

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

Alessandra Martins de Aguiar

**O USO DO ANDAIME FACHADEIRO COMO MODELO DE
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre
Outubro de 2022

Alessandra Martins de Aguiar

**O USO DO ANDAIME FACHADEIRO COMO MODELO DE
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO**

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

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Outubro de 2022

Alessandra Martins de Aguiar

**O USO DO ANDAIME FACHADEIRO COMO MODELO DE
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO**

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

Porto Alegre, 19 de outubro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Profª. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. José Alberto Azambuja
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Deividi Maurenre Gomes da Silva (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, Gilson e Juliana, por todo
o amor e suporte.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo o esforço e suporte em todos esses anos, principalmente pelo apoio quando eu decidi que iria estudar engenharia em um federal.

Agradeço a minha irmã, Andressa, que apesar de todas as brigas, sempre esteve ao meu lado.

Agradeço a todos os professores que batalham para garantir o ensino de qualidade e manter essa faculdade no ranking das melhores do país. Em especial a professora Cristiane, por todo o auxílio nesta reta final.

Agradeço a todos os amigos que eu tive o prazer de conhecer ao longo de toda a graduação. Aos amigos de barra que compartilham noites sem dormir e de muito estudo, mas também tantos momentos de risadas nos corredores e filas gigantes do ru. Aos meus amigos que conheci em eventos e festas universitárias, mas que se tornaram tão importantes na minha jornada. Vocês me mostraram como a graduação pode ser mais divertida e com muitas histórias para contar.

Agradeço as minhas meninas Milena, Iasmin e Rafaela que além de dividir tantas histórias, dividiram um lar comigo. Obrigada por todo o carinho e apoio.

Agradeço a todas as pessoas que conheci trabalhando na Jog. Tive a oportunidade de conhecer diversas obras e profissionais que me fizeram voltar a amar a engenharia e também me apaixonar pelos andaimes. Foram tantos desafios, mas também muito crescimento e aprendizado ao longo desses anos.

Por último, mas não menos importante, agradeço a minha família por todo o amor e carinho.

Até você se tornar consciente, o inconsciente irá dirigir sua vida e você irá chamá-lo de destino.

Carl Jung

RESUMO

Atualmente presenciamos um crescimento vegetativo acompanhado de uma acelerada urbanização, o que impacta diretamente na demanda por edificações. Desse modo, há uma busca por um desenvolvimento sustentável, para que as necessidades atuais não comprometam as futuras gerações. Nesse contexto, surgiram os sistemas de certificação de sustentabilidade em edificação; procurando, assim, reduzir os impactos gerados pelo setor da construção. O que fez surgir um novo modo de planejar e projetar. Este trabalho irá usar como referência a certificação AQUA por ser mais condizente com a realidade brasileira, visto que aborda a cultura, clima, normas técnicas e regulamentações nacionais. Em complemento a análise do selo, será apresentado o sistema de andaime fachadeiro. De maneira que serão abordadas as suas vantagens em relação aos demais sistemas de proteção e assim apontados os itens em que ele pode auxiliar a alcançar a certificação. Assim, o estudo tem por objetivo apresentar um modo mais sustentável de construção com o uso do andaime fachadeiro e a análise dos pontos que podem ser atingidos na busca pelos selos de sustentabilidade. A partir do estudo de caso em uma obra executada em São Paulo (SP), provou-se que é possível atingir ganhos de produtividade e redução de prazos de uma forma que agrida menos o meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Sistemas de certificação. Andaime fachadeiro. AQUA-HQE

Lista de ilustrações

Figura 1 – Representação gráfica do termo “Triple Bottom Line”	13
Figura 2 – Exigências relativas ao perfil de QAE no Brasil	25
Figura 3 – Processo de certificação	27
Figura 4 – Avaliação da categoria 1	31
Figura 5 – Avaliação da categoria 2	32
Figura 6 – Avaliação da categoria 3	34
Figura 7 – Avaliação da categoria 4	35
Figura 8 – Avaliação da categoria 5	37
Figura 9 – Avaliação da categoria 6	38
Figura 10 – Avaliação da categoria 7	39
Figura 11 – Avaliação da categoria 8	41
Figura 12 – Avaliação da categoria 9	42
Figura 13 – Avaliação da categoria 10	44
Figura 14 – Avaliação da categoria 11	45
Figura 15 – Avaliação da categoria 12	46
Figura 16 – Avaliação da categoria 13	48
Figura 17 – Avaliação da categoria 14	49
Figura 18 – Obra Upper em Gravataí - RS	53
Figura 19 – Obra JFL em São Paulo.....	54
Figura 20 – Obra POD em São Paulo.....	55
Figura 21 – Obra ON Melo Alves em São Paulo	55
Figura 22 – Obra POD em execução	56
Figura 23 – Obra ON Melo Alves em execução.....	57
Figura 24 – Imagem comercial DSG Itaim.....	60
Figura 25 – Imagem comercial DSG Itaim.....	61
Figura 26 – Painel Socioambiental da Construção	62
Figura 27 – Tela de reprodução de fachada.....	62
Figura 28 – Cronograma comparativo	63
Figura 29 – Diferenciais e pontos de atenção.....	64
Figura 30 – Fase de construção do empreendimento.....	65
Figura 31 – Fase de finalização do empreendimento	65
Figura 32 – Canteiro de obra	66
Figura 33 – Envelopamento completo do andaime	67
Figura 34 – Uso do BIM para avaliação do sistema.....	68

Lista de quadros

Quadro 1 – Categorias do processo AQUA	25
Quadro 2 – Etapas do SGE	26
Quadro 3 – Abrangência geral do AQUA-HQE	28
Quadro 4 – Estruturação categoria 1	30
Quadro 5 – Número de pontos da categoria 1	30
Quadro 6 – Estruturação categoria 2	32
Quadro 7 – Número de pontos da categoria 2	32
Quadro 8 – Estruturação categoria 3	33
Quadro 9 – Número de pontos da categoria 3	34
Quadro 10 – Estruturação categoria 4	35
Quadro 11 – Número de pontos da categoria 4	35
Quadro 12 – Estruturação categoria 5	36
Quadro 13 – Número de pontos da categoria 5	37
Quadro 14 – Estruturação categoria 6	37
Quadro 15 – Número de pontos da categoria 6	38
Quadro 16 – Estruturação categoria 7	39
Quadro 17 – Número de pontos da categoria 7	39
Quadro 18 – Estruturação categoria 8	40
Quadro 19 – Número de pontos da categoria 8	41
Quadro 20 – Estruturação categoria 9	42
Quadro 21 – Número de pontos da categoria 9	42
Quadro 22 – Estruturação categoria 10	43
Quadro 23 – Número de pontos da categoria 10	43
Quadro 24 – Estruturação categoria 11	44
Quadro 25 – Número de pontos da categoria 11	45
Quadro 26 – Número de pontos da categoria 11	45
Quadro 27 – Estruturação categoria 12	46
Quadro 28 – Número de pontos da categoria 12	46
Quadro 29 – Estruturação categoria 13	47
Quadro 30 – Número de pontos da categoria 13	47
Quadro 31 – Número de pontos da categoria 13	48
Quadro 32 – Estruturação categoria 14	49
Quadro 33 – Número de pontos da categoria 14	49

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BIM	Building Information Modeling
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CBIC	Câmara Brasileira de Indústria da Cosntrução
CIB	Companhia Industrial Brasileira
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
CO	Dióxido de carbono
CPDS	Comissão de políticas de desenvolvimento sustentável
CPVC	Policloreto de vinila clorado
ECO-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EPA	Environmental Protection Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESG	Environmental Social Governance
FGV	Fundação Getulio Vargas
FIESP	Federação da Indústria de São Paulo
FSC	Forest Steward Council
FUTURE	Future Studies Research Journal: Trends and Strategies
GBC	Green Building Council
HQE	Haute Qualité Environnementale
ISE	Instituições Superiores de Ensino
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design

NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
NSC	National Security Council
ONG	Organização não governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
OSHA	Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor
PDCA	Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ação
PET	Politereftalato de etileno
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policloreto de Polivinila
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento
SP	São Paulo
UNCED	Conferência Das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
USP	Universidade De São Paulo
WWF	World Wild Fund for Nature
XIX	Século 19
XX	Século 20

Sumário

1	INTRODUÇÃO	3
2	DIRETRIZES DA PESQUISA.....	5
2.1	Questão da pesquisa	5
2.2	Objetivos da pesquisa	5
2.3	Pressuposto.....	5
2.4	Delimitações.....	5
2.5	Limitações.....	5
2.6	Metodologia	5
3	SUSTENTABILIDADE	7
3.1	Histórico.....	7
3.2	Construção Sustentável	10
3.2.1	Reciclagem e reuso de materiais.....	16
3.2.2	Projeto.....	16
3.2.3	Definição de construção sustentável	19
4	CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE: SISTEMAS AQUA-HQE	21
4.1	Contexto histórico	21
4.2	Certificação AQUA-HQE.....	23
4.2.1	Nível de certificação	24
4.2.2	Processo de certificação.....	25
4.2.3	Abrangência do sistema:	27
4.2.4	Dimensões avaliadas.....	29
4.2.4.1	Edifício e seu entorno	29
4.2.4.2	Produtos, sistemas e processos construtivos	31
4.2.4.3	Canteiro de obras	33
4.2.4.4	Energia.....	34
4.2.4.5	Água.....	36
4.2.4.6	Resíduos.....	37
4.2.4.7	Manutenção.....	38
4.2.4.8	Conforto higrotérmico	40
4.2.4.9	Conforto acústico.....	41
4.2.4.10	Conforto visual	42
4.2.4.11	Conforto olfato.....	44
4.2.4.12	Qualidade dos espaços	45
4.2.4.13	Qualidade do ar	47

4.2.4.14	Qualidade da água.....	48
5	ANDAIME FACHADEIRO	50
5.1	Normas e definições de andaimes.....	50
5.2	Inovação.....	51
5.3	Itens substituídos pelo andaimes	52
5.4	Comparativo entre sistemas.....	53
5.5	O andaime e as certificações de sustentabilidade	57
5.4.0.1	Edifício e seu entorno	57
5.4.0.2	Produtos, sistemas e processos construtivos.....	58
5.4.0.3	Canteiro de obras	58
5.4.0.4	Resíduos.....	59
5.4.0.5	Manutenção.....	59
6	ESTUDO DE CASO	60
6.1	O empreendimento	60
6.2	Iniciativas sustentáveis da construtora	61
6.3	O empreendimento e as certificações	62
6.3.1	Edifício e seu entorno	62
6.3.2	Produtos, sistemas e processos construtivos.....	63
6.3.3	Canteiro de obras	66
6.3.4	Resíduos e Fluxo positivo de resíduos.....	66
6.3.5	Manutenção.....	67
6.4	Inovação.....	67
6.5	Análise Final.....	67
7	CONCLUSÃO	70
	Referências	71

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das categorias mais relevantes para a economia do país, caracteriza-se pela sua enorme importância em termos econômicos e sociais, além de ser um dos setores que mais agride o meio ambiente. Desde a promoção do bem-estar para as pessoas através de moradias e edificações, até o desenvolvimento das cidades através da infraestrutura urbana, o setor é responsável por movimentar o Produto Interno Bruto (PIB), empregar a força trabalhista e também estimular a esfera econômica. Contudo, é responsável por 38% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), segundo Relatório de Situação Global 2020 para Edifícios e Construção, elaborado pela agência ambiental da Organização das Nações Unidas (ONU).

Segundo BOHADANA (2007), praticamente todas as atividades humanas necessitam de um ambiente construído para se desenvolverem, seja direta ou indiretamente. Portanto, a sustentabilidade tem sido um critério para os canteiros de obras, visto que todo projeto gera resíduos de quantidade elevada, prejudicando o meio ambiente. Sendo assim, os clientes vêm optando pelas empresas que apresentem novas soluções de redução de impacto e, principalmente, de desperdício de inúmeros materiais utilizados. Ao lado do desenvolvimento sustentável, também é fundamental atentar-se para que as empresas vêm se adaptando cada vez mais aos novos fluxos de trabalho. Esses processos envolvem o uso da tecnologia e demais inovações na construção civil.

Conforme relatório da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014), o desafio da sustentabilidade assumiu, há alguns anos, um papel de destaque na agenda da Indústria e o setor está cada vez mais consciente sobre a relevância do seu papel no contexto da mitigação e adaptação dos efeitos das transformações climáticas e da necessidade de melhoria das condições de vida no planeta. Repensar a maneira de construir é, portanto, uma oportunidade de revisitar os problemas do setor, para buscar solucioná-los. Deste modo, é possível listar alguns benefícios de uma certificação de construção verde: abertura de negócios com grandes empresas que priorizam a compra de materiais e produtos de empresas sustentáveis; diminuição de desperdícios e melhoria de processos internos; aprimoramento no relacionamento com a comunidade local; acesso às linhas de crédito privilegiadas em bancos que oferecem vantagens a empresas

sustentáveis; sinalização do comprometimento de acionistas e fornecedores da instituição através do selo ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial) na bolsa de valores.

A crescente e generalizada demanda mundial por bens de consumo, aliada ao aumento da produção tem sido um objetivo comum à sociedade capitalista nos últimos séculos. O que faz com que a pressão exercida sobre o ecossistema terrestre seja, também, cada vez maior. Tornando, assim, imprescindível a busca por novas tecnologias sustentáveis que apresentem um grande índice de produtividade. Aliando-se a criação de sistemas de certificações ambientais para edificações, como incentivo para fomentar a gradual mudança do setor. Desta forma, será analisado o selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental), certificação brasileira baseada na francesa HQE (*Haute Qualité Environnementale*).

O presente trabalho visa apresentar os benefícios do uso do andaime fachadeiro na construção civil como uma tecnologia sustentável e o seu papel nas certificações. A primeira etapa é constituída de uma pesquisa bibliográfica sobre a sustentabilidade no setor da construção civil, buscando compreender a evolução do pensamento sustentável, assim como o embasamento teórico necessário às análises posteriores. Após, a certificação AQUA-HQE é descrita individualmente. Então, é apresentado um breve comparativo entre o andaime e os outros sistemas e são identificados os pontos em que o andaime se correlaciona com o certificado. Para isso, apresenta-se um estudo de caso em uma empresa empreendedora AQUA-HQE e que já vem utilizando este sistema. Desse modo, é possível entender o que tem sido aplicado no mercado, e para onde está se direcionando o futuro. Buscando assim, soluções sustentáveis condizentes com a nossa realidade.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

Como tornar a indústria da construção civil mais sustentável com o uso do andaime fachadeiro.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

- Objetivo principal: analisar um modo mais sustentável de construção com o uso do andaime fachadeiro e o estudo dos pontos que podem ser atingidos na busca pelos selos de sustentabilidade.
- Objetivo secundário: a partir dos pontos listados acima, compara: desempenho do sistema convencional e o andaime fachadeiro em relação aos resíduos gerados e a produtividade.

2.3 PRESSUPOSTO

É pressuposto deste trabalho que os critérios de certificação de edificações utilizados, presente no sistema AQUA, são adequados para a avaliação da sustentabilidade ambiental da edificação em estudo.

Pressupõe-se que os itens pontuados são de fato relevantes para a busca da sustentabilidade pelo setor de construção civil, podendo servir de modelo para futuros empreendimentos da cidade.

2.4 DELIMITAÇÕES

- O sistema de certificação utilizados foi o AQUA – Edifícios do Setor de Serviços – aplicada pela Fundação Vanzolini;
- Estudo foi feito para a obra de uma construtora na cidade de São Paulo (SP).

2.5 LIMITAÇÕES

O estudo se limita a verificação dos resíduos durante o uso do sistema sem levar em consideração a sua fabricação. Não serão abordados os custos relacionados às adaptações necessárias para obtenção do selo, nem serão criados paralelos com edificações regulares para verificação de quão adaptáveis são à realidade de incorporadoras menores. A pesquisa está limitada pelos documentos cedidos pela empresa responsável pelos andaimes e pela incorporadora responsável pela obra, além de visitas realizadas ao canteiro, nas quais foi possível ter um macro entendimento do projeto.

2.6 METODOLOGIA

O trabalho será apresentado na forma de monografia. Para desenvolvimento do estudo, irão compor a metodologia de execução os aspectos a seguir:

- a) Pesquisa bibliográfica sobre o tema sustentabilidade, em especial no setor da construção civil.
- b) Análise das certificações: contexto histórico e certificado AQUA-HQE
- c) Análise do andaime fachadeiro: breve comparativo entre os sistemas e pontos em que o andaime se correlaciona com os certificados.
- d) Estudo de caso: como utilizar o andaime para atingir as pontuações da certificação AQUA.
- e) Discussão dos resultados e conclusão finais.

3 SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo, apresenta-se o contexto histórico do termo sustentabilidade e sua ideia como um objetivo a ser atingido de maneira integrada através do desenvolvimento econômico, social e ambiental. Após a definição do termo, será realizada uma análise de sua inserção na construção civil como busca de um futuro melhor para as próximas gerações. Os tópicos aqui abordados servirão de base teórica para o entendimento da certificação AQUA-HQE, assim como os demais temas abordados neste trabalho.

3.1 HISTÓRICO

A partir da Primeira Revolução Industrial, iniciada em meados de 1760, iniciou-se um processo de extração agressivo ao meio ambiente devido à demanda por matéria-prima em grande escala. Contudo, foi a revolução industrial ocorrida no século XIX que marcou uma das fases de grandes transformações, sobretudo na economia, na sociedade, na tecnologia e no meio ambiente. Instaurou-se, então, um consumo acelerado de combustíveis fósseis não renováveis ao longo da escala de tempo humana. Como resultado, destaca-se o aumento da contaminação do ar por gases, provenientes da queima destes combustíveis (BRASIL, 2014).

Assim como citado por Azambuja (2013), Thomas Malthus foi um dos primeiros autores a abordar sobre o desabastecimento populacional, com a publicação do *Essay on the principle of population* em 1798. Foi apresentada a teoria sobre o crescimento populacional como uma progressão geométrica, enquanto os meios de subsistência progredem de forma aritmética. O assunto, entretanto, só voltou a ter importância a partir da segunda metade do século XX, pós II Guerra Mundial. O tema sustentabilidade ganhou destaque internacional com a criação da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1945. Em 1962, com a publicação do livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, houve um grande impacto sobre a consciência ambiental, como consequência da ampla divulgação de desastres ambientais ocorridos na época.

Com a criação do Clube de Roma em 1968, foi introduzido pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável. Esse era composto por cientistas, industriais e políticos que debatiam assuntos sobre política, economia internacional e, sobretudo, o meio ambiente

(BRASIL, 2014). Ali se introduziu a preocupação ambiental como necessária ao crescimento econômico como uma contestação ao modelo econômico adotado pelos países industrializados (FOSSATI, 2008 apud WINES, 2000). Em 1972, foi publicado o Relatório *The limits of growth* (Os limites do crescimento) que tratava de problemas para o futuro desenvolvimento da humanidade, baseado em modelos matemáticos do Instituto de Tecnologia de Massachusetts. O relatório concluiu que o planeta Terra não suportaria mais o crescimento populacional (BRASIL, 2014). A crise do petróleo nos anos 70 desencadeou a consciência em relação à dependência dos recursos naturais e a grande demanda por energia (AULICINO, 2008).

Segundo FOSSATI (2008), na década de 70 houve a evolução da preocupação internacional em relação às consequências da então atual forma de desenvolvimento. Em 1972, a primeira conferência relevante foi realizada em Estocolmo, que elaborou 26 “princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo, inspirações e guia para preservar e melhorar o meio ambiente”, como explica Corrêa (2009). Organizada pela ONU, reuniu representantes de 113 países e incentivou a criação de ministérios e agências nacionais para monitoramento das condições do meio ambiente. Além disso, produziu a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, que reconhece a importância da Educação Ambiental como o elemento crítico para o combate à crise ambiental no mundo (BRASIL, 2014). Na mesma época foram criadas instituições de preservação da natureza como *Friends of Earth* em 1969 e Greenpeace em 1971 (AZAMBUJA, 2013). Em 1973, formulado pelo economista Ignacy Sachs, surgiu pela primeira vez o conceito de eco desenvolvimento, que posteriormente deu origem ao conceito de desenvolvimento sustentável. Considerou-se prioritária a questão da educação e da preservação dos recursos naturais com a satisfação das necessidades básicas do ser humano (BRASIL, 2014).

Foi constituída em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, buscando sistematizar e difundir suas ideias de conservação. Como consequência dessa comissão, em 1987 foi elaborado o documento “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Brundtland”, que o define como aquele que permite o atendimento das necessidades humanas atuais, sem comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades (BOHADANA, 2007). Indicando, assim, um desenvolvimento em direção ao equilíbrio entre as esferas econômicas, tecnológica e ambiental para uma sociedade justa e igualitária (AULICINO, 2008). O relatório versa principalmente sobre: população e recursos humanos, segurança alimentar,

espécies e ecossistemas, energia, indústria e crescimento urbano; contudo, não propõe nenhum projeto detalhado de ações.

Segundo Azambuja (2013), até a década de 90, embora já houvesse uma percepção mais clara da problemática da sustentabilidade, a busca de soluções era ainda extremamente introdutória e, em alguns casos, tinha um caráter apenas reativo ou contestatório. Como afirma Silva (2003), a meta do desenvolvimento sustentável, até então implícita em muitas políticas nacionais, ganhou comprometimento e reconhecimento global vinte anos após a reunião em Estocolmo. Em 1992, a ONU organizou a *United Nation Conference on Environment and Development* – UNCED, o evento reuniu representantes de 175 países e ONGs na cidade do Rio de Janeiro. Seu principal objetivo foi incentivar a criação de políticas e iniciativas em prol da sustentabilidade, sendo discutidos planos de ações para preservar os recursos do planeta, buscando maneiras de eliminar o abismo entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento (MOTTA, 2009). De acordo com Corrêa (2009), a ECO-92 ou Rio-92 foi responsável por três convenções, uma sobre mudança do clima, outra sobre biodiversidade e ainda uma sobre a declaração sobre as florestas. Além disso, a conferência ainda aprovou documentos como a Declaração do Rio e a Agenda 21, um programa de ação que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala global, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (FOSSATI, 2008).

Em 1996, ocorreu em Istambul a Conferência das Nações Unidas, que resultou na Agenda Habitat II, uma das interpretações com maior relevância para o setor da construção civil. Foi apresentado que habitação adequada e infraestrutura para transporte, abastecimento de água, energia, saneamento, e atividades industriais para atender as necessidades do crescimento da população mundial ainda representam grandes desafios, principalmente em países não desenvolvidos (BRASIL, 2014). Em 1997, Richard Rogers lançou o livro *Cities for Small Planet*, onde buscou um modelo em que as cidades do futuro pudessem recompor a harmonia entre homem e natureza (MOTTA, 2009). No mesmo ano, um dos encontros historicamente mais significativos ocorreu em Kyoto e resultou na criação do tratado ambiental Protocolo de Kyoto, assinado por 84 países. Teve como objetivo a redução das emissões de gases-estufa e propôs um modelo de desenvolvimento limpo aos países em desenvolvimento, prevendo que, entre 2008 e 2012, os países industrializados reduzissem suas emissões em 5% em relação aos níveis medidos em 1990 (AMBIENTE, 2015).

Em 1999 foi lançada a Agenda Setorial para Construção Sustentável pelo CIB (Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção), em acordo com as metas do relatório Brundtland, Agenda 21 (1992), Habitat II e Protocolo de Kyoto. No mesmo ano, o Conselho Europeu de Arquitetura produziu o livro *Green Vitruvius: Principles and Practices of Sustainable Architectural Design*, onde foi retomada e reforçada a importância de as construções considerarem as condições climáticas locais e foram expostas estratégias de sustentabilidade para construção. A agenda objetivou diminuir a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, melhorando o desempenho do ambiente construído. Em 2007 é criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), com objetivo de incentivar conceitos e práticas sustentáveis na construção civil. (MOTTA, 2009).

No ano de 2012, a ONU promoveu a *United Nations Conference on Sustainable Development* (UNCSD), mais conhecida como Rio+20, no Rio de Janeiro. A sua principal consequência foi o documento intitulado de “O Futuro que Nós Queremos”, onde renovou-se o compromisso dos estados-membros com os princípios do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas (<http://www.rio20.gov.br/>). Os principais assuntos tratados foram “A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação de pobreza” e “A estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável”. Em 2015, foi promovida pela ONU a *United Nations Climate Change Conference* (COP 21), em Paris. Nesta conferência foi elaborado o “Acordo de Paris”, que buscou direcionar esforços no combate à mudança climática. No mesmo ano, em Nova York, representantes dos Estados-membros da ONU se reuniram para desenvolver a Agenda 2030, conjunto de programas, ações e diretrizes, com o objetivo de orientar os trabalhos das Nações Unidas e de seus países-membros rumo ao desenvolvimento sustentável. Os compromissos assumidos pelos países membros nos acordos se desdobraram em políticas nacionais, para diversos setores da economia. Como (FIKSEL, 2003 apud AZAMBUJA, 2013) afirma, a sustentabilidade não é um estado final que se deva atingir, mas uma característica de um sistema dinâmico em evolução.

3.2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção civil é uma ocupação que tem como atributo inerente a alteração da paisagem, o consumo de ativos naturais renováveis e não renováveis, a geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, com potenciais impactos positivos e negativos no meio ambiente, na qualidade de vida da população e a infraestrutura existente (PAULO, 2018). Assim, como citado por Azambuja

(2013), as edificações cumprem a função de representação material de uma cultura, de modo que sua arquitetura e tecnologias devem redefinir, mas não destruir, o equilíbrio entre o uso responsável de recursos e aquela função. Essa indústria representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Atividades de construção, manutenção e demolição consomem recursos e geram resíduos em extensões que superam a maioria das outras atividades econômicas (SILVA, 2003).

O impacto econômico do setor é colossal, a cadeia produtiva teve uma produção total próxima de R\$ 300 bilhões em 2010, o que equivale a 8,1% do PIB brasileiro. Sua contribuição do setor para a geração de empregos também é expressiva, conforme demonstram os 11,3 milhões de trabalhadores que atuavam na cadeia produtiva em 2010. O futuro crescimento brasileiro também terá importante participação desta indústria, uma vez que há grande demanda por obras habitacionais e de infraestrutura. Além disso, estimativas da FGV Projetos apresentadas pela FIESP demonstram a necessidade de R\$ 3 trilhões em investimentos até 2022 para atender à demanda por recuperação e construção de novas moradias (TELLO; RIBEIRO, 2012).

Contudo, é um dos setores que mais agride o meio ambiente. Consome grandes quantidades de materiais com significativo conteúdo energético e grande quantidade de matéria-prima de algumas reservas já limitadas. Gera impactos ambientais como resíduos, ruído, poeira e poluentes industriais, desde as atividades de produção de matérias-primas e de canteiro até as atividades de manutenção e demolição. O cimento e a cal hidratada são obtidos através do processo de calcinação, lançando grande quantidade de CO₂ na atmosfera (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001). Já, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção aponta que o consumo de cimento pela população brasileira cresceu 154%, entre os anos 2000 e 2013, passando de 229 kg/hab, para 353 kg/hab (CBIC, 2022). Estima-se ainda que atividades de construção geram 40% de todos os resíduos gerados pela sociedade e é responsável por 12% do consumo total de água. Além disso, a cadeia tem emissões de gases de efeito estufa significativos: a produção de cimento é responsável por 5% e o uso de energia em edifícios, 33% (TELLO; RIBEIRO, 2012). A operação de edifícios consome cerca de 54% da energia elétrica produzida no Brasil, segundo estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2018).

Nas palavras de (CANGUSSU *et al.*, 2012 apud BRASIL, 2014, p.52):

Sem desenvolvimento econômico não pode haver progresso social. Sem a proteção do meio ambiente, o desenvolvimento econômico não pode ocorrer. E sem justiça social, não pode haver acordo coletivo para proteger o meio ambiente.

O desenvolvimento econômico é medido pelo aumento de bem-estar da sociedade. Nos países desenvolvidos, a maioria das necessidades básicas humanas já foi atingida. Enquanto nos países em desenvolvimento, a média dos padrões está muito abaixo e, constantemente, necessidades básicas do ser humano não são atendidas (FOSSATI, 2008). Assim como Motta (2009) afirma, nos países ricos, a manutenção dos elevados padrões de vida promove um consumo cada vez maior. Por outro lado, nos países pobres, a busca por melhorias em seus padrões de vida, conduz a um elevado crescimento no consumo dos recursos naturais. O progresso econômico experienciado em países desenvolvidos foi pautado na destruição de elementos naturais, de seus próprios territórios e, também, em escala global (SILVA, 2003). Sendo assim, nos países mais pobres, o caminho a seguir não deve ser o mesmo adotado pelos países industrializados. Como citado pela ONG WWF: “Caso as sociedades do Hemisfério Sul copiassem os padrões das sociedades do Norte, a quantidade de combustíveis fósseis consumida atualmente aumentaria 10 vezes e a de recursos minerais, 200 vezes”.

Ainda existe um grande déficit habitacional atualmente, mesmo com os avanços tecnológicos, sobretudo nos países em desenvolvimento, o que aponta para um crescimento do setor nas próximas décadas. Assim como Mateus (2009) afirma, as cidades continuarão a expandir-se e a desenvolver-se com crescente intensidade. Desse modo, a conscientização com ações no sentido de reverter padrões insustentáveis de consumo e minimizar as desigualdades sociais são fundamentais. Ademais, a urbanização representa uma importante questão a ser abordada, tendo em vista que as cidades atuais não são autossustentáveis e sim grandes consumidoras de insumos agrícolas, industriais e dos recursos naturais. Da mesma maneira que, o crescimento desmensurado de grandes centros gerou um grande problema habitacional nos países em desenvolvimento. Para que uma cidade apresente uma qualidade de vida adequada, o gerenciamento do desenvolvimento urbano deve ser analisado de forma multidisciplinar e alinhada as diretrizes de sustentabilidade: ambientais, econômicas e culturais (AULICINO, 2008). A construção sustentável pode ser vista como uma contribuidora para a diminuição da pobreza, criando ambientes de trabalhos seguros e saudáveis, distribuindo de maneira equitativa os custos sociais e os benefícios das construções (CIB, 1999).

Em 1994, é concebido por John Elkington o termo “*Triple bottom Line*”, sintetizado na Figura 1, a sustentabilidade é um equilíbrio entre três pilares básico: ambiental, econômico e social. Desprende-se que as empresas têm responsabilidade sobre a qualidade ambiental e a justiça social gerada pelas suas atividades. De modo que, têm responsabilidade sobre os impactos positivos e

negativos que geram no meio ambiente e na sociedade (TELLO; RIBEIRO, 2012). Conseqüentemente, tem-se um tripé necessário para que se tenha um desenvolvimento sustentável, composto por (SEVERO, 2018):

- **People (Pessoas) – parcela social da empresa ou sociedade.** Conformidade com a legislação do trabalho e manter o bem-estar, através de um ambiente saudável, agradável e seguro para os trabalhadores e suas famílias;
- **Planet (Planeta) – parcela ambiental de uma empresa ou sociedade.** Busca a minimização e compensação dos impactos ambientais negativos inerentes ao seu funcionamento;
- **Profit (Lucro) – parcela econômica.** Qualquer empresa procura o melhor retorno possível, mas que deve ser ponderado junto aos dois aspectos anteriores.

Figura 1 – Representação gráfica do termo “Triple Bottom Line”



Fonte: JOHN ELKINGTON

A utilização de energias renováveis e sistemas construtivos que causam menos impacto ao meio ambiente é uma necessidade. De modo que, como destaca Fossati (2008, p.34): “a visão de desenvolvimento sustentável surgiu como decorrência da percepção sobre a incapacidade desse

modelo de desenvolvimento e de preservação ambiental se perpetuar e até mesmo garantir a sobrevivência da espécie humana”. A construção sustentável não se relaciona apenas à conservação de recursos naturais, mas também ao desenvolvimento econômico e social. A investigação de teorias de desenvolvimento sustentável resulta em conceitos do pensamento ecológico para os diversos setores da sociedade e da economia. O que contribuí para o entendimento da sustentabilidade como um processo holístico. Uma abordagem global permite esta necessária inter-relação e integração de processos de natureza completamente diferentes, tendo em vista que é imprescindível a procura por respostas para o processo como um todo (MOTTA, 2009). Como um marco para essa discussão destaca-se a Agenda 21 para Construção Sustentável publicada em 1999 pelo CIB. Os principais desafios, apontados pela Agenda, que devem ser superados pela indústria da construção em busca do desenvolvimento sustentável estão listados a seguir (FOSSATI, 2008).

1. **Gerenciamento e organização:** considerados aspectos-chave da construção sustentável, devendo comprometer não apenas os aspectos técnicos, mas também os sociais, legais, econômicos e políticos.
2. **Produtos e edifícios:** apontam como otimizar as características dos edifícios e dos produtos de forma a melhorar o desempenho sustentável, considerando fatores básicos como o clima, cultura, tradições construtivas e fase de desenvolvimento industrial.
3. **Consumo de recursos:** a redução do uso de recursos minerais é incentivada pelo uso de materiais renováveis ou recicláveis, seleção apropriada de matérias-primas e previsão da vida útil. O gerenciamento da água em edifícios deve ser desenvolvido, assim como o gerenciamento do uso do solo.
4. **Impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável:** os aspectos sociais, culturais e econômicos são tratados. Salientando que uma construção mais sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, com a criação de um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo igualitariamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios financeiros e aprimoramentos à comunidade.

Deve-se destacar a afirmação de Plessis (2001 apud BRASIL, 2014, p.33):

O ambiente construído sustentável nos países em desenvolvimento, requer uma abordagem diferente das necessidades do mundo desenvolvido, o que não ficou claramente entendido e discutido na Agenda 21 on *Sustainable Construction* publicada em 1999. A necessidade de um relatório específico para países em desenvolvimento está relacionada com as prioridades, níveis de capacidade e habilidades muitas vezes radicalmente diferentes, além das questões culturais e impactos sobre a compreensão e implementação da construção sustentável nesses países.

Baseada nas diretrizes da Agenda 21 Global, em 2002 foi construída pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável (CPDS) a Agenda 21 brasileira. Tinha o objetivo de propor estratégias, instrumentos e recomendações voltados para o desenvolvimento sustentável do país. A declaração foi organizada em 21 ações prioritárias com temas como: a inclusão social por uma sociedade solidária, a estratégia para a sustentabilidade urbana e rural, os recursos naturais estratégicos, e a governança e ética para a promoção da sustentabilidade. Ademais, o programa apresentou a visão de sustentabilidade das diferentes regiões do país, para que cada região adotasse requisitos de sustentabilidade conforme suas prioridades. No que se refere à construção civil, tem como objetivos estimular o combate ao desperdício em canteiros de obras e a adoção de tecnologias que promovam a segurança do trabalhador (BRASIL, 2014).

No Brasil, destaca-se o surgimento da Resolução 307/02 do CONAMA em 2002, primeira ação consolidada para a regulamentação do gerenciamento de resíduos sólidos de construção e demolição. Houve a regulamentação da seleção de resíduos, que definiu cinco classes para categorizar os resíduos da construção. Ademais, a partir de janeiro de 2005 todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos competentes devem incluir um Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil - PGRCC. Em resumo, requer a identificação e quantificação dos resíduos, assim como triagem feita pelo gerador no próprio canteiro ou realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade. O gerador também é responsável pelo confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando, sempre que possível, as condições de reutilização e reciclagem (FOSSATI, 2008).

Igualmente no âmbito nacional, vale salientar a criação do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, criado em agosto de 2007 como resultado da articulação entre lideranças empresariais, pesquisadores, consultores, profissionais atuantes e formadores de opinião. Tem como objetivo contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade na construção civil. Adicionalmente, a entidade se relaciona com importantes organizações nacionais e internacionais que se dedicam ao tema (<http://www.cbcs.org.br/>).

3.2.1 Reciclagem e reuso de materiais

Na construção civil são gerados diariamente grandes montes de resíduos formados por argamassa, areia, cerâmicas, concreto, madeiras, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc. Tendo em vista que todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de entulho, esse é um problema que tem se tornado cada vez mais expressivo. Desse modo, a redução da geração de resíduos na fonte é uma prioridade para reduzir o impacto ambiental, envolvendo processos de racionalização durante todo o ciclo de vida de uma construção. Contudo, quando existir a geração dos resíduos, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem. Como mencionado por Brasil (2014), os países da União Europeia, procuram adotar uma gestão de resíduos sólidos baseado em diretrizes que se apoiam no princípio da responsabilidade estendida do produtor. Assegurando, assim, que os produtos lançados no mercado, após seu uso e recolhimento, sejam reutilizados, reciclados, recuperados ou eliminados de maneira ambientalmente adequada. No entanto, buscar alternativas para redução, reutilização e reciclagem de materiais como: água, cimento, areia, energia, madeira, etc., exige conhecimento e criatividade para atingir a proteção do planeta.

Como apresenta Azambuja (2013): “no macros setor, algumas indústrias reciclam os subprodutos ou resíduos de seu próprio segmento, como o caso do aço e do vidro, além de reciclarem de outros segmentos, como no caso da indústria do cimento”. Entretanto, o uso de materiais reciclado ainda é bem limitado no setor. A utilização de madeira reciclada para fôrmas de concreto armado e portas, bem como o plástico de garrafas PET para a fabricação de tubos de esgoto têm se tornado mais recorrente. É um objetivo aumentar a demanda por produtos, materiais e componentes do edifício que incorporem conteúdo reciclado, com a consequente redução dos impactos gerados pela extração e processamento de recursos virgens. Estudos apontam que para a maioria dos materiais empregados, a energia necessária para remanufaturar recicláveis é muito mais baixa do que aquela necessária para elaborar um produto novo. Quando se trata do reuso de materiais de construção, os benefícios não se limitam apenas à redução na utilização de recursos naturais finitos, mas também na redução das atividades mineradoras e de extração (FOSSATI, 2008).

3.2.2 Projeto

Como referido por Setin (2011, p.1), “A construção sustentável não custa mais caro, desde que integrada na etapa de concepção do edifício, ou seja, desde a fase de projeto”. Logo projeto e

planejamento da edificação são etapas fundamentais por permitir um estudo antecipado com a discussão de soluções integradas para atingir um elevado desempenho da edificação durante sua vida útil. Devem, portanto, ser considerados aspectos sociais, econômicos, ambientais, o gerenciamento dos recursos e a especificação dos materiais. Sabe-se que o projeto tem papel primordial para a qualidade da edificação, pois, nele convergem todas as decisões, ações e restrições tecnológicas, de custo e prazo, de modo a organizar a produção da edificação e os agentes envolvidos em cada etapa (EPE, 2011). Da mesma maneira que, não é possível operar eficientemente um edifício que não foi projetado para tal, o envolvimento preliminar de todos os membros da equipe de projeto é crucial para o sucesso de um edifício de alto desempenho, como afirma (FOSSATI, 2008).

Apesar disso, mesmo com a intensa produção de edificações, há uma dificuldade de integração entre as etapas e atividades no processo de projeto, falta ou ineficácia do gerenciamento de qualidade e ambiental, ausência de integração entre os agentes envolvidos e carência de projetistas com especialização contínua e mão de obra qualificada, como cita Brasil (2014). Neste contexto, há uma importante oportunidade de desenvolvimento para o setor da construção, pautada na gestão dos requisitos de sustentabilidade. Tendo em vista que a sustentabilidade deve ir além da inserção horizontal no processo, ela deve ser inserida verticalmente de modo que seus conceitos estejam presentes em todas as fases do mesmo (MOTTA, 2009). Por conseguinte, para atingir a sustentabilidade no setor é imprescindível a incorporação da inovação pela construção civil. Contudo, além do uso de tecnologias que preservem o meio ambiente e poupam os recursos naturais, deve-se considerar o ciclo de vida completo de uma construção. Em conjunto com a escolha dos materiais, é preciso estudar o processo de demolição e reciclagem, estes desafios garantem, a alta qualidade, resistência e durabilidade.

O aumento da vida útil do edifício é um dos maiores desafios a alcançar para uma construção mais sustentável, como considera Sjöström (2000). Visto que é demandado também uma durabilidade funcional, que necessita flexibilidade e capacidade para ser modernizada. A vantagem de uma durabilidade estendida é a minimização na geração de resíduos, tanto na produção quanto no descarte. Todavia, pode ocasionar no uso prolongado de tecnologias menos eficientes do que as disponibilizadas, através de uma obsolescência tecnológica como afirma Azambuja (2013). Ademais, a sociedade é caracterizada por rápidas mudanças no estilo de vida e padrões de uso que também resultam em obsolescências de moda. Nesse sentido, é fundamental o conceito de racionalização, modulação e planta livre, principalmente quando se trata de grandes edificações,

nas quais deve ser dada liberdade de adaptação futura para diferentes usos, possibilitando futuras reformas com baixo impacto aos ocupantes (FOSSATI, 2008).

Por consequência, entre as principais ações de gestão dos requisitos de sustentabilidade ao longo do processo de projeto e mudanças no tratamento de questões ambientais, pode-se destacar os tópicos a seguir (FOSSATI, 2008; CORRÊA, 2009; TELLO; RIBEIRO, 2012).

- **Valorização e desenvolvimento da mão de obra:** a promoção do profissionalismo dos trabalhadores, um contínuo e significativo aumento da produtividade.
- **Melhoria da qualidade de vida dos funcionários no empreendimento:** este grupo de interesse interage muito próximo ao empreendimento, por isso é fundamental.
- **Inovação tecnológica: a industrialização em canteiro ou fábrica:** o uso de novos materiais; o desenvolvimento de novos sistemas construtivos; uso do *Building Information Modeling* (BIM); e mudanças no processo de gestão de empreendimentos – com maior ênfase à fase de projeto.
- **Desenvolvimento urbano sustentável:** apoio ao planejamento urbano e construção de planos diretores (promovendo o uso misto do solo e adensamento qualificado), construção de grandes empreendimentos, utilizando princípios de sustentabilidade e a requalificação de empreendimentos em áreas urbanas consolidadas.
- **Diálogo com fornecedores:** procura por empresas que trabalhem a responsabilidade socioambiental, políticas de qualidade e valorização de funcionários são imprescindíveis para garantir a sustentabilidade de todos os aspectos do seu próprio empreendimento.
- **Atendimento das necessidades dos futuros usuários:** ao conceber um empreendimento, é preciso pensar nos aspectos culturais e possíveis modos de vida dos futuros moradores.
- **Adoção de um novo paradigma de projeto:** as soluções são avaliadas considerando o ciclo de vida do ambiente construído. Utilização de soluções que aumentem a flexibilidade das edificações e facilitem reformas e modernizações; especificação de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental e maior durabilidade ao longo do seu ciclo de vida.

- **Sistema de Gestão de Qualidade:** deverá também prever a melhoria contínua do desempenho, coordenação, produtividade e manutenção do patamar de competitividade alcançado.
- **Ciclo de Deming ou da metodologia conhecida como PDCA:** planejar, executar, controlar e agir (do inglês *Plan, Do, Check e Act*).

3.2.3 Definição de construção sustentável

Segundo Plessis (2001, p. 8), “construção sustentável é um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica”. Desse modo, buscar uma indústria da construção mais sustentável é fornecer mais valor, ajudar no uso sustentado de recursos, poluir menos, e melhorar a qualidade de vida presente sem comprometer o futuro (SILVA, 2003). No entanto, ainda não há uma definição consensual de edifício sustentável ou uma metodologia que ao ser seguida permita atingir os seus objetivos, conforme afirma Mateus (2009). Desta forma, uma edificação sustentável envolve a consideração de todo o ciclo de vida do edifício, considerando a qualidade ambiental, funcional e futuros valores. O projeto de edifícios sustentáveis é a integração da arquitetura com a engenharia elétrica, mecânica e estrutural (JOHN et al. 2005).

Assim como aponta Silva (2003, p. 33),

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.

Por consequência, é possível aproveitar melhor os recursos naturais, gerir os resíduos obtidos com a construção e operação obtendo melhor qualidade do ar e ambiente interior, além de conforto termo acústico. A adequação de um empreendimento agrega valor de venda ao imóvel, causa um impacto no custo inicial, e, ao mesmo tempo, uma redução dos custos operacionais que reflete no aumento da qualidade de vida dos usuários. Além do mais, empresas certificadas ambientalmente são: empreendimentos diferenciados com maior valor (LEITE, 2011).

Por fim, como abordado por Corrêa (2009), o conceito de sustentabilidade não é fechado, não é possível atingir uma sustentabilidade absoluta. De modo que, as metodologias de avaliação da sustentabilidade encontram-se em constante evolução, de modo a corrigir as suas diferentes limitações (MATEUS, 2009). Existem, poucas análises de aplicações sustentáveis para identificar o modelo de resultados que podem ser esperados, mas parece haver um consenso sobre os desafios da sustentabilidade: integrar economia, ambiente e sociedade. Tal como as questões institucionais: considerar as consequências das ações do presente no futuro, conscientização e envolvimento da sociedade (SARTORI et al, 2014).

4 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE: SISTEMAS AQUA-HQE

Neste capítulo é apresentado um breve histórico das certificações de sustentabilidade na construção civil. Por conseguinte, é abordado e especificado de maneira individual o sistema AQUA-HQE.

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Na década de 90, surgiram os sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade das edificações. Tinham como objetivo medir o desempenho local dos empreendimentos e representam um dos meios de implantação da Agenda 21. O histórico de criação de certificações ratifica a ideia de que países desenvolvidos buscam implementações de medidas sustentáveis. Enquanto aqueles em desenvolvimento, buscam a exploração de seus recursos naturais, para o seu crescimento econômico. Essa lacuna foi exposta na Cúpula da Terra (SARAIVA, 2020).

Foi no Reino Unido, em 1990, que foi desenvolvida a primeira metodologia de avaliação ambiental de edifícios. O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – BREEAM. Seu objetivo era aferir o desempenho das edificações, como energia, uso da água, materiais, inovação e impacto ambiental. Para obtenção do certificado, cada categoria deve atingir uma pontuação mínima, definida no processo de certificação e, em caso de atendimento superior ao valor mínimo, o empreendimento conquista a certificação. Instituiu-se, desse modo, os primeiros padrões para medição de desempenho ambiental, servindo de parâmetro para novos sistemas, em todo o mundo.

Na mesma década, em 1996, a França desenvolve o HQE - *Haute Qualité Environnementale*, outro selo de avaliação de construções, com base em quatro categorias: saúde, conforto, ecogestão e construção (COSENTINO, 2017, p. 43).

Em 1999, foi criado nos Estados Unidos o selo LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, é criado. Ainda hoje, é o sistema de certificação com maior penetração internacional, presente em cerca de 160 países. A certificação analisa oito áreas: 1) localização

e transporte; 2) espaço sustentável; 3) eficiência do uso da água; 4) energia e atmosfera; 5) materiais e recursos; 6) qualidade ambiental interna; 7) inovação; e 8) processos e créditos de prioridade regional. Cada área precisa atender um conjunto de pré-requisitos, para que o empreendimento possa ser certificado e, além disso, deverá conquistar um número mínimo de créditos (BRASIL, 2017).

Na década de 1990, iniciou-se uma tentativa de desenvolvimento do projeto mais avançado em sustentabilidade do mundo, o Epicenter em Bozeman, nos Estados Unidos. Como uma inspiração dessa criação, surgiu o *Living Building Challenge* – LBC em 2005, guiado pelas pesquisas e diretrizes de Jason McLennan. A primeira versão do LBC foi lançada alguns meses depois em 2006 pelo *Cascadia Green Building Council* – CGBC. No ano seguinte, é apresentada a segunda versão, melhorando os requerimentos do programa, ainda sob a tutela do CGBC. Então em 2014 é lançada, sob a tutela do *International Living Future Institute* – ILFI (renomeado a partir do ILBI, 2 anos antes), o LBC 3.0, fortalecendo alguns critérios e adicionando outros ao programa. Por fim, em 2019 é publicada a versão atual do programa, o *Living Building Challenge* 4.0, embasado na ideia de tornar a certificação mais globalizada e aplicável por qualquer pessoa que tenha interesse em utilizá-la. Tem como objetivo “construir um mundo que sirva a todos, no menor tempo possível e contando com colaborações espontâneas, sem prejudicar ao meio ambiente ou a qualquer indivíduo“ (INSTITUTE, 2019, p.4, tradução nossa).

Com a virada do século, podem ser destacadas as criações das seguintes certificações: a CAS-BEE, *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*, sistema japonês de certificação; a NABERS, *National Australian Built Environment Rating System*, selo australiano, criado em 2004; a DGNB, *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*, certificado alemão, criado em 2009 (COSENTINO, 2017).

As metodologias de avaliação têm sido desenvolvidas com objetivo de mensurar e direcionar projetistas e empreendedores na inserção de estratégias no ciclo de vida da edificação de modo a obter um produto final edificado com maior índice de sustentabilidade (BRASIL, 2014). Logo, cabe reconhecer sua relevância para a divulgação dos requisitos e critérios de sustentabilidade nos projetos e construções. De acordo com Silva (2003), estes métodos compartilham o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações, ora detalhadas, ora simplificadas.

4.2 CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE

Lançado em 2008, o sistema AQUA-HQE visa apresentar um novo olhar para a sustentabilidade nas construções brasileiras. É o primeiro método brasileiro de certificação ambiental de edifícios lançado para a construção civil. Considera a cultura, clima, normas técnicas e regulamentações nacionais. A certificação ocorre nas três fases do empreendimento: programa, concepção e realização. Assim como na ferramenta francesa, parte de um perfil ambiental definido pelo empreendimento a partir de seu sistema de gestão e da qualidade ambiental pretendida para o edifício. A obtenção da certificação ocorre caso a edificação atenda ao perfil ambiental proposto (MOTTA, 2009).

Como explicado por Vanzolini (2021a, p.1):

AQUA-HQE™ é uma certificação internacional da construção de alta qualidade ambiental, desenvolvida a partir da renomada certificação francesa Démarche HQE™ e aplicada no Brasil exclusivamente pela Fundação Vanzolini. O diferencial da certificação AQUA-HQE™ é que, mesmo tendo se originado de referenciais técnicos estrangeiros, suas documentações foram adaptadas em 2007 pela Fundação Vanzolini em parceria com a Escola Politécnica da USP, considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e as regulamentações brasileiras. Além disso, desde 2014, o HQE™ possui referenciais técnicos de nível internacional que levam em conta a experiência brasileira. Em 2013 os organismos franceses de certificação residencial, Qualitel, e não-residencial, Certivéa, se juntaram para criar a Rede Internacional de certificação HQE™, com uma unificação de critérios e indicadores para todo o mundo, que cria uma identidade de marca única global, cujo órgão certificador passa a ser a Cerway, sempre fundamentado nas premissas da certificação HQE™ francesa.

A Fundação Vanzolini foi criada há mais de 50 anos e é gerida pelos professores do departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo (Poli-USP). É uma organização sem fins lucrativos que desenvolve, aplica e dissemina novos conhecimentos da engenharia no cotidiano de pessoas, empresas, instituições e governos (VANZOLINI, 2021b). Até janeiro de 2022, a fundação possuía 749 edifícios certificados ou em processo de certificação, contemplando edifícios residenciais e não residenciais em construção e edifícios não residenciais em operação. Dentre os benefícios da certificação, a (VANZOLINI, 2021a) destaca:

- para o Empreendedor:
 - provar a Alta Qualidade Ambiental de sua edificação;

- diferenciar portfólio no mercado;
- aumentar a velocidade de vendas;
- manter o valor do patrimônio;
- melhorar a imagem da empresa;
- melhorar relacionamento com órgãos ambientais e comunidades;
- economia de recursos nas obras e na operação.
- para os Usuários:
 - economias de água e energia;
 - menores custos de condomínio;
 - melhores condições de conservação e manutenção da edificação;
 - melhores condições de conforto e saúde nos ambientes e nos espaços;
 - melhor qualidade de funcionamento dos sistemas da edificação;
 - maior valor patrimonial;
 - melhor qualidade de vida.
- para a Sociedade e para o Ambiente:
 - menor demanda sobre a infraestrutura urbana;
 - menor demanda de recursos hídricos e energéticos;
 - redução das emissões de gases de efeito estufa e poluentes;
 - menor impacto à vizinhança;
 - redução de resíduos e valorização;
 - gestão de riscos naturais e tecnológicos sobre solo, água, ar, etc.

4.2.1 Nível de certificação

O processo de avaliação é expresso em 14 categorias. Conforme o Quadro 1, elas são agrupadas em preocupações associadas a cada um dos desafios, que são traduzidos em critérios e indicadores de desempenho (VANZOLINI; CONSTRUÇÃO, 2021b)

Quadro 1 – Categorias do processo AQUA

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

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

O sistema é baseado em desempenho, não havendo uma pontuação. É necessário alcançar uma porcentagem de pontos em relação ao conjunto aplicável à cada categoria. Existe, assim, uma classificação em três níveis: Bom - Nível Básico - (práticas correntes, com atendimento à legislação); Superior (boas práticas); e Excelente (melhores práticas). A Figura 2 ilustra estas exigências necessárias à concessão da certificação (VANZOLINI; CONSTRUÇÃO, 2021a).

Figura 2 – Exigências relativas ao perfil de QAE no Brasil



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.2 Processo de certificação

É necessário, para se obter a certificação num primeiro momento, o contato com a Fundação Vanzolini. Existem referenciais técnicos para escritórios e edifícios escolares, hotéis e edifícios habitacionais. O processo é estruturado em dois instrumentos, que permitem avaliar o desempenho requisitado, o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e a Qualidade

Ambiental do Edifício (QAE) O SGE, descrito no Quadro 2, permite indicar a qualidade ambiental determinada inicialmente para o edifício, organiza o empreendimento para garantir o desempenho fundamental, controlando os processos operacionais (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2014).

Quadro 2 – Etapas do SGE

ETAPAS	DESCRIÇÃO
Comprometimento	Do empreendedor e dos envolvidos no processo com o perfil de QAE desejado
Implantação e funcionamento	Estrutura, competência, contratos, comunicação, planejamento, documentação para todas as etapas da obra
Gestão do empreendimento	Acompanhamento e análise, avaliação da QAE, correções e ações corretivas
Aprendizagem	Balanco do empreendimento

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015

O processo de certificação é ilustrado na Figura 3. Durante a fase de pré-projeto, entendida como a fase da elaboração do programa de necessidades. Os projetistas desenvolvem a concepção arquitetônica e de caráter técnico do empreendimento, é realizada a análise do local. Após a análise do arquivo e auditoria, é emitido o certificado correspondente à fase de pré-projeto. A segunda auditoria é feita durante a fase de projeto, no qual os projetistas, com base em informações constantes do programa de necessidades, elaboram a concepção arquitetônica e técnica. Durante esse período, são elaboradas as soluções de projeto; gerencia-se o empreendimento. Se todos os itens estiverem concordantes, o certificado de fase de projeto é emitido. A terceira e última auditoria é feita durante a fase de execução, de colocação em prática da concepção arquitetônica e técnica, ou seja, quando está sendo construída. Nessa auditoria, a execução da obra é avaliada. Com a aprovação de todos os itens, o certificado da fase de execução é concedido (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Figura 3 – Processo de certificação



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015

4.2.3 Abrangência do sistema:

Esse sistema tem grande abrangência e alcança as mais diversas categorias de empreendimentos. Podendo ser aplicado a diferentes setores, como atividades cobertas e por zona geográfica. Desse modo, são apresentados no Quadro 3 os setores de atividades cobertos.

Quadro 3 – Abrangência geral do AQUA-HQE

Setores	Atividades cobertas	Zona geográfica	Referencial de certificação relacionado
Moradia	Moradia coletiva Moradia individual em conjuntos habitacionais Moradia estudantil Foyeri Moradia com serviços	Brasil	Referencial AQUA-HQE certificado pela Fundação Vanzolini e pelo Cerway
Escritório	Imóvel de escritório: agência (bancária, de viagens), consultório, administração, etc. Delegacia de polícia, quartel da polícia militar Call-centers Centro de saúde Centro de socorro e de combate a incêndios Centro de negócios		
Ensino	Ensino elementar (maternal), primário (escola), secundário (liceu, colégio), superior (universidade, escolar isolada, ...) Conservatório Escola especializada Creches, jardins da infância, centros de acolhimento de crianças menores de três anos em situação de abrigo		
Comércio	Centro comercial Edifício comercial em zona de atividades Comércio no térreo do imóvel Áreas de serviços para campings e trailers		
Hotelaria	Hotel Edifício de hospedagem turística semelhante ou não a um edifícios usado para moradia (residência para turismo, conjunto residencial de turismo, albergue da juventude, apart-hotel, etc.) Outros edifícios de hospedagem (foyers para jovens trabalhadores, por exemplo)		
Logística	Galpão de logística Centros técnicos operacionais Serviços de expedição de mercadorias Frigonífico		
Transporte	Estação rodoviária Estação ferroviária Aeroporto Estação portuária		
Espetáculos	Teatro, teatro de ópera Cinema Complexo para espetáculos (sala de concerto, etc.)		
Cultura	Edifício de exposições (museu, galeria de arte, fundação privada, etc.)		
	Centro de congressos		
	Centro de conferências		
Alimentação	Midioteca, biblioteca		
	Restaurante em zona de atividades Restaurante no térreo do imóvel Restaurante universitário Restaurante inter-empresas Cantina		
Penitenciária	Prisão Centro penitenciário Centro de reabilitação de menores		
Indústria*	Gráfica Oficina Laboratório Pequena atividade artesanal Atividade de pesquisa Data-center		
	Tribunal		
	Lista não exaustiva		
	Outros		

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2014, adaptado pela autora

4.2.4 Dimensões avaliadas

4.2.4.1 Edifício e seu entorno

A primeira categoria analisa o impacto do projeto no meio em que está inserido, de modo que a qualidade oferecida para os usuários e vizinhança também está inclusa. Os tópicos abordam a obrigação de preservar a fauna e a flora local, através do estudo da implantação do empreendimento, de forma que impacte minimamente o sistema local. Além disso, o sistema de certificação requer que os usos dos sistemas de água, de esgoto, de energia sejam arquitetados de maneira a exigir a mínima manutenção e geração de resíduos. Com relação ao transporte, é incentivado o emprego de veículos, assim como o uso de bicicletas deve ser traçado e incitado. O ambiente da edificação precisa minimizar os impactos causados por equipamentos de operação do prédio e por fontes externas ao terreno. Ademais, deve oferecer áreas externas saudáveis, com iluminação adequada, que transmitam a sensação de segurança e conforto. Após a definição da vizinhança na SGE, é necessário considerar os possíveis impactos que possam ser causados pelo edifício a seu entorno. A vizinhança do empreendimento não deverá ser privada de acesso à luminosidade natural, às vistas, devendo incluir adequados estudos de sombreamento, volumetria, espaços paisagísticos e áreas verdes (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 4 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 5. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 4.

Quadro 4 – Estruturação categoria 1

EDIFÍCIO E SEU ENTORNO	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	1.1. Implantação do edifício no terreno tendo em vista um desenvolvimento urbano sustentável	1.1.1 Assegurar a coerência entre a implantação do empreendimento no terreno e as políticas da comunidade
		1.1.2 Otimizar os acessos e gerenciar os fluxos
		1.1.3 Estimular o uso de transporte coletivo
		1.1.4 Gerenciar os modos de deslocamento e estimular os menos poluentes, tendo em vista uma funcionalidade ótima
		1.1.5 Estimular a vegetalização das superfícies
		1.1.6 Preservar / Melhorar a biodiversidade
	1.2 Qualidade dos espaços externos acessíveis aos usuários	1.2.1 Criar conforto ambiental externo em nível satisfatório
		1.2.2 Criar um conforto acústico externo satisfatório
		1.2.3 Criar conforto visual satisfatório
1.2.4 Assegurar aos usuários qualidade sanitária dos espaços		
1.2.5 Assegurar iluminação externa noturna suficiente		
1.3 Impactos do edifício sobre a vizinhança	1.3 Impactos do edifício sobre a vizinhança	
	1.3.1 Assegurar à vizinhança o direito ao sol e à luminosidade	
	1.3.2 Assegurar à vizinhança o direito à tranquilidade	
	1.3.3 Assegurar à vizinhança o direito às vistas	
	1.3.4 Assegurar à vizinhança o direito à qualidade sanitária dos ambientes externos	
	1.3.5 Limitar a poluição visual noturna	
	1.3.6 Escolher um local para o empreendimento que não traga incômodos à vizinhança	

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 5 – Número de pontos da categoria 1

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis				Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	1.1	1.2	1.3	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	52	20	19	91	46	69
GALPÕES DE LOGÍSTICA	48	20	27	95	48	72
SERVIÇOS DE EXPEDIÇÃO DE MERCADORIAS	48	20	27	95	48	72
FRIGORÍFICOS	48	22	27	97	49	73
COMÉRCIO/ESTAÇÕES/AEROPORTOS	54	20	19	93	47	70
HALLS DE EXPOSIÇÕES	45	20	27	92	46	69

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 4 – Avaliação da categoria 1

CATEGORIA 1	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.2 Produtos, sistemas e processos construtivos

Nessa categoria, procura-se uma maior durabilidade e adaptabilidade para a obra, facilitando também a etapa de manutenção. A escolha correta de produtos e sistemas ajuda a reduzir os impactos ambientais e sanitários. Sendo assim, avaliadas as escolhas construtivas, que deverão ser feitas à luz da adaptabilidade e da durabilidade. Logo, todos os produtos, sistemas ou processos devem, de fato, ser compatíveis ao uso a que se destinam. É preciso refletir e prever a adaptabilidade, com o emprego de “medidas organizacionais e de dimensionamento dos espaços instalados”, tendo em vista o contexto urbano e os possíveis impactos da demolição ou reformas. Além disso, os sistemas precisam ser diferenciados, entre: obra bruta (infraestrutura externa, fundações e infraestrutura, superestrutura e telhado), com uma determinada vida útil; e obra limpa (fechamentos, reforços e tetos suspensos; fachadas não estruturais e esquadrias externas; revestimentos internos de pisos, paredes e teto), com vida útil diferente. É essencial também, a análise do produto, sistema ou processo, ao fim da sua vida útil, refletindo sobre possibilidade de sua reutilização, reaproveitamento e, caso necessário, a facilidade de sua reciclagem. Dessa maneira, produtos ou sistemas que requeiram pouca conservação e manutenção devem ser priorizados (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 6 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 7. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 5.

Quadro 6 – Estruturação categoria 2

PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	2.1 Escolhas que garantam a durabilidade e a adaptabilidade da edificação	2.1.1 Escolher produtos, sistemas ou processo cujas características sejam verificáveis e compatíveis com seus usos
		2.1.2 Refletir e garantir a adaptabilidade da construção ao longo do tempo, em função da vida útil desejada e de sua utilização
		2.1.3 Assegurar a desmontabilidade / separabilidade dos produtos e processos construtivos, tendo em vista otimizar a sua gestão ambiental ao final de seu ciclo de vida
	2.2 Escolhas que facilitem a conservação da edificação	2.2.1 Escolher produtos, sistemas e processos construtivos, para que sejam de fácil conservação e que limitem os impactos ambientais da atividade de conservação
2.3 Escolha de produtos visando limitar os impactos socioambientais da edificação	2.3.1 Conhecer os impactos ambientais dos produtos de construção	
	2.3.2 Escolher os produtos de construção de forma a limitar sua contribuição aos impactos ambientais do empreendimento	
	2.3.4. Utilizar materiais e produtos que permitam um abastecimento do canteiro de obras menos poluente em CO2	
	2.3.5. Utilizar materiais e produtos que permitam neutralizar o CO2	
	2.3.6. Escolher fabricantes de produtos e fornecedores de serviços que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	
	2.4.1 Conhecer o impacto dos produtos utilizados na construção na qualidade do ar interno	
2.4 Escolha de produtos visando limitar os impactos da edificação na saúde humana	2.4.2 Escolher os produtos utilizados na construção de modo a limitar os impactos sanitários da construção	
	2.4.3 Limitar a poluição associada à escolha de madeiras tratadas	

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 7 – Número de pontos da categoria 2

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis					Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	2.1	2.2	2.3	2.4	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS (QUE NÃO OS LISTADOS ABAIXO)	19	5	18	12	54	19	33
GALPÕES DE LOGÍSTICA, SERVIÇOS DE EXPEDIÇÃO DE MERCADORIAS, FRIGORÍFICOSEHALLS DE EXPOSIÇÕES	19	5	18	0	42	15	26

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 5 – Avaliação da categoria 2

CATEGORIA 2	AValiação
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 35% dos pontos APLICÁVEIS sendo 1 PONTO na exigência 2.3.1
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 60% dos pontos APLICÁVEIS dos quais 2 PONTOS para a exigência 2.3.2

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.3 Canteiro de obras

O canteiro de obras deve ser planejado de forma que determine baixo impacto ambiental. Nessa etapa é essencial a análise da separação de resíduos durante a obra, diminuindo a agressão ao meio ambiente resultante de atividades de descarte de resquícios de construção, através do reaproveitamento dos detritos. Este tópico se relaciona diretamente com a Resolução n.º 307, do CONAMA, prevendo que os resíduos sejam quantificados e separados. Após a sua identificação, procura-se diminuir sua ocorrência dentro do canteiro, assim como são estudados métodos de reaproveitamento dos detritos gerados. Juntamente, devem ser identificados e limitados os incômodos que podem afetar lindeiros, trabalhadores, eventuais visitantes, fauna e flora. Buscando, desse modo, reduzir os importunos causados pela possível má conservação do canteiro de obras (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 8 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 9. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 6.

Quadro 8 – Estruturação categoria 3

	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
CANTEIRO DE OBRAS	3.1 Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	3.1.1 Identificar e quantificar, por tipo, os resíduos do canteiro de obras
		3.1.2 Reduzir, na fonte, a produção de resíduos do canteiro de obras
		3.1.3 Valorizar ao máximo os resíduos do canteiro, em adequação com as cadeias locais existentes, e assegurar-se da destinação apropriada dos resíduos
		3.1.4 Otimizar a coleta, a triagem e o agrupamento dos resíduos de canteiro
	3.2 Redução dos incômodos e da poluição causados pelo canteiro de obras	3.2.1 Limitar os incômodos acústicos
		3.2.2 Limitar os incômodos visuais e otimizar a limpeza do canteiro
		3.2.3 Evitar a poluição das águas e do solo
		3.2.4 Evitar a poluição do ar e controlar o impacto sanitário
		3.2.5 Preservar a biodiversidade durante a construção
	3.3 Redução do consumo de recursos no canteiro de obras	3.3.1 Reduzir o consumo de energia elétrica no canteiro
		3.3.2 Reduzir o consumo de água no canteiro
		3.3.3 Facilitar a reutilização, no local do empreendimento, das terras escavadas
	3.4 Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras	3.4.1 Limitar os riscos sanitários
		3.4.2 Estimular a formalidade, na cadeia produtiva da construção

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 9 – Número de pontos da categoria 3

Número de pontos disponíveis						Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
Subcategorias	3.1	3.2	3.3	3.4	Total	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	20	13	6	4	43	15	26

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 6 – Avaliação da categoria 3



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.4 Energia

Esse tópico está relacionado com a redução do consumo de energia através do uso de energia renovável. Orienta-se o estudo de elementos arquitetônicos, que, associados à tipologia de uso do edifício. Ademais existe a menção à implementação de energias renováveis, com a apresentação de estudo detalhado, para os sistemas efetivamente escolhidos. Destaca-se também a importância dos projetos considerarem a preservação da camada de ozônio, à limitação de chuvas ácidas e ao combate às mudanças climáticas (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 10 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 11. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 7.

Quadro 10 – Estruturação categoria 4

ENERGIA	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	4.1. Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica	4.1.1. Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas
		4.1.2. Melhorar a permeabilidade ao ar da envoltória
		4.1.3. Melhorar a aptidão da envoltória dos frigoríficos para limitar os desperdícios de calor
	4.2. Redução do consumo de energia primária	4.2.1. Reduzir o consumo de energia primária devido ao aquecimento, ao resfriamento, à iluminação, ao aquecimento da água, à ventilação e aos equipamentos auxiliares ligados ao conforto dos usuários
		4.2.2. Limitar o consumo de energia na iluminação artificial
		4.2.3. Limitar os consumos de energia em equipamentos eletromecânicos
		4.2.4. Recurso a energias renováveis
		4.2.5. Reduzir o consumo de energia dos sistemas de condicionamento de ar
	4.3. Redução das emissões de poluentes na atmosfera	4.3.1. Calcular a quantidade de CO2 equivalente emitida pela utilização da energia
		4.3.2. Calcular a quantidade de SO2 equivalente emitida pela utilização da energia
		4.3.3. Minimizar o impacto na camada de ozônio
		4.3.4. Escolher o fluido refrigerante das instalações dos frigoríficos de modo a limitar sua contribuição aos impactos ambientais

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 11 – Número de pontos da categoria 4

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis				Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	4.1	4.2	4.3	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS QUE NÃO SEJAM FRIGORÍFICOS	5	38	8	51	15	26
FRIGORÍFICOS	9	41	11	61	18	31

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 7 – Avaliação da categoria 4

CATEGORIA 4	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 30% dos pontos APLICÁVEIS sendo 1 PONTO na exigência 4.1.1 5 PONTOS na exigência 4.2.1
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS sendo 1 PONTO na exigência 4.1.1 6 PONTOS na exigência 4.2.1

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.5 Água

A gestão de água busca a redução do consumo da água potável, com o aproveitamento das águas pluviais e também com a utilização de tecnologias que diminuam o consumo. Nessa categoria, tratam-se principalmente métodos de economia de água, identificação e separação, de modo que a conscientização do usuário e passe a integrar o sistema escolhido. A certificação estimula a identificação e o projeto em separado das redes de abastecimento usuais, de sistemas que não requeiram água potável. São propostos métodos de tratamento, total ou parcial, para descarte na rede pública, reutilização em sanitários, ou em sistemas de irrigação. Além disso, o ciclo natural da água deve ser preservado via limitação da impermeabilização do terreno. Estimula-se o armazenamento das águas pluviais, antes do descarte (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 12 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 13. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 8.

Quadro 12 – Estruturação categoria 5

ÁGUA	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	5.1. Redução do consumo de água potável	
		5.1.2 Limitar a demanda de água para uso sanitário
		5.1.3 Limitar o consumo de água potável distribuída pela rede
		5.1.4 Conhecer o consumo global de água total e de água potável
5.2 Gestão das águas pluviais no terreno		5.2.1 Limitar a impermeabilização do terreno
		5.2.2 Gerenciar as águas pluviais de maneira alternativa
		5.2.3 Combater a poluição crônica das águas superficiais escoadas
		5.2.4 Combater a poluição acidental
5.3 Gestão das águas servidas		5.3.1 Controlar o descarte das águas servidas
		5.3.2 Reciclar as águas cinzas
		5.3.3 Em rede unitária, limitar os descartes de águas pluviais na rede

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 13 – Número de pontos da categoria 5

Subcategorias	Número de pontos disponíveis				Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	5.1	5.2	5.3	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	12	16	12	40	6	12

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 8 – Avaliação da categoria 5

CATEGORIA 5	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 15% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 30% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.6 Resíduos

A gestão de resíduos abordada nesse tópico está ligada à fase de operação e uso da edificação. Incentivam-se medidas de identificação, separação, compactação e dimensionamento dos resíduos gerados. De modo que, busca-se soluções para a gestão desses detritos. Ocorrendo através do reuso, da reciclagem, da valorização energética ou orgânica. É exigida a separação dos resíduos, conforme sua classificação (classes I e II ou tipos A e B). Por conseguinte, devem ser especificadas as possibilidades: reuso, reutilização, reciclagem, regeneração, valorização energética ou como resíduo orgânico (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 14 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 15. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 9.

Quadro 14 – Estruturação categoria 6

	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
RESÍDUOS	6.1 Otimização da valorização dos resíduos resultantes do uso e operação do edifício	6.1.1 Recomendar ou escolher alternativas de remoção dos resíduos, privilegiando a sua valorização
		6.1.2 Valorizar os resíduos orgânicos
		6.1.3 Reduzir o volume dos resíduos de uso e operação do edifício
		6.1.4 Mensurar o consumo global de água total e de água potável
	6.2 Qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos de uso e operação do edifício	6.2.1 Dimensionamento adequado das áreas/zonas de resíduos
		6.2.2 Garantir a higiene das áreas/zonas de resíduos
		6.2.3 Otimizar os circuitos dos resíduos de uso e operação do edifício

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 15 – Número de pontos da categoria 6

Espaços/Subcategorias	Número de pontos disponíveis			Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	6.1	6.2	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	8	7	15	6	8

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 9 – Avaliação da categoria 6

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

IMPORTANTE: Na ausência de cadeias locais de valorização dos resíduos, a categoria não pode ser avaliada como BOAS PRÁTICAS ou MELHORES PRÁTICAS.

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.7 Manutenção

Essa categoria versa sobre medidas que deverão ser tomadas durante as fases de uso e de operação do empreendimento. São considerados três principais desafios, para que a manutenção seja apontada como adequada: prever meios de acesso, para garantia da realização da atividade com qualidade; simplicidade na concepção de sistemas e de equipamentos para realização da manutenção; meios de controlar o desempenho e o nível de conforto. É primordial que a fase de projeto da edificação tenha um olhar voltado à manutenção, para que essas dificuldades sejam superadas. A certificação exige o monitoramento de consumos de energia e de água, bem como a supervisão dos sistemas de ar condicionado, ventilação e de iluminação artificial (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 16 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 17. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 10.

Quadro 16 – Estruturação categoria 7

MANUTENÇÃO	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	7.1 Concepção de sistemas otimizados para simplificar a conservação e a manutenção do edifício	7.1.1 Conceber a construção de modo a facilitar as intervenções de conservação / manutenção posteriores, durante as fases de uso e de operação
		7.1.2 Facilitar o planejamento e a rastreabilidade das operações de manutenção
		7.1.3 Assegurar a facilidade de acesso, para a conservação e a manutenção da construção
		7.1.4 Garantir o desempenho do edifício e as condições de conforto dos usuários
	7.2 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle dos consumos	7.2.1 Disponibilizar dispositivos de medição, para monitorar o consumo de energia
		7.2.2 Disponibilizar dispositivos de medição, para monitorar o consumo de água
7.3 Concepção do edifício para o acompanhamento e o controle do desempenho dos sistemas e das condições de conforto	7.3.1 Disponibilizar dispositivos de acompanhamento e monitoramento dos parâmetros de conforto	
	7.3.2 Disponibilizar meios para otimizar o funcionamento dos sistemas de detecção de defeitos	

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 17 – Número de pontos da categoria 7

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis				Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	7.1	7.2	7.3	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	21	18	16	55	17	33

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 10 – Avaliação da categoria 7

CATEGORIA 7	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥30% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥60% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.8 Conforto higrotérmico

Nessa seção é tratada a percepção dos usuários da edificação, com relação às condições higrotérmicas do ambiente. Procura-se o conforto térmico através da regulação da temperatura dos ambientes da edificação, por meio de sistemas passivos e ativos. Sendo fundamental que o empreendimento seja planejado buscando o melhor uso possível das condições naturais, com o emprego de sistemas adicionais. É essencial compreender as variações do clima durante as diferentes estações do ano, de modo a otimizar a concepção global do edifício (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 18 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 19. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 11.

Quadro 18 – Estruturação categoria 8

	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
CONFORTO HIGROTÉRMICO	8.1 Implementação de medidas arquitetônicas, para otimizar o conforto higrotérmico, no inverno e no verão	8.1.1 Melhorar a aptidão do edifício em oferecer adequadas condições de conforto higrotérmico
		8.1.2 Agrupar ambientes com necessidades térmicas homogêneas
		8.1.3 Controlar a eventual ocorrência de desconforto térmico
	8.2 Criação de condições de conforto higrotérmico, por meio de aquecimento	8.2.1 Definir e obter níveis adequados de temperatura nos
		8.2.2 Assegurar a estabilidade de temperaturas propiciando conforto térmico durante os períodos de ocupação
		8.2.3 Assegurar uma velocidade do ar que não prejudique o conforto
		8.2.4 Controle do conforto térmico pelos usuários
		8.2.5 Controle da higrometria
	8.3 Criação de condições de conforto higrotérmico em ambientes que não dispõem de sistema de condicionamento artificial	8.3.1 Assegurar um nível mínimo de conforto térmico
		8.3.2 Assegurar uma ventilação adequada e controlar a vazão do ar, se o conforto higrotérmico for obtido de forma passiva, por meio da abertura de janelas ou de outras aberturas
	8.4 Criação de condições de conforto higrotérmico, por meio de resfriamento	8.4.1 Definir / obter um nível adequado de temperatura para propiciar conforto térmico nos ambientes
		8.4.2 Assegurar um nível de ventilação tal que a velocidade do ar que não diminua o conforto
		8.4.3 Controlar os aportes solares e, em particular, o desconforto localizado devido à radiação solar incidente
		8.4.4 Controle do conforto térmico pelos usuários
		8.4.5 Controle das condições higrotérmicas nos espaços sensíveis

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 19 – Número de pontos da categoria 8

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis				Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	8.1	8.2	8.3	8.4	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS QUE NÃO SEJAMFRIGORÍFICOS	10	10	9	10	10	20
FRIGORÍFICOS	10	10	0	10	8	15

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 11 – Avaliação da categoria 8

CATEGORIA 8	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 25% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS dos quais 3 PONTOS para a exigência 8.3.1, para ambientes sem sistema de resfriamento

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.9 Conforto acústico

Essa seção limita-se a uma exigência: otimizar a qualidade acústica dos espaços. Os diferentes ambientes construídos devem respeitar os respectivos indicadores acústicos especificados, constantes em normas. Buscando, assim, proteger os usuários de incômodos acústicos, criando uma qualidade interior adaptada a diferentes locais (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 20 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 21. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 12.

Quadro 20 – Estruturação categoria 9

CONFORTO ACÚSTICO	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	9.1. Criação de uma qualidade de meio acústico apropriada aos diferentes ambientes	9.1.1. Otimizar a qualidade acústica dos espaços

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 21 – Número de pontos da categoria 9

Espaços	Número de pontos disponíveis		Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	9.1	Totais	BP	MP
ESCRITÓRIOS COM DIVISÓRIAS FIXAS	4	4	2	4
ESCRITÓRIOS MODULÁVEIS	4	4	2	4
SALAS DE AULA E DE TRABALHOS PRÁTICOS (ENSINO)	4	4	2	4
ESPAÇOS COMUNS DE CIRCULAÇÃO DE CLIENTES (COMÉRCIO - HALLS DE EXPOSIÇÕES)	4	4	2	3
ÁREAS DE VENDAS	4	4	2	3
ESPAÇOS PRIVATIVOS DOS CLIENTES (HOTÉIS)	4	4	2	4
ESPAÇOS DA ZONA “GALPÕES”	4	4	0*	3
ESPAÇOS ASSOCIADOS (TODOS OS TIPOS DE EDIFÍCIOS)	4	4	2	3
OUTROS ESPAÇOS CARACTERÍSTICOS DA ATIVIDADE	4	4	2	3

* Exceção: este quadro não se aplica se a categoria for avaliada no nível BOAS PRÁTICAS.

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 12 – Avaliação da categoria 9

CATEGORIA 9	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS <u>por tipo de espaço</u>
MELHORES PRÁTICAS	BASE E ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS <u>por tipo de espaço</u>

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.10 Conforto visual

A categoria aponta as exigências como conforto visual, associados à iluminação natural e artificial. Deseja-se alcançar ambientes de qualidade e produtividade. De modo que ocorra o

bem-estar visual por meio da redução dos riscos de ofuscamento, melhor aproveitamento dos aportes naturais de luz e no oferecimento de iluminação artificial satisfatória, caso necessário (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 22 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 23. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 13.

Quadro 22 – Estruturação categoria 10

CONFORTO VISUAL	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	10.1 Otimização da iluminação natural	10.1.1 Proporcionar acesso à luz do dia 10.1.2 Proporcionar acesso a vistas para o exterior 10.1.3 Proporcionar um nível mínimo de iluminação natural 10.1.4 Busca da qualidade no emprego da iluminação natural 10.1.5 Evitar o ofuscamento direto ou indireto (particularmente para hotéis)
10.2 Propiciamento de níveis de iluminação artificial propiciando conforto	10.2.1 Proporcionar um nível ótimo de iluminância 10.2.2 Garantir uma boa uniformidade de iluminação 10.2.3 Evitar o ofuscamento devido à iluminação artificial e procurar um equilíbrio das luminâncias do ambiente luminoso interno 10.2.4 Garantir a qualidade da luz emitida 10.2.5 Garantir a possibilidade de controle do ambiente visual pelos usuários	

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 23 – Número de pontos da categoria 10

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis			Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível Boas Práticas:		Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível Melhores Práticas:	
	10.1	10.2	Totais	10.1	10.2	10.1	10.2
ESCRITÓRIOS	10	13	23	5	7	8	10
SALAS DE AULA E DE TRABALHOS PRÁTICOS (ENSINO)	10	13	23	5	7	8	10
GRANDES ESPAÇOS COMUNS DE CIRCULAÇÃO	10	13	23	5	7	8	10
ÁREAS DE VENDAS (COMÉRCIO)	7	13	20	4	7	6	10
HALLS DE EXPOSIÇÕES	10	13	23	5	7	8	10
HOTÉIS	20	13	33	10	7	15	10
GALPÕES (LOGÍSTICA / SERVIÇOS DE EXPEDIÇÃO DE MERCADORIAS)	10	13	23	5	7	8	10
FRIGORÍFICOS	5	13	18	3	7	4	10
ESPAÇOS ASSOCIADOS (TODOS OS TIPOS DE EDIFÍCIOS)	11	13	24	6	7	9	10
OUTROS ESPAÇOS CARACTERÍSTICOS DA ATIVIDADE (Relativos a uma atividade não coberta por um quadro anterior)	5	13	18	3	7	4	10

Figura 13 – Avaliação da categoria 10

CATEGORIA 10	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS por tipo de espaço na subcategoria 10.1 + ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 10.2
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS por tipo de espaço na subcategoria 10.1 + ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 10.2

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.11 Conforto olfato

Essa etapa visa o bem-estar olfativo dos ocupantes do edifício. Busca-se, através de duas exigências, fazer com que os projetistas estejam atentos em relação às duas categorias de odores: os produzidos por atividades internas e os decorrentes de atividades ao redor do empreendimento. Portanto, espera-se o zoneamento de áreas que possam emitir odores desagradáveis, o dimensionamento dos sistemas de ventilação, conforme a sua necessidade, e o rebaixamento dos espaços emissores, em relação aos demais (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 24 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado nos Quadros 25 e 26. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 14.

Quadro 24 – Estruturação categoria 11

CONFORTO OLFATIVO	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	11.1. Controle das fontes de odores desagradáveis	11.1.1. Identificar e reduzir os efeitos das fontes de odores
		11.1.2. Tratar os resíduos malcheirosos para evitar a difusão de

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 25 – Número de pontos da categoria 11

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis	Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
		BP	MP
11.1	11.1		
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	5	2	3

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Quadro 26 – Número de pontos da categoria 11

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis	Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
		BP	MP
13.1	13.1		
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	13	4	8

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 14 – Avaliação da categoria 11

CATEGORIA 11	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE da subcategoria 13.1
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE da subcategoria 13.1 E ≥30% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 13.1 E ≥30% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE da subcategoria 13.1 E ≥60% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 13.1 E ≥60% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.12 Qualidade dos espaços

Nessa etapa, há a preocupação com possíveis impactos causados por equipamentos, pelas emissões eletromagnéticas deles originados e pelas condições de higiene ocorrentes em determinados ambientes. É recomendado que, para as fontes de energia, opte-se por equipamentos de baixa emissão eletromagnética. Exige-se a setorização dos ambientes e cuidados, considerando-se as recomendações de normas técnicas, do posicionamento criterioso

de tais fontes e da limitação do número de equipamentos emissores (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 27 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 28. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 15.

Quadro 27 – Estruturação categoria 12

QUALIDADE DOS ESPAÇOS	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	12.1 Redução da exposição a campos eletromagnéticos	12.1.1 Identificar as fontes de emissões eletromagnéticas 12.1.2 Reduzir o impacto dessas fontes de emissões
12.2 Melhoria das condições de higiene de ambientes específicos	12.2.1 Aprimorar as condições de higiene em determinados ambientes	
	12.2.2 Otimizar as condições sanitárias de determinadas áreas	
	12.2.3 Identificar materiais com reduzido crescimento fúngico e bacteriano	

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 28 – Número de pontos da categoria 12

Subcategorias	Número de pontos disponíveis			Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	12.1	12.2	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	7	13	20	10	15
GALPÕES (LOGÍSTICA / SERVIÇOS DE EXPEDIÇÃO DE MERCADORIAS)	7	4	11	6	8

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 15 – Avaliação da categoria 12

CATEGORIA 12	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.13 Qualidade do ar

Procura-se, nessa etapa, a diminuição dos riscos sanitários associados à qualidade do ar. Três ações são apontadas como auxiliares: a redução da concentração de poluentes, o acompanhamento das fontes de poluição e a inserção de medidas passiva. É exigido um estudo relativo à circulação de ar, em locais de longa permanência, de modo a garantir a “circulação ótima do ar nos espaços”. A certificação requer uma estratégia de amostragem para poluentes, definindo intervalos de concentrações aceitáveis, bem como medidas para atenuar seus efeitos (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 29 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado nos Quadros 30 e 31. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 16.

Quadro 29 – Estruturação categoria 13

QUALIDADE DO AR	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	13.1. Garantia de uma ventilação eficaz	
		13.1.2. Assegurar a estanqueidade das redes
		13.1.3. Garantir a qualidade do ar trazido por dutos
		13.1.4. Garantir uma circulação ótima do ar interno nos espaços
13.2. Controle das fontes de poluição internas*		13.2.1. Identificar e reduzir os efeitos das fontes de poluição internas e externas
		13.2.2. Controlar a exposição dos ocupantes aos poluentes do ar interno
		13.2.3. Prevenir o desenvolvimento de bactérias no ar

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 30 – Número de pontos da categoria 13

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis			Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	13.1	13.2	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	13	10	23	7	14
GALPÕES (LOGÍSTICA / SERVIÇOS DE EXPEDIÇÃO DE MERCADORIAS), FRIGORÍFICOS E HALLS DE EXPOSIÇÕES	13	0	13	4	8

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Quadro 31 – Número de pontos da categoria 13

Espaços / Subcategorias	Número de pontos disponíveis		Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	2.4	Total	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	12	12	4	6

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 16 – Avaliação da categoria 13

CATEGORIA 13	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥35% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 2.4 E ≥30% dos pontos APLICÁVEIS na Categoria 13
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥50% dos pontos APLICÁVEIS na subcategoria 2.4 E ≥60% dos pontos APLICÁVEIS dos quais 3 PONTOS OBRIGATORIOS para a exigência 13.1.1 e 4 PONTOS para a exigência 13.2.2 (exceto radônio)

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

4.2.4.14 Qualidade da água

Por fim, nessa seção, busca-se uma qualidade e durabilidade dos materiais, bem como sua organização, e proteção da rede de água. Exige-se a correta escolha e montagem dos materiais que constituirão as redes internas. Assim como, a separação das redes de água potável e não potável, que tenha sido recuperada, em conjunto com o tratamento das águas, de forma adequada ao tipo de tubulação utilizada. As redes de água potável e não potável, além de adequadas ao uso, devem ser separadas e visualmente distintas. De modo que sejam identificadas adequadamente, nos pontos em que ocorrer, na condição de água não própria para consumo humano (VANZOLINI; CERWAY, 2018).

Os requisitos da categoria são estruturados conforme o Quadro 32 e o número de pontos disponíveis em cada tópico é apresentado no Quadro 33. Isto posto, é realizada a avaliação com base na Figura 17.

Quadro 32 – Estruturação categoria 14

QUALIDADE DA ÁGUA	TÓPICO	EXIGÊNCIAS
	14.1. Qualidade da concepção da rede interna	14.1.1. Escolher materiais compatíveis com a natureza da água distribuída
		14.1.2. Respeitar as regras de instalação das tubulações
		14.1.3. Estruturar e sinalizar a rede interna em função dos usos da água
		14.1.4. Proteger a rede interna
	14.2. Controle da temperatura na rede interna	14.2.1. Assegurar uma temperatura suficiente nas redes de água quente, na distribuição e na produção, a fim de limitar o risco de legionelose
		14.2.2. Otimizar a concepção das redes de água quente a fim de limitar os riscos de legionelose
		14.2.3. Manter e controlar a temperatura das redes de água quente e fria
	14.3. Controle dos tratamentos	14.3.1. Escolher tratamentos de desinfecção e/ou anticorrosão e/ou anti-incrustação compatíveis com a natureza da água distribuída
		14.3.2. Controlar o risco sanitário ligado à recuperação e à reutilização no empreendimento de água não potável recuperada (e tratar as águas reutilizadas)
	14.4. Qualidade da água nas áreas de banho	14.4.1. Tratar as águas de banho poluídas
		14.4.2. Evitar os depósitos de poluição nas águas de banho
		14.4.3. Controlar o teor de tricloraminas nas águas de banho

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021, adaptada pela autora

Quadro 33 – Número de pontos da categoria 14

Subcategorias	Número de pontos disponíveis					Número de pontos a serem obtidos (se todos os pontos forem aplicáveis) para alcançar o nível:	
	14.1	14.2	14.3	14.4	Totais	BP	MP
EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS	5	11	3	0	19	10	14
ÁREAS DE BANHO				6	25	13	19

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

Figura 17 – Avaliação da categoria 14

CATEGORIA 14	AVALIAÇÃO
BASE	Respeito ao nível BASE
BOAS PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 50% dos pontos APLICÁVEIS
MELHORES PRÁTICAS	Respeito ao nível BASE E ≥ 75% dos pontos APLICÁVEIS

Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021

5 ANDAIME FACHADEIRO

Na última década, o uso de andaimes fachadeiros começou a se intensificar. De modo que, Civil (2016) indicou o sistema em seu catálogo de inovações, apontando como um equipamento introduzido na indústria da construção civil brasileira nos últimos 10 anos. Nesse capítulo estão apresentadas: definições, normas, contexto e um breve comparativo com outros sistemas. Por fim, são pontuados os itens em que as certificações apresentadas no capítulo anterior se correlacionam com o seu uso.

5.1 NORMAS E DEFINIÇÕES DE ANDAIMES

A norma brasileira (NBR 6494) que trata da segurança de andaimes, “se aplica aos andaimes que servem para auxiliar o desenvolvimento vertical das construções, bem como aqueles que operam em construções já elevadas para efeito de reparos, reformas, acabamentos, pinturas, torres de acesso, outros” (ABNT, 1990, p.1). Estabelece, ainda, a definição de andaime (ABNT, 1990, p.1):

Plataformas necessárias à execução de trabalhos em lugares elevados, onde não possam ser executados em condições de segurança a partir do piso. São utilizados em serviços de construção, reforma, demolição, pintura, limpeza e manutenção.

Além destas definições, a norma estabelece parâmetros de dimensionamento e condições estruturais, que devem ser observadas na elaboração de projetos e montagem de andaimes, atuando como norma de desempenho. Descreve, ainda, cuidados que precisam ser tomados no uso do andaime para evitar a queda de objetos e sobrecarga com empilhamento de material. Apesar de apresentar condições para cada tipo de andaime, não aborda os fachadeiros de maneira específica.

Outrossim, a norma regulamentadora número 18 (NR 18) define requisitos mínimos de atendimento para os andaimes (MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA, 2020):

- a) ser projetados por profissionais legalmente habilitados, de acordo com as normas técnicas nacionais vigentes;
- b) ser fabricados por empresas regularmente inscritas no respectivo conselho de classe;

-
- c) ser acompanhados de manuais de instrução, em língua portuguesa, fornecidos pelo fabricante, importador ou locador;
 - d) possuir sistema de proteção contra quedas em todo o perímetro, conforme subitem 18.9.4.1 ou 18.9.4.2 desta NR, com exceção do lado da face de trabalho;
 - e) possuir sistema de acesso ao andaime e aos postos de trabalho, de maneira segura, quando superiores a 0,4 m (quarenta centímetros) de altura.

Ademais, cita obrigações a respeito de ancoragens e fixações. Contudo, assim como a NBR 6494, não aborda os itens específicos para andaimes fachadeiros.

Já a legislação internacional contempla alguns temas ainda não presentes nas normas nacionais sobre este assunto. É composta pelas normas europeias EN 12810 (AENOR, 2005), OSHA 3146/1998 e EN 12811 (AENOR, 2005). A primeira citada traz a especificação dos produtos e métodos particulares do projeto estrutural. Enquanto a última refere-se a equipamentos de trabalho temporário, e está dividida em: (1) andaimes – requisitos de desempenho e projeto geral, (2) informações sobre materiais, (3) teste de carga e (4) plataformas de proteção para andaimes. A OSHA também trata das verificações e inspeções dos componentes do equipamento e capacidades de carga suportada.

5.2 INOVAÇÃO

Assim como citado por Azambuja (2013), na área da construção civil, os conceitos ainda são, muitas vezes, baseados em uma percepção intuitiva; emergem, portanto, através da prática, sem a preocupação com a exatidão ou contradições entre as diversas definições utilizadas. Por conseguinte, muitas questões trazidas pelo setor não apresentam conhecimento consolidado. Assim, como afirma Motta (2009, p. 96): “as necessidades de mudança impostas exigem soluções ainda não conhecidas, o que traz a abordagem inventiva para o processo”.

Segundo Silveira (2018, p.74), uma das principais barreiras para a inovação na construção é a falta de conhecimento:

[...] o desconhecimento sobre soluções inovadoras impede que as mesmas sejam implementadas. Ao entender melhor as novas ideias e inovações, os construtores podem reduzir seu grau de incerteza em relação a elas e, por sua vez, adotá-las.

De modo que há a tendência de materiais inovadores melhorem a produtividade, reduzindo o tempo de construção e o desperdício, otimizando mão de obra, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, com melhoria na qualidade da construção e, possíveis, reduções os

custos totais. Um aspecto específico está liderando a corrida pela inovação: a sustentabilidade ambiental. Visto que é uma das principais prioridades e representa uma preocupação no esforço pela inovação na construção (SILVEIRA, 2018). Além disso, como aponta Gayer (2016), em sua análise das inovações do setor da construção civil em Porto Alegre, a evolução tecnológica na construção brasileira é lenta quando comparada com outros setores industriais. De modo que, boa parte das construtoras só aplicam as novidades em tecnologia, produto e processos quando tiverem a certeza que as outras já o fizeram e trouxeram bons resultados.

5.3 ITENS SUBSTITUÍDOS PELO ANDAIMES

Os andaimes fachadeiros são estruturas provisórias que podem ser utilizadas de duas maneiras: como plataformas para execução de trabalho em altura ou como sistema de proteção coletiva contra queda de altura. Além disso, sua principal característica é dispor de painéis de largura e altura adequadas para o trânsito de pessoas e materiais por toda a fachada (TONETTO, 2019). Ao optar-se pela utilização desse sistema como equipamento de proteção coletiva, para as fases de estrutura e execução de fachada, o uso dos seguintes itens de segurança podem ser eliminados:

- bandeja primária;
- bandeja secundária;
- linha de vida;
- guarda corpo periférico;
- rede piso a piso;
- SLQA – Sistema Limitador de Queda em Altura;
- rede de segurança;
- sistema de rede tipo V ou U;
- sistema capivari;
- balancins.

A principal consideração na seleção de equipamentos deve ser sempre a segurança do pessoal do canteiro de obras e do público geral. Contudo, o impacto no tempo, custo e qualidade do trabalho também devem ser considerados (TONETTO, 2019).

5.4 COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS

De maneira geral, como citado por Franceschi (2016, p. 81)

As vantagens do andaime fachadeiro são: conceder a acessibilidade aos trabalhos na fachada sem ser por suspensão; proporcionar ao trabalhador maior sensação de segurança; com um projeto bem elaborado pode-se cobrir todos os nuances arquitetônicos da estrutura, oferecendo boas condições de trabalho para os serviços de fachada; funciona como proteção periférica, assim, barateia custos e não necessita de sistema de proteção auxiliar de proteção; conforme as pesquisas e estudos realizados, tem índices de produtividade maiores comparados ao andaime suspenso.

Desse modo, com o uso do andaime, há a possibilidade de início de serviços de fachada de forma antecipada, visto que a alvenaria de vedação começa algumas semanas após o início da superestrutura. Além disso, apresenta ganhos na diminuição de prazos para a execução de serviços, permitindo realização simultânea de tarefas muito diferentes (FRANCESCHI, 2016). Essa simultaneidade de tarefas é evidenciada nas Figuras 18 e 19. Na segunda, é possível verificar a divisão do empreendimento em duas fases, o que viabilizou a separação de pelo menos duas frentes de trabalho.

Figura 18 – Obra Upper em Gravataí - RS



Fonte: JOG ENGENHARIA, 2022

Figura 19 – Obra JFL em São Paulo



Fonte: Própria autora

Como apontado por Dourado (2021), os recorrentes problemas do setor da construção, como baixa qualidade e produtividade, estão correlacionados com deficiências no planejamento e controle das construções. De modo que, o planejamento da execução de edifícios, é uma estratégia que deve ser devidamente incorporada ao processo de planejamento. Buscando, assim, a obtenção de melhores resultados através de uma análise holística do empreendimento (CANTEIROS , 2019).

Bem como abordado por Azambuja (2013), os arquitetos têm um papel determinante na originalidade dos projetos, visto que esse é um fator de sucesso e prestígio na profissão. O que exige uma grande flexibilidade de utilizações dos componentes e materiais, ocasionando uma customização elevada nessa cadeia produtiva. Essas singularidades são apresentas nos exemplos das Figuras 20 e 21. O que implica em uma busca por soluções integradas e multifuncionais em um setor que tende a ter elementos monofuncionais.

Figura 20 – Obra POD em São Paulo



Fonte: NORTIS, 2022

Figura 21 – Obra ON Melo Alves em São Paulo



Fonte: ROCONTEC, 2022

Em adição a semelhança de complexidade de arquitetura que as obras apresentam, ambas estão situadas na avenida Rebouças em São Paulo (capital). Devido à grande variação de tipologias e

aos elevados balanços estruturais, os empreendimentos evidenciam um alto risco à segurança dos colaboradores durante as execuções, tanto na estrutura quanto na fachada. Esse perigo aumenta quando é considerada a localização das obras; tendo em vista que, estão posicionadas em uma das avenidas mais movimentadas da cidade. Dessa forma, o risco de acidentes não se limita apenas aos trabalhadores, podendo ocorrer a queda de materiais na avenida. Assim, são expostas, nas Figuras 22 e 23, as duas obras durante suas execuções. Fica claro, portanto, que o sistema de andaime apresenta elevada multifuncionalidade, visto que substituí elementos de variadas fases de construção da obra: estrutura, alvenaria, fachada e acabamentos. Assim como pode ser utilizado como sistema de proteção coletiva, concede o acesso a todo o entorno da edificação e permite a execução dos variados serviços na fachada. Além disso, é um sistema modular que apresenta plataformas com tamanhos variados que facilitam na elaboração e adaptações de projetos, permitindo o envelopamento completo da edificação com o uso do sistema.

Figura 22 – Obra POD em execução



Fonte: Própria autora

Figura 23 – Obra ON Melo Alves em execução

Fonte: Própria autora

5.5 O ANDAIME E AS CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE

Nesta seção estão abordados os itens de correlação do andaime com as certificações. As categorias da certificação AQUA são agrupadas em quatro seções associadas a seus desafios: meio ambiente; energia e economias; conforto; e saúde e segurança. A separação e as categorias foram apresentadas no capítulo 4, desse modo, são discutidos aqui apenas os itens que apresentam a possibilidade de utilização do andaime. Estes se limitam às duas primeiras seções.

5.4.1 Edifício e seu entorno

Nesta categoria a utilização do andaime se limita à criação de um conforto visual satisfatório (subseção 1.2.3). Visto que, o seu uso permite tornar a obra visualmente mais organizada e limpa. Além de possibilitar o marketing dos empreendimentos através de telas de reprodução de fachadas.

5.4.2 Produtos, sistemas e processos construtivos

O andaime atende totalmente esta categoria, tendo em vista que, procura-se uma maior durabilidade e adaptabilidade para a obra, facilitando também a etapa de manutenção. Portanto, todos os subitens podem ser atendidos e pontuados com o auxílio deste sistema.

Posto que é uma ferramenta extremamente adaptável, podendo ser utilizada em diversas fases do empreendimento, como: fundação, estrutura, alvenaria, execução de fachada, manutenção, reformas, etc. Apresenta, assim, uma multifuncionalidade, característica ausente na maioria dos produtos desenvolvidos na área de edificações, como afirma Azambuja (2013). Além deste atributo importante, apresenta longa durabilidade e alta reutilização. Na medida em que, a vida útil do andaime varia conforme a sua exposição e manutenção preventiva, podendo atingir períodos superiores a 20 anos. Dentro deste intervalo, portanto, é possível que sejam atendidas em média 10 a 15 obras de duração aproximada de 15 meses.

Além disso, é um sistema que permite que os trabalhadores executem a suas atividades de modo seguro e ergonomicamente correto. Em função de compreender plataformas de trabalho a cada dois metros de altura, o que possibilita um melhor acesso a todos os pontos da estrutura. Isso influencia diretamente na redução de manifestações patológicas, menor desperdício de materiais e maior controle de qualidade. Reduz, também, consideravelmente o uso de madeiras como equipamento de segurança.

5.4.3 Canteiro de obras

Assim como Ferreira afirma (CANTEIROS. . . , 2019, p. 1)

A falta de um manejo apropriado do canteiro pode levar o responsável pela obra a ter que executá-lo de forma irregular e desorganizada, gerando diversos problemas como armazenamento inadequado de materiais cujo desdobramento é constatado a partir do desperdício e até perda dos mesmos; ademais do estabelecimento de um conturbado ambiente em que funcionários e materiais dividem o mesmo espaço sem uma lógica estabelecida, contribui, sobremaneira, para o surgimento de graves acidentes.

Dessa maneira, o uso de andaimes fachadeiros auxilia diretamente na organização e limpeza dos canteiros. Assim como, torna a obra esteticamente melhor apresentada. Portanto, está interligado aos subitens: 3.1.2 e 3.2.2.

5.4.4 Resíduos

O andaime está diretamente ligado a redução de entulhos gerados pela construção do empreendimento. Contudo, esta seção da certificação se limita aos resíduos oriundos da operação e uso da edificação.

5.4.5 Manutenção

Assim como (DOURADO, 2021, p. 9) aponta:

Boas práticas de execução contribuem para redução do consumo energético, custo esse que é comprometido por patologias como pontes de calor. Com uma boa execução se reduz também o custo de manutenção e reparos, visto que patologias são comuns nas fachadas e seus preços de reparo expressivos. Sua estética também valoriza o edifício, melhorando seu custo de mercado.

Sendo assim, o uso de andaime está diretamente ligado ao item 7.1 da certificação. Como já citado anteriormente, através do controle de qualidade e redução de manifestações patológicas.

6 ESTUDO DE CASO

O objetivo desse capítulo é analisar o uso do andaime fachadeiro associado a práticas sustentáveis através da apresentação de um empreendimento real. Serão expostos: o empreendimento, suas iniciativas sustentáveis e inovações. A partir disto, é realizada a correlação com as certificações e relatados no capítulo anterior.

6.1 O EMPREENDIMENTO

O empreendimento avaliado está situado em São Paulo (SP), no bairro Itaim Bibi, um dos mais nobres da cidade. É um imóvel de 26 pavimentos compostos por 251 unidades residenciais, 37 salas comerciais e 1 loja no térreo. Além disso, é uma edificação de alto padrão com uma arquitetura que traz a natureza para o contexto urbano em perfeita harmonia (INCORPORADORA, 2022 a). Sua construção teve início em 2020 e foi realizada a entrega da obra em agosto de 2022. Nas Figuras 24 e 25 são apresentadas as imagens comerciais do edifício.

Figura 24 – Imagem comercial DSG Itaim



Fonte: TEGRA INCORPORADORA

Figura 25 – Imagem comercial DSG Itaim



Fonte: TEGRA INCORPORADORA

6.2 INICIATIVAS SUSTENTÁVEIS DA CONSTRUTORA

A construção foi realizada por uma incorporadora, uma empresa com 44 anos de atuação no mercado imobiliário brasileiro. Chegou à marca de mais de 25 milhões de metros quadrados construídos e em construção, além de mais de 104 mil imóveis desenvolvidos. Ademais, tem sua atuação marcante em São Paulo (SP), onde está situada a sua sede, e no Rio de Janeiro (RJ). Além disso, é atual vencedora do prêmio Master Imobiliário nas categorias Profissional - Melhores Práticas em ESG (*Environmental Social Governance*) e Profissional - Segurança do Trabalho.

Em 2021 se tornou um empreendedor AQUA, de modo que todos os empreendimentos serão chancelados por esta certificação de sustentabilidade. Apresentando assim (INCORPORADORA, 2022 b):

- incentivo à valorização de resíduos e reciclagem passa a ser obrigatório;
- qualidade e boas práticas dos canteiros comprovadas;
- padrão de qualidade elevado;
- monitoramento da qualidade do ar e da água;
- conforto e bem-estar com um padrão elevado de qualidade nos edifícios;
- melhores taxas de manutenção;
- maior valorização.

Outrossim, apresenta uma Política de Sustentabilidade, em que todos os empreendimentos lançados seguem 33 premissas construtivas. Ademais, esses passos são compartilhados por meio do Painel Socioambiental da Construção de 2021, conforme apresentado na Figura 26 (INCORPORADORA, 2022 b).

Figura 26 – Painel Socioambiental da Construção 2021



Fonte: TEGRA INCORPORADORA

6.3 O EMPREENDIMENTO E AS CERTIFICAÇÕES

6.3.1 Edifício e seu entorno

Buscando mais conforto visual para a vizinhança e através do uso de marketing na fachada, o empreendimento apresentou uma tela de reprodução como visto na Figura 27. Esse modelo de reprodução é muito utilizado nas construções da Europa e muitas vezes é usado em restaurações de monumentos. Além de agregar beleza à construção, é uma forma de “esconder” a obra e trazer um maior conforto visual em seu entorno.

Figura 27 – Tela de reprodução de fachada



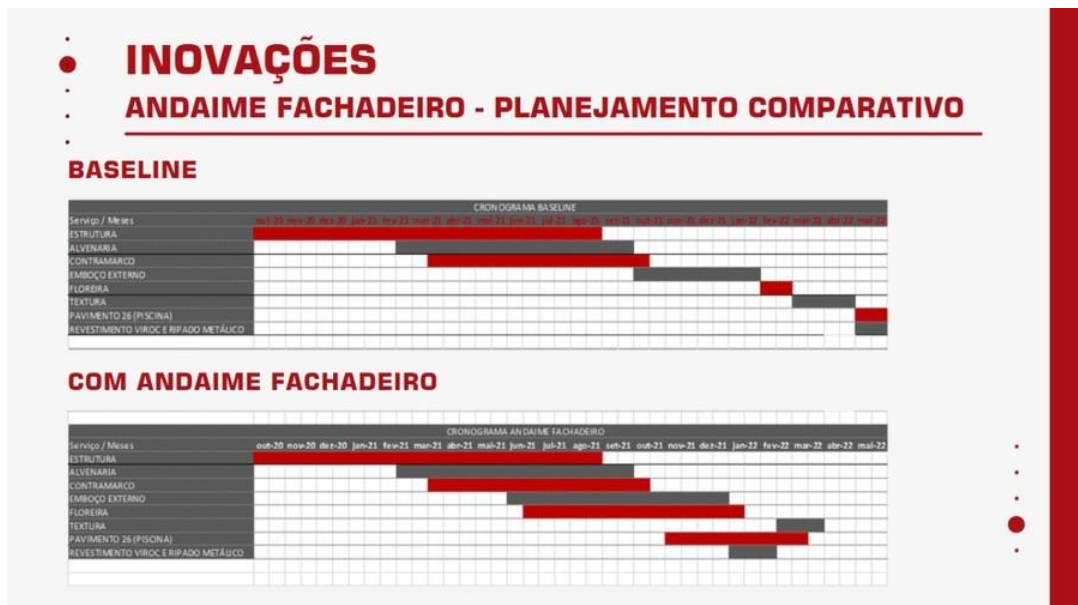
Fonte: Própria autora

Como o empreendimento se encontra em uma região nobre da cidade de São Paulo, estar bem protegido e seguro contra a queda de materiais é fundamental para a vizinhança. De modo que, com o envelopamento completo do empreendimento com o andaime, a proteção se prolonga do início da estrutura até a finalização da fachada. Além de tornar a construção esteticamente mais bem apresentada, trazendo um melhor conforto visual para o seu entorno. Enquanto que, com o uso do sistema convencional, apesar de existir o sistema de proteção ao longo de todo o ciclo, o risco de acidentes ainda é muito elevado.

6.3.2 Produtos, sistemas e processos construtivos

A escolha de um processo construtivo que permite o acesso a toda a fachada e a simultaneidade de atividades, possibilitou uma redução significativa no cronograma da obra. A alteração do escopo total é exposta na Figura 28. É possível verificar que com o uso desse sistema, algumas atividades ficaram sobrepostas e foram realizadas de modo antecipado. Desse modo, a consequência mais significativa foi a redução de 2 meses no prazo final da obra e consequente economia orçamentária. Visto que, o custo administrativo também foi diminuído

Figura 28 – Cronograma comparativo



Fonte: TEGRA INCORPORADORA

Com o uso do andaime, é possível a alteração da ordem e tempo das atividades. De modo que tarefas como: alvenaria, contramarco e emboços externos podem ser realizadas logo após a retirada dos escoramentos, sem precisar esperar a finalização da estrutura. Normalmente, com o uso do

sistema convencional, as atividades externas e de fachada só são liberadas após a finalização da estrutura. Isso ocorre quando as linhas de balanço são fixadas nas coberturas dos empreendimentos. Além disso, essa fixação retarda serviços de impermeabilização nesses trechos, o que não é necessário com o uso do andaime.

O estudo foi realizado pela empresa após a finalização do uso do andaime, para que fossem explanados as principais vantagens e desvantagens da aplicação de um novo sistema de proteção. Dado que esta foi a primeira obra utilizando este método inovador. Os principais itens desta avaliação são apontados na Figura 29. É importante destacar os ganhos em produtividade e redução de efetivos durante a execução das fachadas. Assim como as conferências de execução das atividades. O aumento de produtividade ocorreu, não somente devido a simultaneidade de atividades, mas também por causa da maior sensação de segurança dos colaboradores durante a execução das atividades.

Figura 29 – Diferenciais e pontos de atenção.

INOVAÇÕES
EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS FLUXO CONTÍNUO

[DIFERENCIAIS]

- Ganho de produtividade com a execução dos serviços em fluxo contínuo, e diminuição da quantidade de colaboradores.
- Mudança do Macro-Fluxo serviços externos.
- Liberação da execução da Periferia cobertura sem travamento perfis metálico.
- Montagem das floreiras, revestimentos e ensaios pelo andaime.
- Redução do prazo de execução conforme novo planejamento.
- Melhora na conferência das atividades externas.

- Redução de 50% do efetivo de pedreiro para a fachada por execução em anel.
01 Pedreiro – 15m²/dia
Área Emboço/pav – 300m²
Ciclo de 5 dias

[PONTOS DE ATENÇÃO]

- Viabilidade de custo.
- Adequação no padrão SST.
- Pontos de Ancoragem da Fachada.
- Fluxo da atividade de fixação da alvenaria.
- Aprendizado do novo sistema.

Fonte: TEGRA INCORPORADORA

Os benefícios estéticos do empreendimento podem ser listados tanto durante a construção quanto na sua fase de finalização, como apresentado nas Figuras 30 e 31. O andaime permite um conforto visual durante a execução da edificação. Contudo, possibilita a realizações de projetos com arquiteturas mais ousadas, por consequência de sua grande adaptabilidade.

Figura 30 – Fase de construção do empreendimento



Fonte: Própria autora

Figura 31 – Fase de finalização do empreendimento



Fonte: Própria autora

6.3.3 Canteiro de obras

Como uma consequência direta do uso do andaime, está a organização e limpeza dos canteiros como é exposta na Figura 32. Além de uma melhoria estética, há um ganho em segurança devido à liberação de fluxos de passagem.

Figura 32 – Canteiro de obra



Fonte: Própria autora

6.3.4 Resíduos

Apesar de não estar contemplado na certificação, é importante destacar a redução de resíduos geradas durante a execução do empreendimento. Com a utilização do andaime, todos os equipamentos de segurança como: bandejas, linhas de vida e guarda corpos foram substituídos por esse sistema, como mostrado na Figura 33. Visto que, é um sistema que apresenta sua estrutura e plataformas de trabalho em aço, essa troca ocasionou uma considerável redução no uso de madeira. Bem como, apresenta pisos a cada dois metros de altura, o que melhora significativamente a ergonomia dos colaboradores e diminuiu os desperdícios durante as execuções. Além disso, por se tratar de um sistema reutilizável, o mesmo material usado nesta obra poderá ser reaproveitado em outras edificações da empresa.

Figura 33 – Envelopamento completo do andaime

Fonte: JOG ENGENHARIA

6.3.5 Manutenção

A aplicação desse sistema permitiu um maior controle e inspeções de qualidade ao longo das atividades, dado que é facilitada a circulação periférica de todo o empreendimento. Visto que, quando utilizado o sistema de balancins, por exemplo, a engenharia presente na obra realiza as conferências de execuções de dentro do empreendimento, através de janelas e sacadas, por não se sentir segura nesse sistema.

Além disso, devido ao tamanho dos balancins, é necessário que seja realizada uma sequência de subidas e descidas para a execução completa da fachada. Desse modo, são realizadas juntas de dilatação na fachada. Esses pontos são comumente gerados de manifestações patológicas. Ao passo que, com o acesso simultâneo a toda periferia do empreendimento, essas juntas podem ser reduzidas. Por consequência do uso de andaimes, há uma redução das manifestações patológicas de fachada recorrentes em edificações.

6.4 INOVAÇÃO

Em adição aos ganhos de sustentabilidade supracitados, é importante destacar o projeto e acompanhamento realizado através do BIM, exposto na Figura 34. Este método é apontado como um dos mais inovadores do setor para o planejamento de empreendimentos. Com ele foi possível

prever a sobreposição de atividades e assim antecipar a compra de materiais para a execução destes serviços. Por fim, houve a redução de caminhos críticos e aumento de produtividade.

Figura 34 – Uso do BIM para avaliação do sistema



Fonte: TEGRA INCORPORADORA

6.5 ANÁLISE FINAL

É possível ressaltar que os ganhos do uso do sistema de andaimes não se limitam apenas ao selo de sustentabilidade. Dessa maneira, entre os principais resultados no empreendimento, pode-se destacar: estética e organização da obra; redução de prazo final; ganho de produtividade; diminuição de desperdícios e redução de resíduos.

Além disso, o edifício em estudo foi o primeiro contato da construtora com este sistema. De modo que, o cronograma inicial da obra não contemplava o planejamento para o sistema. A partir dos conhecimentos adquiridos durante essa construção, as análises podem ser replicadas para novos empreendimentos, assim como, os itens que precisam de atenção. Logo, com a utilização do sistema em novos empreendimentos, será possível entender melhor os seus benefícios.

A empresa escolhida para a execução dos andaimes nesse empreendimento é especializada no uso desse sistema e apresenta equipes de engenharia e montadores qualificados. O que permitiu um

melhor aproveitamento do sistema. Assim como o planejamento antecipado e alteração do cronograma da obra. Contudo, como o sistema ainda é inovador, são poucas as empresas desse ramo que apresentam o sistema e mão de obra de qualidade. Outro empecilho é a falta de normatizações e requisitos desta ferramenta.

7 CONCLUSÃO

O uso do sistema de andaimes fachadeiros ainda é considerado como inovador no setor da construção civil, apresentando poucos trabalhos e estudos sobre a sua utilização. Desse modo, os itens apresentados nesse trabalho são baseados no conhecimento empírico dessa prática na última década, que ainda apresenta pouco, ou quase nenhum, embasamento científico comprovado. Esse é um método em emergência, principalmente na cidade de São Paulo, sua utilização tem sido muito ligada ao aumento de produtividade e redução de prazo total de obra. Alguns estudos iniciais já apresentam resultados preliminares apontando para esta diminuição e consequente atenuação orçamentária. Sendo assim, a falta de conhecimento associada a necessidade de normatizações atualizadas e específicas dificultam a utilização deste sistema.

Neste trabalho buscou-se apresentar o selo de sustentabilidade mais condizente com a realidade brasileira. Para que, a partir deste, possamos evoluir para o nível mundial e mais avançado. Tal qual o andaime, o tema sustentabilidade também carece de normas e referenciais. Sendo assim, muitas vezes é utilizado apenas como um “marketing verde”. Bem como, é reconhecida a relevância de certificações para a divulgação dos requisitos e critérios de sustentabilidade nos projetos e construções, é importante destacar que estas não são pré-requisitos para a produção de edificações sustentáveis. Do mesmo modo que, deve ser legitimado a utilização dos andaimes para a conquista dos selos, apesar de ser possível ter edificações sustentáveis sem o uso.

A partir do estudo de caso, pode-se comprovar que com o uso do andaime fachadeiro é possível atingir níveis mais elevados de sustentabilidades. Assim como ganhos significativos de produtividade e redução de custos. Contudo, por se tratar de um sistema pouco difundido, as análises ainda são superficiais e carecem de maiores referências. Do mesmo modo que, há dificuldades de planejamento, devido a falta do pleno conhecimento do sistema.

Aos trabalhos futuros, sugere-se um aprofundamento no sistema de apresentado. Por conseguinte, a realização de um estudo sobre os ganhos de produtividade e reduções de prazo através de comparativos entre andaimes e os outros sistemas de proteção. Apesar de existirem alguns trabalhos nessa área, os mesmos apresentam grande defasagem com relação à realidade atual. Ademais, é aconselhável o acompanhamento de uma edificação que esteja em busca dos selos de sustentabilidade e manifeste a intenção de uso deste equipamento.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 6494**: Segurança nos andaimes. ABNT, Rio de Janeiro, 1990.
- AMBIENTE, I. D. **Guia O futuro do nosso clima**: o homem e a atmosfera. [S.l.], 2015.
- AULICINO, P. **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído**: o caso dos conjuntos habitacionais. 2008. 157 p. Dissertação (Escola Politécnica) — UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.
- AZAMBUJA, J. A. **Incompatibilidade entre o paradigma atual da construção e princípios de sustentabilidade**: proposição de novo paradigma. 2013. 334 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
- BOHADANA, I. P. B. **Avaliação de interesse social rural, construída com fardos de palha, terra e cobertura verde, segundo critérios de sustentabilidade**. 2007. 179 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BRASIL, G. **Compreenda o LEED**. 2017. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acesso em: 20/09/2022.
- BRASIL, P. D. C. **Arquitetura sustentável em edificações públicas**: planejamento para licitações de projeto. 2014. 229 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.
- CANGUSSU, T. G. *et al.* Conference: building a Fraco Green economy and democratic governance of the planet in a framework of sustainable development. In: **Rio+20 United Nations Conference**. [S.l.: s.n.], 2012.
- CANTEIROS de obras no centro da questão: gerenciamento, aplicabilidade e planejamento desde um estudo de caso e segundo NR-18. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, n. 17, p. 1 – 26, Julho 2019.
- CBIC. **Consumo Aparente, Consumo Aparente Per-Capita, Exportação e importação de cimento**. 2022. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento>. Acesso em: 20/09/2022.
- CBIC. **Desenvolvimento com sustentabilidade**. [S.l.], 2014.
- CIB. **Agenda 21 on Sustainable Construction**. Netherlands, 1999.
- CIVIL, C. B. da C. **CATÁLOGO DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Brasília, 2016.
- CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.
- COSENTINO, L. T. **Sustentabilidade Na Construção Civil**: Proposta de diretrizes baseadas

nos selos de certificação ambiental. 2017. Dissertação (Faculdade de Engenharia) — Universidade Federal de Juiz de Fora.

DOURADO, G. H. de O. **Proposta De Avaliação Dos Procedimentos De Execução De Fachadas Argamassadas**. 2021. 114 p. Monografia (Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS.

EPE, E. de P. E. . **Balço Energético Nacional 2011: Ano base 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

FIKSEL, J. **Designing, Resilient, Sustainable Systems**. [S.l.: s.n.], 2003.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 342 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

FRANCESCHI, G. B. M. de. **Estudo comparativo sobre a utilização de andaimes suspensos e andaimes fachadeiros para execução de revestimento externo em argamassa**. 2016. 92 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **REGRAS DE CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE™ CERTIFICADO PELA FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY PARA EDIFÍCIOS EM CONSTRUÇÃO**. [S.l.], 2014.

GAYER, B. D. **Avaliação do grau de inovação aplicado ao setor da construção civil em porto alegre**. 2016. 158 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

INCORPORADORA, T. **DSG Itaim**. Disponível em: <https://www.tegraincorporadora.com.br/sp/dsgitaim/>. Acesso em: 23/09/22.

INCORPORADORA, T. **ESG**. Disponível em: <https://www.tegraincorporadora.com.br/esg/>. Acesso em: 23/09/22.

INSTITUTE, I. L. F. **LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0: A Visionary Path to a Regenerative Future**. [S.l.], 2019.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G. da; AGOPYAN, V. **Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro**. In: **ANTAC - Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela, 24 a 27 de abril de 2001**. [S.l.: s.n.], 2001.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil—Sistemas LEED e AQUA**. 2011. 50 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.

MATEUS, R. F. M. S. **Avaliação da sustentabilidade da construção propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis**. 2009. 374 p. Tese (Escola De Engenharia) — UNIVERSIDADE DE MINHO.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. NR 18. **Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**, 2020.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na Construção Civil**: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos. 2009. 122 p. Dissertação (Programa De Pós-Graduação Em Construção Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.

OLIVEIRA, G. S. C. D. *et al.* Estudo de diferentes alternativas na execução de estruturas e fachadas em edifícios residenciais e seus impactos no custo, prazo e segurança da obra. In: SEMESP, I. (Ed.). **21º Congresso Nacional de Iniciação Científica**. [S.l.: s.n.], 2021.

PAULO, G. do Estado de S. **Protocolo Ambiental da Construção Civil Sustentável**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/camaras-ambientais/wp-content/uploads/sites/21/2013/12/protocolo_construcao.pdf. Acesso em: 20/09/2022.

PLESSIS, C. D. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. In: **CSIR Report BOU/E0204, CSIR, CIB & UNEP-IETC**, [S.l.: s.n.], 2001.

SARAIVA, S. G. **Certificação AQUA-HQE: estudo de caso de edifício comercial**. 2020. 98 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Sociedade São Paulo v. XVII**, 2014.

SETIN, A. Construções Sustentáveis. **COOPERJORNAL**, 2011.

SEVERO, E. M. F. **Sustentabilidade das Habitações de Interesse Social nas Cidades de João Pessoa, Recife e São Paulo**. 2018. Tese (Programa Doutoral de Engenharia Civil – PRODEC) — Universidade do Porto.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 2003. 210 p. Tese (Escola Politécnica) — UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

SILVEIRA, A. B. Inovação na construção civil: impactos sobre materiais, instalações e equipamentos, recursos humanos e métodos construtivos. **Revista FECAF de Estudos Acadêmicos e Científicos**, v. 1, n. 1, p. 72 – 85, 2018.

SJÖSTRÖM, C. Durability of Building Materials and Components. In: **CIB Symposium on Construction and Environment**: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo: [s.n.], 2000.

TELLO, R.; RIBEIRO, F. B. **Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção**. Brasília, 2012.

TONETTO, M. S. **Método para escolha de sistemas de proteção coletiva contra queda de altura**: uma proposta pela perspectiva da complexidade. 2019. 157 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

VANZOLINI, F. **AQUA-HQE™**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/certificacao/sustentabilidade-certificacao/aqua-hqe/>. Acesso em: 23/09/22.

VANZOLINI, F. **INSTITUCIONAL**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/institucional/>.

Acesso em: 23/09/22.

VANZOLINI, F.; CERWAY. **GUIA PRÁTICO DO REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO EDIFÍCIO**. [S.l.], 2018.

VANZOLINI, F.; CONSTRUÇÃO, C. R. de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Não Residenciais em. **AQUA-HQE™ - EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS EM CONSTRUÇÃO**. [S.l.], 2021a.

VANZOLINI, F.; CONSTRUÇÃO, C. R. de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em. **AQUA-HQE™ Certificado - EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM CONSTRUÇÃO**. [S.l.], 2021b.

WINES, J. **Green architecture: The Art of Architecture in the Age of Ecology**. [S.l.: s.n.], 2000. 240 p.