

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
ARIADNE MEDEIROS MELOTTO**

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA *x*
ELDORADO BUSINESS TOWER**

CASCADEL

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
ARIADNE MEDEIROS MELOTTO

ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA x
ELDORADO BUSINESS TOWER

Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da FAG, apresentado na modalidade Teórico-conceitual, como requisito parcial para a aprovação na disciplina: Trabalho de Curso: Defesa.

Professora Orientadora: Cássia Rafaela Brum Souza

CASCADEL

2020

ARIADNE MEDEIROS MELOTTO

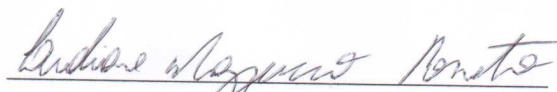
**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA
x ELDORADO BUSINESS TOWER**

DECLARAÇÃO

Declaro que realizei em maio de 2020 a revisão linguístico textual, ortográfica e gramatical da monografia e artigo científico de Trabalho de Curso denominado: **Arquitetura Sustentável: Palácio Gustavo Capanema x Eldorado Business Tower**, de autoria de **Ariadne Medeiros Melotto**, discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo – FAG, e orientado por **Cássia Rafaela Brum Souza**.

Tal declaração contará das encadernações e arquivo magnético da versão final do TC acima identificado.

Guaíra, 02 de junho de 2020.



Lidiane Mazzucco Rosseto

Licenciada em Letras- Português/Inglês, pela Universidade Ahanguera/Uniderp-
Campo Grande/MS, no ano de 2013

RG nº 10.830.586-0 SSP/PR

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
ARIADNE MEDEIROS MELOTTO

ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA x
ELDORADO BUSINESS TOWER

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Professora Mestra Arquiteta Cássia Rafael Brum de Souza.

BANCA EXAMINADORA

Professora Orientadora
Centro Universitário da Faculdade Assis Gurgacz
Profª Arqª Msc Cássia Rafaela Brum Souza

Avaliadora
Arqª Esp. Daniele Brum Souza

Cascavel/PR, 16 de junho de 2020.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof^a Arq^a Msc Cássia, por aceitar ser minha orientadora, pelo acompanhamento nesta pesquisa, pela paciência, contribuições e conhecimento compartilhado. Aos professores do curso de Arquitetura e Urbanismo FAG com os quais tive a oportunidade de conhecer e conviver, agradeço todos os ensinamentos passados.

Aos meus pais Jonir e Lourdes, por tudo que sempre fizeram e fazem por mim, pelo apoio e ajuda durante toda minha trajetória, sem vocês nada disso seria possível, todo amor à vocês.

À minha tia Clarice, pelo amor de sempre, por todo apoio, por sempre acreditar em mim e me dar força.

A minha amiga Lidi, pela grande ajuda com a correção desta monografia.

Ao meu namorado Henrique, pela paciência e apoio nesses dias.

Aos amigos e a todos que de alguma forma me ajudaram nessa jornada, agradeço imensamente a ajuda, o incentivo e apoio em todos os momentos.

À Deus por sempre guiar meus passos e iluminar meu caminho, sem Ele nada seria possível.

EPÍGRAFE

“Architecture should speak of its time and place, but yearn for timelessness.”
Frank Gehry

RESUMO

O tema da presente pesquisa é a arquitetura sustentável, tendo como estudo de caso os edifícios Palácio Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower. Partindo do seguinte problema: - A partir do conceito de arquitetura sustentável, de que modo ela esta materializada nas obras estudadas?, o objetivo do trabalho foi compreender os princípios da arquitetura sustentável encontradas em tais obras. A hipótese levantada foi que a materialização do conceito se dava, na primeira, pelos princípios da arquitetura moderna junto às premissas da arquitetura bioclimática, e na segunda através da certificação LEED conquistada no nível mais alto disponível. Os métodos utilizados para estruturar o trabalho foram os indutivo e monográfico que, juntos, a partir de suporte teórico e revisão bibliográfica, mostraram conceitos de arquitetura sustentável de modo a, através de correlatos, exemplificar os conceitos aplicados a obras. Foi então aplicado ao tema delimitado, e, com isso fundamentada as análises. Os objetivos de pesquisa foram atingidos e a hipótese inicial foi validada.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Arquitetura Sustentável, Arquitetura Bioclimática, Certificação LEED.

ABSTRACT

The subject of this research is sustainable architecture, using Gustavo Capanema Palace and Eldorado Business Tower as case study. Starting from the following problem: - from the concept of sustainable architecture, how it is materialized at the case study?, the objective of the paper was understand the principles of sustainable architecture found on the studied buildings. The hypothesis was that the materialization of the concept took place in the first by the principles of the modern architecture added to bioclimatic architecture premises, and in the second by the Platina LEED certification achieved. The methods used to structure the paper was the inductive and monographic, which together, based on technical support and bibliographic review show concepts of sustainable architecture in order to, through correlates, exemplify these concepts applied to some other buildings. After all the concept was applied to Gustavo Capanema Palace and Eldorado Business Tower, so the analyses were justified. The research objective was achieved and the initial hypothesis was validated.

Keywords: Sustainability, Sustainable Architecture, Bioclimatic Architecture, LEED Certification.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AISI – *American Iron and Steel Institute*

AQUA – Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BEES – *Building for Environmental and Economic Sustaibability*

BEPAC – *Building Environmental Performance Assessment Criteria*

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

BD+C – *Building Design and Construction*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CIB – Conselho Internacional de Construção

CO₂ – Dióxido de Carbono

EBT – *Eldorado Business Tower*

EUA – Estados Unidos da América

FSC – *Forest Stewardship Council*

GBC – *Green Building Council*

GBCB – *Green Building Council Brasil*

HKBEAM – *Hong Kong Building Environmental Assessment Method*

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

IAB – Instituto de Arquitetos do Brasil

ID+C – *Interior Design and Construction*

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ISO – *International Organization for Stardandization*

IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

MAR – Museu de Arte do Rio de Janeiro

MESP – Ministério da Educação e Saúde Pública

NABERS – *National Australian Building Environmental Rating System*

NIST – *National Institute of Standart and Tecnology*

ND – *Neighborhood Development*

O+M – *Building Operations and Maintance*

ONU – Organização das Nações Unidas

PGC – Palácio Gustavo Capanema

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PROCEL EDIFICA – Programa Nacional de Eficiência em Energia Elétrica em Edificações

SPeAR – *Sustainable Project Appraisal Routine*

UNEP – *United Nations Environment Programme*

USGBC - *United States Green Building Council*

VLT – Veículo leve sobre trilhos

LISTA DE FIGURAS

Imagem 01 – Dimensões da sustentabilidade	21
Imagem 02 – Vista do viaduto da Av. Republica do Paraguai	33
Imagem 03 – Corte com setorização. Ao lado a disposição das diferentes plantas tipo	34
Imagem 04 – Planta do pavimento térreo e planta tipo em cruz	35
Imagem 05 – Vista de um dos terraços jardins do EDISE	36
Imagem 06 – Foto aérea do Conjunto Nacional na década de 1970	38
Imagem 07 – Corte do projeto com setorização	39
Imagem 08 – Brises que envolvem todas as fachadas da galeria comercial	40
Imagem 09 – Cúpula geodésica	41
Imagem 10 – Vista da rua em frente ao Museu	42
Imagem 11 – Diagrama mostrando funções e fluxo do complexo	43
Imagem 12 – Cobertura e praça suspensa	44
Imagem 13 – Fachada sul (entrada) do museu, mostrando o balanço de 75 metros	47
Imagem 14 – Foto externa mostrando uma das movimentações da cobertura	48
Imagem 15 – Vista do Edifício Santos Dumont, localizado na rua Santa Luzia	50
Imagem 16 – Planta do bloco perpendicular e do pavimento tipo	52
Imagem 17 – Vista da rua Araújo Porto Alegre	53
Imagem 18 – Painéis de azulejos de Portinari no pavimento térreo do Palácio	53
Imagem 19 – Fachada norte em detalhe (<i>brises-soleis</i> horizontais, chapas verticais de concreto e esquadrias)	54
Imagem 20 – Vista do edifício a partir do Jockey Club (lado sul)	56
Imagem 21 – Plantas dos pavimentos tipo	57
Imagem 22 – Implantação ilustrada do Eldorado Business Tower e do Shopping Eldorado ...	58
Imagem 23 – Vista interna de um dos pavimentos tipo do edifício	59

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
EPÍGRAFE	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	9
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUPORTE TEÓRICO.....	16
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE	16
2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.3 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL	20
2.4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	23
2.5 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS PARA EDIFICAÇÕES.....	25
2.5.1 Certificação LEED.....	26
2.6 ARQUITETURA MODERNA	28
2.7 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA.....	30
3. CORRELATOS	32
3.1 EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRAS.....	32
3.1.1 Forma e função	33
3.1.2 Materiais e tecnologias	35
3.1.3 Sustentabilidade aplicada.....	36
3.2 CONJUNTO NACIONAL	37
3.2.1 Forma e função	38
3.2.2 Materiais e tecnologias	39
3.2.3 Sustentabilidade aplicada.....	40
3.3 MUSEU DE ARTE DO RIO – MAR	41
3.3.1 Forma e função	43
3.3.2 Materiais e tecnologias	44
3.3.3 Sustentabilidade aplicada.....	45
3.4 MUSEU DO AMANHÃ	46
3.4.1 Forma e função	46

3.4.2	Materiais e tecnologias	47
3.4.3	Sustentabilidade aplicada.....	48
4.	APLICAÇÃO NO TEMA DELIMITADO.....	50
4.1	PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA	50
4.1.1	Forma e função	51
4.1.2	Materiais e tecnologias	53
4.1.3	Sustentabilidade aplicada.....	55
4.2	ELDORADO BUSINESS TOWER.....	56
4.2.1	Forma e função	57
4.2.2	Materiais e tecnologias	58
4.2.3	Sustentabilidade aplicada.....	59
5.	ANÁLISE DA APLICAÇÃO.....	61
5.1	METODOLOGIA DA ANÁLISE.....	61
5.2	ANÁLISES.....	62
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6.1	RESGATE DOS ELEMENTOS DA PESQUISA	64
6.2	RESPOSTAS AO PROBLEMA DA PESQUISA	65
6.3	PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65
	REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa trata-se do Trabalho de Conclusão de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – TC CAUFAG e leva como título “Fundamentos Arquitetônicos: Arquitetura Sustentável: Palácio Gustavo Capanema x Eldorado Business Tower”. Conforme pertinência da pesquisa pertence à linha Arquitetura e Urbanismo e ao grupo Tecnologia na Arquitetura, possuindo como foco e assunto central a arquitetura sustentável.

O problema da pesquisa é, dentro do conceito de arquitetura sustentável, de que modo ela está materializada nas obras Palácio Gustavo Capanema (PGC) e Eldorado Business Tower (EBT)? Partindo de tal problema foi formulada a hipótese de que a materialização do conceito se encontra nos princípios da arquitetura moderna junto às premissas da arquitetura bioclimática quando no Palácio Gustavo Capanema, enquanto no Eldorado Business Tower se dá através da certificação LEED, na categoria mais alta, essa que é símbolo de reconhecimento mundial em construções sustentáveis.

Com intuito de responder ao problema da pesquisa, foi elaborado o objetivo geral de compreender os princípios da arquitetura sustentável encontrados nos edifícios Palácio Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower. Para alcançar este objetivo geral, foram formulados como objetivos específicos a conceituação de sustentabilidade, arquitetura sustentável e arquitetura bioclimática, a apresentação das certificações ambientais para edificações e a certificação LEED, o conceito de arquitetura moderna e de arquitetura contemporânea, a apresentação dos edifícios, a análise dos princípios da arquitetura moderna e da arquitetura bioclimática no PGC, análise das estratégias para obtenção da certificação LEED no EBT, e a compreensão dos princípios da arquitetura sustentável materializados nos edifícios.

A fundamentação teórica da pesquisa foi o conceito de Arquitetura Sustentável por Corbella e Yannas (2003), que diz que essa pode ser entendida como a elaboração e execução de empreendimentos que visem ao aumento da qualidade de vida do ser humano quanto ao ambiente construído e ao seu entorno, integrado às características da vida e do clima locais.

Uma outra definição, considerada das mais aprovadas para construção sustentável foi apresentada por Kibert em 1994 durante o Conselho Internacional de Construção (CIB) e diz que a construção sustentável é a criação e gestão de um ambiente construído saudável com base na utilização eficiente de recursos e princípios ecológicos. (KIBERT, 2013).

A *International Organization for Standardization* (ISO) adotou em sua norma a definição de um quadro para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para construção com base na premissa de que o desenvolvimento sustentável dos edifícios deve produzir o desempenho e a funcionalidade exigidos com o mínimo de impacto ambiental, enquanto incentiva a melhoria econômica, social e cultural a nível local, regional e global (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2011).

Na resolução do problema da pesquisa, e tendo em vista atender o objetivo geral e específicos, foi utilizado como encaminhamento metodológico o método de abordagem indutivo, onde, a partir de enunciados básicos, denominados premissas, chega-se a uma conclusão provável. Logo, serão analisados artigos, livros, revistas informações de meios digitais que apontem a materialização da arquitetura sustentável nas obras e levando em consideração que as premissas apresentadas são verdadeiras, alcança-se uma conclusão provavelmente verdadeira. Utilizou-se como base da pesquisa a metodologia de procedimento monográfico (estudo de caso), explorando artigos e livros e fazendo uma análise do assunto. Para técnicas de pesquisa os instrumentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho caracterizam-se pela documentação indireta, onde o levantamento de dados se dá pela pesquisa documental que tem como fonte a coleta de dados de documentos, escritos ou não, denominando-se fontes primárias, e pela pesquisa bibliográfica, que abrange toda a bibliografia sobre o tema estudado que já foi tomada pública pela escrita, fala ou filmada (LAKATOS; MARCONI, 2003).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUPORTE TEÓRICO

No presente capítulo tem-se por objetivo relatar a base teórica da pesquisa que se desenrola inicialmente com o contexto histórico da sustentabilidade, a sustentabilidade na construção civil, entrando então no tema da arquitetura sustentável. Revisa também os temas adjacentes da arquitetura bioclimática, arquitetura moderna e arquitetura contemporânea, e fala sobre as certificações ambientais para edificações, focando na certificação LEED.

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE

No ano de 1968, surge o Clube de Roma, grupo de pesquisadores com a intenção de estudar e apresentar soluções para as adversidades que a explosão demográfica já causava ao equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Em 1972 o grupo publica o *The limits of growth* (Os limites do crescimento), relatório que mostrava que, permanecendo as tendências de crescimento populacional mundial, em até 200 ou 300 anos o limite para o crescimento do planeta seria alcançado (MOTA *et al*, 2008).

No mesmo ano de 1972 aconteceu em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, cujo resultado foi um conjunto de recomendações com a intenção de estabelecer diretrizes ambientais para os governos nacionais e internacionais com objetivo de restaurar, preservar e prevenir. Nessa conferência foi reconhecida a importância da gestão ambiental e do uso da avaliação ambiental como ferramenta de gestão (JOYNER; JOYNER, 1974; DUBOSE *et al.*, 1995).

Nos anos seguintes os termos “meio ambiente e desenvolvimento”, “desenvolvimento sem destruição” e “desenvolvimento ambientalmente saudável” passaram a aparecer, até que, em 1978, na revisão do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA surge o termo “eco-desenvolvimento”. A partir de então tornou-se reconhecido internacionalmente que ideias referentes ao meio ambiente e ao desenvolvimento precisam ser consideradas juntas (MEBRATU, 1998).

Entretanto, o primeiro grande avanço, da perspectiva conceitual, veio da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN que, trabalhando em conjunto com o *World Wildlife Fund for Nature* (Fundo Mundial para a Natureza) e o PNUMA, elaborou o documento conhecido como *World Conservation Strategy* (Estratégia Mundial para a

Conservação), que foi lançado internacionalmente em 1980. Apesar de não ser conceituado no texto o termo desenvolvimento sustentável, no subtítulo, “*Living Resource Conservation for Sustainable Development*” (Recursos Vivos para o Desenvolvimento Sustentável), traz a presença do elemento de tempo, mostrando a necessidade de estratégias de longo prazo (TRYZNA; OSBORN, 1995).

O documento Estratégia Mundial para a Conservação define desenvolvimento como “a modificação da biosfera e a aplicação de recursos humanos, financeiros, vivos e não-vivos para suprir as necessidades humanas e melhorar a qualidade de vida humana”, e complementa dizendo que para o desenvolvimento ser sustentável necessita levar em consideração fatores sociais, ecológicos e econômicos. Também conceitua conservação como “o gerenciamento da utilização humana da biosfera de modo que propicie o melhor benefício sustentável para a geração atual, enquanto mantém o potencial de atender às necessidades e interesses das gerações futuras (IUCN; UNEP; WWF, 1980).

Por conta do aumento do interesse do mundo pelo assunto do desenvolvimento sustentável, “em 1983, a ONU cria a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) e adota formalmente seu conceito de desenvolvimento sustentável”. Em 1987, o *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), também conhecido por relatório Brundtland é publicado pelo WCED. “O relatório conclui que o uso excessivo dos recursos naturais é um processo que vai provocar o colapso dos ecossistemas, e propõe que a busca de soluções seja tarefa comum a toda humanidade.” Também sugere que seja convocada uma conferência mundial para falar sobre o tema (MOTTA, 2009).

No relatório Brundtland aparece a definição de desenvolvimento sustentável como sendo “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades”. E acrescenta que o desenvolvimento sustentável não é uma condição constante de harmonia, mas um processo de mudança onde a exploração de recursos, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico, e a mudança institucional são coerentes com as necessidades atuais e futuras (WCED, 1987).

Recomendado pela comissão Brundtland no relatório, no ano de 1992 foi realizada a Cúpula da Terra, também chamada Rio 92 e Eco 92, conferência internacional sobre o meio ambiente e desenvolvimento envolvendo mais de 170 países. De acordo com Serrador (2009) o produto dessa conferência foi a Agenda 21 “definindo compromisso entre governos e sociedade

pelo planejamento estratégico universal para alcançar o desenvolvimento sustentável no século XXI.”.

Nos cinco anos posteriores a Cúpula da Terra, aconteceram alguns eventos para complementar as resoluções nela aprovadas quanto aos conceitos e modelos do desenvolvimento sustentável. Foram esses: a Conferência Internacional sobre População e Desenvolvimento - ICPD, no Cairo, Egito, em 1994; a Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (HABITAT II), em Istambul, Turquia, em 1996; e a Conferência Rio+5, no Rio de Janeiro em 1997 (OLIVEIRA, 2006).

A Conferência Habitat II teve tanta importância quanto a Rio 92 por tratar de temas específicos ao desenvolvimento urbano e a necessidade de introduzir estratégias mais sustentáveis para as cidades. Nessa ficou definido o que poderia ser a aplicação do desenvolvimento sustentável na construção civil (GAUZIN-MULLER, 2010).

De acordo com Mota *et al* (2008),

A Cúpula da Terra teve uma primeira avaliação realizada pela ONU e pelos países signatários das convenções acima descritas, e ocorreu entre 23 e 27 de junho de 1997, na 19ª Sessão Especial da Assembleia das Nações Unidas. Procurou-se então identificar as principais dificuldades relacionadas ‘a implantação da Agenda 21 e definir as prioridades de ação para os anos seguintes, além de verificar o apoio político às negociações ambientais que na época ocorriam. Essa avaliação é conhecida também como Rio+5

Conforme Motta e Aguilar (2009), “em 1997, diante da consciência do efeito estufa e do temor de sua consequência, o aquecimento global, foi assinado o tratado ambiental mais ambicioso da história, o Protocolo de Kyoto.” tal acordo almejava que os países assinantes reduzissem em 5% as emissões de gases, comparando com o nível de 1990.

Na cidade de Joanesburgo, em 2002, acontece a Cúpula da Terra sobre Desenvolvimento Sustentável ou Rio+10, visando elaborar estratégias mais eficientes para a aplicação da Agenda 21 Global. E, em 2007, no Rio de Janeiro novamente, acontece a terceira revisão da Agenda, conhecida como Rio+15 (MOTA *et al*, 2008).

2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Quando o debate da sustentabilidade entra na questão do espaço construído, discussões colocam a cidade como consumidora e degradadora do meio ambiente e dos recursos nele

existentes, fazendo-se necessário o planejamento e gestão urbana com fins sustentáveis (OLIVEIRA, 2006).

A Agenda 21, de 1992 na Rio 92, é considerada por Baweja (2008), como uma importante iniciativa rumo à arquitetura e o desenvolvimento sustentável, contendo orientações para uma arquitetura sustentável.

Na Agenda Habitat II, que abrange questões mais amplas sobre o assentamento humano, porta de seções que tratam especificamente sobre a indústria da construção e os incentivos dos governos quanto às ações que esta deve ter (CIB; UNEP-IETC, 1999).

Porém, as discussões referentes à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável chegaram à construção civil, diretamente, no ano de 1994 com a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável que aconteceu em Tampa, Flórida, EUA (VALENTINI; FALCÃO, 2015).

Nesta conferência foi elaborada a Agenda 21 para a Construção Sustentável, um documento que procura orientar os vários agentes do setor da construção civil, no sentido do desenvolvimento e da construção sustentáveis, ao nível das necessidades do mercado; de funcionamento dos edifícios e estruturas; dos recursos; da melhorias do processo construtivo; do urbanismo; dos aspectos sociais, entre outros. Segundo o documento, os maiores desafios para o setor são promover a eficiência energética; reduzir o uso e consumo de água potável; selecionar materiais com base no seu desempenho ambiental; e contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável (CHAVES, 2016).

A construção sustentável, de acordo com Kibert (1994), “refere-se à aplicação da sustentabilidade às atividades construtivas, sendo definida como a criação e a responsabilidade de gestão do ambiente construído, com base nos princípios ecológicos e no uso eficiente de recursos”. Nesse mesmo evento o autor cita que o elemento-chave em várias abordagens nacionais de construção sustentável refere-se à redução do uso de fontes de energia e degradação de recursos minerais, e aponta princípios para a sustentabilidade na construção (VALENTINI; FALCÃO, 2015).

O CIB definiu, após a definição do conceito de Kibert, sete princípios para a construção sustentável: reduzir o consumo de recursos; reutilizar recursos; fazer uso de recursos recicláveis; proteger a natureza; eliminar produtos tóxicos; analisar os custos do ciclo de vida; e dar ênfase à qualidade (TORGAL; JALALI, 2010).

Devido a diferente realidade vivida por países desenvolvidos e países em desenvolvimento, no ano de 2002 CIB e UNEP lançam a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento trazendo o conceito de construção sustentável como “a condição ou estado que permitiria a existência do homo sapiens provido de segurança, saúde

e vida produtiva para todas as gerações em harmonia com a natureza e com os valores culturais e espirituais locais” (CIB; UNEP-IETC, 2002).

Sendo assim, é possível entender a construção sustentável como sendo um amontoado de estratégias para utilização do solo, projeto arquitetônico e construção em si, que diminuam o impacto ambiental e buscam um menor consumo de energia, a proteção dos ecossistemas e saúde para seus habitantes (ADAM, 2001).

Outra interpretação do conceito de construção sustentável é dada por Hernandez (2006) dizendo esta ser decorrente “da aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento”, isto é, deve contemplar todas as fases da obra, planejamento, projeto, execução, e também demolição e gestão de resíduos dessa.

A *International Organization for Standardization* – ISO (Organização Internacional de Normalização) normatiza a sustentabilidade na construção civil através das normas ISO 21929: Sustentabilidade na construção de edifícios, parte 1 (2011): quadro para desenvolvimento de indicadores e conjunto básico de indicadores para edifícios, e parte 2 (2015): quadro para desenvolvimento de indicadores para obras de engenharia civil; ISO 15392 (2008): Sustentabilidade na construção de edifícios – princípios gerais; e ISO 21932 (2013): Sustentabilidade em edifícios e obras de construção civil – uma revisão da terminologia.

Desde a virada dos anos 2000 o tema da sustentabilidade aplicada à construção civil vem crescendo e necessita atender não apenas questões ambientais, mas todo o conjunto de problemas que envolvem o desenvolvimento sustentável, englobando tópicos ambientais, econômicos e socioculturais. O objeto arquitetônico resultante é intitulado Arquitetura Sustentável (ZAMBRANO, 2008).

2.3 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

Pode-se dizer que a evolução da abordagem para arquitetura sustentável iniciou-se nos anos 80 com o novo paradigma do Desenvolvimento Sustentável, sendo a Rio 92 a revelação para a arquitetura de que a relação com o meio ambiente era uma problemática grande e crescente (ZAMBRANO, 2008).

Através da ONU identifica-se, desde 1983, o conceito formal de desenvolvimento sustentável como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Devendo as

estratégias para o desenvolvimento sustentável atuar nas dimensões: ambiental, sociocultural e econômica alcançando o equilíbrio entre tais dimensões e estabelecendo como metas, ações “ambientalmente responsáveis, socialmente justas, economicamente viáveis”, definidas como *triple bottom line* (Imagem 01) (MOTTA, 2009).

Imagem 01 - Dimensões da sustentabilidade



Fonte: Motta (2009).

Segundo Teixeira (2005), existem três motivos para o surgimento da arquitetura sustentável, que são a intenção de sobreviver pela cooperação com a natureza, a construção conforme princípios ecológicos, e a questão filosófica ligada ao histórico de violações ambientais do ser humano.

Para relacionar as três dimensões do desenvolvimento sustentável à arquitetura Silva (2003) apresenta possíveis ações em cada uma das dimensões. Algumas dessas ações apresentadas são, na dimensão ambiental com metas ligadas à atmosfera, ações relacionadas a mudança climática e qualidade do ar; ao solo, relacionadas a poluição, agricultura, erosão e urbanizações e assentamentos; aos mares, oceanos e costas, visam a preservação e a ocupação apropriada das áreas costeiras; à água doce, buscam a qualidade da água e manter a quantidade; ao saneamento, quanto ao planejamento de infraestrutura de saneamento básico; e à

biodiversidade, relaciona-se com os ecossistemas e espécies específicas. Na dimensão social as praticas visam a justiça social, educação, saúde e infraestrutura urbana. Na dimensão econômica apresenta praticas como o investimento em tecnologias eficientes e limpas, o aumento da qualidade dos produtos junto a redução de resíduos gerados na construção, otimização de uso do espaço em projeto, a priorização de materiais locais, entre outras.

Williamson, Radford e Bennetts (2003) consideram a arquitetura sustentável um conceito revisado em resposta às ambições contemporâneas acerca dos efeitos das atividades humanas, sendo por vezes utilizadas expressões arquitetônicas com a intenção de dar uma imagem ecológica à edificação, como também a utilização de dispositivos de alta tecnologia, alternativas que, muitas vezes, não justificam-se economicamente ou impactam a estética, não comprovando, no entanto, desempenho ou sustentabilidade da edificação.

Segundo Corbella e Yannas (2003),

a arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torna-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as gerações futuras.

Guedes (2007) diz que o conceito de arquitetura sustentável abrange os princípios bioclimáticos, econômicos e socioculturais. Acrescenta que tem por objetivo, através de conceitos bioclimáticos, reduzir o consumo energético para o conforto ambiental, usando de estratégias passivas, para a menor utilização de equipamentos para climatização e iluminação.

A discordância quanto ao edifício como obra de arte é contestada na arquitetura sustentável. Nessa o edifício é como um ambiente vivo, sendo considerado a construção juntamente com o terreno implantado, a comunidade, o clima, a região e o planeta, e tendo com preocupação que gere o menor impacto possível com grandes benefícios sociais. Por conta disso, faz-se necessário ter em conta o ciclo de vida da edificação como um todo, da concepção até a possível demolição, considerando seu uso, manutenção e possível reciclagem. Nesse sentido percebe-se a grandiosa importância da atividade do arquiteto com o planejamento (EDWARDS, 2005).

Diz-se também que a arquitetura sustentável só é realmente eficiente quando dentro de um contexto de planejamento urbano baseado em princípios sustentáveis (GAUZIN-MÜLLER, 2002).

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) considera arquitetura sustentável a busca por soluções para atender ao cliente, de modo a garantir o atendimento quanto ao programa definido, orçamento, exigências dos usuários, condições físicas e sociais locais, tecnologias existentes, legislação e previsão das necessidades no decorrer da vida útil do espaço construído. Devendo essas soluções atenderem de modo racional, com o menor impacto possível aos meios social e ambiental, de modo a conceder às futuras gerações o uso confortável e saudável dos ambientes, com uso responsável de recursos e baixos consumos de energia, água e insumos (AsBEA, 2012).

Nos dias atuais a construção civil consome metade dos recursos naturais mundiais sendo, por isso, considerada a atividade menos sustentável do planeta. Na busca por reduzir este uso, dia a dia surgem pesquisas no âmbito de projetos mais sustentáveis, tornando a arquitetura foco principal da sustentabilidade no futuro (EDWARDS, 2008).

2.4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Quando falamos em algo bioclimático fazemos menção a parte da ecologia que estuda o relacionamento entre clima e seres vivos. Aplicando o termo à arquitetura, tem-se a busca pelo melhor conforto que um espaço construído pode induzir, com o menor uso dos recursos energéticos não renováveis, menos efeitos negativos sobre o meio ambiente e custos de investimento e funcionamento, podendo ser aplicado a diversas escalas da arquitetura (FERNANDEZ, 2007).

Zambrano (2008) cita que “foi dado o nome de arquitetura bioclimática, a uma arquitetura que passou a ser desenvolvida com uma especial atenção às relações com o clima e com o micro clima que a rodeiam”. E acrescenta:

Não se trata de uma arquitetura que tenha uma fisionomia particular, pois qualquer tipo de arquitetura pode ter uma abordagem bioclimática. Trata-se somente de uma característica específica de uma arquitetura que dedica um especial interesse pela valorização dos aportes naturais e economia de recursos que podem ser promovidos através de uma boa interação do objeto arquitetônico com seu entorno climático. A abordagem bioclimática na arquitetura envolve a interpretação e tradução para aspectos do projeto arquitetônico, de parâmetros de temperatura, radiação solar, umidade, vento, variações em função da latitude e altitude do lugar, bem como variações anuais observadas num mesmo local, em função dos ciclos de estações.

Fernandez (2007) e outros autores afirmam que neste tipo de arquitetura explora-se uma melhor conexão com a natureza, além dos interesses sensoriais, culturais, funcionais, de estética, etc. para concepção arquitetônica.

O estudo que objetiva a união das edificações com o clima e as características locais, a partir da manipulação do desenho e elementos arquitetônicos de modo a maximizar o vínculo entre ser humano e natureza, tanto em relação à melhor qualidade de vida, conforto e racionalização do consumo energético quanto à atenuação de impactos ambientais, é arquitetura bioclimática (SOUZA, 2007).

A bioclimatologia aplicada na arquitetura apareceu na década de 60, quando os irmãos Olgyay criaram a expressão projeto bioclimático, onde o projeto buscava a utilização, através de seus próprios elementos, das condições oportunas do clima para alcançar as exigências de conforto térmico do homem. Desenvolveram então um diagrama bioclimático propondo estratégias para a arquitetura adaptar-se ao clima (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004).

Um método de quatro etapas integradas foi desenvolvido por Olgyay (1963) para a obtenção de um edifício com equilíbrio climático. Essas englobam climatologia, envolvendo o estudo do clima (e microclima) local, e conhecimento do regional; biologia, a partir de avaliação biológica visando o conforto humano em todas as épocas do ano; tecnologia, com o uso de estratégias para solucionar problemas de conforto ambiental; e arquitetura, onde o edifício é o resultado da junção de todas as soluções anteriores.

Ao fim da década de 60 é criada, por Givoni, uma carta bioclimática para edificações, onde é corrigida algumas deficiências do diagrama dos irmãos Olgyay. Tal carta toma como princípio a temperatura interna das edificações e propõe estratégias para que a arquitetura se adapte ao clima. No ano de 1992 ele concebe uma carta para países em desenvolvimento, a qual, baseado em estudos, é a melhor adaptada para as exigências brasileiras (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004).

Em 1973, acontece a primeira crise de energia causada pelo encarecimento do petróleo, que resulta no que foi chamada arquitetura solar, onde a preocupação girava em torno de auxiliar na calefação dos edifícios pela incorporação da energia solar economizando, então, o uso de energia convencional. A partir de então renasce uma arquitetura pensada na adaptação ao clima local, produzindo conforto ambiental, que levou o nome de Arquitetura Bioclimática (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Para Guedes (2007) a arquitetura bioclimática é estabelecida em ideais de sustentabilidade. Envolvendo, em seu processo de criação, questões socioeconômicas e de

impacto ambiental durante todas as etapas de sua existência. E considera como fator importante pensar na maior duração da construção, evitando os impactos que gerariam a necessidade de uma nova em seu lugar.

2.5 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS PARA EDIFICAÇÕES

As primeiras certificações para avaliar ambientalmente edifícios mostraram-se para cumprir as metas estabelecidas na Eco 92. Eram sobretudo métodos de avaliação da sustentabilidade em edifícios desenvolvidos em países da Europa, Canadá, Estados Unidos, Japão, Hong Kong e Austrália, e por basearem-se na realidade local, sua avaliação era influenciada sociocultural, ambiental e economicamente por essa (HONDA, 2016).

Conforme Barros e Bastos (2015), a maior parte dos sistemas de certificação ambiental na área da construção civil tem suas avaliações baseadas em indicadores de desempenho. Tais indicadores funcionam dando pontos de acordo com quanto a edificação atende a requisitos estipulados. Esses requisitos levam em consideração não exclusivamente a edificação, mas também seu entorno, os impactos gerados, e as questões ambientais.

Com o intuito de estabelecer uma concordância quanto aos critérios e diretrizes que os órgãos certificadores avaliam, de modo a tornar esses sistemas avaliativos mais críveis internacionalmente, existe a *Sustainable Building Alliance* – *SB Alliance*, organização internacional que abrange diversos órgãos certificadores pelo mundo, fundada em 2009 (CABRAL, 2009).

No geral, os sistemas certificadores objetivam o uso em seu país de origem, visto que foram concebidos através das práticas e condições existentes em tal região, o que limita a adaptação a locais com realidades distintas (REIS, 2015).

Especificamente, no Reino Unido, na década de 1990, surge o que se considera o primeiro método de avaliação para edificações, através do sistema BREEAM (*Building Research Establish Environmental Assessment Method*) (REIS, 2011).

Segundo SILVA (2003), são treze os sistemas mais conhecidos de avaliação no mundo, as quais divulgam iniciativas de alto valor sustentável. São eles o BREEAM, BEPAC, GBC, LEED, CASBEE, HKBEAM, Ecoprofile, Miljöstatus, NABERS, HQE, SPeAR, BEES e Green Globes.

Quando se trata de Brasil, segundo Oliveira (2009)

A Fundação Vanzolini lançou, em 03 de abril de 2008, um novo sistema de certificação ambiental de edifícios. Chamado de AQUA (Alta Qualidade Ambiental), o sistema é inspirado no selo francês HQE, [...] procura ponderar os impactos ambientais gerados pelos edifícios, durante as fases de projeto e construção, ou durante a operação.

Também cita que

Motivado pelo consumo de energia elétrica no Brasil nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, ser significativo e tendência de crescimento estimada ainda maior, o Programa Nacional de Conservação de energia – PROCEL lança o PROCEL EDIFICA, voltado para a Eficiência Energética e o Conforto Ambiental. [...] O potencial de conservação de energia deste setor pode chegar a 30% para edificações já existentes se passarem por uma intervenção tipo *retrofit* (reforma e/ou atualização). E, para as novas edificações, ao se utilizar tecnologias energeticamente eficientes desde a concepção inicial do projeto, a economia pode superar 50% do consumo, comparada com uma edificação concebida sem uso dessas tecnologias (OLIVEIRA, 2009).

Cada vez mais ligados a questões relacionadas à sustentabilidade, o Brasil destaca-se na quantidade de obras com a certificação LEED. O país vem se conscientizando quanto aos benefícios das práticas sustentáveis na construção civil, além da alta qualidade de profissionais que atuam na indústria nacional de *greenbuilding* (FARIAS, 2014).

2.5.1 Certificação LEED

O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é um sistema de classificação de edificações americano que parte de critérios da sustentabilidade ambiental. Ele teve início em 1994 através do *US Green Building Council* (USGBC) financiado pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), com objetivo de desenvolver um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios voltado para o mercado (VOSGUERITCHIAN, 2006).

As certificações LEED são baseadas em pontuações e, atualmente, o LEED encontra-se em sua quarta versão. Esta foi lançada em 2013, tendo coexistido com a versão 3 até 30 de maio de 2016, valendo a partir de 1º de junho de forma isolada (HONDA, 2016).

Em 2006 saiu para o mercado a versão 3.0, sendo atualizada em 2009 e 2011. Esta última versão é destinada para edifícios que se localizem fora dos EUA e ocasionou como novidade, um conjunto de requisitos alternativos, para demonstrar conformidade com os créditos. Deste modo permitiu a desvinculação das normas americanas ASHRAE, aceitando normas exteriores, tais como as normas da família CEM (*Comité Européen de Normalização*) (REIS, 2015).

Na versão atual (4.1) existem quatro tipologias específicas que são: novas construções e grandes reformas (BD+C); empreendimentos existentes (O+M); escritórios comerciais e lojas de varejo (ID+C); e bairros (ND). Tais tipologias analisam em oito áreas: localização e transporte; espaço sustentável; eficiência do uso da água; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; inovação e processos; e créditos de prioridade regional, onde cada área possui pré-requisitos e créditos específicos (GBC BRASIL).

Portador de estrutura simples de somatória, a máxima possível em todas as tipologias é de 110 pontos. A partir da quantidade de pontos alcançados pelo empreendimento, que depende dos créditos conquistados sugeridos pelo LEED, há a possibilidade de 4 classificações: Certificado, Prata, Ouro e Platina, que, quanto a pontuação, são, respectivamente, 40 a 49, 50 a 59, 60 a 79 e mais de 80 pontos. A média de reduções nas edificações certificadas LEED no Brasil encontram-se em 40% de água, 30% de energia, 35% de CO₂ e 65% de resíduos (GBC BRASIL).

O *Green Building Council* Brasil (GBCB), responsável pelo LEED no nosso país, desde 2008 vem adaptando o sistema para a realidade brasileira, visto que as condições climatológicas do país de origem (EUA) e do Brasil são bastante distintas. Enquanto, por exemplo, a emissão de gás carbônico para os norte americanos é de grande valor, por conta do uso de combustíveis fósseis para o aquecimento dos edifícios, no Brasil preocupa-se em maior grau com o uso da energia elétrica para o resfriamento (VIEIRA FILHO, 2015).

O levantamento da USGBC de 2014 mostra que o terceiro lugar no ranking dos países com maior quantidade de edificações que possuem certificação LEED é do Brasil, ficando atrás dos EUA e da China (VIEIRA FILHO, 2015).

Já no ranking apresentado em fevereiro de 2019, o Brasil perdeu posição, sendo mostrado como o quarto país com mais projetos, apresentando números de 531 projetos e 16,74 milhões de metros quadrados bruto. Interessante ressaltar que neste ranking de 2019 os EUA não estão na lista, mas continuam com os números mais altos do mercado LEED (STANLEY, 2019).

A cada três meses a USGBC disponibiliza dados mostrando a quantidade de projetos que receberam a certificação LEED naquele período. Analisando os nove meses de 2019 é possível concluir que foram 37 projetos certificados, sendo, por classificação, 10 Certificado, 9 Prata, 11 Ouro e 7 Platina, e por tipologia 24 BD+C, 10 ID+C e 3 O+M.

2.6 ARQUITETURA MODERNA

O movimento modernista é radicado da tradição de cultura europeia, e liga-se ao passado por meio de um processo progressivo de experiência. No entanto, entre o campo que surge o movimento moderno e o que fecha a herança dos movimentos arquitetônicos passados existe uma diferença de extensão, fazendo do movimento moderno uma experiência inovadora que descontinua e transforma a herança cultural passada (BENEVOLO, 2001).

Para Battistoni Filho (2012), a arquitetura moderna nasceu da evolução das transformações técnicas, sociais e culturais derivadas da Revolução Industrial. Acontece o progresso do movimento revolucionário que gera, nos grandes centros urbanos, aumento da população de trabalhadores, que acabam por aglomerar-se nos subúrbios, gerando preocupação aos políticos e sociólogos.

“Arquitetura Moderna é o conjunto de movimentos e escolas arquitetônicas que vieram a caracterizar a arquitetura produzida durante grande parte do século XX (especialmente os períodos entre as décadas de 20 e 60), inseridas no contexto artístico e cultural do Modernismo” (COELHO; ODEBRECHT, 2007).

Segundo Cavalcanti (2001), o estilo moderno era não só de maior qualidade nas formas, como carregava, com simplificação e massificação das construções, a solução para o problema das casas para abrigar a grande quantidade de pessoas que iam para as cidades no processo de industrialização.

O espaço moderno fundamenta-se na “planta livre”, onde as divisões podem modificar-se, deixando de ser estáticas, trazendo a possibilidade da conjugação de ambientes. A arquitetura moderna concede “passar do plano estático da casa antiga para o livre e elástico do edifício moderno”. Além de possibilitar o contato total entre os espaços interior e exterior através de paredes de vidro (ZEVI, 1996).

Para a abordagem da renovação da arquitetura, no Brasil, é imposto um recuo no tempo. Os estilos históricos não desaparecem de um momento para outro, e o movimento moderno não surge de repente. Por mais que assim possa parecer, ele é, no entanto, resultado da evolução do pensamento de alguns grupos intelectuais brasileiros, especialmente paulistas, evolução essa que criou um mínimo de condições favoráveis, sem as quais as primeiras realizações do gênero não teriam frutificado. É necessário, portanto, analisar rapidamente esse fenômeno antes de se proceder ao exame das posições teóricas assumidas pelos arquitetos de vanguarda das obras pioneiras do movimento (BRUAND, 2005)

A arquitetura moderna chegou ao Brasil pela imigração, através de visitas de europeus e do retorno de brasileiro que foram a Europa estudar. O modernismo brasileiro, porém, se faz em boas condições econômicas, com o desejo do governo em busca de nova face para a capital do país, e uma geração brilhante de intelectuais e arquitetos, que transformaram o estilo em uma nova linguagem característica brasileira e universal (CAVALCANTI, 2001).

O ponto de partida do movimento da Arquitetura Moderna no Brasil foi basicamente a tradição de bom senso, equilíbrio e de constante mudança para se adaptar às condições sempre novas de um país ainda em fase de formação. Essa tradição, ou talvez a atitude espiritual que ela refletia, levava a uma autoconsciência das ideias lançadas por Le Corbusier [...] O caráter próprio que a Arquitetura Moderna brasileira rapidamente assumiu, e que a distingue dos movimentos similares na Europa e na América do Norte, também estava ligado a essa mesma tradição (COELHO; ODEBRECHT, 2007).

A necessidade permanente de mudança para adaptar-se às condições de um país em formação foi o ponto de partida da arquitetura moderna no Brasil, que a partir das ideias de Le Corbusier estimularam-se para desenvolver características próprias, distinguindo-se das europeias e americanas, apesar de ligadas às mesmas tradições (COELHO; ODEBRECHT, 2007).

A arquitetura moderna brasileira possui características que foram decisivas para sua formação. Os estudos feitos relacionados aos problemas da insolação e a evolução da técnica do concreto armado são as principais, associando-se, então, de modo direto ao uso de grandes panos de vidro com *brises-soleils* quando necessário, e a possibilidade de plantas livres. Dois aspectos que sinalizam sobre a importante influência de Le Corbusier (COELHO; ODEBRECHT, 2007)

Após a Segunda Guerra Mundial o modernismo transformou-se, principalmente nos EUA. A tecnologia passou a tomar conta das obras, estruturas de aços e paredes de vidro, por atingirem preços viáveis e acelerarem a construção, eram utilizados para arranha-céus, edifícios de escritórios e centros comerciais, que tomaram conta da região central das cidades nas décadas de 50 e 60 (GHIRARDO, 2002).

Ao final dos anos 1950 inicia-se o que se chama de revisão do movimento moderno, onde arquitetos modernistas surgem com novas ideias, espalhando-as pelo país. O concurso para escolha de projeto do Pavilhão do Brasil para a Feira de Osaka de 1970 resultou em um exemplar que pertence à esta “nova arquitetura oficial”. Como características dessa arquitetura temos a “simplificação das ideias dos edifícios, visão setorial e deficiente elaboração e preocupação com a questão espacial, no seu sentido humanista”. Apesar da ligação com a “arquitetura moderna

anterior”, as novas propostas deixam de lado o modo sensível de entender o lugar da arquitetura, a atenção com questões relacionadas ao clima e outros temas perdem a importância, sendo os projetos justificados pela relação custo benefício, trazendo práticas econômicas essencialmente. A arquitetura deprecia-se, e tem início a ruptura com aquele período (MOTEZUMA, 2008).

A arquitetura moderna, com exceções, foi deixando de lado as estratégias passivas, por conta do custo baixo da energia e a ausência das preocupações ambientais. Tendo como consequência o uso excessivo de iluminação e climatização artificial nos edifícios (GUEDES, 2007).

O Estilo Internacional, que tem como um dos projetos de maior repercussão o pavilhão do Reich Alemão, de Mies Van Der Rohe na Exposição Internacional de 1929, veio como uma arquitetura simples, de superfícies planas nas paredes e coberturas, e forte em materiais, fazendo uso de mármore, vidros e metais, utilizando do contraste de cores na interação entre as superfícies (GÖSSEL; LEUTHÄUSER, 2001).

Tal linguagem alastrou-se por todos os tipos de edifícios e teve seu ápice na Exposição de Nova York, em 1939, de nome *The International Style*. Desse momento em diante, o Estilo Internacional tomou conta do mundo, e foi o que faltava para o rompimento da relação da arquitetura com o meio ambiente (GÖSSEL; LEUTHÄUSER, 2005).

A “caixa de vidro com estruturas metálicas” tinha como base a tecnologia em que se baseava o “novo mundo mecânico”. E tal modelo passou a ser utilizado em todo o mundo, independente do contexto climático, acabando por forçar o uso indiscriminado de sistemas de climatização para a obtenção de conforto dentro desses edifícios (ZAMBRANO, 2008).

2.7 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

O desenrolar mais atual da arquitetura e suas manifestações não são facilmente classificáveis. Sobretudo falta a distância temporal necessária, fazendo com que não se saiba o que vai durar e o que é simplesmente um modismo. (CEJKA, 2004).

Segundo Ghirardo (2002) o surgimento da arquitetura contemporânea se deu após a modernidade, na metade da década de 90, e veio com ideias relacionadas a ideais construtivos, buscando pela tecnologia. Embora inspirada em convicções anteriores, almeja o futuro, pensando em questões como o conforto ambiental, buscando o novo sem, no entanto, estabelecer limites ou metas.

A arquitetura contemporânea não é um estilo homogêneo. Se trata de uma coleção que engloba todas as técnicas, tendências e movimentos arquitetônicos atuais que romperam radicalmente com a arquitetura moderna. Esse estilo abrange desde um historicismo direto onde se faz a imitação sem hesitação dos modelos, por meio do emprego distante e irônico de elementos históricos, até criações muito originais com uma linguagem própria de formas e um racionalismo mais inexpressivo. (CEJKA, 2004).

Pode-se dizer então que a arquitetura contemporânea é um estilo que porta de características de vários movimentos, e que veio após a arquitetura moderna.

Segundo Montaner (2016), a confiança na tecnologia e no progresso, que são características do movimento moderno, sobrevivem na arquitetura contemporânea por meio, por exemplo, da arquitetura *high-tech* e do seguimento do minimalismo.

Os principais influenciadores da arquitetura contemporânea pode ser um grupo formado por: Le Corbusier, Frank Lloyd Wright e Oscar Niemeyer, entre outros. (GHIRARDO, 2002).

Guimarães (2010) questiona e conclui

Seria, portanto, legítimo afirmar que o “valor” das novas arquiteturas está apenas depositado na carga semântica que invocam [...] Estaríamos corretos ao considerar que a responsabilidade social da arquitetura tornou-se uma questão menor, bem como seu papel mediador entre o mundo concreto e as necessidades humanas? Esse pensamento niilista e desolador são compartilhados por um grupo de arquitetos e tantos outros praticantes do discurso teórico-crítico, comprometidos de corpo e alma em reafirmar o fim da condição ideológica da arquitetura contemporânea.

Alguns arquitetos do *star-system* contemporâneo defendem a questão de que a junção das novas tecnologias com novas arquiteturas pode definir imagens de futuros possíveis, com uma sociedade mais democrática e de valores humanos (GUIMARÃES, 2010).

Esse grupo de arquitetos busca preservar os valores culturais, através do uso de materiais sofisticados e/ou apresentando sistemas construtivos complexos como forma de conhecimento. Eles resgatam temas da sustentabilidade, como diversidade cultural, eficiência energética, conforto ambiental e preservação do meio ambiente, buscando a verdadeira função da arquitetura, junto a uma prática ecológica (GUIMARÃES, 2010).

Pode-se dizer que a arquitetura contemporânea é o ápice e a crise da arquitetura como monumento, e caracteriza-se pelo surgimento de práticas contrárias ao desperdício e a favor da contextualização e valorização. No período envolvendo essa, renasce a arquitetura ecológica e sustentável (MONTANER, 2016).

3. CORRELATOS

Com a intenção de melhor embasar o tema, no capítulo a seguir serão apresentados projetos relevantes ao contexto de arquitetura sustentável, fazendo conexão para com a revisão bibliográfica e embasamento teórico até o momento expostos.

As obras apresentadas portam de características que, inegavelmente, coincidem-se com os princípios de sustentabilidade, além de serem significativas para disciplina de arquitetura.

Serão tratadas quatro obras, as quais duas enquadram-se na arquitetura moderna e outras duas referem-se à contemporaneidade. Enquanto arquitetura moderna serão mostrados o Conjunto Nacional e o Edifício Marechal Adhemar de Queiroz (Sede da Petrobras), e da arquitetura contemporânea o Museu de Arte do Rio – MAR e o Museu do Amanhã.

3.1 EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRAS

Construído na Avenida República do Chile, n. 65, próximo ao Largo Carioca, no centro financeiro da cidade do Rio de Janeiro, a escolha do projeto desse edifício fez-se por meio de concurso nacional, realizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB-RJ) em 1966. Tal concurso foi realizado em duas etapas pois, no momento inicial, o terreno seria outro. Teve em torno de 140 inscritos, dos quais foram selecionados, na primeira fase, 32 anteprojetos dos quais, para segunda fase, apenas cinco foram classificados (SANTOS; ZEIN, 2009).

O projeto vencedor do concurso foi de equipe de profissionais de Curitiba-PR, composta por Roberto Luiz Gandolfi, José H. Sanchotene, Abraão Assad e Luiz Fortes Netto, que iniciaram a construção em 1968, encerrando em 1974 (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Durante o período de construção e inauguração da obra muito falava-se sobre sua grandiosidade. O edifício foi exaltado pela contratante e considerado referência da arquitetura do período, não conseguindo fugir, porém, das críticas, o que fez com que não acontecesse festa de inauguração. Muitas críticas foram feitas quanto à eficiência do mesmo e da empresa. Entretanto Faraco, engenheiro-chefe da execução das obras do prédio, fala com orgulho: “O Edise é como se fosse um filho para mim. Participei da construção com grande dedicação”; o arquiteto Roberto Gandolfi complementa o orgulho dizendo: “dos projetos que participei, o Edise é o meu preferido, o mais importante da minha carreira.” (SANTOS; ZEIN, 2009).

3.1.1 Forma e função

Na segunda fase do concurso um novo programa foi definido, onde todas as atividades administrativas da empresa, que anteriormente eram espalhadas por outros edifícios, neste momento passam a fazer parte desse programa, resultando em uma área maior, próxima de 150.000 m². Entretanto, nova revisão é feita e a área é reduzida novamente (SANTOS, 2011).

No projeto vencedor do concurso o terreno de 10.000 m² foi totalmente ocupado por dois subsolos, jardins e acessos. Acima do solo o edifício de torre clássica, composto por base, corpo e coroamento, é implantado solto no terreno, caracterizando distância das construções mais próximas. Os pavimentos foram projetados de modo a intercalar dois tipos de planta, em formatos de cruz (+) e “H”, proporcionando ao edifício conjunto de cheios e vazios (Imagem 02), dando-lhe aspecto monumental (GUASTI, 2008).

Imagem 02 - Vista do viaduto da Av. República do Paraguai.

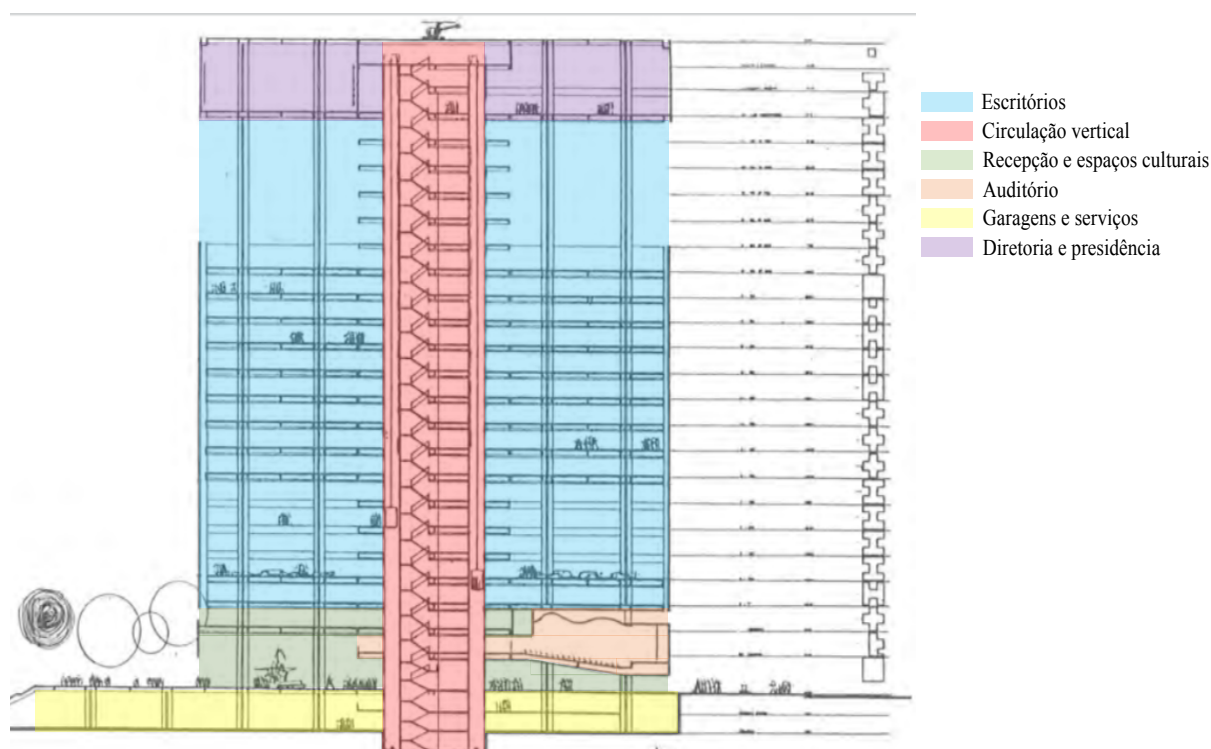


Fonte: Acervo pessoal (2016)

A área total construída foi de 115.000 m², onde 5.625 m² ocupam o térreo, 15.000 m² são subsolos, 62.300 m² área de escritórios, 20.800 m² para o coroamento e 11.275 m² no

embasamento. Os primeiros pavimentos abrigam salas de apoio, atendimento ao público e espaço cultural, com biblioteca, auditório e sala de exposições. O corpo ocupa-se de escritórios, pavimentos onde acontece alternância dos formatos de planta, criando os elementos vazados da fachada, os espaços vazados receberam tratamento paisagístico de Burle Marx. No coroamento encontram-se as salas da diretoria e presidência, Salão Nobre, departamentos de engenharia, equipamentos de telecomunicação, um heliponto, torres de resfriamento do ar condicionado e as caixas d'água (Imagem 03) (SANTOS, 2011; PACHECO, 2010).

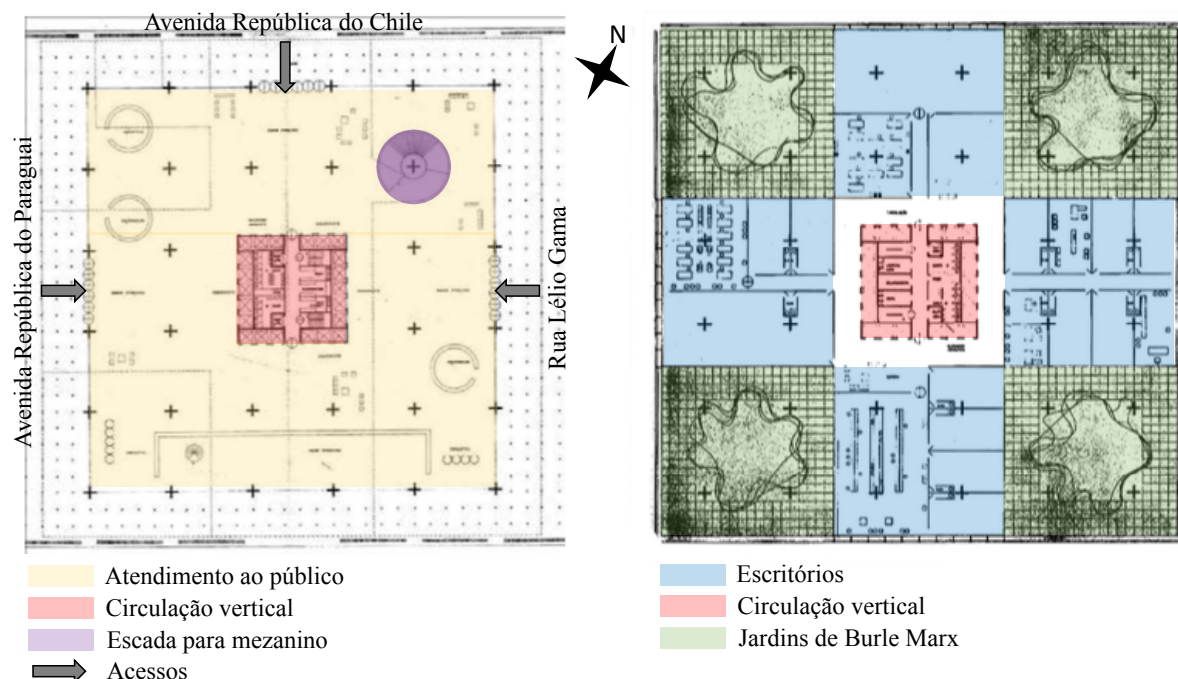
Imagem 03 - Corte com setorização. Ao lado a disposição das diferentes plantas tipo.



Fonte: Pacheco (2010) com alteração da autora.

A planta tipo é um quadrado com 75 metros de lado, subdividida em 9 módulos iguais de 25x25m. O quadrado central, que ocupa 18% da área útil de cada pavimento, é a área de circulação vertical, abrigando escadas e 24 elevadores, além de banheiros, depósito, *shafts* e hidrantes (Imagem 04). Duas escadas de emergência enclausuradas foram construídas posteriormente para atender a legislação (PACHECO, 2010).

Imagem 04 - Planta do pavimento térreo e planta tipo em cruz.



Fonte: Santos (2011) com alteração da autora.

A parte estrutural conta com pilares que possuem espaçamento de 12,5 metros entre eles, estes delimitam a área construída no pavimento térreo, enquanto nos pavimentos tipo existe um balanço de 6,25 metros. Os escritórios possuem planta livre, sendo possível várias possibilidades de subdivisões (PACHECO, 2010).

3.1.2 Materiais e tecnologias

Os pilares em cruz, que vão do subsolo ao ultimo pavimento, são revestidos por aço inoxidável, possibilitando o fácil acesso para manutenção e reparos das prumadas que por ali passam. O jogo de volumes da fachada permite a visualização dessas estruturas, como pilotis (SANTOS, 2011).

Os grandes vazios foram projetados de modo a serem grandes terraços jardins, contribuindo para a iluminação e humanização do edifício. São um total de 17 jardins (Imagem 05), cada um idealizado com formatos e espécies vegetais diferentes (GUASTI, 2008).

Imagem 05- Vista de alguns terraços jardins do Edise.



Fonte: FINOTTI.

O edifício é envolto por vidro e brises em alumínio, móveis e independentes, que são afastados do corpo do edifício de modo a facilitar a manutenção e permitir a abertura das janelas. As fachadas leste e oeste portam de lâminas verticais, enquanto a norte recebe paletas horizontais. Já a fachada sul não recebe o mesmo tratamento por ser pouco ensolarada, nela a alternativa utilizada são vidros duplos com micro persianas entre eles (PACHECO, 2010).

Os materiais básicos da obra foram concreto, vidro e alumínio. Sendo apenas o núcleo central da edificação executada em alvenaria (GUASTI, 2008).

3.1.3 Sustentabilidade aplicada

A busca pela eficiência energética do edifício, de modo a minimizar os impactos ambientais, é determinação da Petrobras. As ações relacionadas a eficiência trazem benefícios não só com economia direta (relação entre energia empregada e volume produzido), como pela permanência da empresa no rol de listada no Índice Dow Jones de Sustentabilidade, onde um dos critérios é a eco eficiência (GUASTI, 2008).

Os vazios entre os andares do corpo do edifício abrigam paisagismo de Burle Marx, e foram concebidos pensando na ventilação e iluminação natural dos ambientes internos. Segundo Corbella e Yannas (2003), “A geometria do edifício, alternando blocos construídos com vazios

ajardinados, parece preanunciar os “Jardins no Céu” que caracterizam os prédios recentes de Ken Yeang e o Frankfurt Commerzbank do Foster e associados”. Os edifícios citados são exemplos de projetos de edifícios contemporâneos sustentáveis, sendo o arquiteto Ken Yeang referência em projetos de edifícios em altura sustentável, e o edifício Frankfurt Commerzbank, considerado o primeiro edifício “verde” no mundo, o que evidencia a questão da sustentabilidade do projeto do estudado (ALVES, 2014).

Os brises *soleils* das fachadas são móveis e foram projetados de acordo com a incidência solar, sendo utilizado aletas horizontais na face norte e verticais nas oeste e leste. Por serem disposto de modo correto, cumprem seu papel de rejeitar a energia solar e, portanto, gera economia de 60% da energia com a refrigeração do ar. (SANTOS, 2011).

O edifício dispõe de ar condicionado em todos os pavimentos, porém, através de estudo foi possível perceber que possui grande inércia térmica. Foi observado que a temperatura interna apenas sofre variação quando é ligado o ar condicionado, voltando próxima a seu nível inicial quando desligado (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Pensando na quantidade de uso dos materiais básicos utilizados, a elegância dos elementos construtivos permitiu gerar uma redução na quantidade de concreto armado que, por sua vez, foi preparado no próprio canteiro de obras. Quanto as estruturas metálicas, eram em módulos de 1,25m possibilitando baixa quantidade residual (GUASTI, 2008).

É importante perceber como a definição dos materiais no desempenho do edifício é importante (CORBELLA; YANNAS, 2003).

3.2 CONJUNTO NACIONAL

Implantado no quarteirão confrontado pelas ruas Augusta, Padre João Manoel, Alameda Santos e Avenida Paulista, o Conjunto Nacional está localizado na cidade de São Paulo e é fruto de concurso fechado realizado por José Tijurs. Inicialmente o prédio teria a função de hotel, de modo a ampliar a rede do contratante (BORTOLLI JR, 2014).

De autoria do arquiteto David Libeskind, o projeto da arquitetura moderna teve sua construção iniciada em 1955, e levou 7 anos para ser concluída. Abrigando uma área construída próxima dos 150.000 m², contribuiu para estimular a verticalização e a mudança de uso e ocupação do solo da região, além de representar nova tipologia para edifícios multifuncionais (Imagem 06) (BRASIL, 2009).

Imagem 06 - Foto aérea do Conjunto Nacional na década de 1970.



Fonte: BRASIL (2009)

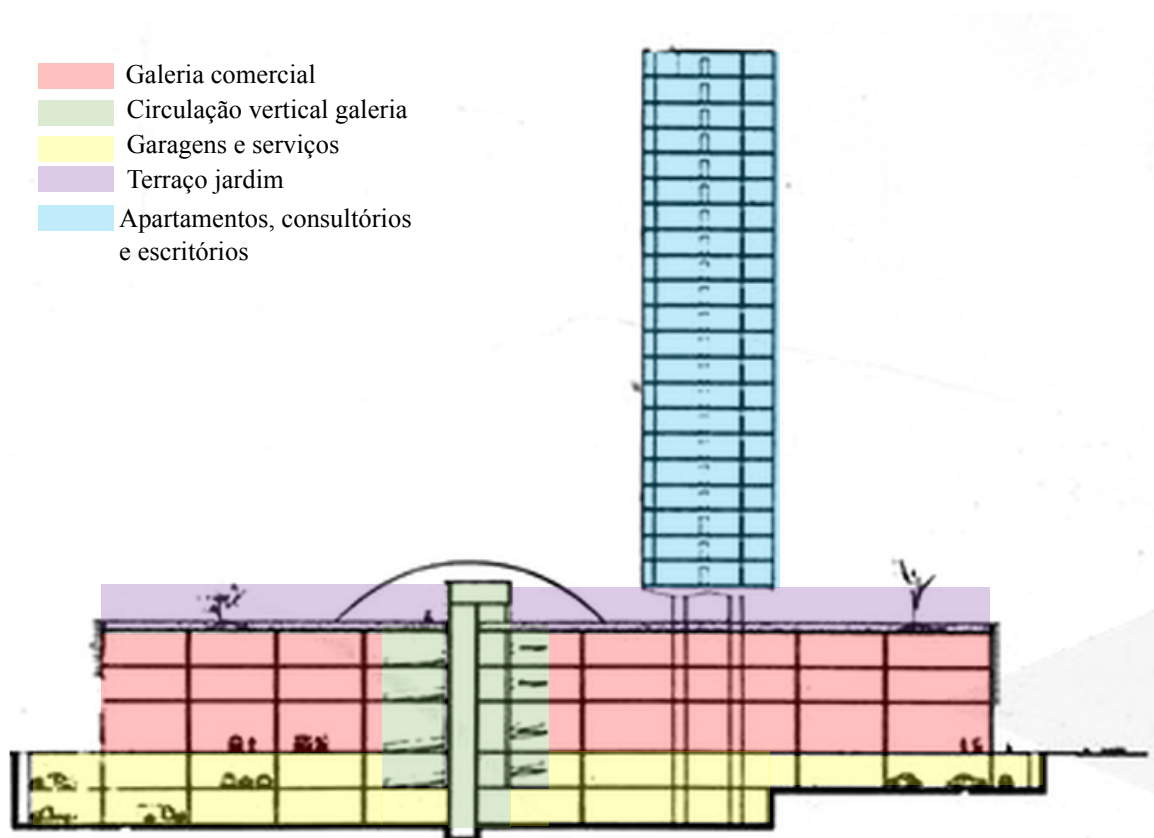
A área de construção do conjunto é de parte elevada do espigão central, considerada, na época, região nobre da cidade, terra alta e salubre. Possuía quadro normativo específico com restrição de usos e estipulação de tipos de ocupação, que definia, até a década de 1950, usos exclusivos residencial e comercial (FRAU, 2016).

3.2.1 Forma e função

A tipologia escolhida foi torre sobre plataforma, com volume horizontal ocupando toda a extensão da quadra e o vertical elevando-se sobre este através de pilotis. Os dois volumes mantêm relações diferentes com o espaço urbano, enquanto um delimita a relação com o entorno, outro faz composição simbólica com a cidade (FRAU, 2016).

O bloco horizontal abriga, em seus três pavimentos, um conjunto comercial composto de lojas, restaurantes, bancos e cinemas. Já o volume vertical trata-se de três torres interligadas, porém com acessos independentes, que abrigam escritórios, consultórios e residências (Imagem 07). A interligação entre os edifícios se dá pelo terraço jardim que toma a cobertura da galeria que acontece como uma praça pública (BRASIL, 2009).

Imagem 07 - Corte do projeto com setorização.



Fonte: BRASIL (2015) com alteração da autora.

O acesso ao terraço jardim acontece por uma rampa circular coberta por uma cúpula de vidro que foi construída com estrutura espacial metálica. Os subsolos abrigam garagens, cisternas e áreas de apoio (BORTOLLI JR, 2014).

3.2.2 Materiais e tecnologias

A lâmina horizontal do conjunto é coberta por brises de alumínio (Imagem 08), como solução para reduzir a entrada de radiação solar e controlar a permeabilidade visual entre interior e exterior (BORTOLLI JR, 2014).

Na época da construção do Conjunto Nacional os engenheiros calculistas já dominavam a técnica do concreto armado, tecnologia que possibilitou toda a organização do programa, a plasticidade em conformidade com a volumetria (VIEGAS, 2003).

Imagem 08 - Brises que envolvem todas as fachadas da galeria comercial.



Fonte: BRASIL (2015)

A rampa que leva ao terraço jardim é coberta por cúpula feita em vidro e alumínio, inspirada em trabalhos de Buckminster Fuller. Foram necessários complexos cálculos para que fosse desenvolvida. O elemento parte de um módulo hexagonal que monta o volume de esfera finalizado, no topo, com uma peça pentagonal em concreto (BORTOLLI JR, 2014).

3.2.3 Sustentabilidade aplicada

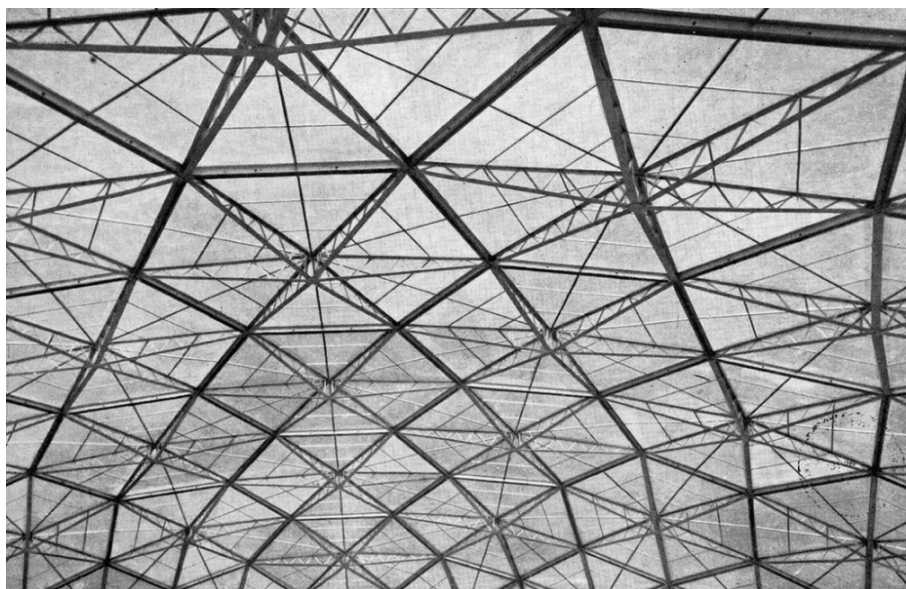
A sustentabilidade na obra do Conjunto Nacional não se encontra somente nas técnicas construtivas, mas na relação do projeto com o espaço urbano, integrando o projeto com seu entorno. O programa oferece todos os tipos de serviços em um só lugar, mostrando a consciência da inserção do edifício na cidade (BRASIL, 2009)

As fachadas do bloco horizontal, que abriga a galeria comercial, são envoltas por *brises soleils* com a função de proteção solar (BORTOLLI JR, 2014).

As galerias do edifício comercial convergem numa área central com cobertura translúcida (Imagem 09) que visa garantir a entrada de luz solar ao centro do embasamento (FRAU, 2016).

No edifício vertical a distribuição do ambiente se deu de forma a proporcionar o melhor bem-estar dos usuários, orientando os quartos e salas de estar para a fachada nordeste (FRAU, 2016).

Imagem 09 - Cúpula geodésica.



Fonte: BRASIL (2015)

O complexo conta com programa de coleta seletiva de lixo, reciclando em torno de 17% do volume gerado. Essas reciclagens são usadas em programas culturais relacionados à arte que acontecem no conjunto. Também como forma de melhorar a qualidade de vida dos habitantes e frequentadores do edifício proíbe o consumo de cigarros ou qualquer outro produto relacionado tanto nos ambientes de uso coletivo quanto nas áreas comuns do condomínio (CONDOMÍNIO CONJUNTO NACIONAL).

3.3 MUSEU DE ARTE DO RIO – MAR

O MAR (Imagem 10) compreende um complexo arquitetônico que abrange o Palacete Dom João VI, edifício construído entre 1913 e 1916 de estilo eclético, e o edifício modernista da polícia marítima, construído no início da década de 1940, que abrigava no térreo o Terminal Rodoviário Mariano Procópio. Localizados na Praça Mauá, região portuária do Rio de Janeiro,

ambos foram de grande valor para a cidade em seus tempos áureos (SILVA, QUALHARINI, 2017).

Imagem 10 - Vista da rua em frente ao Museu.



Fonte: BERNARDES ARQUITETURA.

O escritório Bernardes + Jacobsen Arquitetura foi responsável pelo projeto arquitetônico e o de interiores, e o paisagismo é de autoria do escritório Burle Marx. O terreno de área de 2.300 m² abriga área construída de 11.240 m² (JACOBSEN ARQUITETURA).

Como parte do que pode se considerar o maior projeto de revitalização urbana da cidade, o MAR integra o projeto de nome Porto Maravilha, e foi inaugurado em março de 2013 (MERCHER, 2013).

O Museu também carrega o título de melhor construção na categoria museu de 2013 pelo concurso internacional *Architizer A+ Awards* (SOARES, 2015).

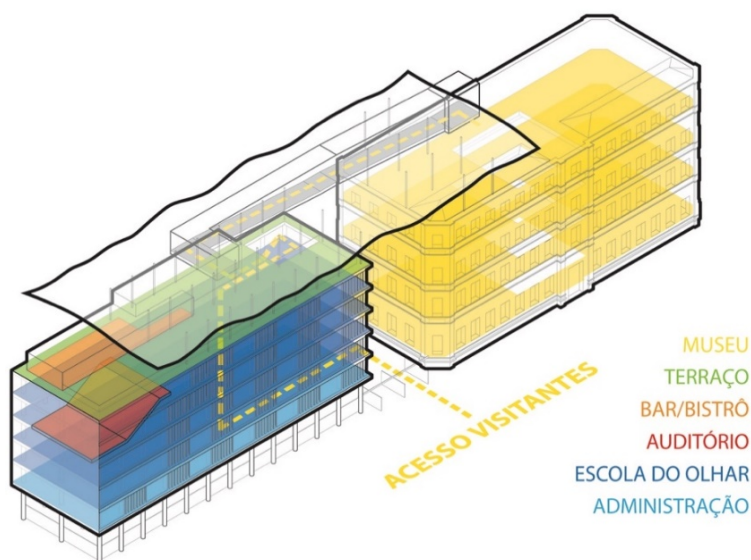
3.3.1 Forma e função

A proposta necessitou de análise levando em consideração os diferentes tipos de tombamento e preservação dos edifícios. Tendo como primeiro grande desafio criar uma identidade visual entre eles, por serem de estilos arquitetônico e portarem de histórias bastante distintas (SILVA, 2017).

No Palacete encontram-se as salas de exposição do museu, e no outro prédio espaço pensado para a formação de educadores da rede pública de ensino, chamado Escola do Olhar. (PIO, 2013).

O Palacete abriga as 8 salas de exposição do Museu devido ao seus grandes pés-direitos e da planta livre. No outro edifício, onde fica a Escola do Olhar, encontram-se salas de exposição multimídia, áreas de administração e de funcionários do complexo, auditório e biblioteca (Imagem 11). A base do prédio da Escola, com pilotis, transformou-se em grande *foyer* do empreendimento (SILVA, 2017).

Imagem 11 - Diagrama mostrando funções e fluxo do complexo.



Fonte: BERNARDES ARQUITETURA.

Pensando no funcionamento integrado dos edifícios a entrada se dá pelo prédio modernista, que conduz os visitantes até praça suspensa em sua cobertura, onde reúnem-se os acessos ao Palacete, além de bar e área para eventos culturais e de lazer, e então a visita ao museu se dá de cima para baixo (JACOBSEN ARQUITETURA).

3.3.2 Materiais e tecnologias

As intervenções nos edifícios foram de alto nível levando-os a qualidade superior a já existente, envolveu técnicas de restauro junto a reforços estruturais (SILVA, QUALHARINI, 2017).

No Palacete foram usadas técnicas de restauro conforme tombamento. Foram executados projetos de restauração nas fachadas e no telhado. Em seu interior o tombamento se dava apenas ao corpo central, que levou o nome no novo projeto de “hall preservado”. O layout interno foi transformado, permanecendo apenas o hall de entrada, elevador e escada de madeira, os dois últimos foram restaurados e não são de uso público (fazem parte do hall preservado) (SILVA, QUALHARINI, 2017).

Imagem 12 - Cobertura e praça suspensa.



Fonte: BERNARDES ARQUITETURA.

Quanto a Escola do Olhar as fachadas receberam perfil em vidro autoportante, tipo *Channel-Glass*, piso autonivelante de poliuretano nas salas, circulações e biblioteca, e piso de carpete no auditório, todos os ambientes portam de forro acústico (SOARES, 2015).

A cobertura (Imagem 12), fluída e leve, reproduzindo ondulações da superfície da água, é a marca do projeto e possui 1.650 metros quadrados de área plana, acima de 70 toneladas de

aço e 320 metros cúbicos de concreto, além de 1.800 metros cúbicos de isopor, e sua concretagem foi feita em 13 horas seguidas. (JACOBSEN ARQUITETURA; SILVA, 2017).

A passarela que une os edifícios possui 46 metros de comprimento e tem peso de aproximadamente 40 toneladas, toda em estrutura metálica com vedação em chapas de alumínio com tratamento acústico e pintura eletrostática. O piso leva revestimento em madeira, e o teto gesso acartonado (SILVA, QUALHARINI, 2017).

Várias tecnologias foram utilizadas pensando na sustentabilidade do complexo, algumas delas são relacionadas à economia de água, como torneiras com fechamento automático e controle de vazão, mictórios de baixo consumo e caixas sanitárias com duplo acionamento (SOARES, 2015).

3.3.3 Sustentabilidade aplicada

O MAR foi o primeiro museu na América Latina que recebeu selo LEED, enquadrando-se na categoria de Novas Construções ou Grandes Renovações. Fato ocorrido em 2014, e o selo recebido foi o prata, tendo alcançado 57 dos 59 pontos na categoria (SILVA, 2017).

Para obtenção do selo foram implantadas práticas desde o começo das obras. As pessoas que trabalharam lá foram orientadas quanto aos materiais, tecnologias e procedimentos operacionais, medidas para a redução da poluição como controle de saída dos sedimentos e prevenção da contaminação do solo (FINESTRA, 2014).

O projeto beneficiou-se de 66,77% da construção anterior, mostrando economia dos recursos naturais que seriam utilizados. A escolha dos materiais utilizados desenvolveu-se de modo que 59% provém de conteúdo reciclado e 20,41% foram extraídos e fabricados a menos de 800km de distância da obra. Os residuais da construção passaram por um plano de gestão que fez com que mais de 90% do total produzido foi reaproveitado ou destinado para reciclagem (SOARES, 2015).

A redução do consumo de água potável no empreendimento faz-se através da captação de água da chuva para uso nos sistemas de descarga, uso de metais e sanitários econômicos, e paisagismo com espécies que requerem menos irrigação (SOARES, 2015).

Coleta seletiva de lixo, lâmpadas econômicas, sensores de luminosidade, uso de materiais com conteúdo reciclado e madeira certificada foram escolhas para a sustentabilidade da obra. Também existe o incentivo ao uso do transporte alternativo através da disponibilização de

bicicletário e vestiário para funcionários, e a não disponibilização de estacionamento (FINESTRA, 2014).

3.4 MUSEU DO AMANHÃ

Construído no píer Mauá, através de parcerias público-privadas, o Museu do Amanhã faz contraste com praça onde está inserida. A forma pós-moderna, orgânica e sustentável foi projetada pelo arquiteto espanhol Santiago Calatrava (MERCER, 2013).

As obras para construção do museu foram iniciadas em dezembro de 2010, com recuperação e reforço estrutural referentes ao píer. Apenas em novembro de 2011, quase um ano depois, começou a construção do edifício. Este foi um empreendimento que objetivou alavancar o Projeto Porto Maravilha (LUPO, 2018).

De modo a proteger a vista da baía para o Mosteiro de São Bento, que é Patrimônio Mundial, o edifício limita-se a 18 metros de altura, o que permitiu que o programa do museu se desse em dois pisos, mantendo um máximo de espaço para jardins em seu entorno. O programa prevê em torno de 5.000 m² para exposições temporárias e permanentes, e com áreas complementares possui aproximadamente 12.600m² de área total (SANTIAGO CALATRAVA ARCHITECTS & ENGINEERS).

3.4.1 Forma e função

O pavimento térreo do museu abriga a recepção, salas administrativas, auditório, café, restaurante e loja de presentes, além de espaço para atividades educacionais, chamado Laboratório de Atividades do Amanhã, e espaço de pesquisa denominado Observatório do Amanhã. No pavimento superior encontra-se a exposição permanente, que detém de pé direito de 10 metros e oferece vista panorâmica da Baía da Guanabara (SANTIAGO CALATRAVA ARCHITECTS & ENGINEERS).

A edificação conta com grandes balanços com 75 metros na fachada sul (Imagem 13) e 45 metros na norte, evidenciando a extensão do Museu. Uma piscina rodeia o prédio, formando um grande espelho d'água sob o balanço do lado norte, com a intenção de dar a sensação de que o museu está flutuando (ARCHDAILY, 2016).

Imagem 13 - Fachada sul (entrada) do museu, mostrando o balanço de 75 metros.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

Para a forma do edifício o arquiteto espanhol, que já é conhecido pelo uso da arquitetura biomimética, a partir de análise de aspectos culturais e históricos da cidade, pesquisas durante visitas ao Jardim Botânico, Parque Lage e sítio de Burle Marx, levou-o a se inspirar em elementos da fauna e flora do Brasil. (GELINSKI, 2014).

3.4.2 Materiais e tecnologias

Feita de perfis metálicos, a cobertura do museu foi desenvolvida para se movimentar conforme incidência solar, tendo por objetivo permitir a entrada da luz natural. Essa cobertura foi contemplada com placas solares. (LUPO, 2018).

A matéria prima essencial do projeto é o concreto, por ser capaz de dar vida às formas do mesmo, além de fazer a função de apoio para a imensa estrutura metálica que recobre o edifício (GELINSKI, 2014).

Grandes esquadrias de vidro são utilizadas nas fachadas principais para favorecer luz e ventilação naturais, enquanto nas laterais faz-se uso de esquadrias em forma de triângulo. Utilizou-se de vidros *extraclear* com *low-e* temperados e laminados, com espessura de 20mm e perfis metálicos (GELINSKI, 2014).

Os materiais foram escolhidos fundamentados em parâmetros ambientais, optando-se pelos que possuem componentes reciclados, alta durabilidade, baixa toxicidade e proximidade da

produção, de modo a reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Pensando em reduzir as ilhas de calor os pisos internos são em cores claras e permeáveis (GELINSKI, 2014).

3.4.3 Sustentabilidade aplicada

O projeto usa de estratégias de reuso de água, condicionamento de ar e captação de energia solar. A climatização se dá por tanques que se encontram no subsolo. Através de calhas a água da chuva é captada e armazenada nos espelhos d'água que circundam o edifício, estas são tratadas e utilizadas no sistema de refrigeração e, após isto, reconduzida à baía. Acontece também o reuso de águas cinzas, provenientes de lavatórios, chuveiros e ar condicionados, em descargas, irrigação dos jardins e lavagem de calçadas (LUPO, 2018).

Como já citado, a estrutura metálica que forma a cobertura se movimenta de acordo com a incidência solar (Imagem 14) e sobre ela foram fixadas placas fotovoltaicas. O movimento da estrutura também foi pensado de modo que as placas obtivessem sempre a maior captação de energia solar, gerando energia para suprir de 7% a 9% do total consumida pelo museu (ENGETI, 2016).

Imagem 14 - Foto externa mostrando uma das movimentações da cobertura.



Fonte: ARCHDAILY, 2016.

De acordo com o USGBC, devido a consultoria da Casa do Futuro no desenvolvimento do projeto desde 2010, com toda certeza o Museu do Amanhã é uma obra que teve significativa redução do impacto ambiental. Com certificação LEED nível *Gold* recebida em 20 de junho de 2016 o projeto economiza por volta de 25 mil litros de água por dia e aproximadamente 50% de energia comparada a edifícios convencionais.

O incentivo ao uso do transporte público e alternativo se dá pelo fato de não ter sido prevista área para estacionamento de automóveis, junto ao fato de a região ter fácil acesso via ônibus, metrô e VLT, e bicicletário nas proximidades (LUPO, 2018).

4. APLICAÇÃO NO TEMA DELIMITADO

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso de obras de arquitetura sustentável. A primeira é o Palácio Gustavo Capanema, do período modernista, inaugurada ao final da década de 1940 na cidade do Rio de Janeiro. E a segunda, o edifício de escritórios de nome Eldorado Business Tower, edificado em São Paulo e concluído em 2007.

A escolha de tais projetos se deu pela importância perante a arquitetura sustentável, enquanto a primeira é considerada ícone do modernismo brasileiro, a segunda foi a primeira edificação brasileira de grande porte que obteve certificação LEED.

O capítulo visa expor as obras a partir de uma introdução básica, seguido da apresentação das características de forma e função, materiais e tecnologias e, por fim, a sustentabilidade aplicada.

4.1 PALÁCIO GUSTAVO CAPANEMA

Situado na Rua da Imprensa, 16, região central da capital carioca, o edifício é atualmente conhecido como Palácio Gustavo Capanema (Imagem 15) sendo, na época de sua construção, sede do Ministério da Educação e Saúde Pública – MESP (OLIVEIRA, 2009).

Imagem 15 - Vista do Edifício Santos Dumont, localizado na rua Santa Luzia.



Fonte: OLIVEIRA, 2019.

A ideia da construção de uma sede para o Ministério surgiu do intelectual e então ministro Gustavo Capanema (nome herdado pelo edifício) e se deu por meio de concurso nacional. Entretanto o projeto vencedor não agradou a Capanema que, apesar de legitimar o vencedor e pagar-lhe o prêmio proposto, fez convocação de novo grupo de profissionais para desenvolver o projeto que foi construído (OLIVEIRA, 2009).

A equipe montada por Capanema reuniu grandes nomes da arquitetura e das artes dos anos 30. Foram eles Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Carlos Leão, Ernany de Vasconcelos e Jorge Machado no ramo da arquitetura, que contaram com a consultoria do francês Le Corbusier. Enquanto na área das artes juntou Roberto Burle Marx, Cândido Portinari, Bruno Giorgi, Adriana Janacópulus, Celso Antônio e Jacques Lipchitz (IPHAN, 2019).

Devido a intenção do IPHAN na preservação do prédio do Ministério, o mesmo foi inscrito no Livro do Tombo das Belas-Artes no ano de 1948, pouco tempo após sua inauguração. E no ano de 1995 foi dado início à 1ª etapa das obras do Projeto de Restauração e Revitalização desenvolvido pelo Setor Técnico da Administração do PGC/IPHAN (RIBEIRO, 2016).

No mês de fevereiro de 2019 o Palácio iniciou a etapa final de várias intervenções promovidas pelo IPHAN, buscando restauração, conservação e modernização das instalações prediais e tem prazo de 30 meses para conclusão (IPHAN, 2019).

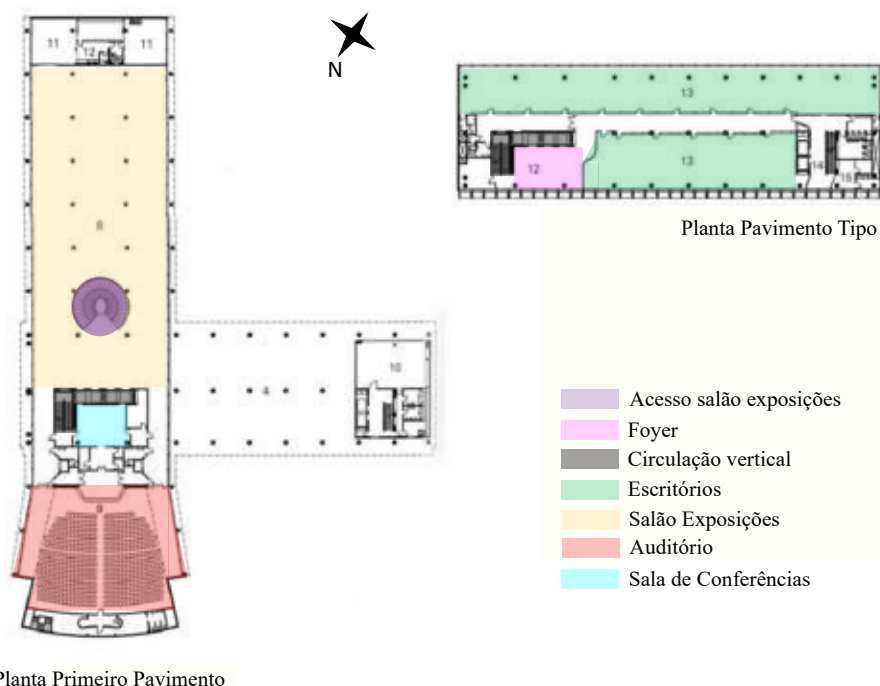
4.1.1 Forma e função

As considerações do consultor Le Corbusier para o projeto foram seguidas fielmente de modo que a “nova arquitetura”, com seus cinco pontos, foi totalmente implantada. A obra conta com planta livre, fachada livre, pilotis, terraço jardim e janela em fita (OLIVEIRA, 2009).

O projeto consiste em um bloco retangular de 14 pisos, apoiado parte sobre pilotis e parte sobre outro volume retangular, de dois pavimentos, implantado perpendicularmente a este. No volume mais baixo encontram-se o auditório e salão de exposições, entre outros cômodos técnicos, enquanto a torre mais alta ocupa-se totalmente por escritório (Imagem 16), exceto o terraço jardim que abriga restaurante. Orientada de modo a suas maiores faces ficarem para norte e sul, a lâmina de escritórios tem a fachada sul, em sua totalidade, coberta por vidro, e a

fachada norte coberta por *brises soleils* horizontais móveis (SEGRE; VILAS BOAS; LEITÃO, 2016).

Imagem 16 - Planta do bloco mais baixo e planta do pavimento tipo.



Fonte: Oliveira (2019) com alterações da autora.

A implantação da obra no terreno segue molde de arranha-céus isolados, o que faz com que o mesmo se destaque do entorno. Além disso, através do uso de pilotis acontece a uma espécie de praça pública no pavimento térreo (Imagem 16), o que permite que pedestres transitem livremente sob o prédio (OLIVEIRA, 2009).

Conforme Bruand (2005), uma das principais preocupações do projeto referia-se a este ser diferente das construções vizinhas. Para tanto, prevaleceu a proposta de Le Corbusier de um bloco único abrigando todos os serviços essenciais. Os autores do projeto afirmam que a formação do segundo bloco se deu pouco a pouco conforme a necessidade de alguns espaços complementares, e foram inspirados nos princípios fundamentais de composição da arquitetura. A altura de dez metros definida para os pilotis (Imagem 17) se deu por conta da necessidade do pé-direito da sala de conferências ser maior que o da sala de exposições.

Imagem 17 - Vista da rua Araújo Porto Alegre.



Fonte: MRPorter (2017).

4.1.2 Materiais e tecnologias

O prédio principal do Palácio possui geometria retangular, com as duas fachadas menores cegas e as duas maiores cobertas por vidro. Conforme Ribeiro (2016) as fachadas menores são revestidas por placas de gnaiss, extraídas da própria cidade do Rio de Janeiro, do Morro da Viúva, prática muito utilizada por anos. Enquanto as fachadas maiores, inteiramente envidraçadas, formavam a primeira *curtain wall* das Américas. Destas, a do lado norte, para solucionar o problema de insolação, foi protegida através de *brises soleils* (SEGRE, VILAS BOAS, LEITÃO, 2016).

Imagem 18 - Painéis de azulejos de Portinari no pavimento térreo do Palácio.



Fonte: Fracalossi (2017).

Sendo considerada obra icônica da arquitetura e da arte moderna, o edifício conta com um acervo digno da fama que carrega. Um dos pontos altos desse acervo diz respeito aos painéis de azulejos (Imagem 18). Destes, seis dos sete existentes na obra são de autoria de Portinari, e fazem parte da identidade do Palácio.

Esses *brises soleils* (Imagem 19) foram pensados em módulos compostos por três placas de fibrocimento azul, horizontais, que são passíveis de movimentação através de alavancas manuais. Tais placas são fixas a chapas verticais de concreto, possibilitando o afastamento de 50cm entre os brises e os vidros para a circulação externa do ar quente. As esquadrias são com caixilhos em aço carbono AISI 1010 com pintura grafite escuro, e, na maior parte delas, do tipo guilhotina com contrapesos possibilitando a movimentação dos vidros. (MELENDO, 2004; RIBEIRO, 2016).

Imagem 19 - Fachada norte em detalhe (*brises soleils* horizontais, chapas verticais de concreto e esquadrias).



Fonte: Fracalossi (2017).

Na parte estrutural a execução, em concreto armado, de lajes (de espessura de 10 a 50 cm) e pilotis, formou ossatura independente, o que tornou possível as grandes paredes envidraçadas. Desde as primeiras ideias para o Palácio, Lucio Costa optou pela estrutura como premissa arquitetônica (MARTINZ, AZEVEDO, 2016).

O engenheiro civil Emílio Baumgart, foi o responsável pelos cálculos do projeto, e inovou no sistema de contraventamento e na resposta para as grandes lajes sem vigas e de baixa corpulência da torre de escritórios. Optou por lajes *pilzdecken* que, neste caso, foram

desenvolvidas como “cogumelos invertidos de apoio superior” na resolução dos planos contínuos e sem vigas. Enquanto no contraventamento considerou as lajes como amplas vigas apoiadas nas empenas cegas do edifício (MARTINS, AZEVEDO, 2016).

4.1.3 Sustentabilidade aplicada

Conforme IPHAN (2019), quando do desenvolvimento do projeto a opção por noções de conforto ambiental, ventilação cruzada e natural foram aceitas, utilizando-se então de alternativas arquitetônicas para controlar incidência solar, reduzindo a temperatura interna do edifício, caracterizando-o como modelo de construção sustentável, visto a época em que fora construído.

Através das janelas guilhotina juntamente às divisórias internas, executadas a altura reduzida liberando 50% do vão entre lajes, a ventilação cruzada acontece facilmente e, através de ensaios, foi possível confirmar a eficácia na redução da temperatura interior (SEGRE; VILAS BOAS; LEITÃO, 2016).

Os *brises soleis*, alocados na fachada norte, de maior incidência solar, tendo a possibilidade de movimentação e com certa distância da fachada, ajuda no controle da temperatura interna. A fachada sul, por conta de, em latitudes tropicais, receber maior radiação solar no verão, recebeu persianas internas em madeira freijó na parte superior, minimizando o superaquecimento gerado (SEGRE, VILAS BOAS; LEITÃO, 2016).

A estratégia de dispor o edifício sobre pilotis foi opção propícia para clima tropical úmido. Mediante tal alternativa o solo, zona de maior umidade, torna-se distante da construção, e possibilita maior perda por convecção através da base. Tal estratégia também melhora o deslocamento e o conforto térmico e visual dos indivíduos oferecendo um espaço agradável e permeável. (CORBELLA, YANNAS, 2003).

As alternativas citadas nos parágrafos anteriores permitem que o edifício não necessite de ar condicionado na maior parte do ano, o que, juntamente com a utilização de luz natural, faz com que tenha uma redução significativa no gasto de energia, antecipando então, em varias décadas, a procura por sustentabilidade (OLIVEIRA, 2009).

Também estudos desenvolvidos por Silva e Souza (2014) mostram que a adoção dessas estratégias bioclimáticas, mesmo em época onde não existiam tantas tecnologias visando eficiência energética e conforto ambiental, trouxeram resultados notadamente eficazes.

4.2 ELDORADO BUSINESS TOWER

Edifício de escritórios, na cidade de São Paulo, localizado no entroncamento da Avenida das Nações Unidas com a Avenida Rebouças (Imagem 20). Fazendo dividas com uma via expressa, o estacionamento do shopping Eldorado e com uma estação de trem, o projeto foi pensado de modo aos usuários do edifício terem acesso aos vários serviços disponíveis no entorno de modo fácil e rápido (SANTOS, 2012).

Imagem 20 - Vista do edifício pelo Jockey Club (lado sul).



Fonte: Aflalo & Gasperini Arquitetos.

Projetado pelo escritório Aflalo & Gasperini Arquitetos, teve sua construção concluída em 2007, sob consultoria, construção e gerenciamento da Construtora e Incorporadora Gafisa, e paisagismo de Benedito Abbud, e carrega o título de primeiro edifício da América Latina, e quarto do mundo, a receber certificação LEED CS Platina (SANTOS, 2012).

Desde a inauguração do Shopping Eldorado, no ano de 1981, existia a intenção de construir uma torre de escritórios no terreno vizinho, surgindo a primeira proposta em 1992 desenvolvida pelo estúdio americano Lewix Iglehart & Lydia Yoslow Design em conjunto com a construtora Birmann, famosa pela construção de prédios com tecnologias inovadoras. Essa primeira proposta foi descartada por estourar o orçamento previsto. O escritório Aflalo &

Gasparini foi contratado a partir de então, e após apresentação de algumas propostas e a crise gerada pelos atentados de 11 de setembro de 2001, finalmente nas sétima e oitava versão características finais começaram a apresentar-se. Definiram o programa e a fachadas, e teve início a parte de especificações de tecnologias para a construção (SERAPIÃO, 2008).

4.2.1 Forma e função

Em terreno de 10.379 m², o Eldorado Business Tower que possui área total construída de 128.645 m², conta com 32 pavimentos tipo que tem área útil variando entre 1.950 m² e 2.004 m² e 142 metros de altura, conta com 29 elevadores e 1.806 vagas de garagem, além de ser considerado edifício com padrão moderno e eficiente (SANTOS, 2012).

A torre de escritórios leva o partido arquitetônico de Mies van der Rohe, tendo a circulação vertical concentrada no centro e amplas lajes, possibilitando planta livre (Imagem 21) para adequação a todos os tipos de clientes além de pé direito de 3 metros. Ainda conta com 04 subsolos e um edifício-garagem de 07 andares com centro de convenções e heliponto (VIEIRA FILHO, 2015; SANTOS, 2012).

Imagem 21 - Plantas dos pavimentos tipo



Fonte: Aflalo & Gasperini Arquitetos com alterações da autora.

aberturas, na área horizontal que ocupa as vigas, e no vidro branco, utilizado como revestimento, definindo identidade ao prédio (OLIVEIRA, 2009).

Imagem 23 - Vista interna de um dos pavimentos tipo do edifício.



Fonte: Aflalo & Gasperini.

Nas partes envidraçadas verdes, as quais seria necessário conceder vista externa utilizou-se de laminado pirolítico *Low-e-Sunergy* de 12 milímetros, tendo a particularidade de alta reflexão luminosa e baixa refletividade externa e interna (PAIVA, SILVA, 2008).

As lajes foram feitas em concreto protendido com espessura de 27 centímetros, o que possibilitou a ausência de vigas na estrutura, acontecem apenas capitéis em alguns pilares. Tal estratégia também permitiu que os andares não necessitassem de centrais individuais de sistemas de ar condicionado (OLIVEIRA, 2009).

4.2.3 Sustentabilidade aplicada

As escolhas das esquadrias foram pensadas de modo a evitar perdas térmicas, por não abrirem, enquanto os vidros protegem a entrada de calor. O vidro verde permite entrada de 30% de luminosidade e, por sua tecnologia, retém o calor em sua massa e só libera ao exterior quando o ar começa a resfriar (NÓBREGA, 2009).

O edifício conta com sistema de captação e tratamento de água da chuva e do sistema de condensação do ar condicionado, sendo reutilizada na irrigação dos jardins, espelho d'água, vasos sanitários e lavagem de pisos (NÓBREGA, 2009).

O sistema de ar condicionado instalado no prédio, além de possibilitar medidor de consumo individual também é de baixo consumo energético e utiliza-se de gás refrigerante que agride menos a camada de ozônio. Através dos elevadores acontece a preocupação com eficiência energética, alguns possuem sistema de antecipação e destino de chamadas onde, a partir da informação do andar pretendido o sistema mostra o elevador disponível, outros são os mais rápidos do país e todos contam com sistema de frenagem regenerativa, onde o elevador que esta em descida transfere energia ao que irá subir (REVISTA FINESTRA, 2008).

De acordo com Santos e Abascal (2012), o empreendimento gera 33% de economia no consumo de água potável, 100% na água potável utilizada para irrigação e 18% no consumo de energia. Dos resíduos gerados 74% tiveram destinação a aterros, dos materiais utilizados na construção 30% foi para reciclagem e 50% foram de origem local. Além disso 95% de toda madeira utilizada teve certificação FSC.

A capacitação para recebimento de certificação nível Platina se deve à aplicação de tecnologias de ponta, junto a uma eficiente gestão durante a obra e após sua finalização (VIEIRA FILHO, 2015).

5. ANÁLISE DA APLICAÇÃO

O presente capítulo busca juntar as informações detalhadas dos estudos de caso apresentados no capítulo quatro: o Palácio Gustavo Capanema e o Eldorado Business Tower, relacionando-os aos aspectos definidos na revisão bibliográfica e suporte teórico e nos correlatos. A partir disso a aplicação do método indutivo busca validar ou refutar a resposta ao problema inicial da pesquisa.

5.1 METODOLOGIA DA ANÁLISE

Para aplicação da revisão bibliográfica e suporte teórico no estudo de caso apresentado foi utilizado método indutivo. Dessa forma, tendo apresentados os conceitos no capítulo 1, o capítulo 2 apresenta correlatos buscando melhor embasar o tema através de projetos relevantes ao contexto da arquitetura sustentável, sendo eles o Edifício Sede da Petrobras, Museu de Arte do Rio e Museu do Amanhã no Rio de Janeiro e o Conjunto Nacional em São Paulo. Em cada correlato foi feita breve apresentação da obra, quando a localização, arquitetos e outras informações pertinentes, seguida da apresentação da forma e função, materiais e tecnologias e sustentabilidade aplicada.

Com as informações acima citadas tendo sido expostas foi feita a apresentação do estudo de caso proposto: os edifícios Palácio Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower. Através do procedimento monográfico, explorou-se artigos e livros fazendo uma análise do assunto (LAKATOS; MARCONI, 2003). A apresentação do estudo de caso se deu do mesmo modo dos correlatos, com fundamentação teórica explanando sobre informações da obra referentes a localização, autor de projeto, se foi fruto de concurso, entre outras; passando ao subtítulo Forma e função, onde discorre sobre o programa da obra, a forma alcançada, metragens e outros dados técnicos; em seguida Materiais e tecnologias e Sustentabilidade aplicada, onde fala sobre os princípios da arquitetura sustentável é encontrado.

Com base nessas informações, alcançadas através de pesquisa documental, o método indutivo é aplicado e alcança-se a uma conclusão provável.

5.2 ANÁLISES

A arquitetura sustentável baseia-se no que é conhecido como *triple bottom* que são ações “ambientalmente responsáveis, socialmente justas e economicamente viáveis”. Busca a integração do edifício com o meio ambiente, junto ao aumento da qualidade de vida do ser humano, reduzindo o consumo de energia com a intenção de um mundo menos poluído no futuro.

Nos correlatos foram apresentadas duas obras modernistas brasileiras, com princípios da arquitetura bioclimática, e duas obras contemporâneas com certificação ambiental. O estudo de caso volta-se para duas obras de grande nome no Brasil, o Palácio Gustavo Capanema, considerado ícone do modernismo, e o Eldorado Business Tower, primeiro prédio da América Latina a receber certificação LEED Platina.

O PGC é edifício construído no Rio de Janeiro com inauguração ao final da década de 1940. Com os princípios do modernismo junto da arquitetura bioclimática, o prédio, como a obra correlata Conjunto Nacional desenvolveu-se de modo a tornar permeável o pavimento térreo. No caso do Palácio o bloco principal é solto do chão por pilotis e integra o projeto com o entorno, além de possibilitar a melhora do conforto térmico tanto do prédio quanto das pessoas que por ali circulam.

A utilização de modo correto e pensado dos brises promove o controle da incidência solar na fachada. Tal alternativa junto a janelas guilhotina e divisórias internas ocupando apenas metade do pé direito disponível, possibilitaram a ventilação cruzada gerando redução da temperatura interna.

As alternativas aplicadas no PGC citadas até o momento fazem com que a utilização de ar condicionado no mesmo seja reduzida, o que, somando com a utilização de iluminação natural, gera significativa redução no consumo de energia elétrica, tornando-o edifício de eficiência energética.

A ausência de estacionamento e a localização próxima de pontos de ônibus e estação de metrô induz a utilização de transporte alternativo ou público, reduzindo o uso de automóveis e, consequentemente, a emissão de CO₂.

O Eldorado Business Tower é um projeto contemporâneo concluído em 2007, com certificação LEED Platina, o nível mais alto disponível. Sua implantação privilegiada, próximo ao Shopping Eldorado e a estação de trem e pontos de ônibus fez com que sua implantação fosse pensada de modo a permitir acesso a um conjunto grande de serviços fácil e rapidamente.

A opção por térreo elevado, por conta do intenso movimento das avenidas confrontantes, permitiu integração do térreo do edifício com praça suspensa desenvolvida para integração com o shopping vizinho e presenteando com bela vista do nascer do sol.

As fachadas do edifício contam com materiais de alta tecnologia onde as esquadrias são seladas, mas os vidros escolhidos protegem da entrada de calor e necessitam baixa manutenção. Através de um controle de telas solares inteligentes, conforme a incidência solar nas fachadas, tais telas são abertas ou fechadas, reduzindo a necessidade de ar condicionado e aproveitando a luz solar. Sistemas de captação e tratamento de água da chuva faz com que esta seja totalmente reutilizada no próprio prédio. O sistema de ar condicionado instalado permite medidor de consumo individual e tem baixo consumo energético, além de não ser necessário central em cada andar. Medidores de energia elétrica e água são individuais para cada escritório.

No caso do Eldorado Tower sabe-se que quanto a gestão a obra também foi pensada de modo a baixa geração de resíduo, reciclagem, materiais de origem local e madeira certificada, conforme necessidade para certificação. Já no PGC não existem registros quanto a isso, mas foi possível obter informações quanto ao material utilizado para nas fachadas opacas que são de origem local, também os jardins projetados com espécies da flora tropical.

É válido analisar que das quatro obras correlatas, apesar de serem de estilos arquitetônicos distintos, três utilizam-se de brises como proposta para controlar insolação e possibilitar ventilação cruzada, e nas obras estudadas, o PGC conta com *brises soleils* realmente, mas o sistema automatizado de telas solares aplicado no EBT atua como um “*brise high tech*”. Concluindo esta ser uma alternativa fácil de ser utilizada, além de ser eficaz no controle do conforto ambiental da construção a qual este é aplicado.

Também é interessante lembrar que na época em que o projeto do Palácio foi concebido os conceitos de arquitetura sustentável, sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável sequer existiam, e que apenas anos depois eles começaram a surgir e tornar-se importante. Mas é inevitável ver a busca por sustentabilidade acontecendo no edifício.

Apesar da distância temporal entre os projetos estudados é possível identificar várias semelhanças entre eles, como o térreo integrando-se ao entorno, o uso de pilotis, planta livre e janelas em fita, e a busca por conforto ambiental e eficiência energética. Tendo uma diferença de idade de aproximadamente 60 anos percebe-se que tecnologias são cada vez mais utilizadas na busca por sustentabilidade, porém, essa mesma diferença nos faz refletir sobre a importância do uso de estratégias de projeto e como essas podem tornar uma obra sustentável sem a necessidade de tamanha utilização de tecnologias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 RESGATE DOS ELEMENTOS DA PESQUISA

Com intuito de fazer uma revisão bibliográfica e trazer suporte teórico referentes à arquitetura sustentável, o primeiro capítulo faz um resgate quanto à sustentabilidade, apresentando o contexto histórico sobre o conceito da palavra, sua aplicação na construção civil e na arquitetura. São apresentados documentos importantes, como o *The limits of growth*, documento de 1972, que traz questões sobre a tendência do crescimento populacional mundial; o *World Conservation Strategy*, que alavancou, no âmbito do conceito, o desenvolvimento sustentável; o *Our Common Future*, ou relatório Brundtland, escrito pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, onde conclui-se que o uso descomedido dos recursos naturais resultaria no fim dos ecossistemas, neste também aparece a definição de desenvolvimento sustentável; e a Agenda 21 para a Construção Civil, que orienta para o desenvolvimento de construções sustentáveis. Expõe conceitos de arquitetura sustentável, onde todos ligam-se à bioclimatologia e à preservação ambiental, e relaciona algumas práticas arquitetônicas para atingir as três dimensões (ambiental, econômica e sociocultural) do desenvolvimento sustentável.

O capítulo segue apresentando a arquitetura bioclimática, as certificações ambientais para edificação, a certificação LEED, a arquitetura moderna e a contemporânea, por serem informações necessárias para o estudo de caso. Das obras a serem estudadas, o Palácio Gustavo Capanema é obra de grande nome para a arquitetura moderna brasileira, e esta enquadra-se nos conceitos da arquitetura bioclimática, enquanto o edifício Eldorado Business Tower, é obra contemporânea com selo LEED Platina.

O capítulo três traz quatro correlatos, intencionando o melhor embasamento do tema. Cada correlato é, em um primeiro momento, brevemente apresentado, após isto são apontadas características de forma e função, materiais e tecnologias e a sustentabilidade aplicada. São abordadas, as seguintes obras: o Edifício Sede da Petrobrás, na cidade do Rio de Janeiro e o Conjunto Nacional, em São Paulo, por projetos pertencentes à arquitetura moderna, portadoras dos princípios desta arquitetura, além de princípios da arquitetura bioclimática, e, na sequência, o Museu de Arte do Rio e o Museu do Amanhã, ambas no Porto Mauá, no Rio de Janeiro, obras da arquitetura contemporânea, com certificação LEED.

Finalizada a parte inicial da pesquisa, então é feita a aplicação no tema delimitado, onde foram apresentadas as obras Palácio Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower, seguindo o mesmo padrão utilizado para a apresentação das obras correlatas no capítulo anterior.

No quinto capítulo apresenta-se as análises, iniciando com a metodologia da análise, para então alcançar a análise realmente buscando resolver o problema levantado no início da pesquisa, então descobrir se a conclusão corresponde com a hipótese inicial.

6.2 RESPOSTAS AO PROBLEMA DA PESQUISA

Na análise, desenvolvida através de método indutivo, foi avaliado primeiramente o Palácio Gustavo Capanema e posteriormente o Eldorado Business Tower.

Relacionando as considerações da análise alcança-se a conclusão de que os conceitos apresentados nas referências bibliográficas podem ser verificados em ambas as obras estudadas. O que sugere que, nesse estudo de caso, a hipótese inicial levantada condiz com a resposta encontrada ao problema da pesquisa.

Resgatando tal problema de pesquisa temos o questionamento sobre o modo como a arquitetura sustentável está materializada nas obras estudadas, no caso o Palácio Gustavo Capanema e o Eldorado Business Tower. Como hipótese inicial tínhamos que a materialização se daria através dos princípios da arquitetura moderna junto às premissas da arquitetura bioclimática no PGC e pela certificação LEED no EBT. Através dos conceitos obtidos no desenrolar da pesquisa foi possível validar a hipótese inicial, confirmando que as estratégias utilizadas em ambos projetos fazem deles construções sustentáveis, seja através de tecnologia aplicada ou através de estratégias de projeto.

6.3 PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa, apresentada como fruto do trabalho de conclusão do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, oportuniza o desenvolvimento de estudos voltados a mesma temática. Podendo ser utilizada como fonte de referências bibliográficas para análise de outros casos ou aprofundamento no caso estudado.

Por fim, a autora sugere como possibilidade de trabalhos vindouros aplicação dos critérios de certificação LEED no Palácio Gustavo Capanema e posterior novo comparativo entre os dois edifícios; estudo aprofundado sobre o real valor do uso de certificações ambientais para a arquitetura sustentável, visto que as mesmas dão mais importância ao uso de tecnologias que a estratégias de projeto; estudo aprofundado almejando um compilado de estratégias bioclimáticas simples de serem aplicadas em projeto e que tragam bons resultados e o alcance da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ADAM, R.S. **Princípios do ecoedifício: Interação entre Ecologia, Consciência e Edifício**. 1.ed. São Paulo: Aquariana, 2001.

AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS. **Eldorado Business Tower**. Disponível em <https://aflalogasperini.com.br/blog/project/eldorado-business-tower/> acesso em: mar. 2020.

ARCHDAILY. **MAR – Museu de Arte do Rio / Bernardes + Jacobsen Arquitetura**. 2013. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/01-108254/mar-museu-de-arte-do-rio-bernardes-jacobsen-arquitetura> acesso em set. 2019.

ARCHDAILY. **Museu do Amanhã / Santiago Calatrava [Museum of Tomorrow / Santiago Calatrava]** (Tradução Delaqua Victor). 2016. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/785756/museu-do-amanha-santiago-calatrava> acesso em set. 2019.

BATTISTONI FILHO, Duílio. **Pequena história da arte**. 19.ed. Campinas: Papirus, 2012.

BAWEJA, V. **A pre-history of green architecture: Otto Koenigsberger and tropical architecture, from princely mysore to post-colonial London**. 2008. Dissertation (doctorate) – University of Michigan.

BARROS, M.C.; BASTOS, N.F.A. **Edificações sustentáveis e certificações ambientais: análise do selo Qualiverde**. 2015. Monografia (graduação) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna**. 3.ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.

BERNARDES ARQUITETURA. **MAR – Museu de Arte do Rio**. Disponível em <https://www.bernardesarq.com.br/projeto/museu-de-arte-do-rio/> acesso em: set. 2019.

BORTOLLI JR., O. O Conjunto Nacional de David Libeskind: marco urbano e patrimônio resiliente. In: **3º Colóquio Ibero-americano**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em <http://www.forumpatrimonio.com.br/paisagem2014/artigos/pdf/250.pdf> acesso em: set. 2019.

BRASIL, L.T. **David Libeskind e o Conjunto Nacional: reflexão crítica sobre a nova condição metropolitana**. In: **8º seminário Docomomo Brasil**. São Paulo, 2009. Disponível em <http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/089.pdf> acesso em: set. 2019.

BRASIL, L.T. **Clássicos da Arquitetura: Conjunto Nacional** / David Libeskind. 2019. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/777375/classicos-da-arquitetura-conjunto-nacional-david-libeskind> acesso em: set. 2019.

BRUAN, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. 4.ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

BRUAND, Yves. Lucio Costa: o homem e a obra. In: NOBRE, Ana Luiza et al (Orgs.). **Um modo de ser moderno: Lucio Costa e a crítica contemporânea**. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

CABRAL, M.I.M.R. **A certificação ambiental de edifícios em Portugal: o caso da reabilitação da arquitetura vernácula em áreas protegidas**. 2009. Tese (doutorado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa.

CAVALCANTI, Lauro. **Quando o Brasil era moderno: guia de arquitetura 1928-1960**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2001.

CAVALCANTI, Lauro; LAGO, André Correa do. **Ainda Moderno? Arquitetura Brasileira Contemporânea**. Rio de Janeiro: Fronteira, 2005.

CEJKA, J. **Tendencias de la arquitectura contemporánea**. México: Gustavo Gili, 2004.

CHAVES, A.L.O. **Sustentabilidade na arquitetura e o estudo dos compostos orgânicos voláteis emitidos por componentes vinílicos em habitações**. 2016. Tese (Doutorado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos.

COELHO, Alessandra; ODEBRECHT, Silvia. **Arquitetura moderna: reconhecimento e análise de edifícios representativos em Blumenau, SC. Dynemis revista tecno-científica**, Blumenau, v.13, ano 1, out.-dez. 2007.

CONDOMÍNIO CONJUNTO NACIONAL. **A construção do projeto arquitetura**. Disponível em <http://ccn.com.br/historia/#arquitetura> acesso em: set. 2019.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORREIA, L.R. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DUBOSE, J.; FROST, J.D.; CHAMAEAU, J.A.; VANEGAS, J.A. Sustainable development and technology. In: ELMS, D.; WILKINSON, D. (Org.) **The Environmentally Educated Engineer: focus on fundamentals**. Nova Zelândia, Center for Advanced Engineering University of Canterbury, 1995.

EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2008.

ENGETI – Consultoria e Engenharia S/S Ltda. Museu do Amanhã. **Revista Estrutura**. São Paulo, ed.1, ano 1, p.12-17, jul. 2016.

FARIAS, F. Uma marca histórica. **Revista GBC Brasil**. São Paulo, n.1, p.6, 2014.

FERNANDEZ, P. **De L'architecture Bioclimatique au Développement Urbain Durable**. Mémoire de sunthèse: Habilitation a diriger des recherches. Toulouse, 2007.

FINESTRA. set-out 2014. Disponível em http://sbcs14.cbcs.org.br/clipping/revista_finestra.pdf acesso em set. 2019.

FINOTTI, L. **Petrobras building.** Disponível em <http://www.leonardofinotti.com/projects/petrobras-building/image/17107-100822-009d> acesso em: set. 2019.

FRAU, F.M. **O Conjunto Nacional:** entre arquitetura e urbanismo modernos. 2016. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas.

GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitetura Ecológica**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

GBC BRASIL. **Compreenda o LEED.** Disponível em <https://www.gbcbrazil.org.br/docs/leed.pdf> acesso em: 14 set. 2019.

GELINSKI, G. **Obra-monumento de Calatrava no Pier Mauá**, 2014. Disponível em <https://www.arcoweb.com.br/finestra/arquitetura/santiago-calatrava-museu-amanha-rio-janeiro-2014> acesso em: set. 2019

GHIRARDO, D. **Arquitetura contemporânea:** uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

GOODWIN, P.L.; SMITH, G.E.K. **Brasil builds: architecture new and old 1652-1942**. Nova York: Handcover, 1943.

GÖSSEL, P.; LEUTHÄUSER, G. **Architecture in the twenty century**. New York: Taschen, 2001.

GUASTI, J.M.G. **Diretrizes de sustentabilidade de edifícios de escritórios:** estudo de caso do edificio Marechal Adhemar de Queiroz. 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade Federa Fluminense, Niterói.

GUEDES, M. **Arquitetura sustentável: oportunidade e desafios**. Lisboa: IST, 2007.

GUIMARÃES, A.G.L. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea**. 2010. Tese (doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HERNANDES, R.Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** 2006. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HONDA, W.S. **Certificação da sustentabilidade de edifícios de escritórios corporativos no Brasil**. 2016. Tese (doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB; United Nations Environment Programme International Environmental Technology Center – UNEP-IETC. **Agenda 21 on Sustainable Construction**. CIB Report Publication 237, Rotterdam: CIB, 1999.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB; United Nations Environment Programme International Environmental Technology Center – UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document**. Boutek Report No Bou/E0204, Pretória, CIB/UNEP-IETC. 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15392: Sustainability in building construction – general principles**. Switzerland, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21929-1: Sustainability in building construction – sustainability indicators: Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings**. Switzerland, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21932: Sustainability in building construction – environmental declaration of building products**. Switzerland, 2013.

IPHAN, 2019. **Restauração do Palácio Gustavo Capanema chega à última etapa**. Disponível em < <https://www.archdaily.com.br/br/911429/restauracao-do-palacio-gustavo-capanema-chega-a-ultima-etapa> > acesso em: mar. 2020.

IUCN, UNEP, WWF. **The World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development**. Suíça, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1980.

JACOBSEN ARQUITETURA. **Museu de Arte do Rio**. Disponível em <https://jacobsenarquitetura.com/projetos/mar-museu-de-arte-do-rio/> acesso em: set. 2019.

JOYNER, C.C.; JOYNER, N.D. Global eco-management and international organizations: the Stockholm Conference and problems of cooperation. **Natural Resources Journal**, v.14, p. 533-547, 1974.

KIBERT, C.J. Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction. *In: First International Conference on Sustainable Construction*. Tampa, 1994.

KIBERT, C.J. **Sustainable construction**. Green building design and delivery. 4.ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013.

LAKATOS, E.M; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**, 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2.ed. São Paulo: Pro Livros, 2004.

LUPO, B.M. **O museu como espaço de interação: arquitetura, museografia e museologia a partir dos casos do Museu do Futebol e do Museu do Amanhã**. 2018. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTINS, A.A.; AZEVEDO, R.M.; MEIRELLES, C.R.M. Arquitetura e Engenharia no modernismo brasileiro: os casos do Ministério da Educação e Saúde (MÊS), da Capela de São Francisco de Assis e do Hipódromo Guanabara. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.23, n.32, p.42-61, 1º sem. 2016. Disponível em <http://periodicos.pucminas.br> acesso em: mar. 2020.

MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. **Environmental Impact Assessment Review**, v.18, n.6, p. 493-520, 1998.

MELENDO, J.M.A. **De la ventana horizontal al brise-soleil de Le Corbusier: análisis ambiental de la solución propuesta para el Ministério de Educação de Río de Janeiro**, 2004. Disponível em <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.051/554> acesso em mar. 2020.

MERCHER, L. Museu de Arte do Rio e Museu do Amanhã: duas ferramentas à paradiplomacia cultural do Rio de Janeiro. *In: Anais do VI Seminário Nacional de Pesquisa em Arte e Cultura Visual*, 2013, Goiânia. Goiânia: UFGV, FAV, 2013.

MINDLIN, H.E. **Arquitetura moderna no Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2000.

MONTEZUMA, R. **Arquitetura Brasil 500 anos: o espaço integrador**. v.2. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

MONTANER, J.M. **A condição contemporânea da arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gili, 2016.

MOTA, J.A.; GAZONI, J.L.; REGANHAN, J.M.; SILVEIRA, M.T. da; GOÉS, G.S. **Trajetória da Governança Ambiental**. Boletim Regional e Urbano, n.1, IPEA, dez. 2008.

MOTTA, S.R.F. **sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. 2009. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. A sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v.4, n.1, p.84-119, mai. 2009.

NÓBREGA, G.R. **Sustentabilidade e qualidade do ambiente de trabalho: projeto da sede da Construtora Nóbrega Pimenta**. 2009. Monografia (graduação) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

OLGYAY, V. **Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton University Press, 1963.

OLIVEIRA, T.F.C.S. **Sustentabilidade e arquitetura: uma reflexão sobre o uso do bambu na construção civil**. 2006. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em dinâmicas do espaço construído, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

OLIVEIRA, L.P. **Estrutura metodológica para avaliação ambiental do projeto arquitetônico com base nos critérios prescritivos de desempenho das certificações para edifícios**. Estudo de caso: Palácio Gustavo Capanema e Eldorado Tower. 2009. Tese (doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

PACHECO, P.C.B. **A arquitetura do Grupo do Paraná 1957-1980**. 2010. Tese (doutorado) – Programa de pesquisa e pós-graduação em arquitetura – PROPARG, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PIO, L.G. Novas tendências na revitalização de áreas “históricas”: o caso Porto Maravilha. In: **IV seminário internacional – políticas culturais**, 2013, Rio de Janeiro. Disponível em <http://culturadigital.br/politicaculturalcasaderuibarbosa/files/2013/11/Leopoldo-Guilherme-Pio.pdf> acesso em set. 2019.

REIS, D.C. **Ferramenta de apoio ao desenvolvimento de projetos no âmbito da sustentabilidade na construção**. 2015. Dissertação (mestrado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos.

REIS, D.C. **Gestão de projectos no âmbito da construção sustentável**. 2011. Dissertação (mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Politécnico do Porto, Porto.

RIBEIRO, P.E.V.L. **Palácio Gustavo Capanema**. 2016. Disponível em < http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Paulo_eduardo_ribeiro.pdf > acesso em: mar. 2020.

SANTIAGO CALATRAVA ARCHITECTS & ENGINEERS. **Museu do Amanhã Rio de Janeiro**. Disponível em <https://calatrava.com/projects/museu-do-amanha-rio-de-janeiro.html> acesso em: set. 2019.

SANTOS, M.F. **Construções com certificações LEED no Brasil: o caso do edifício Eldorado Business Tower**. 2012. Dissertação (doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

SANTOS, M.S. **A arquitetura do escritório Forte Gandolfi 1962-1973**. 2011. Dissertação (mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

SANTOS, M.S.; ZEIN, R.V. A moderna Curitiba dos anos 1960: jovens arquitetos, concurseiros, planejadores. *In: 8º seminário Docomomo Brasil*, 2009, Rio de Janeiro. Disponível em <http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/020-1.pdf> acesso em: out. 2019.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

SEGRE, R.; VILAS BOAS, N.; LEITÃO, T. **O Ministério da Educação e Saúde Pública (1935-1945): as inovações climáticas e tecnológicas**. 2016. Disponível em <http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/149.pdf> acesso em: mar. 2020.

SERAPIÃO, F. **Oito versões de uma torre**. Revista PROJETODESIGN, ed.338, abr. 2008. Disponível em <https://www.arcoweb.com.br/projetodesign/artigos/artigo-oito-versoes-de-uma-torre-01-04-2008> acesso em mar. 2020.

SERRADOR, M.E. **Sustentabilidade em arquitetura: referencias para projeto**. 2008. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos.

SILVA, M.R. **Reabilitação de edifícios e sustentabilidade no contexto das obras do Museu de Arte do Rio (MAR)**. 2017. Monografia (graduação) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, V.G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e base metodológica. 2003. Tese (doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, M.R.; QUALHARINI, E.L. A reabilitação predial do Museu de Arte do Rio. **Revista Gestão e Gerenciamento.** v.1, n.6. fev. 2019. Disponível em <https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/220/134> acesso em: set. 2019.

SOARES, V. Museu de Arte do Rio. **Revista GBC Brasil.** São Paulo, ano 2, n.3, p.30-35, 2015. Disponível em <http://revistagreengbc.hospedagemdesites.ws> acesso em: set. 2019.

SOUZA, A.A. de. **Arquitetura Bioclimática.** Rio de Janeiro: Laboratório de Fontes Alternativas de Energia – Lafae/UFRJ, 2007.

SOUZA, Adonis Arantes de. **Arquitetura Bioclimática.** Rio de Janeiro: Laboratório de Fontes Alternativas de Energia - Lafae/ufrj, 2007.

STANLEY, S. **U.S. Green Building Council announces anual top 10 states for LEED Green Building in 2018.** 2019. Disponível em <https://www.usgbc.org/articles/us-green-building-council-announces-annual-top-10-states-leed-green-building-2018> acesso em: out. 2019.

TEIXEIRA, A.J.L. **Arquitetura e sustentabilidade:** tipologias arquitetônicas e eficiência energética em diferentes regiões climáticas. 2005. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

TORGAL, F.P.; JALALI, S. **A sustentabilidade dos materiais de construção.** 2.ed. Guimarães: TecMinho, 2010.

TRYZNA, T.C.; OSBORN, J.K. **A Sustainable World: defining and measuring sustainable development.** 2.ed. Sacramento, CA: ICEP, 1995.

USGBC. **Museu do Amanha.** Disponível em <https://www.usgbc.org/projects/museu-do-amanha> acesso em: set. 2019.

VALENTINI, F.; FALCÃO, D. Sustentabilidade na Construção Civil: vantagens da ecoeficiência. *In: 15ª Conferência Internacional da LARES*, 2015, São Paulo.

VIEGAS, Fernando Felipe. **Conjunto Nacional:** a construção do espigão central. 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VIEIRA FILHO, J.V.R. **Certificações de sustentabilidade em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo**. 2015. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

VOSGUERITCHIAN, A.B. **A abordagem dos sistemas de avaliação de sustentabilidade da arquitetura nos quesitos ambientais de energia, materiais e água, e suas associações às inovações tecnológicas**. 2006. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo.

WCED – World Commission of Environment and Development. **Our Common Future**. The Brundtland Report. Oxford, Oxford University Press, 1987.

WILLIAMSON, T.; RADFORD, A.; BENNETTS, H. **Understanding Sustainable Architecture**. London, USA, Canada: Spon Press, 2003.

ZAMBRANO, L.M.A. **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. 2008. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.