primária”, referentes à macro categoria da Energia do sistema AQUA. O item 4.1 trata da fase de projeto, mais especificamente aquela relacionada ao seu *design*, mencionando a importância de que os edifícios, desde essa etapa, sejam projetados de forma que possibilitem a redução da demanda de energia. Nessa categoria também é mencionada a tentativa de

limitar os defeitos de estanqueidade da envoltória do edifício, para limitar desperdícios de calor.

O item 4.1, por sua vez, visa melhorias energéticas por meio da concepção do projeto, enquanto o item 4.2 trata de medidas para reduzir os gastos de energia primária na etapa operacional do edifício. Altas pontuações são obtidas por empreendimentos que obtiverem melhor desempenho energético, limitando consumos na iluminação, nos equipamentos ligados ao conforto do usuário e nos sistemas de condicionamento de ar. O ganho mínimo estabelecido para a adoção de equipamentos mais eficientes e de princípios construtivos mais econômicos é de 10%, em relação a um consumo de referência. Os edifícios que apresentarem fluxo de energia positiva são extremamente valorizados pelo sistema. Nessa categoria, ainda é demandada a execução de um estudo de viabilidade para a utilização de energias renováveis no local. Quanto maior o fornecimento de energia obtido por meios renováveis, melhor será a avaliação da construção.

Por último, a subcategoria “7.2. Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle de consumos” ainda exige que os empreendimentos busquem monitoramento contínuo de seus gastos de energia, identificados pelo tipo de uso, equipamento ou sistema. Esse monitoramento tem por objetivo possibilitar a realização de análises históricas e estatísticas dos dados obtidos, a fim de garantir a otimização da performance energética. A proposta do contínuo acompanhamento dos consumos é formulada com o intuito de que os empreendimentos não só melhorem o desempenho energético inicial, mas também consigam manter um alto padrão, mesmo após vários anos de uso da edificação.

Apesar de o assunto tratado ser muito próximo nas duas metodologias, o objetivo de cada uma delas é um pouco diferente. Enquanto o imperativo do LBC visa tornar os projetos adequados à realidade de consumo zero, gerando toda energia demandada localmente, o AQUA foca em reduções de consumo e medidas para tornar os empreendimentos um pouco mais sustentáveis, mas não necessariamente totalmente independentes energeticamente. O sistema AQUA apresenta apenas uma exigência relacionada ao estudo da viabilidade do uso de energias renováveis, o que pode tornar sua implementação subjetiva, priorizando, novamente, apenas a redução de consumos. Entretanto, diante das circunstâncias estabelecidas, a redução de consumos é tratada com muito cuidado nesse sistema, exigindo a exploração de elementos

interessantes pouco usuais, como a concepção do projeto buscando reduzir suas perdas de calor e melhorar o desempenho energético da edificação.

Apesar de a exigência mínima estabelecida pelo AQUA ser relativamente baixa, são dadas, ao menos, altíssimas pontuações aos empreendimentos que gerarem mais energia do que for consumida. Mesmo isso não sendo uma obrigatoriedade, como no LBC, já demonstra um pequeno incentivo ao desenvolvimento de empreendimentos mais eficientes energeticamente. O enfoque do LBC, por outro lado, já parte da ideia de utilização de recursos renováveis para garantir a eficiência energética. Ou seja, a redução de energia vai estar normalmente correlacionada com o uso de meios sustentáveis, e não somente com uma concepção visionária de projeto, ou com a utilização de equipamentos mais econômicos. Portanto, ambas as metodologias auxiliam a garantir um maior desempenho energético, porém, segundo vias diferentes e alcançando resultados finais distintos.

5.3.2 Fluxo Positivo de Carbono

Uma vez que, atualmente, a matriz de geração de energia está intimamente ligada à emissão de carbono, o que prejudica a saúde do planeta, a intenção do imperativo “Fluxo Positivo de Carbono” é incentivar o uso e o desenvolvimento de sistemas de energia renováveis. Assim, os impactos globais causados pela utilização de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, de emissão de poluentes, podem ser drasticamente reduzidos.

A fim de atingir os propósitos do imperativo, o *Living Building Challenge* apresenta como exigência a produção local de, pelo menos, 105% da demanda de energia do projeto, mediante a utilização de meios renováveis e não sendo aceitável o uso de combustão. Essa taxa deve ser comprovada durante o período de um ano de avaliação, demonstrando a capacidade de geração de energia limpa suficiente, recorrentemente. Além disso, para que haja o controle gerencial das operações de energia, todos os projetos, com exceção dos residenciais unifamiliares, devem contabilizar seus principais usos finais de energia. As residências unifamiliares devem desenvolver meios para compreender e solucionar os possíveis problemas de uso de energia.

Também é necessário que, durante a fase de construção dos empreendimentos, seja medido o total de emissões pela perspectiva do carbono incorporado. O carbono incorporado é medido

segundo a métrica de carbono equivalente (tCO_{2e}), que considera outros gases de efeito estufa, em equivalência com a emissão de dióxido de carbono (CO₂). Outro ponto obrigatório no desafio é a demonstração da capacidade de as edificações de continuarem habitáveis durante, pelo menos, uma semana, no caso de um evento extraordinário, mediante uso de baterias, sistemas de armazenamento etc. (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Como no imperativo anterior, o imperativo fluxo positivo de carbono também prevê a necessidade de promover a eficiência energética, mediante utilização de recursos renováveis, porém com enfoque na redução de impactos ambientais causados por emissões poluentes, e não somente nos consumos de energia. A subcategoria do sistema AQUA que se relaciona com este tema é a “4.3 Redução das emissões de poluentes na atmosfera”. Essa subcategoria exige a medição e redução da quantidade de CO₂ equivalente e SO₂ emitidos pela utilização de energia em diversos equipamentos e sistemas da edificação. Também são valorizados os empreendimentos que utilizem equipamentos que não emitam componentes que impactem a camada de ozônio.

Outra subcategoria relacionada ao tema do imperativo em questão é a “2.3 Escolha de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da edificação”, que cita a importância de uma estratégia para reduzir as emissões de CO₂ desde o processo de transporte de materiais, até sua transformação, no canteiro de obras. Isso envolve o conhecimento da procedência dos principais recursos naturais utilizados no canteiro, como areia, brita e cimento, para a determinação de seu impacto ambiental.

Assim como no LBC, a metodologia AQUA também considera a métrica de CO₂ equivalente, emitida na utilização da energia nos sistemas. Ambas ressaltam a necessidade de medição dessa métrica para prever a redução das emissões, em relação a uma referência. Apesar da redução de 20% estar mencionada apenas no imperativo anterior do LBC, o AQUA também pontua as edificações por essa redução, variando de 10% a 30%, ou seja, muito semelhante ao LBC. Isso demonstra a preocupação dos sistemas de certificação ambiental na construção em reduzir o uso de combustíveis fósseis e minimizar os danos ambientais causados por emissões poluentes, que já chegam a níveis preocupantes em grandes centros urbanos, principalmente.

Uma exclusividade do LBC é a solicitação de que seus projetos tenham a capacidade de se tornarem relativamente independentes localmente, com a exigência de que tenham a capacidade de operar normalmente de forma sustentável por, pelo menos, uma semana, mesmo em situações extraordinárias. Isso demonstra, mais uma vez, a importância dada ao desafio em criar projetos autossuficientes na região em que se encontram, estando preparados para garantir a qualidade de vida de seus ocupantes e do meio ambiente, diante de eventuais ocorrências extraordinárias. Além disso, os projetos do LBC devem operar gerando mais energia do que consomem, o que, junto com a exigência do fornecimento de 100% das necessidades de consumo de água do projeto por meio de sistemas de reaproveitamento, coloca o desafio americano em um patamar de sustentabilidade pouco observado nos outros sistemas existentes. Esse alto padrão cobrado não é evidenciado no AQUA, o que não representa necessariamente um demérito, visto que muitas das medidas adotadas são similares às do LBC, porém voltadas para pequenas melhorias na performance ambiental da edificação.

5.4 PÉTALA DA SAÚDE E FELICIDADE

O contato das pessoas com a natureza melhora a produtividade, reduz o estresse e aumenta a criatividade. Apesar desses benefícios, atualmente, mais da metade dos trabalhadores de escritório não têm acesso à luz do dia. É nesse contexto que a Pétala da Saúde e Felicidade procura criar ambientes saudáveis, que conectem as pessoas com a natureza e com o exterior, garantindo que os espaços internos recebam a luz do dia e estejam devidamente aerados. Assim, o principal objetivo da pétala é promover ambientes que estejam conectados com o exterior, com as estações e com o dia, não isolando as edificações de seu entorno e garantindo o bem-estar das pessoas. (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.4.1 Ambiente Interior Saudável

O ambiente tem grande influência na produtividade e no equilíbrio emocional das pessoas, afetando questões físicas e psicológicas relacionadas ao prazer e à produtividade de cada um. Para a criação de um ambiente saudável, que promova a felicidade de seus ocupantes, fatores como: a qualidade do ar interno; a presença de luz solar; e a ventilação adequada, são alguns dos itens que podem ser controlados para atingir esse objetivo. A seguir, são apresentados

alguns dos requisitos considerados obrigatórios no imperativo “Ambiente Interior Saudável”, para assegurar a criação de espaços internos agradáveis que inspirem o melhor de seus ocupantes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- a) cumprir com a versão atual da ASHRAE62, que apresenta os melhores padrões aceitáveis para sistemas de ventilação, ou com norma internacional equivalente;
- b) proibir o hábito de fumar dentro de qualquer edificação ou espaço fechado, assim como a menos que 25 pés (7,62 metros) de qualquer abertura do edifício, incluindo aberturas de ventilação;
- c) desenvolver planos para construir ambientes internos saudáveis, específicos para o tipo construtivo do empreendimento e sua localização. O plano deve apresentar protocolos de limpeza, com prevenção de ocorrência de partículas e toxinas, mediante a implementação de, pelo menos, uma estratégia de entrada de ar que melhore a qualidade do mesmo;
- d) providenciar a visão do ambiente externo e conexão com a luz solar para, pelo menos, 75% dos ocupantes;
- e) providenciar exaustores diretos nas cozinhas, banheiros e áreas de zeladores;

Analisando os critérios da metodologia AQUA, a primeira subcategoria relacionada com o imperativo é a “10.1 Otimização da iluminação natural”. Ela exige acesso à luz do dia e às vistas para o exterior, em 100% dos espaços do empreendimento. Apesar de estar altamente correlacionado com o assunto abordado no imperativo, a diferença se apresenta, mais pelo critério de avaliação, do que pelo tópico em questão. Enquanto o LBC exige que uma porcentagem de seus ocupantes tenha acesso à visão do ambiente externo e à luz natural, o AQUA exige que os espaços possuam esse pré-requisito, não necessariamente ligados à sua ocupação. Isso pode resultar em espaços que não ofereçam condições homogêneas a seus usuários. O sistema da Fundação Vanzolini ainda estabelece fatores de luz do dia mínimos, que variam conforme o tipo de edificação e de ambiente. Também é salientada a necessidade de adoção de medidas que evitem o ofuscamento pela luz do sol.

Quanto à preocupação referente à qualidade do ar nos ambientes internos, a subcategoria “13.1 Garantia de uma ventilação eficaz” demanda a implementação de sistemas de ventilações naturais e mecânicos, e não apenas de aberturas manuais de janelas, que garantam a qualidade do ar interno e de suas vazões, conforme recomendações da NBR 16401-3 e EN 15251:2007. Ainda, a metodologia AQUA valoriza a manutenção, estanqueidade, limpeza e

higiene dos dutos de ar e exaustores, além da realização de estudos que visem otimizar a circulação de ar no projeto.

Os dois sistemas de certificação estudados demonstram forte preocupação em garantir a alta qualidade de ar nos ambientes dos empreendimentos certificados, estabelecendo normas e altos padrões de referência com um embasamento rigoroso. A conexão do ambiente interno com o externo também é evidenciada em ambas as metodologias, possuindo alta correlação nos critérios envolvidos com o tema relacionado à qualidade do ambiente interior. O acesso à luz solar, o cuidado com a ventilação e a preocupação com a qualidade do ar interno são tratados de forma muito semelhante. O mérito do sistema AQUA se evidencia, uma vez que, além de todos esses fatores, ele ainda demonstra preocupação com a manutenção e higiene de todo o sistema que promove a circulação do ar, dedicando especial atenção ao conforto de seus usuários. O conforto dos ocupantes é um dos principais focos do AQUA, considerando até mesmo cuidados com o ofuscamento das pessoas e com medidas quantitativas para garantir a iluminação natural dos espaços.

5.4.2 Performance do Ambiente Interior

Este imperativo se apresenta como continuação do anterior, estabelecendo altos padrões para atingir o melhor desempenho dos ambientes interiores. A performance é medida segundo protocolos, ao longo do tempo, tornando os critérios adotados mais objetivos e tomando padrões internacionais como referência. Assim, para garantir a alta performance da qualidade do ar, o imperativo “Performance do Ambiente Interior” apresenta os seguintes pré-requisitos:

- a) fornecer resultados de qualidade do ar interno, entre o primeiro e o sexto mês de ocupação, ou os resultados de monitoramento da qualidade do ar de um sistema aprovada pelo ILFI (*International Living Future Institute*);
- b) cumprir os métodos estabelecidos pelo *CDPH Standard Method*, ou internacional equivalente, para 90% dos produtos empregados no interior da edificação, que sejam potenciais emissores de compostos orgânicos voláteis;
- c) adotar um protocolo de limpeza, que utilize apenas produtos rotulados como *EPA Safer Choice*, ou internacional equivalente, que identifica produtos químicos mais seguros, sem perder sua qualidade.

Quanto ao acesso à luz do dia e à conexão visual com o ambiente exterior, o desafio estabelece que 95% dos ocupantes devem possuir o contato direto, enquanto os outros 5% devem ter a possibilidade de usufruir de ambientes compartilhados, que permitam, também, essa conexão. Além disso, os projetos devem providenciar, pelo menos, dois dos itens a seguir:

- a) janelas operáveis suficientes para prover ventilação, por, pelo menos, 6 meses do ano;
- b) possibilidade de os ocupantes alterarem o fluxo de ar e sua temperatura, por meio de sistemas remotos;
- c) opções flexíveis de trabalho e aprendizado que possibilitem experiências sensoriais variadas, como a possibilidade de trabalhar em pé, em mesas específicas para esse uso.

Os projetos residenciais ainda devem possuir janelas operáveis, para 100% de seus ocupantes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Enquanto o imperativo anterior busca a melhora da qualidade dos ambientes internos, o imperativo “Performance do Ambiente Interior” apresenta os padrões que devem ser seguidos para assegurar essa qualidade. As subcategorias do sistema AQUA, que se relacionam de alguma forma com este imperativo, são todas as que se encontram na categoria do Conforto Higrotérmico, sendo elas: “8.1 Implementação de medidas arquitetônicas para otimizar o conforto higrotérmico”, “8.2 Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de aquecimento”, “8.3 Criação de condições de conforto higrotérmico em ambientes que não dispõem de um sistema de resfriamento” e “8.4 Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de resfriamento”. As subcategorias “7.3 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle do desempenho dos sistemas e das condições de conforto” e “13.2 Controle das fontes de poluição internas” também abordam o tema identificado no imperativo.

A subcategoria 8.1 envolve medidas que otimizem o conforto higrotérmico, exigindo que os empreendimentos apresentem estudos para identificar as melhores maneiras de aproveitar as características aerodinâmicas do ambiente do projeto. Também são valorizados os empreendimentos que desenvolverem meios para minimizar o desconforto causado por picos de temperaturas. As subcategorias 8.2 e 8.4 estão mais relacionadas com o controle direto do

conforto por parte do usuário, mediante o uso de dispositivos que permitam a manutenção das temperaturas em faixas ideais, para cada ambiente, durante sua ocupação, com base em temperaturas de referência, para locais que necessitem de uma temperatura estável. Ainda nessa questão, o sistema considera a adoção de medidas que garantam a manutenção da taxa de umidade adequada às condições de cada ambiente, além da limitação das velocidades de ar, dependendo do tipo de empreendimento, a fim de não prejudicar o conforto dos usuários.

Na subcategoria 7.3, também é abordada a necessidade de instalação de dispositivos que permitam o controle e o acompanhamento das temperaturas, da ventilação e da iluminação artificial. Já a subcategoria 8.3 apresenta exigências de condições de conforto em ambientes que não possuam sistemas de resfriamento, em que a condição do local é medida conforme o percentual de horas ocupadas em conforto. O conforto higrotérmico ainda pode ser obtido com o provimento de uma taxa de aberturas adequada, que garanta a ventilação natural, por meio de janelas, e com a adoção de medidas e equipamentos que permitam o controle da taxa de renovação de ar.

Por último, a subcategoria 13.2 tem por objetivo identificar e reduzir fontes de poluição não ligadas à construção. Assim como no LBC, é identificada a necessidade de controle da taxa de poluentes no ar interno, que possam comprometer a saúde dos usuários. Assim, diversos poluentes como o benzeno, o formaldeído e o monóxido de carbono, devem ser medidos e localizados, para verificar se estão dentro dos limites de referência estabelecidos pela metodologia. Medidas que identifiquem e minimizem o desenvolvimento de bactérias no ar também são valorizadas nessa subcategoria.

Comparando os dois sistemas de certificação, fica clara a preocupação de ambas as metodologias em assegurar uma qualidade do ar que promova o conforto adequado, seja mediante o uso de equipamentos para controlar a temperatura, seja pela otimização da ventilação natural do local. Iniciativas no sentido de reduzir a presença de compostos químicos prejudiciais no ar também são estimuladas pelos dois sistemas, como um fator relevante para garantir a alta performance dos ambientes internos. Entretanto, o LBC ainda exige maior controle quanto aos produtos utilizados e seus impactos, seguindo protocolos, padrões e rótulos internacionais renomados, além de exigir um monitoramento da qualidade do ar mais rigoroso do que o AQUA.

5.4.3 Acesso à Natureza

O imperativo “Acesso à Natureza” apresenta-se, basicamente, como uma avaliação para verificar se as medidas solicitadas nos outros imperativos da pétala da Saúde e Felicidade estão resultando em impactos positivos para as pessoas. O objetivo desse imperativo é garantir a conexão dos projetos com a natureza e uma interação direta, por parte da maioria ocupantes do interior das edificações, com o exterior.

A interação contínua com a natureza influencia o bem-estar físico e mental das pessoas, tornando os ambientes muito mais saudáveis. Assim, como requisito do imperativo, é solicitado que os projetos providenciem avaliações, dentro de 6 a 12 meses de ocupação, para que seus ocupantes julguem os benefícios que o projeto proporciona à sua saúde. Os critérios mensurados na avaliação abordam temas como o benefício da luz do dia, do ar fresco e do acesso à natureza. Dessa forma, é possível definir com mais precisão o impacto desses fatores, na visão de cada um dos ocupantes, permitindo avaliar futuras melhorias que possam ser significantes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Analisando as subcategorias do sistema AQUA, a única que possui alguma equivalência aos acima apresentados, no imperativo, é a “1.2 Qualidade dos espaços externos acessíveis aos usuários”, apesar das subcategorias comentadas nos dois imperativos anteriores também tratarem indiretamente sobre o mesmo tema. Nesse item, são informados os critérios estabelecidos para garantir o conforto dos usuários nos espaços externos, como a avaliação de medidas que melhorem a exposição à luz solar do terreno e a proteção dos ambientes sensíveis ao vento e à chuva. Destaca, também, a importância do arranjo do terreno, em otimizar as vistas do ambiente natural e em minimizar os riscos de poluição externos e os incômodos acústicos e olfativos da vizinhança. O provimento de iluminação, que providencie segurança e conforto adequado aos usuários, nos espaços externos, é outro ponto valorizado pela metodologia.

O assunto apresentado é observado com diferente enfoque pelos dois sistemas analisados. Enquanto o LBC está direcionado de modo a criar um elo entre o ambiente interno e externo, com acessos aos elementos naturais, a metodologia AQUA aborda, separadamente, os ambientes externos dos internos, não tornando clara a importância da interconexão entre eles. O AQUA ainda trata de aspectos mais objetivos, relacionados a possíveis incômodos ao

usuário no ambiente externo, porém sem necessariamente considerar a opinião de seus ocupantes. Por sua vez, o LBC tem como um de seus diferenciais a necessidade contínua de que seus ocupantes avaliem as medidas tomadas para garantir a conexão das pessoas com a natureza. Assim, é possível identificar o quão efetivas foram as decisões tomadas pelo projeto, no sentido de providenciar o bem-estar de seus ocupantes, sob a perspectiva de cada um de seus usuários.

5.5 PÉTALA DOS MATERIAIS

Os materiais envolvidos na construção das edificações são, muitas vezes, danosos ao meio ambiente, podendo afetar habitats, causar doenças, matar espécies, promover poluição ou causar esgotamento de recursos naturais importantes. Entretanto, não é somente no processo construtivo que o impacto negativo do uso de materiais perigosos pode ocorrer, mas também em todo processo industrial, que envolve a criação desses materiais. A Pétala dos Materiais, do *Living Building Challenge 4.0*, tem como missão ajudar a remover os materiais mais impactantes da cadeia construtiva e promover o uso de materiais ecologicamente recuperáveis, viáveis economicamente, que não sejam tóxicos ao ambiente e às pessoas.

Como muitos dos constituintes dos materiais utilizados pela indústria não são divulgados, outra preocupação da pétala é garantir a transparência dos insumos que integram o processo da fabricação de materiais. Assim, é possível assegurar um controle sustentável, que não agrida o meio ambiente. Também é essencial compartilhar informações completas sobre os materiais utilizados pelo mercado, prevenindo impactos e proporcionando soluções limpas e sustentáveis para o consumidor (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.5.1 Materiais Responsáveis

O imperativo “Materiais Responsáveis” visa impactar positivamente o ramo de produtos de construção atual, em que há muito desperdício, soluções não sustentáveis e mercados não transparentes. A busca não é só por materiais que causem baixos impactos negativos, mas também que impactem positivamente o ambiente. Para isso, os projetos do LBC devem seguir

os seguintes critérios (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- a) o projeto deve conter um produto com o rótulo “Declare”, o qual apresenta um banco de dados de materiais saudáveis, classificados de forma transparente, a cada 200 m² da área bruta de construção ou da área de projeto (devendo ser considerado o menor dos dois), com até 20 produtos diferentes, de 5 fabricantes. Os fabricantes que não estiverem registrados no “Declare” devem, pelo menos, receber uma carta solicitando que divulguem seus produtos envolvidos e identifiquem qualquer produto contido na Lista Vermelha;
- b) todos os projetos, com exceção dos residenciais, devem incorporar um produto certificado pelo *Living Product Challenge*, que é um desafio que incentiva os fabricantes a desenvolver produtos que sejam saudáveis e apresentem impacto positivo ao meio ambiente;
- c) 50% dos materiais de madeira devem ser certificados pelo FSC, garantindo que a madeira utilizada seja originária de florestas gerenciadas de forma responsável, ou recuperadas, ou extraídas no local, com o objetivo de limpar a área para construção ou para restaurar ou manter a função ecológica do local. O restante das madeiras deve ter origem em fontes de baixo risco;
- d) 20% ou mais do orçamento dos materiais de construção deve ser originária de uma distância menor do que 500 km, para valorizar e estimular a indústria local, além de reduzir a poluição causada pelo transporte de materiais;
- e) 80% dos resíduos de materiais de construção devem ser desviados dos aterros, mediante reciclagem ou reutilização, de modo a diminuir ou manter os aterros. É necessário, também, fornecer estrutura dedicada à coleta de recicláveis e de alimentos compostáveis, durante a ocupação.

Os temas do sistema de certificação AQUA relacionados de alguma forma com o tema do imperativo “Materiais Responsáveis” se encontram nas subcategorias “2.1 Escolhas que garantam a durabilidade e adaptabilidade da edificação”, “2.2 Escolhas que facilitem a conservação da edificação” e “2.3 Escolha de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da edificação”.

Na subcategoria 2.1 é exigido que os produtos e processos construtivos sejam escolhidos de acordo com a vida útil estabelecida para a construção e que causem baixo impacto ambiental, de modo que as modificações futuras não tornem a construção obsoleta, formando edificações adaptadas. Entretanto, essa exigência pode fazer com que edifícios de durações mais curtas utilizem processos menos sustentáveis. Ainda nessa subcategoria, é solicitado que os produtos e processos construtivos estejam conformes aos PSQs (Programas Setoriais da Qualidade),

relacionados ao seu ramo de atuação, que objetivam a criação de um ambiente competitivo, que promova a redução dos custos, sem a redução da qualidade dos produtos; e ao programa SiMaC do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), que visa a melhoria da qualidade do habitat e a modernização da cadeia produtiva. Quanto aos cimentos e blocos de concreto, serão considerados dentro dos padrões estabelecidos, caso possuam o selo de qualidade ABCP, demonstrando preocupação com a durabilidade e qualidade do empreendimento. Também são valorizados os empreendimentos que providenciarem uma gestão ambiental, que permita a separabilidade dos materiais no final da vida útil do edifício, garantindo sua reutilização, reciclagem ou seu descarte adequado.

Na subcategoria 2.2 são pontuados apenas os empreendimentos que escolherem produtos que causem menos danos ambientais, reduzindo consumos e desperdícios. A utilização de produtos adequados para preservar os revestimentos internos também deverá ser observada. Já na subcategoria 2.3 é abordada a necessidade de conhecimento dos impactos ambientais referentes a cada processo ou produto da construção, a qual está mais detalhada no imperativo “Indústria Responsável”. Nela, assim como no LBC, é destacado o uso de madeiras certificadas pelo FSC, de forma a reduzir os danos mundiais causados pela exploração das florestas.

Alguns dos itens relacionados nesse imperativo estão comentados nos imperativos que seguem, entretanto é possível verificar que o sistema AQUA apresenta maior preocupação a com a questão de adaptabilidade da edificação, exigindo a utilização de produtos de acordo com a vida útil do empreendimento. Isso, apesar de poder trazer ganhos econômicos nas construções de vida útil mais curtas, demonstra um objetivo diferente do desafio americano. O LBC, por outro lado, tenta fazer com que todos os processos construtivos envolvidos na construção estejam de acordo com padrões internacionais, ou selos de qualidade, de forma a criar empreendimentos sustentáveis em um âmbito geral. O AQUA, embora tenha a preocupação de exigir o atendimento de padrões de qualidade brasileiros, é mais flexível. Ainda assim, deve ser destacado que o AQUA traz bons conceitos referentes ao final do ciclo de vida dos projetos, pontuando pela facilidade de uma obra limpa, que permita a separação e desmontabilidade dos produtos. A correta destinação desses produtos minimiza um pouco o problema da utilização de produtos diferentes que não estejam condizentes com obras de períodos de vida menor.

5.5.2 Lista Vermelha

O imperativo “Lista Vermelha”, do *Living Building Challenge*, apresenta uma lista de materiais que devem ser evitados, por conter toxinas ou substâncias químicas danosas ao meio ambiente ou à saúde das pessoas. O objetivo dessa lista é tornar a indústria de materiais mais sustentável, com produtos que causem o mínimo de impacto possível. Para cumprir os requisitos do imperativo, os projetos do desafio devem investir mais de 90% do orçamento de novos materiais em produtos que não se encontrem na Lista Vermelha das classes químicas, a seguir (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- a) antimicrobianos, comercializados com avisos de danos à saúde;
- b) alquilfenóis e afins compostos;
- c) compostos de amianto;
- d) bisfenol A (BPA) e estruturas análogas;
- e) polímeros clorados, incluindo:
 - polietileno clorado (CPE);
 - cloreto de polivinila clorado (CPVC);
 - cloropreno (neoprene monômero);
 - polietileno clorossulfonado (CSPE);
 - cloreto de polivinildeno (PVDC);
 - policloreto de vinila (PVC).
- f) cloro benzenos;
- g) clorofluorcarbonetos (CFC) e hidroclorofluorcarbonetos (HCFC);
- h) formaldeídos;
- i) retardadores de chamas halogenados (HFRs) monoméricos, poliméricos e organofosforados;
- j) composto orgânicos;
- k) compostos perfluorados;
- l) ftalatos (ortoftalatos);
- m) bifenilospoliclorados (PCB);
- n) hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs);
- o) parafinas cloradas, de cadeia curta ou média;
- p) metais pesados tóxicos:
 - arsênio;

- cádmio;
 - crômio;
 - chumbo;
 - mercúrio;
- q) cloro benzenos;
- r) compostos orgânicos voláteis (VOC), aplicados por produtos de via úmida (limitados, mas não banidos);
- s) tratamentos nas madeiras, contendo creosoto ou pentaclorofenol.

Analisando as subcategorias identificadas no sistema AQUA, nenhuma delas apresenta uma lista nos mesmos moldes do LBC. Entretanto, as subcategorias “2.4 Escolha de produtos visando a limitar os impactos da edificação na saúde humana” e “13.2 Controle das fontes de poluições internas” também mencionam limites de concentrações para alguns dos compostos citados na Lista Vermelha. A subcategoria 2.4 limita emissões de substâncias, como: tricloroetileno, benzeno, ftalato de bis e ftalato de dibutila, a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para materiais da obra em contato com ar interno, além de pontuar os empreendimentos que busquem medir efetivamente e respeitar os limites de emissões de compostos orgânicos voláteis e formaldeídos. Outro item destacado é a exigência de limitação da poluição causada por tratamentos de madeiras, permitindo o uso apenas de produtos registrados e autorizados pelo Ministério do Meio Ambiente.

Na subcategoria 13.2, é solicitado que o empreendimento identifique e reduza os efeitos advindos de fontes de poluição não ligadas à construção. Ainda nesse tema, também é estabelecida a necessidade de realização de medidas de qualidade do ar, que visem identificar, principalmente, alguns poluentes como: radônio, dióxido de azoto, monóxido de carbono, benzeno, formaldeído, compostos orgânicos voláteis e partículas; com limites de concentrações para cada um desses poluentes.

O sistema de certificação ambiental AQUA apresenta leve preocupação com o uso de materiais danosos ao meio-ambiente, limitando emissões de alguns poluentes a níveis específicos. Entretanto, o LBC faz uma restrição significativamente maior que o AQUA, ao não permitir que mais de 10% do orçamento de novos materiais estejam na lista vermelha, independentemente de sua concentração. Além disso, a Lista Vermelha apresenta uma gama

de materiais muito mais extensa do que os compostos mencionados na metodologia AQUA, que se preocupa prioritariamente com alguns poluentes do ar. O LBC apresenta alta variedade de materiais tóxicos que, se gradualmente forem eliminados da construção, auxiliariam a retirar do mercado qualquer material prejudicial. Essa mudança na demanda da indústria ainda poderia incentivar o desenvolvimento de novos materiais saudáveis, com funções similares, que pudessem substituir com facilidade os materiais presentes na Lista Vermelha.

5.5.3 Indústria Responsável

A simples utilização de materiais seguros ao meio ambiente não é suficiente para garantir o desenvolvimento sustentável dos projetos; também é necessário que todo o processo de extração do material, até seu destino final na construção, seja feito segundo medidas limpas. O imperativo “Indústria Responsável” foca nesse ponto, visando atingir níveis de excelência sustentável na extração das matérias primas e garantir a transparência na especificação dos materiais. Para isso, o imperativo defende a adoção de padrões de certificação de terceiros, para extração sustentável de rochas, metais, minerais e madeiras, com práticas justas de trabalho na atividade.

Os projetos também devem defender a certificação do *Natural Stone Council (NSC) 373 Standard*, por parte das pedreiras e fabricantes de todos os tipos de pedras utilizados no projeto. Quanto às madeiras utilizadas no empreendimento, 80% ou mais do custo ou volume das mesmas devem vir de fontes não agressivas, como estabelecido pela organização *Forest Stewardship Council (FSC)*, seja por meio do uso de madeiras de demolição, seja pela extração de madeiras para limpar a área para a construção, ou para a manutenção ecológica do local do projeto. Os outros 20% devem vir de fontes de baixo risco ambiental.

Para garantir a transparência dos materiais utilizados, também é exigido que os projetos contenham, pelo menos, dois produtos com o selo *Declare*, a cada 200 m² da área bruta de construção ou da área de projeto (devendo ser considerado o menor dos dois), e incentivem os fabricantes que não possuem o selo *Declare* para que registrem seus produtos. Além disso, todos os projetos devem possuir, pelo menos, um produto certificado pelo *Living Product Challenge*, a cada 1000 m² da área de construção bruta ou da área do projeto (devendo ser considerado o menor dos dois). A exceção são os projetos residenciais, que devem possuir,

pelo menos, um produto certificado, independentemente de sua área (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Esse imperativo trata mais sobre o processo de produção dos materiais, do que sobre os materiais em si. A subcategoria da certificação AQUA associada com o tema é a “2.3 Escolha de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da edificação”. Nela é ressaltada a necessidade de conhecimento da procedência de materiais naturais da obra, como areia, brita e pedra, para a determinação do impacto ambiental desses materiais. Assim como no LBC, a utilização de madeiras certificadas pelo FSC também é destacada, de forma a reduzir as emissões de CO₂. Ainda com a intenção de garantir a excelência dos fornecedores de materiais, a subcategoria também cita a necessidade de escolher fabricantes que não pratiquem informalidade fiscal e trabalhista.

Apesar do LBC impor um sistema que solicite o seguimento de padrões internacionais dos fabricantes de materiais, como madeiras e pedras, o seu maior diferencial se dá pela criação e exigência do selo *Declare*, que incentiva a indústria como um todo a fornecer produtos sustentáveis e transparentes. Já na metodologia AQUA, as considerações realizadas para determinar a procedência e o impacto dos materiais são um ponto de partida para garantir uma indústria um pouco mais sustentável no Brasil, mesmo que não leve em conta a observância de padrões internacionais, como o LBC. A principal semelhança decorre de ambos os sistemas citarem o uso de madeiras certificadas pelo FSC, o que já demonstra preocupação mundial relativa à destruição das florestas através do desmatamento, sendo medida fundamental para combater esse problema.

5.5.4 Procedência Econômica Viva

Com a etapa de extração e utilização dos materiais já considerada nos imperativos anteriores, o imperativo “Procedência Econômica Viva” visa a melhora das comunidades locais com o desenvolvimento de uma economia regional que reduza os impactos causados pelo transporte de materiais. As soluções adotadas para a indústria local atingir os objetivos do imperativo devem se fundamentar em práticas, produtos e serviços sustentáveis. Para isso, o desafio solicita que a localização dos fabricantes relacionados aos projetos obedeça às seguintes condições (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- a) pelo menos 20% do orçamento para materiais da construção deverá contemplar materiais produzidos a distâncias de, no máximo, 500 km do local do empreendimento;
- b) pelo menos 30% do orçamento para materiais da construção deverá contemplar materiais produzidos a, no máximo, 1000 km do local do empreendimento;
- c) pelo menos 25% do orçamento para materiais da construção deverá contemplar materiais produzidos a, no máximo, 5000 km do local do empreendimento;
- d) os outros 25% poderão vir de qualquer distância;

No AQUA não foi identificado nenhum assunto que aborde a preocupação com o incentivo à indústria local, com o fornecimento de materiais mais sustentáveis globalmente, como no LBC. Com a alta poluição causada pelo transporte, por meio de veículos utilizando combustíveis fósseis, o tema abordado apresenta enfoque extremamente importante, visando a máxima sustentabilidade de todos os processos que envolvam a construção de uma edificação. No Brasil, essa preocupação deveria ser ainda maior, visto que grande parte da matriz de transportes do país se encontra na malha rodoviária. Assim, mesmo que as edificações cumpram todos os requisitos de sustentabilidade do programa AQUA, o sistema de transportes dos materiais no processo construtivo da edificação ainda causaria impactos negativos significativos ao meio ambiente.

5.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos

Com o controle de todo o sistema que envolve o uso de materiais de uma obra detalhado nos imperativos anteriores da pétala dos Materiais, ainda resta a consideração da gestão dos resíduos e do desperdício durante o ciclo de vida dos empreendimentos. O imperativo “Fluxo Positivo de Resíduos” trata exatamente desse assunto, com medidas que visam reduzir o desperdício em todas as fases do projeto, desde a sua concepção, até a operação, e que incentivam a criação de meios para a reutilização dos materiais residuais. A ideia apresentada é a utilização dos recursos naturais de forma cíclica, possibilitando a volta dos resíduos para a indústria. Assim, os resíduos podem ser reutilizados, até mesmo com novas funções, ou realocados ao ambiente de modo natural por meio de reciclagem.

Uma das medidas citadas no imperativo é o uso de, pelo menos, um material residual a cada 500 m² de área bruta de construção. Além disso, é solicitado que os projetos desenvolvam um

Plano de Gestão para a Conservação de Materiais, que explique as medidas a serem tomadas para a otimização do uso dos materiais, em cada uma das fases da edificação. Para a fase de concepção devem ser consideradas eventuais demolições de edificações já existentes e a durabilidade dos produtos especificados. Na fase de construção, o Plano deve conter as informações para a otimização dos produtos e para a coleta dos materiais residuais, visando a sua reutilização ou reciclagem. Na etapa operacional da edificação, o Plano ainda deve apresentar uma estratégia de coleta para novos itens consumíveis e bens duráveis, enquanto, para a fase final da vida útil da edificação, deverá ser apresentada uma proposta que informe como será feita a reutilização adaptável dos materiais e a desconstrução da edificação.

Com relação ao desperdício dos materiais, o desafio ainda exige que os projetos providenciem infraestrutura para coleta de materiais recicláveis e de restos de alimentos compostáveis. Caso já exista essa infraestrutura no local, deve ocorrer uma auditoria, antes da construção, para verificar quais são os materiais já disponíveis no local, para sua reutilização e/ou doação. Com o objetivo de se aproximar da configuração de zero desperdício (ou lixo zero), também são apresentadas taxas mínimas, em peso ou volume, de materiais não direcionados a aterros. As taxas relativas a cada material estão identificadas no quadro 5 (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Quadro 5 – Taxa mínima aceitável de resíduos desviados de aterros

Material	Taxa mínima desviada de aterros (%)
Metal	99
Papel	99
Solo e Biomassa	100
Espuma rígida, carpete e isolamento	95
Todos outros - média ponderada combinada	90
Resíduos de demolição	80

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, p. 59)

Quanto à geração de resíduos na obra, à otimização de materiais e à reutilização dos mesmos, as subcategorias do AQUA que se relacionam com esses temas são: a “3.1 Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras”; a “6.1 Otimização da valorização dos resíduos de uso e operação do edifício”; e a “6.2 Qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício”.

Na questão relativa à imensa quantidade de resíduos gerados no canteiro de obras, o item 3.1 se preocupa com soluções que diminuam a geração desses resíduos, ou que os valorizem, por meio do seu retorno ao ciclo produtivo, aumentando sua vida útil. Assim, a identificação, a quantificação e a classificação dos resíduos produzidos na obra, entre as categorias classes A, B, C e D, são pontos avaliados no AQUA. Além disso, o AQUA tem por objetivo estimular a eliminação ou valorização, por meio da reutilização ou reciclagem, de todos resíduos controlados da obra e garantir um mínimo de valorização dos resíduos não controlados, escolhendo uma destinação adequada, que privilegie o beneficiamento desses resíduos. Para assegurar o controle total do canteiro de obras, também é valorizada a adoção de medidas de gestão que minimizem a quantidade de resíduos, tanto no próprio canteiro, como em contratos com os fornecedores; e a elaboração de um plano que especifique as modalidades de coleta e de triagem, para cada tipo de resíduo.

Os itens da categoria de resíduos 6.1 e 6.2, do AQUA, ressaltam muitos dos aspectos comentados na subcategoria 3.1, porém relativos à fase de operação do edifício. Novamente é destacada a necessidade de identificação, redução e classificação dos resíduos gerados, assim como a sua valorização, inclusive para resíduos orgânicos. A questão mais inovadora da categoria se encontra na subcategoria 6.2, que apresenta critérios de avaliação para garantir o armazenamento adequado dos resíduos antes da sua remoção, sendo necessária a implementação de sistemas de limpeza, ventilação e proteção contra a ação de intempéries. Ainda, são pontuados positivamente os empreendimentos que gerenciarem os fluxos, de forma que otimizem a movimentação de resíduos e de caminhões entre as áreas de produção e armazenamento dos materiais, com áreas de triagem e coleta.

Os dois sistemas abordam o tema referente ao controle de resíduos de forma muito semelhante e com níveis de exigências similares. É notória a importância dada à tentativa de diminuição de geração de resíduos, em todas as fases do empreendimento, assim como a consideração com o seu descarte, reciclagem ou reutilização. A principal diferença entre os sistemas de certificação se dá na classificação dos resíduos e nos seus níveis admitidos de desperdício. Enquanto o LBC especifica diretamente o tipo de material dos resíduos, determinando o máximo de desperdício aceitável, o AQUA subdivide os resíduos em classes, apresentando diferentes exigências, conforme a classificação. No LBC, a intenção de se aproximar do desperdício zero é claramente observada na especificação de taxas de desvio dos aterros acima de 90%, para a maioria dos materiais. Entretanto, o AQUA ainda detalha de

melhor forma a preocupação com o armazenamento de resíduos e o fluxo de suas movimentações. Mesmo havendo pequenas diferenças entre as duas metodologias, o objetivo geral de otimização da gestão de resíduos prevalece similar.

5.6 PÉTALA DA IGUALDADE

A intenção da Pétala da Igualdade é formar comunidades justas e inclusivas, que permitam o convívio harmônico de todas as pessoas, compartilhando riqueza cultural e prosperando de forma conjunta. Os *Living Buildings* têm o intuito de ser acessíveis e acolhedores, garantindo também o acesso à água potável, ao solo e à luz solar.

Os benefícios sociais dos *Living Buildings* são identificados, desde o processo de projetos, até as etapas de construção e operação, que geram empregos e criam oportunidades de inclusão às pessoas desfavorecidas, excluídas ou discriminadas. Entretanto, atualmente, a dificuldade encontrada diz respeito ao reduzido número de processos que abordam questões de igualdade, estando mais restritos a organizações sociais ou sistemas, como o LBC. Questões associadas aos direitos à propriedade privada limitam os possíveis benefícios de inclusão dos projetos nas comunidades, em que a elaboração de empreendimento ainda favorece, principalmente, apenas aos responsáveis pelos projetos (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.6.1 Acesso Universal

O objetivo do imperativo “Acesso Universal” é desenvolver projetos que sejam acessíveis a todos, de forma igualitária, mas sem causar impactos às comunidades, em prol desse desenvolvimento. Para isso, o LBC exige que os empreendimentos organizem toda a infraestrutura primária de transporte, estradas e áreas voltadas ao foco externo, como praças e estacionamentos, de modo que sejam acessíveis ao público, em geral, independentemente de sua origem, idade ou classe econômica. Assim, o benefício da criação dos projetos não fica limitado a uma pequena parcela de pessoas.

É solicitado, no imperativo, que os projetos que estiverem inseridos nos transectos L3 ao L6, com exceção dos residenciais, providenciem medidas que aprimorem o interesse público, mediante a utilização de recursos acessíveis a toda sociedade, como mobiliário disponível nas

ruas, arte pública, jardins e bancos ao ar livre. A fim de garantir o acesso universal, os projetos do LBC ainda precisam atender aos padrões do *Americans with Disabilities Act* (ADA), *Architectural Barriers Act* (ABA), *Accessibility Guidelines, Principles of Universal Design* (*United States Access Board*), ou equivalentes internacionais, que apresentem diretrizes a serem seguidas, para a criação de ambientes de fácil acesso para pessoas com deficiência física.

De modo a não prejudicar nenhum membro da sociedade ou empreendimento próximo, os projetos do LBC ainda ficam impedidos de bloquear o acesso a cursos naturais de água, à luz solar e ao ar fresco, sem, também, diminuir a sua qualidade. Para isso, devem proteger as propriedades adjacentes de emissões nocivas que possam comprometer adequada ventilação natural e suas emissões não podem conter itens da Lista Vermelha ou qualquer substância tóxica. Também é vedado o bloqueio da luz solar e consequente sombreamento, nas fachadas e telhados adjacentes, acima da altura máxima permitida para o transecto dos projetos. Além disso, qualquer ruído que possa ser ouvido pelo público deve ser controlado adequadamente.

Quanto aos cursos de água naturais, o acesso aos seus limites não pode ser bloqueado, a não ser que esse acesso possa ser comprovadamente um risco à segurança pública ou que comprometa a funcionalidade do projeto. Os projetos também não podem assumir os direitos da água desses cursos, nem comprometer sua qualidade e, caso os limites do projeto sejam maiores que 60 metros, paralelos ao curso da água, é necessário incorporar um caminho de acesso da via pública mais conveniente até a hidrovía (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O imperativo “Acesso Universal” é dividido em três preocupações principais: a criação de um projeto que aproxime a comunidade e beneficie as necessidades do público em geral; a preocupação com possíveis impactos na vizinhança e a garantia de um acesso igualitário a todas as pessoas, com facilidades para deficientes físicos e sem nenhum tipo de discriminação. Verificando as exigências do AQUA, somente o tema relativo à preocupação com a vizinhança é abordado na metodologia, apresentado na subcategoria “1.3 Impactos do edifício sobre a vizinhança”. Nela, assim como no LBC, são considerados os efeitos do bloqueio da iluminação natural e do sombreamento do empreendimento sobre edifícios adjacentes. Também são levados em consideração o direito à tranquilidade da vizinhança, seguido de meios que limitem os ruídos, o risco de poluição e os incômodos olfativos.

Fica evidenciado que a consideração do aspecto social é um diferencial do LBC, enquanto que o AQUA considera apenas os impactos locais de cada empreendimento. A importância dada ao pilar social da sustentabilidade, faz com que o desafio do *International Living Future* se torne mais do que uma simples avaliação, que visa tornar o processo construtivo um pouco mais sustentável. Seus objetivos transcendem à operação local do projeto e buscam formar sociedades mais justas, igualitárias e sem preconceitos, criando empreendimentos que impactem positivamente as comunidades, tornando-as acessíveis a todos. Para garantir esse objetivo, os empreendimentos do LBC modificam ambientes, a ponto de se tornarem quase que atrações turísticas, dadas as considerações feitas ao público em geral, e não somente aos seus ocupantes.

As similaridades entre os dois sistemas se encontram na minimização de incômodos que a implementação de uma nova construção possa causar às vizinhanças, com ambos tratando sobre o sombreamento e cuidados com ruídos. Entretanto, apenas o LBC menciona a necessidade de acessos para deficientes físicos e cadeirantes, demonstrando, novamente, preocupação com a garantia de acesso igualitário a todas as pessoas da sociedade, inclusive seguindo padrões internacionais de acessibilidade.

5.6.2 Inclusão

O objetivo desse imperativo é assegurar o benefício de inclusão da comunidade aos projetos, criando oportunidades de empregos estáveis, com bons salários, para a sociedade local e auxiliando as empresas da região por meio de contratações e desenvolvimento das práticas da força de trabalho. Assim, é exigido que, pelo menos, duas organizações das equipes dos projetos que participam de forma decisiva nas fases de projeto e construção possuam o selo JUST.

O selo JUST é uma plataforma desenvolvida para as organizações que desejam melhorar suas políticas de igualdade social e de envolvimento com seus funcionários. Nela, as organizações podem divulgar suas operações, incluindo o modo como tratam seus empregados, e demonstrar onde fazem investimentos comunitários, garantindo a transparência do comprometimento das organizações com os seus problemas. O selo apresenta indicadores relacionados à organização e aos funcionários, com métricas simples e mensuráveis, de uma a

três estrelas por área, para que a organização seja reconhecida, de forma resumida, em um selo.

Para garantir acesso igualitário à sociedade, o LBC ainda exige que, pelo menos, 20% dos contratos de projeto e/ou construção, e 10% dos contratos de manutenção, sejam estabelecidos com organizações que cumpram os requisitos da área “Diversidade”, do selo JUST, ou que estejam registradas como *Minority, Woman, or Disvantaged Business Enterprises* (MWDBE), ou equivalente internacional. Além disso, 10% do contrato da empreitada devem ser destinados ao desenvolvimento de programas, que possibilitem o treinamento da força de trabalho e beneficiem a comunidade local. Caso essas exigências não sejam cumpridas, a outra possibilidade é doar um valor equivalente a 0,1% do custo total do projeto para uma organização sem fins lucrativos da região que esteja voltada aos temas de inclusão e igualdade, atingindo, de outro modo, resultados similares aos das outras opções anteriormente mencionadas (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Assim como destacado no imperativo anterior, o sistema AQUA demonstra baixa influência na aplicação de práticas sociais, focando prioritariamente no desempenho do local de construção sustentável, e não nos seus impactos indiretos. No LBC, no entanto, a utilização de um selo específico que permita a inclusão de boa parte da sociedade no envolvimento do projeto é uma exclusividade do desafio. A busca pelas melhores práticas de trabalho e a exigência de atendimento a práticas igualitárias, por parte das organizações contratadas, somente ressalta o enfoque social e inclusivo dos empreendimentos do programa, contribuindo positivamente para alçar a indústria e o pensamento local a um novo patamar de justiça. Todas as medidas estabelecidas no imperativo resultam em algum benefício à sociedade, seja por meio de contratações, nas pessoas incluídas em minorias, ou até mesmo por meio de doações a causas sociais.

Ainda assim, o AQUA apresenta uma pequena consideração na subcategoria “3.4 Consideração dos aspectos sociais no canteiro de obras”, em que, ao menos, é exigida a formalidade fiscal e trabalhista das empresas contratadas e dos prestadores de serviço no canteiro de obras. Essa medida, entretanto, não possui o viés inclusivo destacado no LBC, apenas estimulando a formalidade na cadeia produtiva da construção civil. Assim, isso pode garantir aspectos relacionados à formação técnica dos prestadores de serviços, o que,

novamente, demonstra a preocupação apenas local do sistema brasileiro, sem demonstrar aspirações de melhora global no pilar social da sustentabilidade.

5.7 PÉTALA DA BELEZA

Com o desenvolvimento a qualquer custo e os níveis de poluição em níveis extremos, a beleza das edificações, junto com sua relação com a natureza, tem ficado em segundo plano, gerando projetos comuns, pouco estimulantes e meramente comerciais. No *Living Building Challenge*, a Pétala da Beleza objetiva criar *designs* que conectem as edificações com o local, clima, cultura, comunidade, e que tenham um propósito maior que a simples utilização para moradia ou estabelecimento de serviços.

Apesar de ser um tema relativamente subjetivo, não há limitações para essa Pétala. A total preocupação e cuidado em cada detalhe do projeto possibilita a promoção de inúmeras ideias para alcançar um nível de beleza que afete positivamente a comunidade. Os *Living Buildings* cumprem seu propósito a partir do momento que conseguem sensibilizar o interior das pessoas e causar impactos benéficos ao ambiente em seu entorno (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

5.7.1 Beleza + Biofilia

O imperativo “Beleza + Biofilia” é mais um dos pontos do programa LBC que reforça a necessidade da ligação do homem com a natureza por meio de seus projetos. O significado de biofilia está relacionado ao “amor pela vida” e considera que os humanos possuem, instintivamente, uma necessidade de interação com a natureza. A intenção do imperativo é trazer a natureza para dentro dos ambientes, melhorando a saúde física e mental, além do rendimento de seus ocupantes.

Para atingir o potencial biofílico dos projetos, o desafio exige que as equipes dos projetos realizem um estudo de, pelo menos, um dia para explorar o local da construção e, assim, desenvolver estratégias que incorporem a natureza no ambiente do projeto. Nesse estudo devem estar descritos os padrões naturais de luz, de formas e de espaços que relacionarão os humanos e a natureza. Como cada projeto deve estar intimamente conectado com o local, clima e cultura, a estratégia apresentada deve conter dados históricos relativos a essas

questões, bem como metas definidas para integrar todos esses elementos locais em proveito sustentável da sociedade (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Verificando as exigências do sistema AQUA, nenhuma se correlaciona com a intenção do imperativo Beleza + Biofilia do LBC. Apesar de alguns dos subcritérios do AQUA tratarem sobre a importância da luz natural e das vistas para o ambiente externo, como algumas das subcategorias já citadas nos temas relacionados ao ambiente interior e sua performance, na pétala “Saúde e Felicidade, estes possuem tratamento diferente. Enquanto o presente imperativo do LBC busca conectar o projeto com a natureza, considerando todos os aspectos históricos da região, como cultura, luz e clima, para criar um projeto que fortaleça ao máximo a interação dos seus ocupantes com o meio ambiente, no AQUA, o aproveitamento das características ambientais locais não são considerados da mesma forma.

A diferença principal se encontra na filosofia de humanizar os empreendimentos, por parte do LBC, de modo que sejam estabelecidos vínculos entre os projetos, a natureza e seus ocupantes. A garantia do bem-estar das pessoas se dá com o aproveitamento dos dados ambientais da região. Já, a filosofia do AQUA está estritamente ligada à garantia de melhoria da performance sustentável dos ambientes internos, sem necessariamente estabelecer esse vínculo entre as partes envolvidas, que criam empreendimentos com características próprias para sua região. Portanto, nenhuma subcategoria está diretamente relacionada com o tema mencionado. Mesmo assim, as considerações feitas pelo AQUA estão longe de ser negativas, pois já contribuem enormemente para criação de ambientes mais humanizados e saudáveis, porém com uma visão menos revolucionária que o LBC.

5.7.2 Educação + Inspiração (n.n.n)

O último imperativo do *Living Building Challenge*, “Educação + Inspiração”, aborda a importância dos empreendimentos certificados em influenciar outros projetos a desenvolverem novas soluções sustentáveis, tornando o desafio cada vez mais global. Para isso, o programa solicita que os projetos disponibilizem uma cópia de seus manuais de operação e manutenção, e que abram o empreendimento para visita do público em geral, ao menos uma vez por ano.

Os projetos não residenciais ainda precisam disponibilizar panfletos que descrevam o *design* e as características ambientais do empreendimento, além de promover sinalização informativa adequada, que demonstre as características positivas do projeto aos visitantes. Informações educacionais sobre o projeto também devem ser disponibilizadas em *website* sobre o projeto em questão. Além disso, é requisito do imperativo a participação de um profissional credenciado pelo *Living Future* em sua equipe (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Quanto à metodologia AQUA, nenhuma de suas subcategorias menciona a influência do projeto, após ser certificado, em novos empreendimentos. Isso demonstra uma clara diferença de ideais entre os sistemas AQUA e LBC, visto que o primeiro destina mais esforços ao projeto em si e à minimização de seus impactos, enquanto que o segundo procura não só melhorar o desempenho das edificações participantes do desafio, mas também influenciar um estilo de vida sustentável, em escala global. No LBC, a ideia é que toda a comunidade da região do projeto seja afetada positivamente e que os benefícios sejam transmitidos ao redor do mundo, para que, aos poucos, a sociedade inteira consiga mudar seus padrões de consumo e de desenvolvimento, para benefício de seus habitantes. Assim, os projetos do LBC se tornam verdadeiras “escolas”, que possibilitam o aprendizado ao público sobre suas características sustentáveis, de forma a inspirar futuros empreendimentos a seguir os mesmos padrões.

6 CORRELAÇÃO ENTRE AS EXIGÊNCIAS DOS CERTIFICADOS

6.1 MATRIZ DOS TEMAS CORRELACIONADOS

A partir da análise do tema de cada imperativo, em relação à subcategoria do AQUA correspondente, realizada no capítulo anterior, é possível estabelecer uma correlação entre os assuntos abordados nos dois sistemas de verificação de desempenho ambiental. Para a conferência global, de forma visual e intuitiva, do nível de equivalência entre as duas metodologias estudadas, foi estabelecida a seguinte relação de cores, que identifica a correlação entre os assuntos analisados:

- a) verde escuro: assuntos e rigorismo similares (correlação muito alta);
- b) verde claro: assuntos muito próximos, porém não tratados com o mesmo rigor (correlação alta);
- c) amarelo: alguns temas próximos, porém tratados com visões diferentes (correlação média);
- d) laranja: temas com pequena correlação, porém com enfoque em características diferentes (correlação baixa);
- e) vermelho: sem correspondência (não correlacionados);

O quadro 6 apresenta o resultado da estimativa de correlação entre as categorias dos certificados analisados anteriormente:

Quadro 6 – Matriz de correlação entre os temas e critérios abordados no LBC e AQUA

Living BuildingChallenge 4.0		AQUA	Correlação
Pétala/Tema	Imperativo	Subcategoria	
1. Lugar	1.1 Ecologia do lugar	1.1 Implantação do edifício no terreno, tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável	
	1.2 Agricultura urbana	Nenhuma	
	1.3 Mudança do habitat	1.1 Implantação do edifício no terreno tendo, em vista um desenvolvimento urbano sustentável	
	1.4 Vida em escala humana	1.1 Implantação do edifício no terreno tendo, em vista um desenvolvimento urbano sustentável	

(Continua)

(Continuação)

2. Água	2.1 Uso responsável da água	3.3 Redução do consumo de recursos no canteiro de obras	
		5.1 Redução do consumo de água potável	
		5.2 Gestão das águas pluviais no terreno	
		7.2 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle dos consumos	
	2.2 Fluxo positivo de água	5.3 Gestão de águas servidas	
		14.1 Qualidade da concepção da rede interna	
		14.2 Controle da temperatura na rede interna	
		14.3 Controle dos tratamentos	
		14.4 Qualidade da água nas áreas de banho	
3. Energia	3.1 Energia + redução de carbono	3.3 Redução do consumo de recursos no canteiro de obras	
		4.1 Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica	
		4.2 Redução do consumo de energia primária	
		7.2 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle dos consumos	
	3.2 Fluxo positivo de carbono	2.3 Escolha de produtos visando limitar os impactos socioambientais da edificação	
		4.3 Redução das emissões de poluentes na atmosfera	
4. Saúde e felicidade	4.1 Ambiente interior saudável	10.1 Otimização da iluminação natural	
		13.1 Garantia de uma ventilação eficaz	
	4.2 Performance do ambiente interior	7.3 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle do desempenho dos sistemas e das condições de conforto	
		8.1 Implementação de medidas arquitetônicas para otimizar o conforto higrotérmico	
		8.2 Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de aquecimento	
		8.3 Criação de condições de conforto higrotérmico em ambientes que não dispõem de um sistema de resfriamento	
		8.4 Criação de condições de conforto higrotérmico por meio de resfriamento	
		13.2 Controle das fontes de poluição internas	
	4.3 Acesso à natureza	1.2 Espaços externos acessíveis aos usuários de qualidade acessíveis aos usuários	

(Continua)

(Continuação)

5. Materiais	5.1 Materiais responsáveis	2.1 Escolhas que garantam a durabilidade e a adaptabilidade da edificação	
		2.2 Escolhas que facilitem a conservação da edificação	
		2.3 Escolha de produtos visando limitar os impactos socioambientais da edificação	
	5.2 Lista vermelha	2.4 Escolha de produtos visando limitar os impactos da edificação na saúde humana	
		13.2 Controle das fontes de poluição internas	
	5.3 Indústria responsável	2.3 Escolha de produtos visando limitar os impactos socioambientais da edificação	
	5.4 Procedência econômica viva	Nenhuma	
5.5 Fluxo positivo de resíduos	3.1 Otimização da gestão de resíduos do canteiro de obras		
	6.1 Otimização da valorização dos resíduos de uso e operação do edifício		
	6.2 Qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício		
6. Igualdade	6.1 Acesso universal	1.3 Impactos do edifício sobre a vizinhança	
	6.2 Inclusão	3.4 Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras	
7. Beleza	7.1 Beleza + biofilia	Nenhuma	
	7.2 Educação + inspiração	Nenhuma	

(fonte: elaborada pelo autor)

No que trata sobre a Pétala do Lugar, a alta correlação é identificada na similaridade com que as duas abordagens consideram a necessidade de as pessoas se locomoverem com sua própria força, ou segundo meios mais sustentáveis. Os impactos dos combustíveis fósseis dos automóveis convencionais e o aumento da densidade populacional nas cidades fazem com que a criação de um ambiente propício para utilização de bicicletas, meios de transporte coletivos, veículos elétricos e o incentivo a caminhadas sejam considerados pelos dois sistemas, também informando a infraestrutura ideal para possibilitar essa evolução. Constatou-se a ausência de correlação no tema de Agricultura Urbana, em que apenas o LBC demonstra a intenção de desenvolver comunidades autossuficientes que consigam, inclusive, produzir seu próprio alimento de forma saudável, destinando uma área de seus projetos apenas à agricultura.

Os imperativos Ecologia do Lugar e Mudança do Habitat apresentam semelhanças no tocante a tópicos exigidos no sistema AQUA; entretanto, não com a mesma intensidade vista no imperativo Vida em Escala Humana. O LBC demonstra um cuidado maior, principalmente, com as condições iniciais e a preservação natural e cultural do local em que os projetos serão construídos, não permitindo a construção em áreas nativas e visando a manutenção de habitats e espécies. Ainda, é necessária a comprovação do benefício do empreendimento à região. Já o AQUA aborda o tema com uma visão diferente, partindo do pressuposto de que o empreendimento já será construído independentemente das condições iniciais do local. A consideração é dada apenas na redução de seus impactos à comunidade local, fauna e flora, desde que em coerência com as políticas da região e visando a otimização da ocupação do terreno. Portanto, a preocupação é vista não na manutenção das características originais da região, mas sim na consideração de possíveis impactos futuros da construção. Inclusive, o fato de as políticas locais poderem não ser muito exigentes permitiria uma ocupação menos sustentável que o ideal.

Na Pétala da Água, a maior correlação ocorre com a consideração, de ambos os sistemas, no que diz respeito à redução de consumos, ao controle de escoamentos e infiltrações, ao uso racional da água e ao desenvolvimento de meios cíclicos para reaproveitar esse insumo. Entretanto, há uma pequena diferença de abordagem, visto que o AQUA foca mais no desempenho dos equipamentos, de forma individual, enquanto o LBC aborda o tema de forma geral, dando mais importância ao resultado final desejado do que aos meios necessários para atingi-lo. Percebe-se a maior diferença no segundo imperativo da pétala, que apresenta um rigorismo muito maior do que o sistema AQUA ao solicitar que 100% das necessidades de água de seus projetos sejam obtidos por meio de sistemas de reaproveitamento. Mesmo assim, ambos consideram a reutilização de águas cinzas e apresentam meios de contornar problemas relacionados ao escoamento da água da chuva, com o sistema da Fundação Vanzolini atribuindo mais importância aos aspectos que envolvem a qualidade da água e seu tratamento do que com a sua utilização de forma 100% racional.

Na Pétala da Energia, a correlação identificada é demonstrada pela preocupação com a redução de consumos e pela necessidade de apresentação de estudos de viabilidade para o uso de energias renováveis. Novamente, o AQUA considera os consumos de cada equipamento de forma individual, evitando criar consumos indesejados, desde a concepção do projeto, enquanto o LBC visa uma redução global do consumo de energia. No segundo imperativo da

Pétala, a solicitação, por parte do LBC, de que seus projetos gerem, localmente, 105% da energia consumida durante o ano, mediante o uso de energias renováveis, insere o desafio em um alto patamar de exigência. Apesar da diminuição da correlação, por esse fator, os dois sistemas estudados utilizam a métrica de carbono equivalente para considerar os impactos das emissões poluentes, o que demonstra a representatividade dessa métrica no quesito sustentável, mesmo em países completamente diferentes.

Quanto à Pétala da Saúde e Felicidade, os dois sistemas apresentam tópicos correlacionados, abordando assuntos similares referentes à performance do ambiente do interior, incluindo itens que evidenciam a importância da luz natural nos interiores, da ventilação adequada, da qualidade do ar interno etc. As pequenas diferenças são verificadas, principalmente, no atendimento de padrões internacionais de controle de qualidade dos produtos prejudiciais ao ambiente, por parte do LBC, enquanto o AQUA traz uma perspectiva de conforto, por meio de medidas quantitativas de desempenho, de alguns dos itens mencionados. O único tema que possui correlação menor entre as duas metodologias é o descrito no imperativo Acesso à Natureza. Nele, o LBC demonstra a intenção de integrar os elementos do ambiente externo com os do ambiente interno, de forma a trazer o contato com a natureza para seus ocupantes, enquanto o AQUA considera as performances individuais separadamente dos ambientes externos e internos.

Na Pétala dos Materiais, não é identificada uma alta correlação, pois, na questão da Lista Vermelha, o LBC menciona inúmeras substâncias que devem ser quase que totalmente banidas, enquanto o AQUA evidencia apenas algumas poucas substâncias que precisam ser medidas e controladas para reduzir, principalmente, emissões poluentes. Dessa forma, o AQUA não apresenta uma lista completa de materiais “proibidos” nos mesmos moldes do desafio americano. Ainda, somente o LBC ressalta a importância de desenvolver a indústria local e reduzir a poluição causada por transportes de materiais, com o AQUA tratando, com mais ênfase, dos aspectos locais da obra em questão. Nessa mesma linha, o LBC ainda se fundamenta em selos e padrões desenvolvidos de modo a contribuir para o amadurecimento de uma indústria responsável e transparente, enquanto, no AQUA, o mero conhecimento da procedência dos materiais e de seus impactos já é suficiente. A maior similaridade é evidenciada, principalmente, no que diz respeito ao fluxo de resíduos, em que ambas as metodologias buscam uma gestão otimizada dos resíduos, visando sua valorização,

reciclagem e coleta, apesar de o LBC ser mais enfático nas taxas mínimas de materiais desviados do aterro, com o objetivo de alcançar o zero desperdício.

Os aspectos sociais considerados na Pétala da Igualdade são pouco correlacionados com os temas mencionados no AQUA. A única similaridade encontrada entre os dois sistemas refere-se aos impactos e incômodos que o empreendimento possa causar à vizinhança, como sombreamento e ruídos. A criação de uma infraestrutura adequada para o público externo, inclusive seguindo padrões internacionais de acessibilidade, e a utilização do selo JUST, para desenvolver a força de trabalho e tornar as relações trabalhistas mais inclusivas, são exclusividades do LBC. No AQUA, a questão da acessibilidade não é presente e a menção às questões contratuais de trabalho é vista somente na exigência de evitar empresas que promovam informalidade fiscal e trabalhista. Assim, não é evidenciada no sistema AQUA a consideração ao desenvolvimento da comunidade local, por meio de visões sociais de igualdade, inclusão e acessibilidade.

Por último, o assunto menos correlacionado do LBC com o AQUA é o abordado na Pétala da Beleza, em que os projetos do desafio americano necessitam crescer de forma integrada com a região, com o clima e com a cultura do local, incorporando a natureza à construção e estabelecendo uma ligação entre o empreendimento e seus ocupantes. No AQUA, os critérios apresentados estão direcionados a itens que tratem do desempenho e conforto, de forma sintética, sem realçar pontos mais subjetivos. Uma exclusividade do LBC é a importância dada à divulgação educacional dos aspectos sustentáveis do projeto, com o objetivo de inspirar novas edificações a aderirem ao movimento das construções verdes e, assim, afetar positivamente o maior número de pessoas ao redor do mundo, beneficiando as regiões dos projetos, tanto em aspectos ambientais, como em aspectos sociais e econômicos.

6.2 SUBCATEGORIAS DO AQUA SEM RELAÇÃO COM O LBC

As subcategorias do AQUA que apresentam um mínimo de correlação com os imperativos do LBC foram detalhadas nos capítulos anteriores, de modo a possibilitar a análise entre as exigências dos dois sistemas, lado a lado, mesmo com grandes diferenças entre as metodologias adotadas por cada sistema. No quadro 7 estão identificadas as subcategorias do AQUA que, após a tentativa de equiparação entre as exigências dos sistemas estudados, não apresentaram estrutura correspondente aos temas citados no LBC.

Quadro 7 – Subcategorias do AQUA não correlacionadas com as do LBC

Categoria	Subcategoria
3. Canteiro de obras	3.2 Redução dos incômodos e da poluição causados pelo canteiro de obras
7. Manutenção	7.1 Otimização da concepção dos sistemas do edifício, para simplificar a conservação e a manutenção
9. Conforto acústico	9.1 Criação de uma qualidade de meio acústico apropriada aos diferentes ambientes
10. Conforto Visual	10.2 Iluminação artificial confortável
11. Conforto Olfativo	11.1 Controle das fontes de odores desagradáveis
12. Qualidade dos espaços	12.1 Redução da exposição eletromagnética
	12.2 Criação de condições de higiene específicas

(fonte: elaborada pelo autor)

O item 3.2 não apresentou similaridade com os temas tratados no LBC, por se restringir a alguns cuidados apenas com a etapa de canteiro de obras, não totalmente relacionados com o desempenho final da edificação. A limitação de ruídos no canteiro, a limpeza semanal, de acordo com as normas sanitárias municipais e a preocupação com a proteção de áreas de estoque de produtos poluentes, são algumas das considerações presentes nesse item. Os incômodos próprios da edificação concluída, em particular, foram ressaltados no imperativo Acesso Universal, bem como nas categorias do AQUA efetivamente mais próximas do assunto.

O item 7.1 da categoria de manutenção do AQUA não foi equiparado com o LBC, pois aponta, principalmente, para a exigência de cuidado com a manutenção de sistemas, como de ventilação e climatização, e de alguns elementos da edificação, como esquadrias e revestimentos. Essa preocupação é importante para manter o conforto dos usuários, porém não está diretamente acompanhada de um benefício relativo ao desempenho ambiental do projeto, e sim com seus equipamentos, não sendo, portanto, abordada no LBC.

As unidades 9.1, 10.2 e 11.2, da categoria do Conforto do AQUA, também não apresentaram semelhança com os tópicos dos imperativos do LBC. Na subcategoria 9.1 são identificadas questões relativas à qualidade acústica dos ambientes, com indicadores quantitativos para o

controle de ruídos e melhoramento do isolamento acústico. No 10.2, as exigências são a respeito da garantia da uniformidade, da iluminância mínima e do controle do ofuscamento, relativos à iluminação artificial. No LBC a abordagem não é realizada para a iluminação artificial, pois o desafio já exige um alto padrão de iluminação natural que contribua para a saúde de seus ocupantes, não se mostrando necessária a metrificação de indicadores de iluminação artificial. Por sua vez, o item 11.2 trata da necessidade de medidas para evitar fontes de odores desagradáveis. Todos esses itens estão associados ao conforto do usuário, e não necessariamente a indicadores de sustentabilidade, normalmente evidenciados no LBC.

As últimas subcategorias do AQUA sem relação com os tópicos vistos no LBC são a 12.1 e 12.2, relativas à categoria “Qualidade dos Espaços”. Na primeira, é exigida a identificação e redução dos impactos de fontes que emitam ondas eletromagnéticas, não havendo nenhuma correlação com os temas do LBC. Já a segunda trata da adoção de medidas que melhorem as condições de higiene em ambientes de preparação de alimentos, ou de condições sanitárias específicas, e no cuidado com os produtos de revestimentos internos, a fim de os manterem limpos e sem bactérias. Essa preocupação demonstra, novamente, a diferença de objetivos entre as duas metodologias estudadas, com o sistema brasileiro dando muita ênfase à manutenção acima do padrão médio das características do edifício, e não necessariamente a aspectos diretamente relacionados com a sustentabilidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou a análise, lado a lado, de dois sistemas de certificação de desempenho ambiental, com metodologias completamente diferentes e desenvolvidos em realidades distintas. Ficou evidenciado que o LBC visa atingir os três pilares da sustentabilidade, enquanto o AQUA visa garantir um mínimo desempenho diferencial em relação às edificações usuais sem se aprofundar especificamente nas bases do conceito sustentável.

Os imperativos do LBC demonstraram a intenção do desafio não só de melhorar dos projetos, mas também da busca pela excelência das edificações. Suas exigências de fluxo positivo de energia e de água, com a utilização de sistemas sustentáveis, são exemplos do alto padrão ambiental exigido. O desejo de afetar positivamente a comunidade e a indústria é percebido também na consideração dos impactos, até mesmo indiretamente relacionados com a implementação dos empreendimentos, em que todos os pontos valorizados têm sua repercussão analisada, em todo o caminho industrial, desde seus efeitos no início do processo, até sua influência na utilização no projeto.

O aspecto social ainda é devidamente destacado no desafio, apresentando considerações em relação à evolução de medidas igualitárias, inclusivas e de acessibilidade em seus projetos. Os critérios exigidos ainda estão normalmente correlacionados ao atendimento de alguma norma internacional, selo ou padrões específicos de organizações de referência. Quando não disponível ou quando não corresponde aos limites ideais do programa, o próprio ILFI apresenta algum selo/padrão a ser seguido nas mais diversas áreas abordadas, criado pelo ILFI com o objetivo de destacar a busca aos altos padrões. A necessidade de cumprimento de todos os imperativos para obtenção da certificação, apresentando soluções completas e de alto rigorismo para as mais diversas áreas, resulta em projetos realmente mais verdes que conseguem, inclusive, trazer benefícios a toda região em que estão inseridos.

O AQUA, apesar de praticamente não considerar os aspectos sociais, parte do pressuposto de otimização do desempenho das edificações brasileiras. A melhoria do conforto do usuário por meio de medidas quantitativas que representem a performance da edificação é o foco principal

da metodologia, inclusive com critérios flexíveis que possibilitam o desenvolvimento de soluções úteis pelo empreendedor, caso demonstrem contribuições devidamente comprovadas. Entretanto, sua exigência mínima requisitada é muito menor que a do LBC. Apesar de ser necessário um desempenho mínimo em todas as categorias exigidas para a certificação, não permitindo o foco em apenas uma área de interesse, isso ainda não é suficiente para criar projetos exemplares. Esse desempenho mínimo está normalmente correlacionado com os padrões mínimos exigidos nas normas brasileiras, que não tem o devido rigor e não são suficientes para garantir a excelência de desempenho. Mesmo assim, como no Brasil a disseminação de construções verdes e o anseio pelas mesmas ainda é pequeno, a certificação já serve como ponto de partida para diferenciar as construções. Assim, é possível estimular a competitividade no mercado, fazendo com que as pessoas comecem a perceber as vantagens das construções de alto desempenho ambiental.

Como item a ser destacado, o AQUA ainda apresenta o SGE, que auxilia o empreendedor a programar adequadamente o planejamento do projeto, para que ele devidamente alcance o desempenho buscado. No Brasil, como as construções ainda têm seus esforços muito mais voltados ao processo de execução da obra do que ao planejamento e projeto, diferentemente da maioria dos países desenvolvidos, esse sistema de gestão pode contribuir para o desenvolvimento de um pensamento mais analítico na fase de projeto, minimizando os problemas constantes que surgem durante a construção devido à baixa consideração dada à etapa de concepção dos empreendimentos.

Os dois sistemas estudados apresentam em torno de 500 projetos certificados, com o LBC surgindo apenas 2 anos antes do AQUA. Embora o rigorismo do LBC seja muito superior ao do AQUA, mesmo assim, foi possível evidenciar que o LBC exerce maior influência sob projetos em âmbito mundial. Isso se explica pela diferença de abordagem dos dois sistemas, com o LBC se apresentando como um desafio inovador, que visa alterar o modo de desenvolvimento das sociedades, minimizando danos colaterais ao meio ambiente, enquanto o AQUA se apresenta apenas como um sistema de melhoria de desempenho de edificações, sendo uma proposta pouco chamativa. Ainda, o LBC apresenta um imperativo com critério obrigatório de incentivo a novos projetos que sigam a tendência do desafio, o que contribui com a divulgação e ampliação do sistema.

O AQUA, apesar de seu constante crescimento, ainda é refém das demandas do mercado em diferenciar as edificações, apresentando um viés mais comercial e publicitário. Mesmo assim, tanto o AQUA, quanto o LBC, conseguem trazer contribuições ao ramo da construção sustentável, mesmo que em focos diferentes. Se a utilização dos sistemas continuar apresentando contínuo crescimento, e se forem intensificados os investimentos na divulgação dos mesmos, é possível que se consiga alterar a mentalidade das pessoas, aumentando a preocupação com o desenvolvimento sustentável. Por fim, observa-se que os sistemas trazem importante contribuição para a implementação de edifícios verdes no desenvolvimento urbano, podendo tornar esse tipo de construção mais do que simples exceções no mercado

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA, J. A. **Incompatibilidade entre o paradigma atual da construção e princípios de sustentabilidade**: proposição de novo paradigma. 2013. 380 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96499/000912529.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jul 2019
- BARBISAN, A. O. *et al.* Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/91fe/8f14f8375f56cf56506b5932af6c0470607d.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2019.
- BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. A. Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação. **Revista Minerva: Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 45-52, jan./abr. 2010. Disponível em: [http://www.fipai.org.br/Minerva%2007\(01\)%2006.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2007(01)%2006.pdf). Acesso em: 24 ago. 2019.
- FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios**: o caso de escritórios em Florianópolis. 2008. 342 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91376/254818.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Guia prático do referencial da qualidade ambiental do edifício**: Edifícios não residenciais. São Paulo, 3 ago. 2018a. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2018/08/GP-AQUA-HQE-NR-QAE-emConstruc%CC%A7a%CC%83o-ad-2018-08-03.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício**: Edifícios não residenciais. São Paulo, 18 ago. 2018b. Disponível em: https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2018/08/RT_AQUA-HQE-Edifícios_ao-residenciais-2016-ad-18-08-2018.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.
- GOMES, D. V. Educação para o consumo ético e sustentável. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Porto Alegre, v. 16, p. 18-31, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/viewFile/2778/1567>. Acesso em: 27 ago. 2019.
- GORON, L. S. **Proposta de índice de sustentabilidade para indústria da construção**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32899/000784930.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jul. 2019

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. **Living Building Challenge 4.0: A visionary path to a regenerative future**. Seattle, 2019. Disponível em: <https://living-future.org/lbc/resources/>. Acesso em: 20 jul. 2019.

ISOLDI, R. A. **Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção**. 2007. 333 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/108465>. Acesso em: 20 jul. 2019.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. *In: ENCONTRO NACIONAL, 2; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1*. Canela-RS. **Anais...** Porto Alegre, 2001. p. 91-98. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Vanessa_Silva22/publication/242497669_AGENDA_21_UMA_PROPOSTA_DE_DISCUSSAO_PARA_O_CONSTRUBUSINESS_BRASILEIRO/inks/0046352ace41bd5528000000/AGENDA-21-UMA-PROPOSTA-DE-DISCUSSAO-PARA-O-CONSTRUBUSINESS-BRASILEIRO.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARTINS, M. C. R. Todo mundo quer uma construção sustentável. [Entrevista concedida a Nanci Corbioli]. **Revista Projeto Design** [online], São Paulo, n. 354, 01 ago. 2009. Disponível em: <https://arcoweb.com.br/projetodesign/entrevista/manuel-carlos-reis-martins-01-08-2009> Acesso em: 27 ago. 2019.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-842G7C/1/diserta__o_silvio_motta.pdf. Acesso em: 13 ago. 2019

SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 81-99, out./dez. 2012. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/22603/23734>. Acesso em: 31 ago. 2019.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <https://bdpi.usp.br/item/001336101>. Acesso em: 17 ago. 2019.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3491>. Acesso em: 17 ago. 2019.