

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
ARIADNE MEDEIROS MELOTTO**

**FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: ARQUITETURA SUSTENTÁVEL:
EDIFÍCIO GUSTAVO CAPANEMA x ELDORADO BUSINESS TOWER**

CASCADEL

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
ARIADNE MEDEIROS MELOTTO

**FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: ARQUITETURA SUSTENTÁVEL:
EDIFÍCIO 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: Qualificação.

Professora Orientadora: Cássia Rafaela Brum de Souza

CASCADEL
2019

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

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*
CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*
CIB – Conselho Internacional de Construção
CO2 – Dióxido de Carbono
EUA – Estados Unidos da América
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
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
NABERS – *National Australian Building Environmental Rating System*
NIST – *National Institute of Standart and Tecnology*
ONU – Organização das Nações Unidas
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
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 – Vista do viaduto da Av. Republica do Paraguai	25
Imagem 02 – Corte com setorização. Ao lado a disposição das diferentes plantas tipo	26
Imagem 03 – Planta do pavimento térreo e planta tipo em cruz	27
Imagem 04 – Vista de um dos terraços jardins do EDISE	28
Imagem 05 – Foto aérea do Conjunto Nacional na década de 1970	30
Imagem 06 – Corte do projeto com setorização	31
Imagem 07 – Brises que envolvem todas as fachadas da galeria comercial	32
Imagem 08 – Cúpula geodésica	33
Imagem 09 – Vista da rua em frente ao Museu	34
Imagem 10 – Diagrama mostrando funções e fluxo do complexo	35
Imagem 11 – Cobertura e praça suspensa	36
Imagem 12 – Fachada sul (entrada) do museu, mostrando o balanço de 75 metros	39
Imagem 13 – Foto externa mostrando uma das movimentações da cobertura	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUPORTE TEÓRICO	08
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE	08
2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	10
2.3 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL	12
2.4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	14
2.5 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS PARA EDIFICAÇÕES	16
2.5.1 Certificação LEED	17
2.6 ARQUITETURA MODERNA	18
2.7 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA	21
3. CORRELATOS	23
3.1 SEDE DA PETROBRAS	23
3.1.1 Forma e função	24
3.1.2 Materiais e Tecnologias	26
3.1.3 Sustentabilidade aplicada	27
3.2 CONJUNTO NACIONAL	28
3.2.1 Forma e função	29
3.2.2 Materiais e Tecnologias	30
3.2.3 Sustentabilidade aplicada	31
3.3 MUSEU DE ARTE DO RIO – MAR	32
3.3.1 Forma e função	33
3.3.2 Materiais e Tecnologias	35
3.3.3 Sustentabilidade aplicada	36
3.4 MUSEU DO AMANHÃ	37
3.4.1 Forma e função	37
3.4.2 Materiais e Tecnologias	38
3.4.3 Sustentabilidade aplicada	39
4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	41
REFERÊNCIAS	43

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: Edifício 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 foi, dentro do conceito de arquitetura sustentável, de que modo ela está materializada nas obras edifício Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower? 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 edifício Gustavo Capanema, enquanto no Eldorado Business Tower de dá através da certificação LEED, na categoria mais alta, certificação esta que é símbolo de reconhecimento mundial de 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 Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower. Para alcançar esse 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 Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower, a análise dos princípios da arquitetura moderna e da arquitetura bioclimática no edifício Gustavo Capanema e as estratégias para obtenção da certificação LEED no Eldorado Business Tower, e a compreensão dos princípios da arquitetura sustentável materializados nos edifícios Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower.

A fundamentação teórica da pesquisa foi o conceito de Arquitetura Sustentável por Corbella e Yannas (2003), que diz que esta 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. Partindo desse conceito o CIB fixa sete princípios para a construção sustentável, sendo eles a redução do consumo de recursos; o reuso de recursos; a utilização de recursos recicláveis; a proteção da natureza; a eliminação de produtos tóxicos; a análise dos custos do ciclo de vida; e o foco na qualidade (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 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, e encomenda a ela um relatório que é publicado em 1987, o *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), também conhecido por relatório Brundtland. O relatório conclui que o uso exagerado dos recursos naturais vai levar à ruína dos ecossistemas, e recomenda que toda a raça humana busque por soluções para isto. Também sugere que seja convocada uma conferência mundial para falar sobre o tema (MOTTA, 2009).

Segundo Oliveira (2006), o documento era constituído por resoluções que visavam promover o equilíbrio ecológico do planeta, e discutia questões como desmatamento, erosão do solo, água potável, energia, urbanização, extinção de espécies animais, proteção dos mares e oceanos, e do ar atmosférico.

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. Como fruto principal do evento temos a Agenda 21, documento possuidor de propostas para o alcance do desenvolvimento humano sustentável, além de definir a importância de cada país, a nível local e global, com o planejamento estratégico para alcançar, no século 21, o desenvolvimento sustentável universal (OLIVEIRA, 2006; SERRADOR, 2008).

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 que foram 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. Nesta ficou definido o que poderia ser a aplicação do desenvolvimento sustentável na construção civil (GAUZIN-MULLER, 2010).

A Rio+5 aconteceu para avaliar os resultados da Eco 92 e identificar os principais problemas referente à implementação da Agenda 21, além de estabelecer ações prioritárias para os anos subsequentes e confirmar o apoio político quanto a negociações ambientais (MOTA *et al*, 2008).

Também no ano de 1997 surge o tratado ambiental denominado Protocolo de Kyoto, onde os países signatários, conscientes do efeito estufa e temendo por suas consequências, se propõem a reduzir a emissão dos gases provocantes do efeito (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Na cidade de Johannesburg, 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).

Desta conferência nasceu a Agenda 21 para a Construção Sustentável, documento com intenção de orientar o campo da construção civil para o desenvolvimento de construções sustentáveis a partir da definição de responsabilidades para os agentes do setor, que foram definidas a partir das maiores dificuldades no campo que são as questões de eficiência energética, redução do uso e consumo de água potável, seleção de materiais com base no desempenho ambiental do mesmo, e contribuição para desenvolvimento urbano sustentável (CHAVES, 2016).

Kibert (1994) define construção sustentável como sendo a criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável baseado em princípios ecológicos e eficiência de recursos. No 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; SERRADOR, 2008).

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 desta.

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).

Como objetivo do desenvolvimento sustentável temos o equilíbrio entre dimensões ambiental, econômica e sociocultural, definindo como meta ações “ambientalmente

responsáveis, socialmente justas e economicamente viáveis”, conhecidas como *triple bottom*, questões que também baseiam a arquitetura sustentável (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.

É possível considerar a arquitetura sustentável um conceito revisado em resposta às ambições contemporâneas acerca dos efeitos das atividades humanas. Abrange as “arquiteturas anteriores” solar, bioclimática e ambiental (WILLIAMSON; RADFORD; BENNETTS, 2003).

Segundo Corbella e Yannas (2003), “a arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da bioclimática”. Esta integra o edifício ao meio ambiente, fazendo-o parte dele, elabora e executa empreendimentos visando o aumento da qualidade de vida do ser humano quanto ao ambiente construído e o seu entorno, integrados às características da vida e do clima locais, consumindo menos energia, intuindo passar 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. Quando o termo é aplicado à arquitetura, tem-se a busca pelo melhor conforto que um espaço construído pode induzir, com o menor uso dos recursos energéticos não renováveis, menores 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 uma arquitetura que é pensada dando atenção às relações com o clima e o microclima do local onde é inserida é uma arquitetura bioclimática. Acrescenta que qualquer tipo de arquitetura pode ter abordagem bioclimática, basta dedicar-se em considerar

os aspectos naturais e economizar recursos interagindo o objeto arquitetônico com seu entorno climático.

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.

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. As etapas 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 elas o BREEAN, BEPAC, GBC, LEED, CASBEE, HKBEAM, Ecoprofile, Miljöstatus, NABERS, HQE, SPeAR, BEES e Green Globes.

No Brasil, foram desenvolvidos modelos que mensuram as práticas ambientais das construções, entre eles pode-se citar o AQUA e o PROCEL EDIFICA. O primeiro, criado pela Fundação Vanzolini, inspirado no francês HQE, avalia, durante todas as fases da obra, os impactos ambientais gerados pela mesma, e é completamente adaptado ao modelo brasileiro. O segundo tem como motivação principal a redução no consumo de energia elétrica no país através

da eficiência energética e do conforto ambiental, possuindo potencial de conservação de até 30% em edificações já existentes e acima de 50% em novas edificações (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).

Até o lançamento da 3ª versão, em 2006, o sistema não se destinava a edifícios localizados fora dos EUA, fato que ocasionou em uma soma de requisitos alternativos, e a dissociação de normas americanas, passando a aceitar normas de outros países (REIS, 2015).

Na versão atual 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 (GBC BRASIL).

Portador de estrutura simples de somatória, a máxima possível em todas as tipologias é 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: *Certified*, *Silver*, *Gold* e *Platinum*, 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 redução de água, 30% de redução de energia, 35% de redução de CO₂ e 65% de redução 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 possuidoras de 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 continua 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 *Certified*, 9 *Silver*, 11 *Gold* e 7 *Platinum*, 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.

É possível dizer também que a arquitetura moderna é o conjunto de movimentos e escolas arquitetônicas que resultaram na caracterização da arquitetura produzida durante parte do século XX dentro do 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).

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 distancia 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 própria linguagem 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 sobre a legitimidade da afirmação de que o valor da arquitetura contemporânea se encontra somente na carga semântica que apresentam. Também analisa se seria correto dizer que a responsabilidade social da arquitetura passou a ser reduzido, assim como a característica de mediar o mundo concreto e as necessidades do ser humano. Conclui que tais afirmações vêm de um grupo de arquitetos que buscam o encerramento da ideologia 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 buscam 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, 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, e da arquitetura contemporânea o Museu de Arte do Rio – MAR e o Museu do Amanhã.

3.1 EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRÁS

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, e teve em torno de 140 inscritos, tendo sido selecionados 32 anteprojetos na primeira fase, 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, e iniciaram a construção em 1968, encerrando em 1974 (CORBELLÁ; 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, nesse momento passas a fazer parte do programa, resultando em uma área maior, próxima de 150.000 m². Entretanto, nova revisão é feita e esta área é reduzida (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 01), dando-lhe aspecto monumental (GUASTI, 2008).

Imagem 01: Vista do viaduto da Av. Republica do Paraguai.

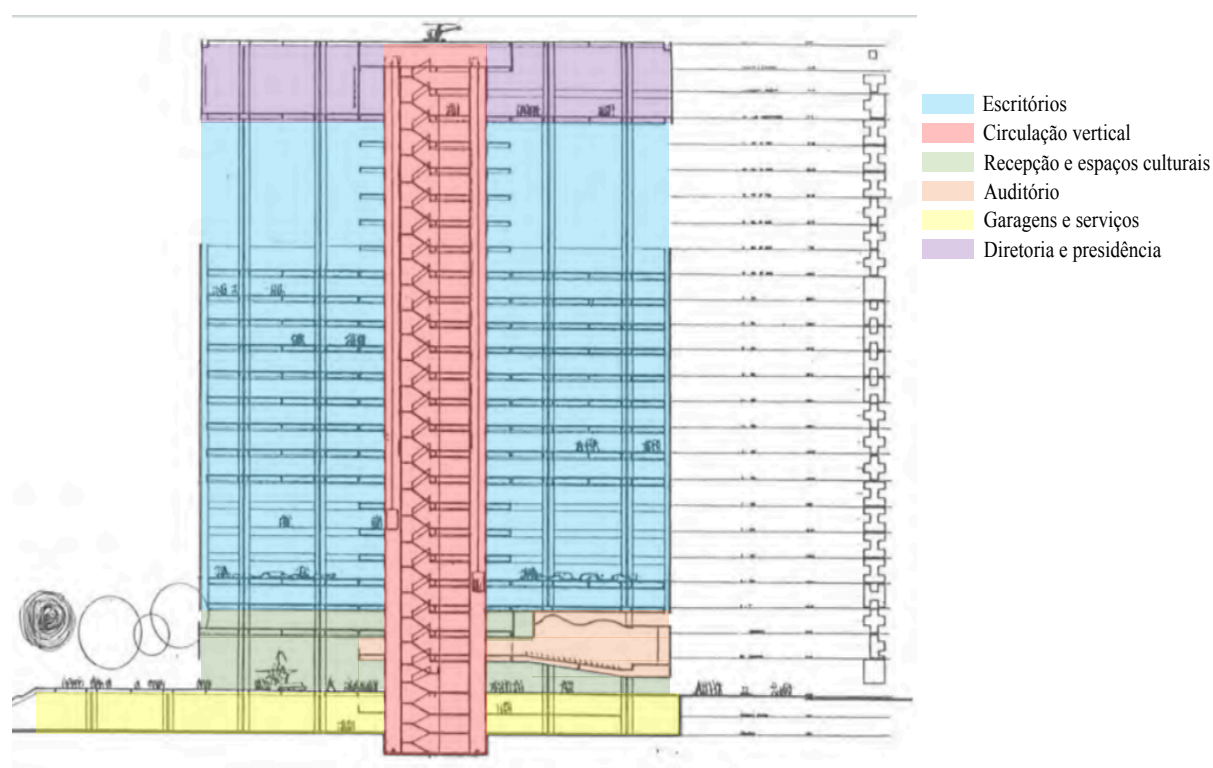


Fonte: Acervo pessoal (2016)

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 02) (SANTOS, 2011; PACHECO, 2010).

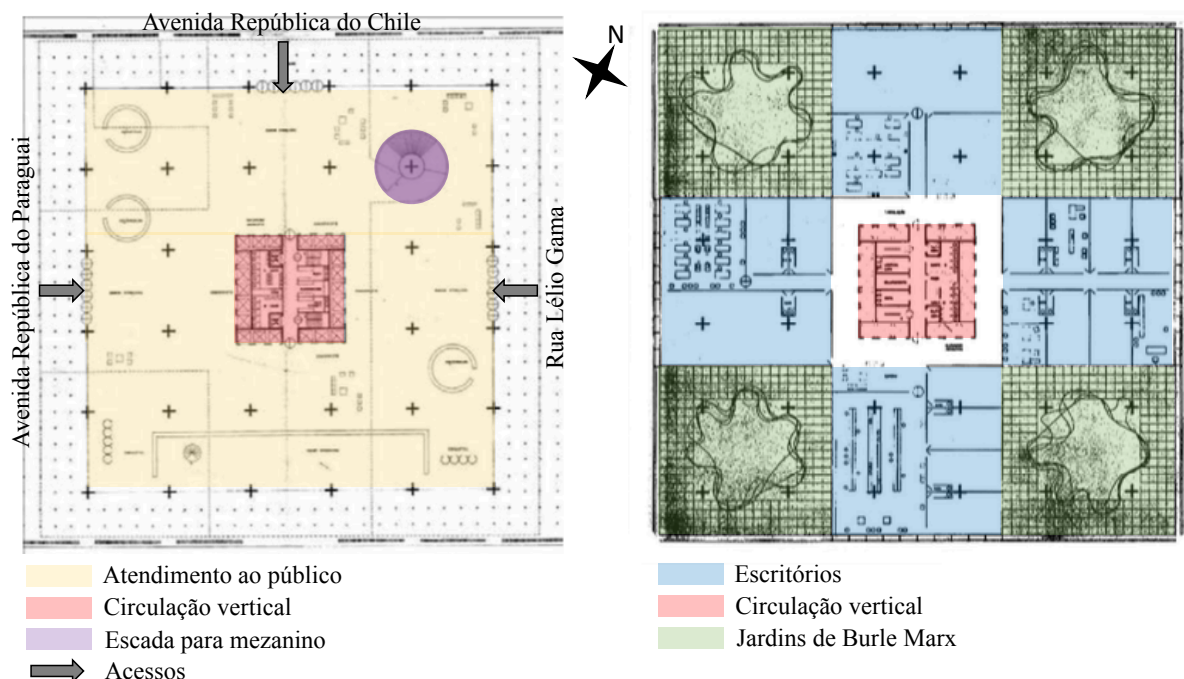
Imagem 02: Corte com setorização. Ao lado a disposição das diferentes plantas tipo.



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 03). Duas escadas de emergência enclausuradas foram construídas posteriormente para atender a legislação (PACHECO, 2010).

Imagem 03: Planta do pavimento térreo e planta tipo em cruz.



Fonte: Santos (2011) com alteração da autora.

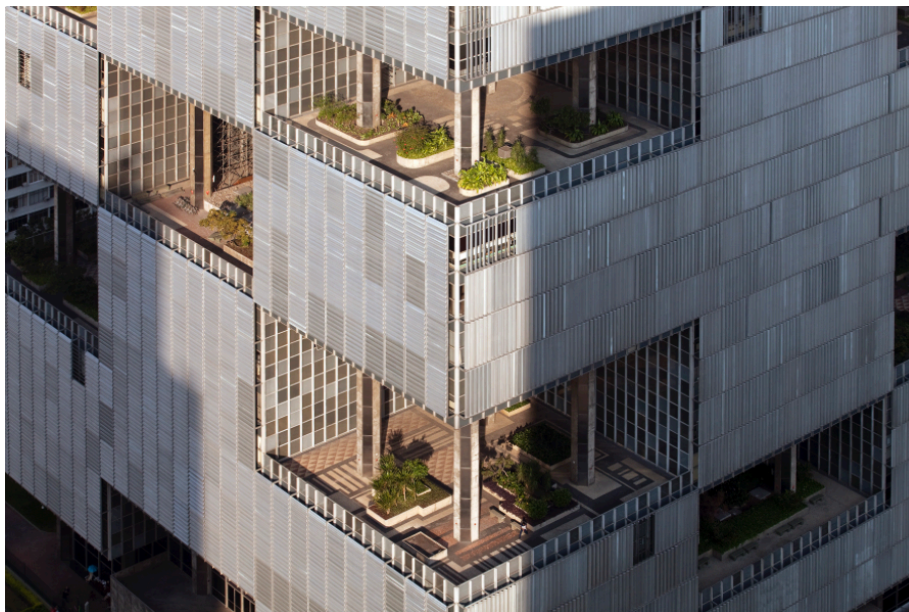
A parte estrutural conta com pilares que possuem espaçamento de 12,5 metros entre eles, estes delimitam a área construída no pavimento térreo, enquanto nos pavimentos tipo existe um balanço de 6,25 metros. Os escritórios possuem planta livre, sendo possível várias possibilidades de subdivisões (PACHECO, 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 04), cada um idealizado com formatos e espécies vegetais diferentes (GUASTI, 2008).

Imagem 04: Vista de um dos 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. Essa

geometria, alternando entre blocos construídos e vazios ajardinados, segundo Corbella e Yannas (2003), “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 *soleis* 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 05) (BRASIL, 2009).

Imagem 05: 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).

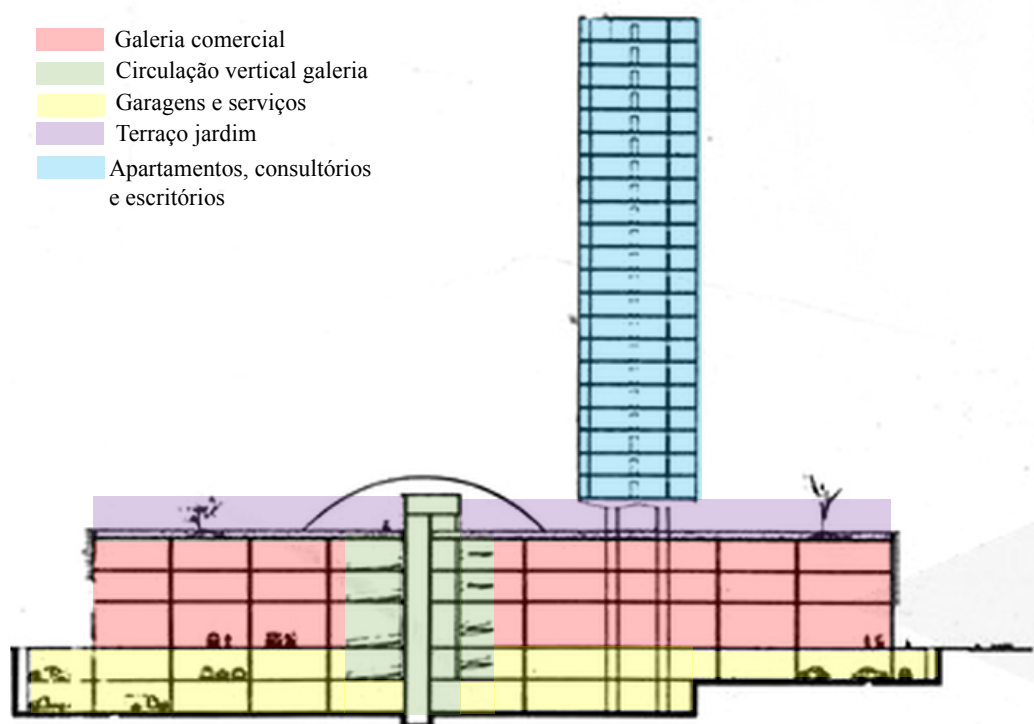
3.2.1 Forma e função

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 06). 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 06: 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 07), como solução para reduzir a entrada de radiação solar e controlar a permeabilidade visual entre interior e exterior (BORTOLLI JR, 2014).

Imagem 07: 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).

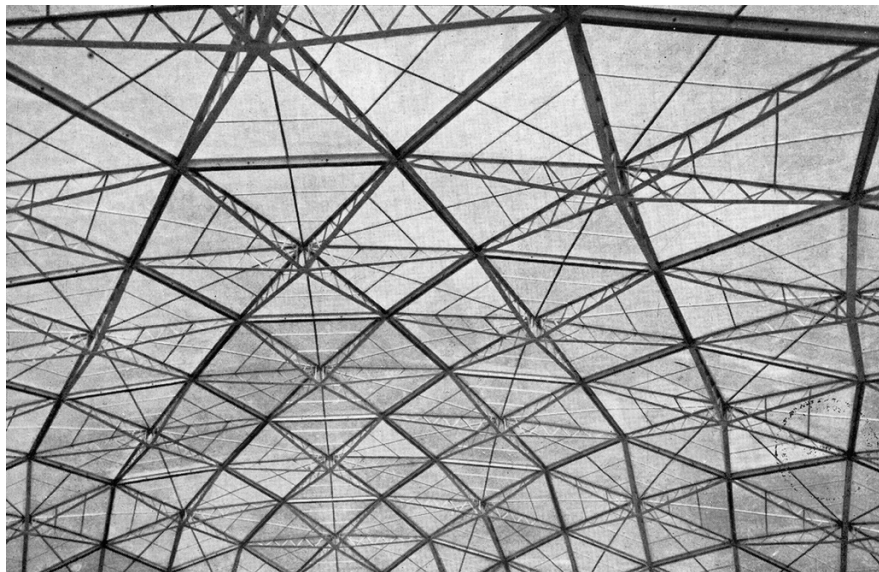
3.2.3 Sustentabilidade aplicada

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 soleis com a função de proteção solar (BORTOLLI JR, 2014).

As galerias do edifício comercial convergem numa área central com cobertura translúcida (Imagem 08) que visa garantir a entrada de luz solar ao centro do embasamento (FRAU, 2016).

Imagem 08: Cúpula geodésica.



Fonte: BRASIL (2015)

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).

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 09) 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 09: 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

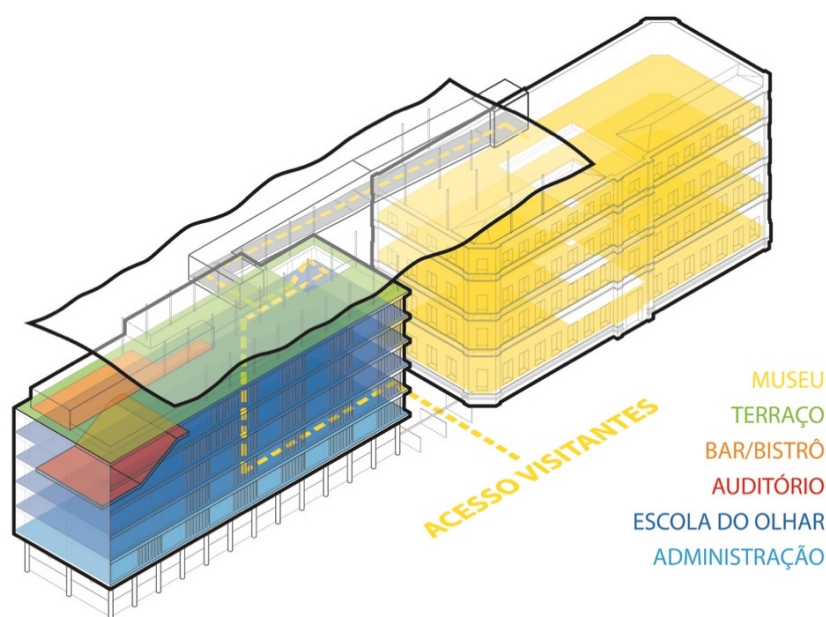
A proposta necessitou de análise levando em consideração os diferentes tipos de tombamento e preservação dos edifícios. Tendo como primeiro grande desafio criar uma

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 10). A base do prédio da Escola, com pilotis, transformou-se em grande *foyer* do empreendimento (SILVA, 2017).

Imagem 10: 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 visitação do 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).

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 11), 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).

Imagem 11: Cobertura e praça suspensa.



Fonte: BERNARDES ARQUITETURA.

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 publico-privadas, o Museu do Amanhã faz contraste com praça onde esta inserida. A forma pós-moderna, orgânica e sustentável foi projetada pelo arquiteto espanhol Santiago Calatrava (MERCHER, 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 12) 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 esta flutuando (ARCHDAILY, 2016).

Imagem 12: 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 13) 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 13: 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. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

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 que será o próximo passo da presente monografia. 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.

O capítulo seguinte traz correlatos, intencionando o melhor embasamento do tema. Cada correlato é, em um primeiro momento, brevemente apresentada, 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, tornando-as sustentáveis; e 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 e, portanto, sustentáveis.

As informações coletadas e apresentadas até o momento alcançam todos os objetivos propostos para a pesquisa sendo, o próximo passo, a apresentação das obras a serem estudadas para, então, chegar ao desfecho para o problema levantado que é quanto à materialização da sustentabilidade nos edifícios Gustavo Capanema e Eldorado Business Tower. Também será analisado se a conclusão corresponde com a hipótese inicial.

REFERÊNCIAS

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

ARCHDAILY. **MAR – Museu de Arte do Rio / Bernardes + Jacobsen Arquitetura**. 11 abr. 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). 19 abr. 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 & Nainfy, 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 Gili, 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. **Arquitectura 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.

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.

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

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.

OLGYAY, V. **Design with climate – Bioclimatic approach to architectural regionalismo**. 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: Edifício 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 – PROPAR, 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.

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.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, concurreiros, 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.

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.

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.

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.

VOSGUERITCHUAN, 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.