



A Tectônica do Metal na Arquitetura:

Estudos de Caso no Nordeste Brasileiro

Érika Ferreira Marinho

Érika Ferreira Marinho

A TECTÔNICA DO METAL NA ARQUITETURA

Estudos de Caso no Nordeste Brasileiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (PPGAU/UFPB) como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Germana Costa Rocha

João Pessoa, novembro de 2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M337t Marinho, Érika Ferreira.

A tectônica do metal na arquitetura : estudos de caso no nordeste brasileiro / Érika Ferreira Marinho. - João Pessoa, 2022.
154 f. : il.

Orientação: Germana Costa Rocha.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Arquitetura. 2. Estratégias bioclimáticas. 3. Clima quente e úmido. 4. Nordeste brasileiro. I. Rocha, Germana Costa. II. Título.

UFPB/BC

CDU 72(043)

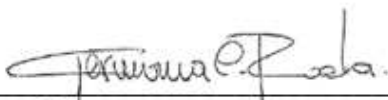
Érika Ferreira Marinho

A TECTÔNICA DO METAL NA ARQUITETURA

Estudos de Caso no Nordeste Brasileiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba (PPGAU/UFPB) como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 30 de novembro de 2022.



Prof.^a Dr.^a Germana Costa Rocha
(Orientadora/Presidente – PPGAU/UFPB)



Prof.^a Dr.^a Wylma Carlos Lima Vidal
(Avaliador Interna – PPGAU/UFPB)



Prof.^a Dr.^a Maísa Fernandes Dutra Veloso
(Avaliadora Externa – PPGAU/UFRN)



Erika Ferreira Marinho
(Discente)

“Arquitetura é uma linguagem que tem a disciplina de uma gramática. A linguagem pode ser usada para fins normais do dia-a-dia como prosa. E se você for muito bom, pode ser poeta.”

Mies van der Rohe

AGRADECIMENTOS

Nesse período atípico que o mundo atravessa, que coincidiu com a elaboração da minha dissertação, muitas foram as pessoas que se fizeram necessárias para suportar as dificuldades que apareceram com um sorriso no rosto.

À minha família e meu amor, pelo apoio incondicional, broncas e abraços.

À minha orientadora Germana, agradeço pela compreensão, paciência, apoio e companheirismo. Mais do que uma professora, sinto que ganhei uma amiga muito querida.

Aos meus amigos, de cada canto do Brasil, que mesmo à distância se fizeram presentes graças à internet, meu muito obrigada pelo suporte de todas as maneiras possíveis.

Agradeço também às dificuldades, pois elas me fizeram mais forte e resiliente.

RESUMO:

Esta pesquisa teve como tema central a análise da tectônica do metal em obras arquitetônicas contemporâneas e o modo como os recursos técnico-expressivos que esse material permite são utilizados, frente às características do clima e do lugar. Entendendo que o caráter tectônico da arquitetura, constituindo-se das interações entre expressividade e materialidade, resulta também das estratégias bioclimáticas adotadas ao se considerar as características climáticas do sítio. Ao observar o panorama da produção da arquitetura nacional das últimas décadas, verificou-se o crescente uso do metal como material de construção, principalmente em estruturas de suporte da forma arquitetônica nos mais variados tipos edifícios, tornando-se importante estudar a relação existente entre o uso desse material e as estratégias bioclimáticas adotadas já que unidos, eles são determinantes da estrutura formal, podendo enaltecer o caráter tectônico da arquitetura a partir das possibilidades expressivas dessa união. Assim sendo, a pesquisa partiu da premissa de que o metal pode ser utilizado na arquitetura como matéria expressiva e recurso tecnológico que viabiliza a adoção de estratégias bioclimáticas, tendo como principal objetivo analisar a tectônica do metal em obras arquitetônicas contemporâneas construídas no Nordeste brasileiro, em clima quente-úmido, a partir da década de 1990, para verificar se os recursos técnico-expressivos que esse material permite são utilizados de modo adequado às características do clima e do lugar. Após uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos que permeiam os temas, definiram-se os parâmetros analíticos da tectônica em consonância com as estratégias bioclimáticas para o clima quente-úmido a fim de se observar a validade ou não da premissa. Foram eleitas para análise tectônica obras arquitetônicas referenciais com diferentes programas e soluções específicas, onde predominasse o uso do metal em sua estrutura formal, projetadas por arquitetos de reconhecida competência em nível local, nacional e internacional, a saber: o edifício que abrigou a concessionária da Peugeot (1996) em João Pessoa/PB– projetado pelo arquiteto Gilberto Guedes; o hospital da Rede Sarah (1994) em Salvador/BA, de autoria do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé) e a Arena do Morro (2014) na cidade de Natal/RN, concebido pelo escritório suíço Herzog & De Meuron. A partir das análises, comprovou-se uma qualidade arquitetônica alcançada pela exploração das potencialidades expressivas do metal em consonância com a utilização de estratégias bioclimáticas apropriadas ao clima quente-úmido, reforçando a possibilidade de alinhamento entre a expressividade decorrente da materialidade arquitetônica e adequação às características climáticas do lugar.

PALAVRAS-CHAVE: Tectônica da arquitetura; Metal; Estratégias bioclimáticas; Clima quente e úmido; Nordeste brasileiro.

ABSTRACT:

This research had as its central theme the tectonic analysis of metal in contemporary architectural constructions and the manner of how the technical-expressive resources that this material enables are used based on the climate and location. Understanding that the tectonics character of architecture, composed of interactions between expressiveness and materiality, results also from bioclimatic strategies adopted considering the climatic characteristics of the site. When observing the scenery of the national architectural production in the last decades, it was verified the increscent use of metal as a construction material, mainly in support structures of the architectural form in the most varied buildings, becoming important to study the existing relation between the use of this material and the bioclimatic strategies adopted whereas when united are determinants of the formal structure, being able to praise the tectonic character of architecture from the expressive possibilities of this union. Therefore, the research started from the premise that metal can be used on architecture as expressive material and technological resource that makes possible the adoption of bioclimatic strategies, having as main objective to analyze the metal tectonic in contemporary architectural constructions built on the Brazilian Northeast, in a hot and humid climate since the 1990 decade, to verify if the technical-expressiveness resources that this material enable are used properly to the climate and location characteristics. After a bibliographic review around the main concepts that permeate these themes, parameters of analytical tectonics were set in consonance with the bioclimatic strategies for hot and humid climate in order to observe the validity or otherwise of the premise. Reference architectural works with different programs and specific solutions were elected for the tectonic analysis, in which predominated the use of metal in their formal structure, designed by architects of recognized competence on a local, national and international level, as: the building that housed the Peugeot dealership (1996) in João Pessoa/PB - designed by the architect Gilberto Guedes; the hospital of Sarah Kubitschek (1994) in Salvador/BA, by architect João Filgueiras "Lelé" Lima and the Morro Arena in the city of Natal/RN, conceived by the swiss office Herzog & De Meuron. From the analysis, it was proven that a architectonic quality was reached by the exploitation of the expressive potentialities of metal in consonance with the use of proper bioclimatic strategies for the hot and humid climate, reinforcing the possibility of alignment between the expressiveness arising from architectonic materiality and suitability of the location and climate characteristics.

KEYWORDS: Architectural Tectonics; Metal; Bioclimatic strategies; Hot and humid climate; Brazilian Northeast.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das obras escolhidas.	23
Figura 2: Estudo da Cabana Caribenha.	30
Figura 3: Cabana primitiva.	30
Figura 4: (a) Templo do Partenon em Atenas; (b) Detalhe da coluna no Partenon em Atenas.	33
Figura 5: Distribuição das edificações em uma vila localizada em clima quente e úmido.	45
Figura 6: Exemplo de edificação em tribo localizada em região com clima quente e úmido.	45
Figura 7: Exemplos de modificação do fluxo de ar por meio de barreiras criadas	48
Figura 8: Zoneamento bioclimático brasileiro segundo a NBR 15220-3.	49
Figura 9: Carta de Givoni adaptada para a NBR 15220-3 e tabela com detalhamento das estratégias de condicionamento térmico segundo a NBR 15220-3.	50
Figura 10: Rosa dos ventos com velocidades, orientação e frequência de ocorrência dos ventos para a cidade de Salvador.	51
Figura 11: Uso de árvores de copas altas sombreiam e permitem o vento adentrar nas edificações térreas.	52
Figura 12: Soluções técnicas para o Construir Frondoso.	53
Figura 13: Casa da Cascata (1936), projeto de Frank Lloyd Wright.	55
Figura 14: Uso do pilotis para permeabilidade do térreo no Palácio Gustavo Capanema/RJ (1936).	56
Figura 15: Estação ambiental de Balbina (1983).	56
Figura 16: Torre Menara Mesiniaga. (a) Esquema desenhado por Lamberts que mostra os elementos construtivos da torre. (b) Planos da torre; (c) Edificação construída, vista por fora e por dentro.	57
Figura 17: Fábrica Ipel/SP.	58

Figura 18: Utilização de brises nas envoltórias das edificações. (a) brise fixo; (b) brise móvel.....	58
Figura 19: Ironbridge (1779) (a)visão geral da ponte; (b) detalhe dos elementos em ferro fundido.	60
Figura 20: Gravura do Palácio de Cristal, 1850.....	61
Figura 21: Interior do Palácio de Cristal: (a)Litografia em cores da cerimônia de inauguração por Louis Haghe, 1851; (b)Estrutura interna.....	61
Figura 22: Exemplos de catálogos e propagandas da empresa de Walter Macfarlane & Co (1890 e 1909).	62
Figura 23: Ponte da Boa vista em 1900.....	64
Figura 24: Mercado de São José, Recife/ PE.....	64
Figura 25: Teatro José de Alencar (1910) em Fortaleza/CE.	65
Figura 26: (a) Torre Eiffel, Paris; (b) Parte da estrutura metálica envidraçada que corresponde à nave central da coberta do Grand Palais.	65
Figura 27: Home Insurence Building, Chicago/EUA.	66
Figura 28: Edifício Garagem América em São Paulo logo após sua inauguração e imagem mais recente.....	67
Figura 29: Centro Georges Pompidou dos arquitetos Renzo Piano & Rogers em Paris.....	68
Figura 30: Vista da praça coberta no Espaço cultural.....	69
Figura 31: (a) vista frontal do prédio da Casa do Comércio; (b) Vista da volumetria do edifício.	70
Figura 32: (a) Croqui inicial do arquiteto para a EPA; (b) Escola Panamericana de Artes- Unidade Angélica.	71
Figura 33: Croqui inicial do arquiteto para sede do escritório; (b)Estrutura; (c)Obra finalizada.	71
Figura 34:Obras de Santiago Calatrava. (a)Museu do Amanhã/ Brasil; (b) Gare do Oriente/Portugal; (c)Ponte da Paz/Canadá.	72
Figura 35:Edificações de estrutura metálica, que, externamente não há legibilidade estrutural. (a) Shopping RioMar em Recife; (b) Arena das Dunas em Natal; (c) Empresarial Charles Darwin em Recife.	72
Figura 36: (a) Bar em container no Recife/PE; (b)Casa em Light Steel Frame; (c) Conselho Regional de Medicina do Ceará com estrutura em diagrids.	77
Figura 37: Relações entre o metal e o construir frondoso.	79
Figura 38: Levantamento inicial das obras a serem analisadas. (a) Arena do Morro, Natal/RN; (b) CREMEC, Fortaleza/CE; (c) Espaço Cultural, João Pessoa/PB; (d) Concessionária Peugeot, João Pessoa/PB; (e) Hospital de trauma, João Pessoa/PB; (f) Hospital rede Sarah, Salvador/BA; (g) Concessionária Honda, João Pessoa/PB; (h) Casa de Comércio SESC, Salvador/BA; (i) Aeroporto dos Guararapes, Recife/PE.....	83
Figura 39: Sobreposição do Mapa indicativo das cidades dos objetos a serem analisados e Zonas Bioclimáticas segundo a Norma.	84
Figura 40: Obra (L) Concessionária Peugeot (1996), João Pessoa/PB.	85
Figura 41: Obra (N) Hospital Rede Sarah Salvador (1994), Salvador/BA.	85
Figura 42: Obra (I) - Arena do Morro (2014), Natal/RN.....	86
Figura 43: Quadro dos parâmetros analíticos da tectônica adotados por Rocha.	87
Figura 44: Esquema resumo dos parâmetros analíticos.....	90
Figura 45: Edificação da Concessionária Peugeot, 1996.....	94
Figura 46: Solução adotada para a estrutura do Espaço Cultural José Lins do Rego.	95

Figura 47: Autoclube Honda e Hospital de Trauma de João pessoa. (a) vista de ambas as margens da BR 230; (b)AutoClube Honda; (c)Hospital de Trauma.....	95
Figura 48: Localização do objeto de estudo.	96
Figura 49: Recuos da edificação em relação ao lote.	97
Figura 50: Inserção da edificação na paisagem urbana na época de sua construção.	98
Figura 51: Planta baixa- pavimento térreo.....	98
Figura 52: (a)Planta do mezanino/1º pavimento; (b) Planta de locação e coberta. ...	99
Figura 53: Corte Longitudinal.	99
Figura 54: Vista da entrada da edificação na década de 1990.	99
Figura 55: Corte da estrutura metálica.	100
Figura 56: Imagem de parte da coberta.....	101
Figura 57: Perspectiva que mostra os elementos da cobertura.	101
Figura 58: (a) Ligações entre tesouras e pilares; (b) Detalhe de tirantes entre tesouras e estrutura de sustentação das telhas.	102
Figura 59: Imagens internas. (a)vista da entrada para o showroom; (b) vista do pátio posterior para a oficina	102
Figura 60: Vista do espaço interno do showroom.....	103
Figura 61: Vista da edificação.	104
Figura 62: Eletrodutos chegando nas luminárias.....	105
Figura 63: Edificação iluminada à noite.	105
Figura 64: Detalhes do sistema para caimento de águas pluviais.	106
Figura 65: Prancha do projeto de detalhamento das chapas de ligação.....	107
Figura 66: Vista aérea do Hospital Sarah Salvador.	108
Figura 67:Vista interna do hospital Sarah, Fortaleza/CE; Centro de Reabilitação Sarah Kubitschek Lago Norte, Brasília/DF; Vista externa do hospital Sarah Rio/RJ, respectivamente.	109
Figura 68: Localização e acessos do objeto de estudo. (a) indicação dos acessos e perímetros do lote; (b) visão geral da parte de Salvador na qual o lote está inserido.....	110
Figura 69: Hospital Sarah protegido do urbano. (a) Vista pela parte Oeste do lote; (b)Vista pela parte Sul do lote, onde pode-se ver o CTRS e ao fundo o hospital protegido na paisagem.	110
Figura 70: (a) Perspectiva do hospital Sarah Salvador e seu entorno; (b) Rosa dos ventos de Salvador.	110
Figura 71: Esboço da edificação acima da colina.	111
Figura 72: Planta baixa do térreo.	112
Figura 73:Planta do pavimento semi-enterrado.	112
Figura 74: Planta do pavimento subsolo.....	112
Figura 75: Corte A:A.....	113
Figura 76: Fachada Noroeste.....	113
Figura 77: Espera dos ambulatórios.....	113
Figura 78: Composição da estrutura da coberta.....	115
Figura 79: (a) vista externa da coberta do auditório apoiada por tirantes; (b)Vista interna do vão do auditório.....	116
Figura 80: Diferença entre materiais.	116
Figura 81: Alguns elementos de vedação.....	117
Figura 82: Divisórias leves e vidro sendo utilizados no corredor do setor de serviço.	117
Figura 83: Esquema de funcionamento do sistema de ventilação natural.	118

Figura 84: Galerias com o posicionamento das tubulações. (a) Croqui feito por Lelé; (b) imagem interna.....	118
Figura 85: Diferença de tamanho dos sheds.	119
Figura 86: Esquema e vista externa das testeiras e brises.....	119
Figura 87: Aberturas dos sheds com janelas testeiras e brises.	120
Figura 88: Testeira e brises vistos pelo interior da edificação.....	120
Figura 89: Diferentes tipos de fechamentos da cobertura.....	120
Figura 90: Visão interna da diferença entre o tratamento da coberta.	121
Figura 91: Esquema de funcionamento da calha.....	122
Figura 92: Calhas metálicas com a instalação elétrica saindo dela para os ventiladores e as luminárias.....	122
Figura 93: Acionamento dos basculantes.....	123
Figura 94: Transições e ligações entre os elementos da estrutura e os elementos de vedação.....	123
Figura 95: Terraços dos quartos de internação integrados com o exterior.	124
Figura 96: Projeto urbano Visão para Mãe Luiza.	125
Figura 97: Edição 242 da revista AU.	126
Figura 98: Localização do edifício.	127
Figura 99: Rosa dos ventos com frequência e velocidade predominante em cada estação do ano em Natal.	127
Figura 100: Relação entre a estrutura anterior e a projetada.....	128
Figura 101: Terreno antes da edificação com ginásio da escola.	128
Figura 102: O edifício e seu entorno.	128
Figura 103: Acessos para o interior da edificação.	129
Figura 104: Curvas de nível do terreno e sobreposição do plano de piso da edificação.	129
Figura 105: Planta baixa pavimento térreo.	130
Figura 106: Planta baixa 1º pavimento.	130
Figura 107: Planta de locação e coberta.	131
Figura 108: Corte transversal s2.	131
Figura 109: Fachada Nordeste vista pelo olhar do pedestre em uma cota da rua. .	132
Figura 110: Fachada Sudoeste.	132
Figura 111: Vegetação utilizada na transição de cotas.....	133
Figura 112: Fachada Nordeste vista de uma cota mais alta da rua.	134
Figura 113: Transição entre materiais na estrutura.	134
Figura 114: Terças duplas que funcionam como mãos francesas para travamento dos beirais.	135
Figura 115: Detalhe da sustentação das terças nas vigas.....	135
Figura 116: Sistema de calha da coberta em funcionamento.	136
Figura 117: Vista interna da coberta.....	137
Figura 118: Detalhe da mudança de seção do pilar após a transição de material. .	138
Figura 119: Elementos da coberta metálica partem dos pilares de concreto do entorno.	139
Figura 120: Mockups da coberta.	140
Figura 121: Relação da iluminação com o edifício ao longo do dia.....	140
Figura 122: Tratamentos de textura diferentes do metal.	141
Figura 123: Cesta de basquete: fotos e esquemas	142
Figura 124: Rede de proteção: fotos e esquemas	143
Figura 125: Corrimão metálico.	144

Figura 126: Detalhe de guarda-corpo do corrimão.	144
Figura 127: Vista interna da Arena do Morro.	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro resumo relacionando as estratégias bioclimáticas e as soluções construtivas encontradas nas bibliografias estudadas	53
Tabela 2: Quadro resumo com as relações entre as possibilidades construtivas do metal e as soluções construtivas para os trópicos ensolarados de HOLANDA (1976)	80

INTRODUÇÃO	16
PARTE 1. Fundamentação teórico-metodológica.....	26
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DA TECTÔNICA NA ARQUITETURA.....	27
1.1 Conceitos em torno da Tectônica.....	28
1.2 Ecos da Tectônica	35
CAPÍTULO 2. O CONTEXTO CLIMÁTICO DO LUGAR E O MATERIAL	42
2.1 Contexto climático do lugar.....	43
2.1.1 Arquitetura, Clima e o Projeto Bioclimático.....	43
2.1.2 As Estratégias Bioclimáticas e sua relação com a expressividade arquitetônica no clima quente e úmido.....	46
2.2 Material.....	59
2.2.1 Breve historiografia do uso do metal na arquitetura.....	60
2.2.2 Características físicas e possibilidades construtivas e expressivas do metal para o clima quente e úmido.....	73
CAPÍTULO 3. PARÂMETROS ANALÍTICOS.....	81
3.1 Critério de escolha das obras	82
3.2 Apresentação dos Parâmetros analíticos.....	86
PARTE 2. Análises e discussões.....	92
4. ANÁLISES.....	93
4.1 Concessionária Peugeot - João Pessoa (1994 -1996)	94
4.2 Hospital Rede Sarah - Salvador (1992-1994).....	107

4.3. Arena do Morro – Natal (2009-2014)	124
CAPÍTULO 5. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como tema central a análise da tectônica do metal em obras arquitetônicas contemporâneas e o modo como os recursos técnico-expressivos que esse material permite são utilizados frente às características do clima e do lugar. Parte-se do entendimento de que o caráter tectônico de determinadas edificações, além das interações entre expressividade e materialidade, resulta também, das estratégias bioclimáticas adotadas ao se considerar o contexto climático, além das demais características do sítio onde estão inseridas.

A pesquisa tem como base o conceito de tectônica na teoria contemporânea da arquitetura, que ganhou repercussão a partir da publicação da obra de Kenneth Frampton, “*Studies in tectonic culture*”, em 1995 nos Estados Unidos. Neste livro, a tectônica é utilizada como categoria de análise, tendo como foco a envoltória do espaço arquitetural em sua dimensão material e tátil conforme observa Rocha (2012).

Esse novo modo de ver e analisar a arquitetura, apesar, e talvez, devido a discussão em torno do uso do termo tectônica em múltiplos sentidos por Frampton, ganhou relevância em pesquisas acadêmicas e publicações nas duas primeiras décadas do século XXI, em diversos países incluindo o Brasil. Assim, outros textos do próprio Frampton e de demais estudiosos da tectônica, como é o caso de Sekler (1965), Semper (2004) e Botticher (1846), além de estudos posteriores e mais recentes feitos por brasileiros, dentre eles os artigos, teses e dissertações de autores brasileiros como Amaral (2009), Costa Lima (2012), Rocha

(2012), Andrade (2016), Balbi (2018), Aguiar (2018; 2019) e Favero (2018; 2019), que colaboraram para a disseminação e discussão da tectônica como abordagem analítico-projetual no Brasil foram analisados para fundamentar esta pesquisa.

Entendendo a tectônica como a união entre os aspectos estético-simbólicos e técnicos, estudar essa dimensão da arquitetura, de acordo com Frampton (1990;1995), significa investigar as interações entre a forma arquitetônica e a poética construtiva, de modo que a sua expressividade não se separe do modo de construir e dos materiais empregados. Segundo Rocha (2012), há uma influência recíproca entre a concepção técnico-formal, estando o caráter tectônico da arquitetura relacionado aos nexos indissociáveis entre a expressividade e a sua materialidade, ou seja, entre a ordem técnica e a ordem estética.

Devido a importância dada à análise tectônica partindo da compreensão de que o lugar, também chamado de sítio, no qual o edifício está inserido é o *ponto de partida para a arquitetura* (ANDO, 2016; GREGOTTI, 2016; SEMPER, 2004 apud ROCHA, 2012, p.78) e ao uso do material para a expressão arquitetônica que pode repercutir no resultado formal expressivo, busca-se nesta pesquisa um aprofundamento no estudo da relação entre o contexto e as características climáticas do sítio e o material empregado, no caso o metal, e suas influências no caráter tectônico da estrutura formal da arquitetura.

Este questionamento surgiu após a realização do trabalho de conclusão da graduação em Arquitetura e Urbanismo da autora desta pesquisa, que versava sobre o protagonismo do aço no Nordeste (MARINHO, 2018). Os resultados obtidos nessa pesquisa nos levaram a questionar de que maneira a tectônica do metal se relacionava com a utilização das estratégias bioclimáticas nas edificações localizadas em cidades do Nordeste brasileiro, onde o clima é quente e úmido.

Assim, sendo, outro conceito que fundamenta esta pesquisa é o de arquitetura bioclimática, que tem como escopo a adequação da construção de espaços arquitetônicos ao clima, visando principalmente o conforto do usuário, com foco no envelope da construção, também chamado de envoltória, regulando os fatores existentes no entorno, como a temperatura, iluminação e ventilação natural, através de recursos projetuais (OLGYAY, 1963; LAMBERTS, 2013).

Vários estudos apontam para estratégias bioclimáticas a serem utilizadas considerando cada contexto climático, desde o processo de concepção da arquitetura. No Brasil, país de dimensões continentais, foram indicadas oito zonas com diferentes tipos de clima, sendo predominante em mais da metade do país a Zona Bioclimática 8, conforme a classificação da NBR-15220/2005.

O Nordeste brasileiro é uma das regiões em que essa zona predomina, cujas estratégias bioclimáticas mais adequadas para esse clima são o sombreamento dos espaços natural e construído, a ventilação constante para desumidificação do ar e diminuição da sensação de calor e temperaturas internas à edificação a partir da massa térmica para resfriamento (OLGYAY, 1963; LAMBERTS, 2013).

Em “*Roteiro para Construir no Nordeste*”, Armando de Holanda (1976) relaciona as soluções projetuais para a envoltória do espaço arquitetônico adequadas às características climáticas dos “*trópicos ensolarados*”, a partir do conceito do “*construir frondoso*”, dando protagonismo principalmente à sombra e à ventilação cruzada. Embora as soluções propostas retratem a realidade arquitetônica da época, contextualizada pela arquitetura moderna e construção da identidade local, elas podem ser utilizadas em toda época.

Existem relações entre as soluções encontradas em Holanda (1976) e as estratégias bioclimáticas defendidas por outros estudiosos desta temática, as quais, para um melhor resultado arquitetônico, devem ser trabalhadas em conformidade com o material a ser adotado. Destas relações, pode-se inferir as interfaces contidas na tectônica da arquitetura, onde a técnica e o simbolismo andam juntas na formação de uma expressividade formal arquitetônica que considera o entorno climático no qual o objeto está inserido.

Apesar de, comumente, se pensar em sistemas tradicionais, como a alvenaria de tijolos cerâmicos e estruturas leves em madeira nos trópicos, para resolver as questões de identidade e simbolismo nas construções e sua relação com o lugar, as tecnologias construtivas contemporâneas sempre devem ser levadas em consideração no debate e entendimento das possibilidades arquitetônicas. Mais recentemente, observou-se o uso do concreto armado a partir de elementos como as lajes planas, utilização de telhas de fibrocimento, que são recursos inadequados às características do clima quente e úmido, a depender da maneira de sua utilização. Principalmente nestes casos, o projeto deve atuar de modo interdisciplinar, com diversos profissionais trabalhando juntos, de modo que a utilização dos materiais seja realizada com maior aproveitamento de suas vantagens. Para atingir esse sucesso, é preciso conhecer suas características particulares.

Sendo o projeto arquitetônico composto por várias facetas, já que ele é simultaneamente técnico, programático, cultural e formal, a ênfase em determinado aspecto é dada, geralmente, na definição do partido e afeta o resultado expressivo da arquitetura (KWOK, 2013 apud ROCHA, 2012). Desse modo, a escolha das estratégias bioclimáticas com vistas ao conforto no ambiente construído e ao bom desempenho na edificação, principalmente o térmico, devem ser tomadas nas fases iniciais do processo projetual, uma vez que essa decisão, considerando o contexto climático, tem repercussão em diversos fatores, como a orientação e forma da edificação e sua inserção no lote. Ressalta-se ainda a

necessidade da escolha dos materiais e tecnologias a serem utilizadas no momento dos estudos preliminares do projeto arquitetônico.

Tanto no panorama internacional quanto nacional, de um modo geral, podemos notar que, o crescente uso do metal, tanto pelas suas possibilidades técnicas como expressivas, estando seu emprego na estrutura formal arquitetônica, muitas vezes vinculado ao desejo de se demonstrar o avanço tecnológico e o domínio da técnica, destacando seu valor simbólico.

Observando a historiografia do uso do metal na arquitetura por meio dos escritos de Leonardo Benévolo em *“História da Arquitetura Moderna”* (2001), Geraldo Gomes da Silva em *“Arquitetura do Ferro no Brasil”* (1987), Cacilda Teixeira da Costa em *“Sonho e Técnica: A arquitetura de ferro no Brasil”* (2001) e Luís Andrade de Mattos Dias em *“Aço e Arquitetura: Estudos de edificações no Brasil”* (2001) e entendendo as propriedades dos materiais a partir dos principais manuais técnicos e bibliografias como *“Estruturas de Aço: Conceito, técnicas e linguagem”* (1997) também de Luís Andrade de Mattos Dias, busca-se conhecer as potencialidades projetuais e como o metal foi utilizado na arquitetura e sua interface com o presente.

Resumidamente, ela se dá a partir do século XIX, num momento de ruptura com as técnicas tradicionais de edificação. *“Esta foi a época de construções industriais e industrializadas possibilitada pelo aparecimento dos novos materiais, dentre eles o ferro fundido, o vidro e mais tarde o aço.”* (COSTA, 2001, p.21). Numa crescente utilização do ferro em todos os setores da vida, inclusive na arquitetura, essa sociedade ficou conhecida por alguns estudiosos como a *“civilização do ferro”* (SILVA, 1987). Referente à esta evolução tecnológica na utilização desse material, os efeitos da industrialização ao redor do mundo provocaram mudanças profundas no modo de entender e fazer a arquitetura do metal, que apenas foram valorizadas e reconhecidas com o passar do tempo.

No Brasil, as estruturas metálicas são empregadas principalmente nas estruturas de suporte da forma arquitetônica, em galpões industriais, plataformas petrolíferas e edificações comerciais baixas, como centros de compras, postos de gasolina e revendedoras de veículos, ginásios de esportes, pavilhões de eventos que abrigam espetáculos e feiras, além de torres de transmissão de telecomunicações e de energia elétrica. Seu uso é relativamente pequeno nas pontes, onde tudo começou¹, e muito reduzido em edifícios altos, sejam eles residenciais, comerciais ou públicos, possuindo, nesses tipos edifícios, enorme potencial de crescimento. Apesar de o emprego desse

¹ A *“IronBridge”*, construída sobre o rio Severn entre os anos de 1777 e 1779, por Thomas Farnolls Pritchard juntamente com o trabalho de fundição de Abraham Darby (COSTA, 2001; BENÉVOLO, 2001).

material ser utilizado na maioria dessas construções com pouco resultado estético, alguns arquitetos brasileiros têm explorado o potencial expressivo do metal na concepção de suas obras.

Ainda na década de 1950, o arquiteto carioca Sérgio Bernardes tornou-se um dos pioneiros na utilização expressiva desse material na arquitetura moderna, como pode ser observado na Casa de Lota e no Pavilhão de Exposição da Bienal de Bruxelas. Com o desenvolvimento da indústria siderúrgica no final da década de 1970 e início dos anos 1980, o uso do metal em obras arquitetônicas significativas foi incrementado, em obras realizadas pelo próprio Bernardes, entre outros mestres modernos (ROCHA, 2012).

Siegbert Zanettini, outro arquiteto brasileiro reconhecido pela boa empregabilidade do aço e por desenvolver projetos inovadores com estruturas metálicas em edificações, como a sede do seu próprio escritório em São Paulo, reconhece que só foi possível chegar nesse nível de complexidade projetual rico e conceitualmente corretos de soluções devido a um apurado domínio das técnicas construtivas, selecionadas e aplicadas com indiscutível rigor, conforme as características de cada obra, cada lugar e de cada material a ser utilizado (BORSATO, 2009). Ele considera que as escolas de engenharia e arquitetura como um todo contribuíram para a estagnação da construção metálica no Brasil, uma vez que diziam ensinar resistência dos materiais, mas as aulas eram todas focadas no concreto armado, e as estruturas metálicas não faziam parte de seu currículo, ou, quando integradas, era apenas como uma disciplina eletiva/optativa (BORSATO, 2009).

Desde o início do seu emprego até os dias de hoje, a arquitetura trilha um importante papel no desenvolvimento e uso do metal, principalmente o aço, que vai além do seu papel indutor do processo de racionalização da construção (DIAS, 2001). Otimização dos custos mediante contenção dos desperdícios de materiais, padronização, produção seriada e em escala, racionalização do consumo de energia, cronogramas mais rígidos de planejamento e execução aparecem como características físicas do uso do material, mas nele pesam também, o seu papel simbólico- expressivo.

Entretanto, em prol de uma arquitetura mais internacionalizada ou para tentar suprir as condições de conforto de maneira mais imediata, sejam eles térmico, acústico e lumínico, muitas vezes essas construções se fecham para o exterior sem tirar partido do entorno e do contexto climático local, contando apenas com a iluminação artificial e o uso de ar condicionados.

A partir das observações feitas, percebe-se em alguns casos foi adotado o conceito de construir frondoso com esse material. Ou seja, foram exploradas as suas potencialidades

construtivas aliadas à estratégias bioclimáticas adequadas para o clima quente e úmido, como por exemplo a esbeltez e a possibilidade de utilização de grandes vãos e grandes beirais em balanço que protegem da iluminação direta do sol ao passo que sombreiam e ventilam o interior da edificação.

Baseando-se nesse entendimento, alguns **questionamentos** foram levantados: De que modo se dá o uso do metal em obras arquitetônicas contemporâneas referenciais construídas em cidades de clima quente-úmido, em particular, no nordeste brasileiro? Como têm sido exploradas as possibilidades técnico-expressivas desse material? Elas atendem às características climáticas do lugar?

Partindo da **premissa** de que o metal pode ser utilizado na arquitetura como matéria expressiva e recurso tecnológico que viabiliza a adoção de estratégias bioclimáticas para o clima quente e úmido no Nordeste brasileiro, investiga-se, sob a ótica da tectônica algumas obras arquitetônicas que foram construídas entre a virada do século XX e as duas primeiras décadas do século XXI, em capitais do Nordeste brasileiro situadas na Zona Bioclimática 8, cujo clima predominante é o quente-úmido e que utilizaram o metal como matéria expressiva de sua estrutura formal.

Sendo assim, o **objetivo principal** desta pesquisa consiste em analisar a tectônica do metal em obras arquitetônicas contemporâneas construídas em clima quente úmido no nordeste brasileiro, a partir da década de 1990, para verificar se os recursos técnico-expressivos que esse material permite são utilizados de modo adequado às características do clima e do lugar.

Para alcançá-lo, busca-se atender aos **objetivos específicos** a seguir: (a) entender o conceito de tectônica na teoria da arquitetura contemporânea enquanto categoria analítica; (b) Investigar, na historiografia da arquitetura, como se deu o uso do metal como matéria construtiva e expressiva; (c) Estudar o conceito de bioclimatologia na arquitetura e identificar quais estratégias bioclimáticas são apropriadas ao clima quente-úmido e (d) estabelecer parâmetros analíticos a partir do resultado da revisão de literatura, a serem aplicados nas análises para atingir o objetivo principal.

A cada dia, o metal está mais presente na construção civil e na arquitetura, entretanto é notória a pouca exploração do seu potencial expressivo. Em todo o país encontra-se uma grande quantidade de obras em estrutura metálica, mas que utilizam o material escondido, de modo que sua expressividade não é revelada. Podemos tomar como exemplos galpões, supermercados, algumas concessionárias de carro, postos de gasolina, dentre outros.

Essa crescente utilização em estruturas resistentes, e mesmo como elemento de vedação, se dá por permitir o desenvolvimento de tecnologias que colaboram na padronização, modulação, pré-fabricação, agilidade, limpeza e industrialização da construção. Devido a isto, se faz necessária a introdução de uma cultura arquitetônica desse material, que, além de outros fatores, priorize a relação com o entorno e os condicionantes ambientais com vistas à redução do consumo energético pelas edificações, ao passo que também seja explorada sua dimensão estético-simbólica.

Derivado daí, surge a importância de se estudar a relação existente entre as estratégias bioclimáticas adotadas, o metal e a expressividade da arquitetura, já que unidas, elas podem ser determinantes na estrutura formal resultante e consequentemente no caráter tectônico. Com a observação do manejo das estratégias bioclimáticas utilizadas em edifícios já construídos e que de alguma maneira são referenciais arquitetônicos, o entendimento do manejo entre o material, o lugar e a expressão pode servir de referência para futuros projetos.

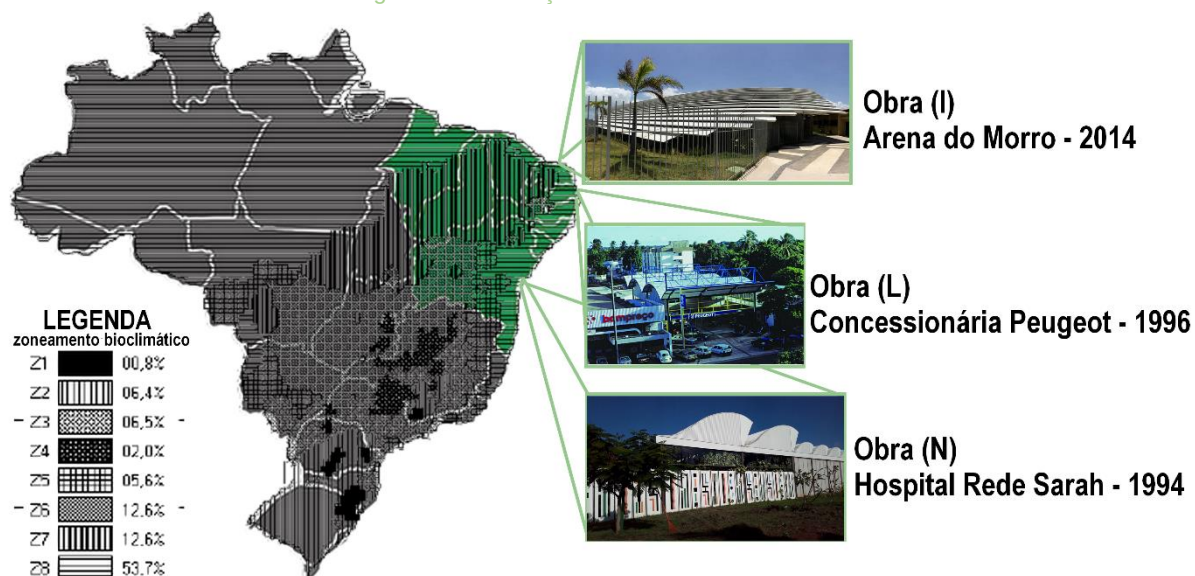
Algumas **etapas metodológicas** foram definidas para organizar o desenvolvimento da pesquisa. Primeiramente, uma revisão bibliográfica foi feita possibilitando o entendimento das teorias que sustentam o trabalho em si, com o intuito de coletar, reunir e agregar informações, conceituando os principais tópicos abordados, em relação ao estudo da tectônica na teoria da arquitetura, ao funcionamento e uso das estruturas metálicas, e sobre as diretrizes e características que devem ser levadas em consideração ao se projetar em um local situado em clima quente úmido, como é o caso do Nordeste do Brasil. Da mesma maneira também buscar em como se encontra o estado da arte e da concepção projetual em relação ao sítio e ao tema, de modo que utilizam do material e seus recursos de linguagem para que a expressividade e a materialidade sejam na mesma medida protagonistas das decisões projetuais arquitetônicas.

Em seguida, foram adotados os critérios para escolha das obras para delimitar o objeto empírico de estudo, os quais serão explicitados no capítulo 3, no qual se apresentam os parâmetros de análise adotados. Ressalta-se aqui, dentre os critérios adotados, a condição de as obras estarem situadas em capitais do Nordeste brasileiro com clima de características quente e úmido, projetadas e construídas entre o final do século XX (década de 1990) e as duas primeiras décadas do século XXI. Deveriam também possuir legibilidade estrutural, onde o metal tivesse participação clara e efetiva na expressividade da forma arquitetônica. Outro fator que delimitou ainda mais o recorte foi o acesso às obras e aos documentos projetuais.

Além disso, buscou-se selecionar obras de arquitetos que tivessem algum reconhecimento local, nacional e/ou internacional e para que os objetos fossem mais

circunscritos ao que se almejava buscar de resultados. Inicialmente foram selecionadas 9 obras, entretanto, apenas três se enquadraram nos critérios adotados, sendo elas, respectivamente: o edifício que abrigou a Concessionária da Peugeot e da Nissan, do arquiteto Gilberto Guedes, em João Pessoa inaugurado em 1996; o Hospital da Rede Sarah de Salvador, projetada e executada por Lelé e inaugurada no ano de 1994; e o ginásio de esportes Arena do Morro em Natal, projetado pelo escritório suíço Herzog & De Meuron e inaugurado no ano de 2014 (Figura 1).

Figura 1: Localização das obras escolhidas.



Fonte: Editado pela autora, 2022.

Cada uma delas demonstra uma importância e um alcance diferente na arquitetura, por motivos a serem apresentados no decorrer das análises, atendendo bem aos critérios definidos, além de possuírem uma diversidade de usos e soluções distintas entre elas, podendo assim serem observados diferentes resultados formais de acordo com a necessidade de cada um.

A definição dos parâmetros analíticos utilizados na pesquisa consistiu na revisão da metodologia adotada por Rocha (2012), que considera os três níveis contidos nas relações decorrentes dos nexos tectônicos presentes entre a expressividade e a materialidade da construção entre a estrutura formal arquitetônica e o sítio, a estrutura resistente e os elementos de vedação. Aliada a ela, uma ênfase maior foi dada aos conceitos de lugar no destaque das estratégias bioclimáticas/soluções técnicas importantes defendidas por autores como Olgyay (1963) e Lamberts (2013) para o clima quente úmido, e trabalhadas em conexão às potencialidades do material empregado, em cada um dos parâmetros adotados pela autora.

Para a etapa de coleta de dados documentais de cada obra, feita após as escolhas das obras, primeiramente, entrou-se em contato com os escritórios responsáveis de cada uma, fazendo requerimentos e pedidos das informações técnicas (plantas, projetos e informações adicionais). Esse critério foi decisivo para a amostra final escolhida, já que em alguns casos, o acesso ao projeto não foi liberado. Além desses dados, foram feitas identificações do local, coletando informações sobre o clima e o microclima local, bem como o contexto histórico do lugar no qual o edifício está inserido. Ferramentas como o Google Maps, Normas, Google Earth e imagens coletadas em artigos e outras fontes confiáveis foram utilizadas para auxiliar as imagens coletadas pela própria autora na etapa metodológica de visitas às obras.

Segundo Charleson (2009), as fotografias de uma edificação publicadas em livros, artigos ou sites costumam ser muito seletivas e limitadas para permitir uma análise por terceiros, e não se comparam com uma visita ao local, na qual cada pessoa que a visita tem um olhar diferenciado para cada detalhe e experimenta uma sensação distinta ao vivenciá-la. Dessa maneira, uma premissa essencial do trabalho foi a ida a cada lugar para assim serem tiradas pela própria autora as imagens utilizadas na análise e, dessa maneira poder ele mesmo vivenciar a obra.

Nesse momento, deve-se ter os parâmetros de análise em mente, a fim de realizar uma primeira visualização e selecionar na visita o que se deve focar no momento dos registros, principalmente fotográficos. Porém, devido à situação provocada pela pandemia, foi impossibilitada a realização dessas visitas após a definição dos critérios de análise, em função da situação de instabilidade da saúde pública, alto risco de contaminação e *lockdown* e medidas restritivas em diversas cidades. Essa etapa foi deixada para segundo plano, em 2021, contudo, a situação voltou a se agravar, deixando incerta a data possível para as visitas.

Apesar disso, dois dos três edifícios escolhidos já haviam sido visitados pela autora em momentos anteriores – A arena do Morro, em Natal, no ano de 2017 e o Hospital da rede Sarah Salvador em 2018. Utilizando das imagens e da percepção da época, junto aos dados documentais coletados recentemente, foi realizada a análise. A concessionária Peugeot foi a única a qual não foram feitas imagens de visitas à obra, principalmente devido as mudanças realizadas no projeto original com o passar dos anos. Assim, foi preferível que fossem utilizadas as imagens e projetos da época, obtidas com o próprio arquiteto Gilberto Guedes, bem como o relato do seu criador, auxiliando para a análise e entendimento da obra por esta autora, que somente viu a obra pelo lado de fora.

Após a definição dos parâmetros analíticos, teve-se início a análise, se debruçando sobre os objetos selecionados a partir das fotografias e materiais coletados, bem como

diagramas, montagens e esquemas, para melhor explicitação e entendimento sobre o projeto, como foram aplicados os elementos e quais as relações entre eles.

Por fim, a partir da discussão dos resultados obtidos, se observou a validade ou não da premissa, bem como o aparecimento de novas hipóteses que surgiram durante a elaboração da pesquisa.

Este trabalho estrutura-se em duas partes principais. Na parte 1, denominada Fundamentação teórico-metodológica, estão contidos 3 capítulos. No Capítulo 1 foram abordados os conceitos da Tectônica na teoria da arquitetura e os caminhos que ela tomou desde seu aparecimento nos estudos dos teóricos até suas discussões mais atuais por meio, principalmente, das discussões de Kenneth Frampton e da reverberação delas nas pesquisas mais atuais.

O Capítulo 2 baseia-se no aprofundamento tanto da contextualização do clima estudado, o clima quente e úmido, suas particularidades, diretrizes e estratégias projetuais recomendadas para uma melhor eficiência energética do edifício de acordo com o entorno encontrado como a busca e entendimento de como se deu a utilização do metal na arquitetura, desde o domínio inicial da técnica e como foi sendo inserido esse material nas construções até os dias de hoje, de modo que suas potencialidades sejam exploradas tanto técnico quanto visualmente, ambos fatores importantes para entender o caráter tectônico da arquitetura. Após a fundamentação teórica abordada nos capítulos anteriores, o capítulo 3 visa explicar melhor os critérios de escolha das obras a serem estudadas e como se deu a adoção dos parâmetros utilizados nas análises.

Já na Parte 2, denominada Análises e discussões, é constituída do capítulo 4, onde são apresentadas as análises sobre as obras escolhidas e o capítulo 5, contendo as discussões e considerações finais.

PARTE 1. Fundamentação teórico-metodológica

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DA TECTÔNICA NA ARQUITETURA

Neste capítulo, busca-se observar a repercussão e importância da tectônica na teoria contemporânea, fundamentando pesquisas, estudos, investigações e entender o significado desses conceitos na teoria da arquitetura utilizados por Frampton (1983; 1990; 1995; 1999) a partir dos principais estudiosos da tectônica por ele citados, ressaltando aqueles que constituem as bases para o uso do termo como categoria analítica da arquitetura, principal abordagem deste trabalho.

Nas duas primeiras décadas do século XXI, observou-se um incremento do uso do termo tectônica no discurso arquitetural, principalmente no estudo da arquitetura em disciplinas e em trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, entre outros) desenvolvidos nesse campo do conhecimento, tanto no Brasil como em nível internacional. Esse fato decorre da publicação do livro “*Studies in Tectonic Culture*” de Kenneth Frampton em 1995 e da repercussão crítica ao mesmo, principalmente nos Estados Unidos, em função do uso do termo em diferentes sentidos por esse autor.

A partir dessa obra a tectônica ganha relevância na teoria da arquitetura contemporânea por se constituir em um novo ângulo de visão da arquitetura, em particular a moderna, fundamentado nos diversos conceitos que Frampton tenta estabelecer a partir das definições de tectônica desenvolvidas por outros estudiosos anteriores a ele. Pois, apesar dessa intensificação recente, o uso do termo na teoria da arquitetura se origina no século XIX, principalmente através da abordagem racionalista estrutural alemã, destacando-se Bötticher e Semper (ROCHA,2012).

1.1 Conceitos em torno da Tectônica

O conceito de tectônica adotado para este trabalho provém das reflexões de Rocha (2012) que assume que ela provém das interações entre a expressividade arquitetônica e suas determinações construtivas, como uma das dimensões essenciais da arquitetura referente à poética construtiva de Frampton.

As dimensões tectônica e espacial são então complementares, com foco direcionado à envoltória como materialização da tectônica, onde suas propriedades, materiais e táteis refletem nos nexos entre o estético e o técnico (ROCHA, 2012). O caminho até esse entendimento foi fundamentado nos diversos conceitos estabelecidos por Frampton a partir do desenvolvimento das definições por outros estudiosos da tectônica anteriores a ele.

“Um olhar pela trajetória do uso da tectônica no discurso de Frampton observa-se que o termo emerge no momento do debate crítico ao pós-modernismo, como resistência e crítica à tendência em determinadas práticas contemporâneas de reduzir a arquitetura à cenografia, em dois ensaios: *“Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance”*, publicado em 1983, e *“Rappel à l’Ordre: The Case for the Tectonic”*, publicado em 1990.” (ROCHA, 2012, p.41)

A tectônica é introduzida na teoria arquitetônica a partir de estudiosos da teoria racionalista estrutural alemã do século XIX (ROCHA, 2012). Dentre esses estudiosos da tectônica se destacam Bötticher e Semper. A partir das reflexões sobre o escopo da tectônica, unidas na introdução do livro de Frampton (1995), alguns conceitos que buscam definir o que a tectônica da arquitetura aborda são estudados.

Etimologicamente, a palavra “tectônica” se origina da palavra grega tekton, que significa carpinteiro ou construtor. Também está relacionado ao sânscrito *taksan*, no que se refere ao ofício da carpintaria e ao uso do machado (FRAMPTON, 1995). “*Em geral a origem do termo faz referência ao artesão dessa época, que trabalhava com materiais rígidos, exceto o metal*” (FRAMPTON, 1995, p.3). Derivada dela surge o *architekton*, ou mestre construtor, que era possuidor de uma noção mais genérica de um fazer, envolvendo junto com a construção a ideia de *poesis*.

Para isso, a verdadeira essência da arquitetura se encontra no simbólico e em como os princípios estruturais das formas e dos materiais são trabalhados (BÖTTICHER, 1846 apud FRAMPTON, 1995). Em outras palavras, era pertinente não só o conhecimento das formas, mas também sua essência e o porquê de sua concepção original e significados por trás dela. Logo, o esqueleto estrutural não devia ser encoberto e mascarado por formas sem sentido, porque ele em si já traria consigo o cerne da construção.

Na busca da relação entre a concepção arquitetônica, sua identidade e simbolismo, vem a relação com o lugar/sítio/topos, essa relação aparece como resistência à tendência à homogeneização da arquitetura causada pelo uso globalizado da tecnologia (ROCHA, 2012).

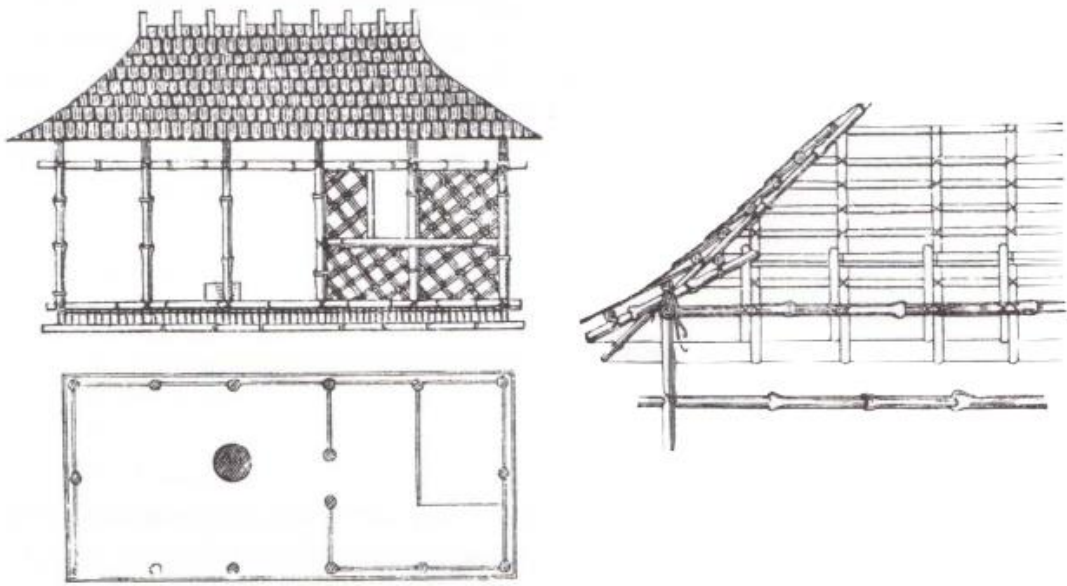
“[...] o interesse fenomenológico na especificidade do lugar, o conceito de tectônica é associado ao de topografia, contexto, clima e luz e, principalmente, ao de place-form (forma do lugar ou caráter do lugar), como resistência ao uso que se faz da tecnologia sem consideração à cultura do lugar.” (ROCHA, 2012, p.41)

Gottfried Semper (2004) buscou trazer a arquitetura e sua construção para o meio das discussões sobre arte. Ele acreditava que o estudo da arquitetura devia ser relacionado à sua função histórica, afinidades culturais, liberdade criativa e as propriedades inerentes de cada meio (contexto), e que, dessa maneira, poderia trazer propriedades inerentes do meio em que foi desenvolvido. Devido a isso, sua análise acerca das precondições do estilo sempre mudou conforme os contextos interpretativos da estética, arquitetura e história da arte. Ele não se limitou ao estudo das antiguidades clássicas, tendo como foco também as tribos primitivas, mais especificamente a cabana caribenha (Figura 2), em contraponto aos estudos de Laugier² sobre a cabana primitiva (Figura 3).

A origem da arquitetura não estaria contida na cabana primitiva, mas no chão que o edifício foi implantado. Para Gregotti (1985 apud ROCHA, 2012), os princípios de assentamento e o ambiente no qual a obra estão inseridos são a essência da produção arquitetônica, sendo fundamental para o ato arquitetônico de “*construir o lugar*”, levando em conta a relevância da forma do lugar (*placeform*) e do embasamento (*earthwork*). Nesse caso, a importância fenomenológica da especificidade do lugar para a arquitetura, do ato de conhecer o lugar viria como ponto de partida da arquitetura (ROCHA, 2012).

² Marc-Antoine Laugier escreveu em 1753 o ensaio intitulado “*Essai sur la'architecture*” (Ensaio sobre a arquitetura). Nele, resumidamente, o autor defende que os princípios da arquitetura são fundados segundo as regras da própria natureza e a execução da simples cabana primitiva (rústica) determina as partes essenciais da arquitetura na qual consiste toda beleza. “[...]em toda ordem da arquitetura, não há mais que a coluna, o entablamento e o frontão que possam entrar essencialmente na composição. Se cada uma dessas três partes se encontra localizada na situação e com a forma convenientes, não haverá nada a se acrescentar para que a obra seja perfeita” (LAUGIER, 1753, p.15). Tradução disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/01-169735/ensaio-sobre-a-arquitetura-slash-marc-antoine-laugier>

Figura 2: Estudo da Cabana Caribenha.



Fonte: SEMPER, 2004.

Figura 3: Cabana primitiva.



Fonte: LAUGIER, 1753 apud Archdaily, 2014.

Segundo Frampton (1990), Gregotti (1983) também defende, junto à distinção de Semper (2004) entre tectônica e estereotomia, a marcação do terreno como o ato tectônico primordial. O ambiente construído seria a representação física do significado e da história, para compor o local e suas qualidades específicas, tanto em sua percepção quanto em sua estrutura.

Para Semper (2004), é impossível traçar a arquitetura, que além de ser expressão é morada de vários organismos sociais, sem se voltar pro seu início. As formas e técnicas construtivas foram diluídas com o passar do tempo, das gerações e das civilizações, mas ainda continham traços presentes desde os seus ancestrais (SEMPER, 2004).

As soluções construtivas sempre demonstraram uma ligação com o tipo de material utilizado, e, buscando nele uma essência de significado e relacionando os diferentes materiais entre si com o passar dos anos, trazendo à tona uma relação direta entre evolução da técnica e das formas com a evolução do uso dos materiais (SEMPER, 2004). A cabana de madeira se relaciona com o templo de pedra. Para entender o produto artístico deve-se estudar os materiais (que apesar de serem os mesmos) e seus usos, simbólicos e intencionais, quanto os procedimentos, técnicas e ferramentas empregadas ao longo do tempo (que estão em constante mudança) para entender o porquê de cada coisa e cada elemento (SEMPER, 2004, p.105). Nada é (ou deve ser) em vão. “*A arte deve se ligar a matéria*”.

Entendido isso, o que tem no lugar em que se constrói o abrigo? Semper (2004) tentou classificar as artes técnicas a partir dos materiais puros. Definiu e inter-relacionou classes, atributos e elementos da “arquitetura primitiva” que existem até os dias atuais. Sendo a base do desenvolvimento da arquitetura e que se relacionam e explicam seu aspecto artístico, as técnicas abordadas se dividem entre: o *Têxtil* (trazendo à tona o flexível, maleável e resistente à tração), a *Cerâmica* (maleável, plástica e modelável), a *Tectônica* relacionada à sua etimologia da carpintaria (trazendo à tona a barra, elementos leves e sua resistência às forças verticais) e o *Estereotomia* (relacionando a pedra, a elementos pesados, com resistência a compressão) (SEMPER, 2004). As relações entre a estereotomia e a tectônica podem ser associadas ao entendimento da dicotomia “pesado-leve” (ROCHA, 2012). Os materiais se adequam aos atributos de acordo com as técnicas utilizadas, podendo haver transições entre os quatro diferentes atributos de acordo com o momento e o modo como são empregados.

Esses quatro aspectos estariam relacionados aos quatro elementos da arquitetura abordados nos seus estudos³ que formariam a sua essência como sendo, respectivamente, a vestimenta do edifício (seu invólucro/membrana envoltória, como por exemplo os

³ Mais especificamente no texto “*The four Elements of architecture and other writings*”, publicado em 1869.

elementos de vedação), a lareira (centralidade espiritual), a coberta (estrutura-telhado) e o embasamento (aterro/ movimento de terra). A membrana envoltória vista como a tectônica têxtil, na função de conformar o abrigo, o ato diferenciador da arquitetura que constitui a base das civilizações, assim como o nó se relaciona ao detalhe/junta, como ato estrutural primitivo básico nas construções nômades, onde o significado presente na arquitetura leva em conta a cultura de cada lugar (SEMPER,1989).

Relacionado a coberta/estrutura telhado, contraponto do embasamento (earthwork) vem o roofwork, visto no texto de Frampton intitulado “*Between earthwork and roofwork: Reflections on the future of the Tectonic Form*” do ano de 1999. No processo de escolha entre revelar e ocultar, a alternância dela corresponde ao conceito de “mascarar” o componente ontológico (a estrutura) e o representacional (o revestimento), trazendo como exemplo alguns casos de Mies na América. Na síntese tectônica, ambas estruturas e revestimentos seriam reveladas e expressas ao mesmo tempo, de acordo com suas propriedades físicas (FRAMPTON, 1999).

Dando assim, luz aos conceitos de Earthwork e Roofwork, trocando as palavras anteriormente utilizadas e fazendo as mesmas alusões à esteretomia e a tectônica adotadas por Semper (2004), para não utilizar o mesmo termo mais de uma vez em significados diferentes. Esse discurso pode ser encaixado em qualquer tempo, trazendo o pesado para estruturas que trabalham mais a compressão e leves onde se trabalha mais a tração. Os dois tipos podem ser trabalhados e unidos através da junção.

Bötticher publicou o “*Die Tektonik der Hellenen*”⁴, que resultou na concepção dos conceitos de “core-form” and the “art-form,” duas formas diferentes, mas inter-relacionadas, que ele sentiu serem os elementos básicos de qualquer trabalho arquitetônico (AMARAL, 2009). Levantando a noção de tectônica como questionamento entre forma e material, segundo o qual a soma entre a *core-form* (forma operacional), também chamada de *Werkform* ou *Kernform* e a *art-form* (forma artística), também chamada de *Kunstform* resultam na *Tektonik*, onde “as formas arquitetônicas obedecem à estática e ao material e, são ao mesmo tempo uma demonstração de seu sistema” (BÖTTICHER, 1843 apud AMARAL, 2009). Ou seja, para ele, a tectônica refere-se à síntese entre a aparência do edifício e a sua estrutura, transcendendo seu entendimento como uma teoria arquitetônica, não somente um adjetivo, mas como uma articulação entre esses dois ramos distintos, porém vinculados.

Segundo Andrade (2016), podemos observar a *Tektonik* de Bötticher, na arquitetura moderna brasileira, já que nela:

⁴ Em português “A tectônica dos Helenos”. Esse livro foi um dos primeiros textos do autor a utilizar o termo tectônica.

“[...]a prevalência de formas-síntese, estruturais e funcionais, em concreto armado monolítico, plasticamente delineadas se acomodava perfeitamente à Werkform. De modo análogo, a riqueza das superfícies tratadas com painéis artísticos, cores, revestimentos diversos ou texturas naturais, a evidenciar os caracteres das estruturas, remetia diretamente à Kunstform. Finalmente, a articulação tectônica permitia englobar aspectos específicos daquela produção, como sua intrínseca relação com o lugar e a questão da monumentalidade.” (ANDRADE, 2016, p.32).

Após Bötticher, o Parthenon de Atenas (Figura 4) foi venerado como exemplo da exaltação da dimensão tectônica, pois a identifica como uma construção em total sintonia com o almejado para o caráter da arquitetura. Nele, o caráter simbólico e o estruturais são expostos e harmônicos, trazendo à construção a expressividade arquitetônica. Bötticher (1843) ressalta o exemplo do elemento das colunas dóricas (Figura 4b) a união das noções que materializa a *tektonik*. Nesse caso, as caneluras entalhadas na superfície da pedra no perímetro das colunas dóricas refletem a expressão estética da pressão longitudinal da carga que vinha dos pilares ao solo (ROCHA, 2012, p.60).

Figura 4: (a) Templo do Partenon em Atenas; (b) Detalhe da coluna no Partenon em Atenas.



Fonte: Acervo pessoal, 2015.

Se antes, Botticher vinculou o conceito de tectônica nos estudos dos templos Gregos e góticos, e Semper (2004) juntou a ele o viés antropológico, Frampton (1995) interpretou o termo tectônica como significando um sistema completo que vincula todas as partes do templo grego a uma única totalidade, incluindo a presença emoldurada das esculturas em relevo em todas as suas múltiplas formas.

Assim como visto no Parthenon, Sekler (1965) defendia a legibilidade estrutural por meio da empatia, mostrando a diferença entre estrutura e construção. Resumidamente:

“[...] estrutura se refere ao sistema ou princípio de arranjo destinado a lidar com as forças ativas do edifício. Já construção seria a realização concreta de um princípio ou sistema, podendo estar executado em inúmeros materiais ou maneiras. Enquanto o primeiro se refere ao arranjo ordenado das partes, o segundo está ligado ao resultado de construir, de algo que foi colocado junto conscientemente. Um é a apropriada escolha do sistema, e o outro lida com os materiais, processos e técnicas, relacionado com a questão do processo construtivo em si” (SEKLER, 1965, p.89, tradução própria).

Pensando nisso, faz-se a ligação deles para a materialização da tectônica e de sua empatia na legibilidade estrutural. Esse termo, já utilizado por Bötticher e Semper, seria a chave da relação entre a forma final arquitetônica e sua expressividade.

“Quando um conceito estrutural é associado e implementado numa construção, o resultado visual afeta suas qualidades expressivas com clareza, de modo que fiquem visíveis o jogo de forças e o arranjo das partes do edifício, no caso, que exista a relação entre forma e força. Nesse caso, o termo a ser empregado é a tectônica. Ele pode estar associado à capacidade/ necessidades de dar ao edifício qualidades visuais capazes de convencer quem o vê da sua materialização.” (SEKLER, 1965, p.90, tradução própria).

Retomando a ideia de junção como nó que liga os elementos, os teóricos Frascari (1984), com seu detalhe narrativo conformando a unidade mínima na produção do sentido arquitetônico, e Gregotti (1983), que defende que a arquitetura está nos detalhes que conformam a hierarquia das partes para o todo, dando sentido às mudanças estruturais em um “*retorno tectônico às coisas*”, trouxeram ambos o detalhe como essência irredutível da arquitetura. Frampton (1990) traz, em contraponto a eles, a unidade estrutural em sua totalidade como portadora dessa essência. Indo mais além que Sekler (1965), ele também defende que a tectônica não seria apenas relativa à estrutura e a revelação mecânica dos esforços da construção, mas em como essa revelação é feita, num jogo de criar e revelar em sua manifestação poética, compondo e formando o conjunto no qual faz parte, maximizando seu potencial expressivo (FRAMPTON, 1990).

Então, celebrando a importância das junções entre os elementos materiais como origem do significado arquitetônico (ROCHA, 2012).

“Desse modo, o detalhe tectônico, isto é, o detalhe construtivo em harmonia com um princípio estético, além de narrar o modo de fazer a obra, é considerado um sistema de articulação com potencial transformador da linguagem arquitetônica. Nessa articulação entre as partes, os materiais e

técnicas construtivas podem se revelar como fatores geradores da expressão do **todo** arquitetônico.” (ROCHA, 2012, p.43).

Seja na retomada da fala acerca do termo tectônica ou acerca da questão dos detalhes tectônicos anteriormente defendidos por Semper a partir do nó/junção entre os elementos e as partes, Frampton (1995), por sua vez, relaciona eles à materialidade da arquitetura como um dos parâmetros presentes na abordagem analítica da tectônica. Nessa postura crítica/categoria analítica, estaria presente a dimensão tátil da materialidade, também ligada ao simbólico.

“Desse modo, a tectônica em sua abordagem analítica estuda a arquitetura não apenas como manifestação artística, mas igualmente, como fenômeno tecnológico. Investigam-se as interações entre a expressividade, intrínseca à arquitetura, e a sua materialidade, condição do construtivo. Tectônica é a síntese dessas interações essenciais à arquitetura.” (ROCHA, 2012, p.71).

Na relação entre lugar, a tectônica existe como um contraponto, interação e formadora do espaço arquitetural, tendo a primeira e a segunda um caráter essencial da arquitetura, segundo Frampton (1999). Com foco na envoltória, sua dimensão tátil e seus significados, a abordagem utilizada por Frampton (1995) para analisar as obras da Arquitetura Moderna focam na interação entre esses dois caracteres, recorrendo às novas técnicas e materiais construtivos na construção de uma nova ordem estética e espacial e consequentemente um novo modo de expressão arquitetural (ROCHA, 2012). A consciência construtiva, traria para arquitetura um bom desenvolvimento projetual e, consequentemente, uma boa forma arquitetônica.

Dessa forma, seguiram-se, com base em Frampton (1995), várias abordagens utilizando a tectônica enquanto categoria analítica em diversas obras, demonstrando que, mesmo intrinsecamente, projetava-se e concebia-se pensando nessas dimensões e que elas fortemente se relacionavam com o lugar e com o todo.

1.2 Ecos da Tectônica

Mesmo já sendo discutida anteriormente, a tectônica da arquitetura só veio ser disseminada em outros países, principalmente nos EUA, após a publicação do livro de Frampton (1995) utilizando da abordagem tectônica para análise projetual. Após isso, houve uma grande repercussão da teoria na arquitetura durante as duas primeiras décadas do século XXI, quando algumas publicações ganharam relevância. Mas não foi só aí que a abordagem ganhou voz, ela também vem sendo utilizada e discutida como fundamento no ensino de projeto.

Já em 1995, no Brasil, a Revista Projeto do mês de julho teve como destaque a “Arquitetura Tectônica”, citando arquitetos como os espanhóis Santiago Calatrava e Joan Villà e o brasileiro João Filgueiras Lima (Lelé). Ainda sem fazer muita menção à Frampton, o conceito de tectônica abordado seria o de uma aproximação das obras entre a arquitetura e sua construção, no caso, entre a arte e a técnica (ROCHA, 2012).

Kate Nesbitt (2006) organizou uma antologia chamada “Uma Nova Agenda para a Arquitetura: antologia teórica 1965-1995”, publicada pela primeira vez em 1996, no qual constam os textos dos principais teóricos da arquitetura desse período. A tectônica não ficou de fora, tendo um capítulo dedicado a ela com textos de Frampton (1983 e 1990), Gregotti (1983) e Frascari (1984), chamado de “Expressão Tectônica”. Traduzido para português em 2006, Nesbitt considera que a ênfase sobre a poética da construção na arquitetura não constitui privilégio do discurso de Frampton, vindo à tona também nos textos de Vittorio Gregotti e Marco Frascari, críticos do pós moderno, que, conforme essa autora, evidenciam o tema da representação (ROCHA, 2012).

Sendo pauta de alguns congressos e seminários, a conferência internacional do ACSA (Constructions of Tectonics for the Postindustrial World), realizada em Copenhague em maio de 1996, com o tema “as construções da tectônica no mundo pós-industrial”, mostrou, após a publicação do livro de Frampton, que ele não era o único a investigar os fundamentos históricos e teóricos da tectônica (LEGAUT, 2005 apud ROCHA, 2012). No discurso inaugural do 20º Congresso da UIA em Beijing, em junho de 1999, o próprio Frampton traz a tectônica para a discussão em congressos de arquitetura com tema geral, intitulado The Seven points of The Milenium: an untimely manifesto (ROCHA, 2012). É mais na década seguinte que se veem mais publicações a esse respeito.

Em “*Arquitetura: construção ou abstração?*”, o professor Marco Antônio Rezende (2004 apud ROCHA, 2012), argumenta sobre a “impossibilidade de dissociação” entre a arquitetura e a materialidade da construção, e sobre o potencial expressivo contido na tecnologia e na estrutura de maneira que ambas trabalhem como integrantes da criação arquitetônica, em conformidade à compreensão de tectônica em Frampton (ROCHA, 2012).

Interpretando a arquitetura moderna brasileira, produzida durante o século XX, Roberto Conduru, a partir do conceito de “*Tectônica tropical*”, no texto de mesmo nome publicado no livro *Arquitetura Moderna Brasileira* de Forty e Andreoli (2004), e Bruno Santa Cecília (2006) com “*Tectônica moderna e construção nacional*” veem a tectônica não apenas como a manifestação física do componente estrutural, mas a amplificação formal de sua presença em relação ao conjunto das demais partes. Dessa forma, o caráter tectônico de um edifício seria expresso pela relação de interdependência mútua entre estrutura, forma e construção, a condicionar sua manifestação visível, ou seja, sua aparência, como

estratégia de composição arquitetural, buscando a amplificação da sua presença -da estrutura- em sobreposição às demais partes. As características do material utilizado eram dominadas pelos projetistas, como a plasticidade, que souberam explorar com excelência, tanto para a expressão da estrutura como composição do projeto quanto para sua camuflagem (CECILIA, 2006).

Com a repercussão na Europa, o livro “*Le projet tectonique*” (2006) foi organizado de modo a apresentar ao público francês, a tectônica sob uma ótica multidisciplinar, a partir da reunião de textos de diversos estudiosos que tratam do tema no âmbito da história, filosofia, sociologia, arte e ensino de arquitetura (ROCHA, 2012).

Após ele, o congresso internacional intitulado “Tectonics-Making Meaning” foi realizado em Eindhoven, na Holanda, promovendo uma discussão inter e multidisciplinar entre os atores do projeto, envolvendo arquitetos, engenheiros e empreendedores, no debate da questão tectônica, não apenas no âmbito da arquitetura, mas permeando outros âmbitos (ROCHA, 2012).

Abordando a contribuição das ferramentas e tecnologias computacionais para a prática tectônica, em contraponto ao defendido por Mitchel, Ana Maria Schmidt (2007) escreveu a tese “*The Tectonic Practise*” (A Prática tectônica). Ao ver a tectônica como uma prática arquitetônica contemporânea, discutiu como e em quais áreas a prática tectônica pode se tornar suportada por ferramentas digitais, para contribuir na materialidade física tendo em vista como as mudanças na indústria da construção criam desafios para essa maneira de criar arquitetura.

A partir dessas e das publicações de Frampton, Izabel Amaral, em 2009, buscou reunir os conceitos adotados em um único texto, intitulado “*Tudo o que você queria saber sobre a tectônica, mas tinha vergonha de perguntar*”, utilizada a partir daí como uma das referências em português para o entendimento da construção do conceito de tectônica com o passar dos estudos dos teóricos.

Ao traçar a história do conceito, relacionada com os conhecimentos técnicos da física da construção desenvolvidos ainda no século 18. Em seguida, este texto propõe fazer um paralelo das contribuições de Semper e Frampton, para por fim, levantar algumas das novas perspectivas sobre a atualidade da noção de tectônica. Um ano depois, ela defende sua tese no Canadá⁵, na qual diz que há uma “tectônica do projeto” e utiliza o conceito para

⁵ Título original “*Tensions tectoniques du projet d'architecture: études comparatives de concours canadiens et brésiliens*”, cuja tradução em português significa “*Tensões tectônicas do projeto arquitetônico: estudos comparativos de concursos canadenses e brasileiros*”, defendida na Faculté des Études Supérieures, Université de Montreal no Canadá.

analisar projetos de arquitetura contemporânea tomando como objeto empírico projetos de concursos realizados no Brasil e no Canadá (ROCHA, 2012).

Germana Rocha defendeu sua tese intitulada “O Caráter Tectônico do Moderno Brasileiro: Bernardes e Campello na Paraíba (1970-1980)”, publicada no ano de 2012 e que explora o conceito de caráter tectônico, no qual, segundo Rocha (2012):

“Estudar o caráter tectônico da arquitetura significa direcionar o olhar sobre o envoltório do espaço arquitetural em sua dimensão material e tátil, focalizando os nexos entre o estético e o técnico. Significa buscar compreender a influência recíproca entre construção formal da arquitetura e concepção técnico-constructiva.” (ROCHA, 2012, p.27).

Adotando, então, o conceito de tectônica como uma dimensão da arquitetura – *aquela a partir da qual parte de sua expressividade intrínseca é inseparável da maneira precisa de sua construção*, analisar a arquitetura sob a ótica tectônica implica estudar as interações entre a forma arquitetônica e a poética construtiva (ROCHA, 2012).

Os parâmetros analíticos utilizados por ela são baseados nas relações entre a forma arquitetônica, o sítio, a estrutura resistente e os elementos de vedação, divididos em 3 níveis, os quais serão estudados mais a fundo no capítulo correspondente à metodologia, pois serão utilizados como base para a análise deste estudo.

No II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo em 2012, Hélio Costa Lima publicou o artigo “*Tectônica é uma disciplina, uma área ou uma abordagem da arquitetura?*”. Nele, o autor reflete sobre a tectônica no ensino de projeto, investigando se a abordagem tectônica é uma perspectiva didática consistente, e, em seguida, debate sobre providências porventura necessárias para “(re)integrar” essa perspectiva nos cursos de graduação e de pós-graduação (COSTA LIMA, 2012).

O trabalho arquitetônico sempre foi visto como um ofício, e os saberes acumulados passados de geração em geração são característicos da aprendizagem. Com a abordagem tectônica nas escolas de arquitetura, seria reforçada a construção de uma cultura projetual comprometida com a preparação dos futuros arquitetos para responder com sua arte às novas exigências da sociedade, especialmente quanto à sustentabilidade da arquitetura (COSTA LIMA, 2012). Antes disso, Costa Lima e Rocha (2005) já haviam publicado o artigo “*Por Uma abordagem Tectônica*” no *Projetar* 2005, que iniciou a discussão da tectônica como fundamento para o ensino de projeto.

A tese de Rogério Pontes Andrade (2016), “*Matrizes Tectônicas da Arquitetura Moderna Brasileira 1940 – 1960*”, busca a caracterização, recorrência e significância em alguns sistemas nessa vertente e período da arquitetura. Essas estratégias foram

designadas como Matrizes Tectônicas, em função de sua capacidade de reprodução e variação, preservando características fundamentais. Como base nelas, foram utilizadas a Forma Operacional, *Werkform*, as Superfícies, correspondentes à *Kunstform* e a Articulação Tectônica, *Tektonik*, pautados nos estudos de Karl Bötticher.

No mesmo ano, foi lançado o livro “Introducing Architectural Tectonics: Exploring the Intersection of Design and Construction” de Chad Schwartz. Nele, explora-se a interface entre o projeto e a construção, a partir de sua poética. Admitindo que a teoria da tectônica é uma filosofia integradora que analisa as relações formadas entre o projeto, a construção e o espaço ao experimentar ou criar uma obra, ele examina alguns edifícios ao redor do mundo através da análise tectônica. Buscando características distintas (localização, clima, contexto, tamanho, programas e métodos construtivos), demonstra a diversidade de soluções provenientes da interpretação da expressividade da tectônica.

Em 2018, com a dissertação de mestrado de Monica Aguiar intitulada “Forma-Estrutura: Matriz de expressão tectônica no MAM-Rio, na FAU-USP e na Catedral de Brasília”, a questão da “estrutura como ponto de partida” veio a partir do conceito de forma-estrutura, que deriva da diferenciação entre estrutura espacial arquitetônica e estrutura portante e a possibilidade de sua implementação se configurar como matriz de expressão tectônica de alguns edifícios.

“O conceito forma-estrutura procura caracterizar a fusão e condensação expressiva entre a forma e a estrutura, originada por um processo de análise que considera a criação do espaço arquitetônico inerente às condições estruturantes de sua materialização. O conceito tem, portanto, como *principium individuationis* a associação de forma e estrutura em uma única essência. “(AGUIAR, FAVERO, 2018⁶)

Pensando nele como um princípio projetual, desenvolvem-se desdobra por meio das seguintes categorias: imposição da forma como fator definidor da solução estrutural, legibilidade estrutural na qual a experiência empática empírica faz com que se perceba o sistema portante como presença espacial e materialidade estrutural produto do processo construtivo utilizada como o instrumento de comunicação do partido arquitetônico (AGUIAR, FAVERO, 2018).

Rafaela Balbi (2018) defendeu pela UFRN sua tese intitulada “A poética do projeto: a expressão tectônica de projetos arquitetônicos desenvolvidos em trabalhos finais de graduação em escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo”. Nela, levantam-se os questionamentos se os projetos arquitetônicos desenvolvidos nos Trabalhos finais de graduação em Arquitetura e Urbanismo de quatro instituições entre os anos de 2009 e 2013

⁶ Disponível em <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/19.223/7247>

expressam a preocupação com o lugar no que se refere à relação edifício-sítio e à escolha de materiais e sistemas construtivos, ou seja, se apresentam expressão tectônica no sentido framptoniano (BALBI, 2018).

Partindo da hipótese de que parte significativa dos estudantes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo não explicita claramente o papel das particularidades do sítio/local de implantação na definição do partido e desenvolvimento das ideias iniciais nem a influência do contexto cultural para a escolha dos materiais e sistemas construtivos adotados, forma e a função são priorizadas em detrimento da relação com o lugar onde o projeto está inserido, sua materialidade construtiva da arquitetura e sua expressão tectônica enquanto construção, a depender da cultura projetual específica de cada instituição (BALBI, 2018).

Recentemente, vale salientar que a tectônica aparece como um dos eixos temáticos do VI Encontro Nacional de Ensino de Estruturas nas Escolas de Arquitetura (ENEEEA), no qual o projetar, estruturar e construir é visto como um ato de tectônica, buscando articular novamente a discussão entre o projeto arquitetônico, as estruturas e a sua construção, como uma saída para a crise da fragmentação dos conceitos, a partir da noção de tectônica.

Tendo em vista essa disseminação, há certo tempo algumas faculdades de arquitetura vêm adotando essa teoria como base de matérias específicas na sua grade curricular. Recentemente, podemos citar casos tanto na graduação quanto nas pós-graduações. No primeiro caso, temos como exemplo o DAU da PUC-Rio que traz a disciplina de Projeto de arquitetura utópica, cujo Objeto-Cidade gira em torno das especulações tectônicas e sua presença urbana. A disciplina gera a discussão entre a tectônica como potencial de expressão da arquitetura considerando, de maneira intrínseca e indissociável, sistema construtivo e a relação edifício-lugar e o urbanismo tático, trazendo as inter relações entre o artefato arquitetônico de pequena escala e a cidade por meio das noções de técnica (construção) e de desempenho social (uso programático ou não).

Em programas de pós-graduação podemos citar os exemplos da disciplina “Tópicos Avançados em Arquitetura e Urbanismo X: Lugar e Tectônica na Arquitetura Contemporânea” no MDU/UFPE e “Abordagem Tectônica na Análise da Arquitetura” no PPGAU/UFPB⁷.

No primeiro caso, a disciplina procura refletir sobre a forma como os edifícios adquirem significado por meio de sua inserção no lugar e no território e pelo manejo dos materiais, das técnicas e processos construtivos. Fazendo ligação entre o lugar e o edifício e a experiência de vivenciá-los, em diversas dimensões, principalmente a tectônica, os edifícios são cada vez mais resultados da junção, em um determinado sítio, de elementos

⁷ Ambas vivenciadas pela autora desta pesquisa.

construtivos industrializados e produzidos em outros lugares, demonstrando então a importância do debate dessa teoria para a relação existente entre o simbólico-material, culminando na análise de alguma obra referencial de alguns dos arquitetos estudados durante as aulas.

No segundo, por meio do estudo dos principais textos acerca da teoria e da utilização dos parâmetros adotados por Rocha (2012), para a apreensão dos conhecimentos sobre a interação entre arquitetura e materialidade, analisam-se projetos e/ou obras arquitetônicas referenciais de modo que se permita compreender a concepção da arquitetura considerando suas partes e o todo, a partir das interações entre a ordem estética e a ordem técnica, ou seja, da tectônica.

A minha experiência com a vivência da tectônica da arquitetura ao longo da graduação, seja nas disciplinas de História e Teoria da Arquitetura ou na disciplina que ensina sistemas estruturais e materiais, intitulada “Tectônica da arquitetura”, culminou na escrita do Trabalho de graduação apresentado em 2018, intitulado “*O protagonismo do aço: Estudos tectônicos sobre a produção contemporânea de arquitetura metálica no Nordeste.*”. A partir dessa produção, percebeu-se que, para um melhor entendimento, deve-se ter uma reflexão maior sobre o material, bem como sua expressividade e sua utilização ao longo dos anos a partir do estudo sobre o lugar e suas implicações na expressividade por meio, principalmente da sua união com a materialidade através dos fatores do clima, de modo que reflitam na utilização de estratégias bioclimáticas na arquitetura que influenciem na forma arquitetônica.

Por isso, além do estudo dos conceitos da tectônica e das maneiras que ela foi utilizada como abordagem analítica, sentiu-se a necessidade de maior aprofundamento sobre o contexto climático do lugar e o material adotado no recorte desta pesquisa, abordados no capítulo seguinte, para então, posteriormente, serem apresentados os parâmetros analíticos adotados.

CAPÍTULO 2. O CONTEXTO CLIMÁTICO DO LUGAR E O MATERIAL

Com os estudos da tectônica enquanto categoria analítica da arquitetura observa-se a importância do entendimento do lugar, também chamado de sítio, e do material utilizado para o alcance da expressividade e simbolismo arquitetônicos. Dentre os diversos elementos e características do lugar, a consideração ao clima é determinante para o resultado da estrutura formal arquitetônica. Este capítulo traz breves considerações sobre o contexto climático e o material – no caso o metal – e sua relação com o caráter tectônico da arquitetura.

Na primeira parte, busca-se compreender as relações presentes entre a arquitetura e o clima bem como entre o projeto e as estratégias bioclimáticas. O trabalho, tendo foco o clima quente e úmido, contexto climático dos objetos de estudo expostos no próximo capítulo, se importa em entender quais são as estratégias bioclimáticas mais adequadas, de que maneira elas podem ser empregadas e que implicações essas soluções técnicas adotadas podem gerar na expressão formal da arquitetura.

Na segunda parte do capítulo, o foco volta-se para o material abarcado neste trabalho, o metal. Ao se fazer um breve percurso do uso do metal na arquitetura por meio da historiografia, busca-se trazer à tona a importância do conhecimento das suas potencialidades construtivas e expressivas, cujo entendimento se faz necessário para uma boa aplicabilidade desse material.

2.1 Contexto climático do lugar

Para alguns estudiosos como Gregotti (2006), Ando (2006) e Semper (2004) o conhecimento do lugar é *ponto de partida para a arquitetura* sendo a expressividade que resulta dessa ação, ou seja, da relação entre o sítio e a estrutura formal arquitetônica, um dos pontos de análise do caráter tectônico (ROCHA 2012). No âmbito deste trabalho, será considerado o lugar equivalente ao conceito de sítio, evocando a importância da identificação de seu contexto climático, que se faz relevante para o estudo.

A importância do lugar para a arquitetura, já que dele partem fatores decisivos para o projeto, como é o caso do conhecimento da realidade do entorno climático imediato, ou seja, das particularidades climáticas locais na escala do microclima, necessárias para a adoção de estratégias bioclimáticas visando o conforto dos usuários, bem como a eficiência energética das edificações. Essas estratégias são materializadas a partir de soluções técnico-construtivas com implicações na expressividade da arquitetura – ou seja, com implicações em seu caráter tectônico.

Nos próximos tópicos serão abordados mais profundamente a relação entre arquitetura, clima e o projeto bioclimático, e como ela reflete na adoção de estratégias que por sua vez repercutem, de certa forma, no resultado formal que contém a expressão arquitetônica, com foco no clima quente e úmido que é o recorte dessa pesquisa.

2.1.1 Arquitetura, Clima e o Projeto Bioclimático

Segundo Olgyay (1963), a arquitetura, por ser voltada para o homem, tem ele e o seu conforto como o centro para os estudos bioclimáticos, sendo imprescindível o estudo e entendimento das variáveis climáticas que mais o afetam. São elas a temperatura, a radiação e os ventos, bem como os efeitos da umidade, tais como chuva, névoa, neve, geada e pressão de vapor. A partir delas, pode-se determinar a zona climática de cada lugar, classificando e restringindo melhor as possibilidades construtivas mais adequadas para determinadas situações climáticas. Além dessas variáveis, pesam também para elaboração do projeto os materiais disponíveis e empregados e a cultura do lugar, onde se inserem o viés psicológico e imaginário dos usuários.

Esse âmbito da arquitetura, então, leva em consideração o “*homoclima*”, pois as necessidades humanas constituem um fator determinante na divisão das zonas climáticas da Terra. Busca-se o atendimento das condições ótimas de conforto térmico, onde a tipologia construtiva se define mais pela zona climática que por fronteiras territoriais (OLGYAY, 1963).

A criatividade do homem possibilitou sua ocupação em quase todos os lugares da Terra através da adaptação da construção do seu abrigo ao clima. A adaptação climática é um dos princípios essenciais da arquitetura para os antigos, e já era defendido desde a época de Vitruvius, quando já se percebiam diferenças entre as arquiteturas de acordo com o lugar e seus condicionantes (OLGYAY, 1963).

Destaca-se, na historiografia da arquitetura as soluções adotadas pelas tribos dependendo da sua descendência étnica e do local onde se desenvolveram em regiões climáticas diversas. Encontram-se proximidades entre essas tipologias dependendo da zona climática em que estão inseridas, e, mesmo sem o contato entre as tribos de diferentes locais, essa similaridade repercute no forte caráter regional das soluções. Até os dias de hoje, principalmente no tratamento das construções vernáculas, as soluções construtivas provêm da adaptação dos seus abrigos à realidade diferenciada de cada entorno, passada por gerações, tanto em elementos arquitetônicos quanto em soluções de implantação e orientação, considerando também seu entorno climático imediato (OLGYAY, 1963; CORBELLA, CORNER, 2011).

A dita “casa nativa”⁸ nasce, então, de sua relação com o entorno e as tradições ou gosto local. O teórico Jean Dollfus (1954⁹ apud OLGAY, 1963), estudou e pesquisou sobre as tipologias segundo as zonas equatoriais/tropicais, frias, intermediárias e as de climatologia extrema. No primeiro caso, as cobertas são mais essenciais que as paredes, onde estruturas de madeira, ramas, palha e folhas de árvore são os materiais mais utilizados.

Mais especificadamente, em zonas quente e úmidas, com altos índices pluviométricos e altas temperaturas, os habitantes buscavam reparar dois problemas principais: se proteger da excessiva radiação solar e permitir a evaporação da umidade através da ventilação. Para solucioná-los, as tribos organizavam as aldeias de uma maneira que a disposição das casas não impedisse o movimento livre do ar e se misturasse com as sombras da vegetação existente, criando grandes zonas sombreadas no entorno imediato e dentro da edificação (Figura 5). Em questão de envoltória, a parede era feita com o máximo de aberturas possíveis ou até mesmo dispensada, o teto era executado de maneira que sua superfície de inclinação proteja o interior da chuva e os pisos separados da terra para permitir a circulação de ar e os manter secos (Figura 6) (OLGYAY, 1963). A coberta, neste caso, funciona como um elemento determinante, onde a prioridade é a proteção e a sombra, já que o Sol, principalmente mais próximo a linha do Equador, incide mais verticalmente.

⁸ Do espanhol “*vivenda autóctona*”.

⁹ DOLLFUS, Jean. *Les aspects de L'architecture Populaires dans le Monde*. Albert Morancé. Paris, 1954.

Figura 5: Distribuição das edificações em uma vila localizada em clima quente e úmido



. Fonte: OLGAYAY, 1963, p.9.

Figura 6: Exemplo de edificação em tribo localizada em região com clima quente e úmido.



Fonte: OLGAYAY, 1963, p.5.

Em referência a expressão da arquitetura regional, Olgyay (1963) cita importante consideração do mestre moderno Walter Gropius:

“[...] o caráter regional não pode ser atingido através de uma interpretação sentimental ou limitativa, incorporando antigos emblemas ou novas modas locais que desaparecem tão rapidamente como aparecem. Mas se um adota [...] o diferencial básico imposto ao desenho arquitetônico pelas condições climáticas [...] pode-se obter como resultado uma **diversidade de expressão** [...] se o arquiteto utiliza a relação de contraste entre o interior e o

exterior [...] como ideia para sua concepção do desenho”¹⁰. (GROPIUS, 1955¹¹ apud OLGAY, 1963, p.10)

Já se pode observar que não apenas no sentido de aproveitamento das condições naturais para conforto térmico aparece como uma boa opção no uso do caráter regional das construções. A expressão arquitetônica também se apresenta como ponto chave nessas construções, bem como a relação e interface entre interior e exterior, seja na concepção do desenho ou no modo com que o usuário se comporta ou se identifica com ela.

Com o passar dos anos, a dispersão da população, a rapidez de comunicação entre os lugares e a globalização, fez com que o processo de troca de ideias e tecnologia sofresse aceleração. A chamada “arquitetura internacional”, segundo Gropius (1925¹² apud BENÉVOLO, 2001), desconecta o individual de cada local em prol da humanidade como um todo, com foco na tecnologia como chave concepção arquitetônica, em detrimento do simbolismo, identidade e soluções locais.

Deve-se observar os símbolos do progresso cultural de cada lugar, suas crenças, costumes, técnicas e estratégias bioclimáticas adequadas, para evitar a apropriação indevida, que acarreta em reprodução sem significado (OLGAY, 1963).

A partir desse entendimento, vem os conceitos contidos no bioclimatismo, que devem ser intrínsecos a qualquer projeto arquitetônico. Nele, deve-se explorar os condicionantes locais do clima, potencializando suas vantagens e evitando seus extremos, tendo como objetivo o conforto ambiental dos usuários, e, junto a isso o baixo consumo de energia (LAMBERTS, 2013). A arquitetura bioclimática vem atrelada como uma resposta adequada ao triângulo conceitual vitruviano¹³.

2.1.2 As Estratégias Bioclimáticas e sua relação com a expressividade arquitetônica no clima quente e úmido

“Todas as decisões projetuais influem na expressividade arquitetônica.” (LAMBERTS, 2013, p.268). Dentro das etapas do projeto, as estratégias bioclimáticas

¹⁰ Traduzido do espanhol: “[...] el carácter regional no puede conseguirse a través de una interpretación sentimental o limitativa, incorporando antiguos emblemas o nuevas modas locales que desaparecen tan rápidamente como aparecen. Pero si uno adopta[...] el diferencial básico impuesto al diseño arquitectónico por las condiciones climáticas [...] puede obtener como resultado una diversidad de expresión [...] si el arquitecto utiliza la relación de contraste entre el interior y el exterior [...] como idea para su concepción de diseño. “

¹¹ GROPIUS, W. *Scope of total architecture*. Harper and Brothers, NY, 1955.

¹² GROPIUS, W. *Internationale Arclitektur*. Munique, 1925, p. 7.

¹³ Corresponde à tríade dos elementos fundamentais para a arquitetura: *firmitas* (caráter construtivo), *utilitas* (função e utilidade) e *venustas* (beleza e estética), onde a eficiência energética estaria atrelada a esses três vértices.

devem ser consideradas desde o início, onde cada elemento, enquadrado no seu respectivo estágio de projeto para tomada de decisões, aparece na arquitetura por meio da combinação de soluções inovadoras aliadas a expressividade arquitetônica, pressupostos de uma arquitetura de qualidade (LAMBERTS, 2013).

Existem diversas bibliografias que direcionam e relacionam o tipo de estratégias que podem ser adotados para cada tipo de clima. Além dos tópicos inicialmente abordados por Olgyay (1963), estão a NBR 15220 (2005), que teóricos como Lamberts (2013) utilizam como referência, e alguns manuais direcionados diretamente as soluções provenientes das estratégias, como é o caso do *“Roteiro para Construir no Nordeste”* de Armando de Holanda (1976) que relaciona as possibilidades arquitetônicas mais adequadas às potencialidades climáticas dos trópicos ensolarados.

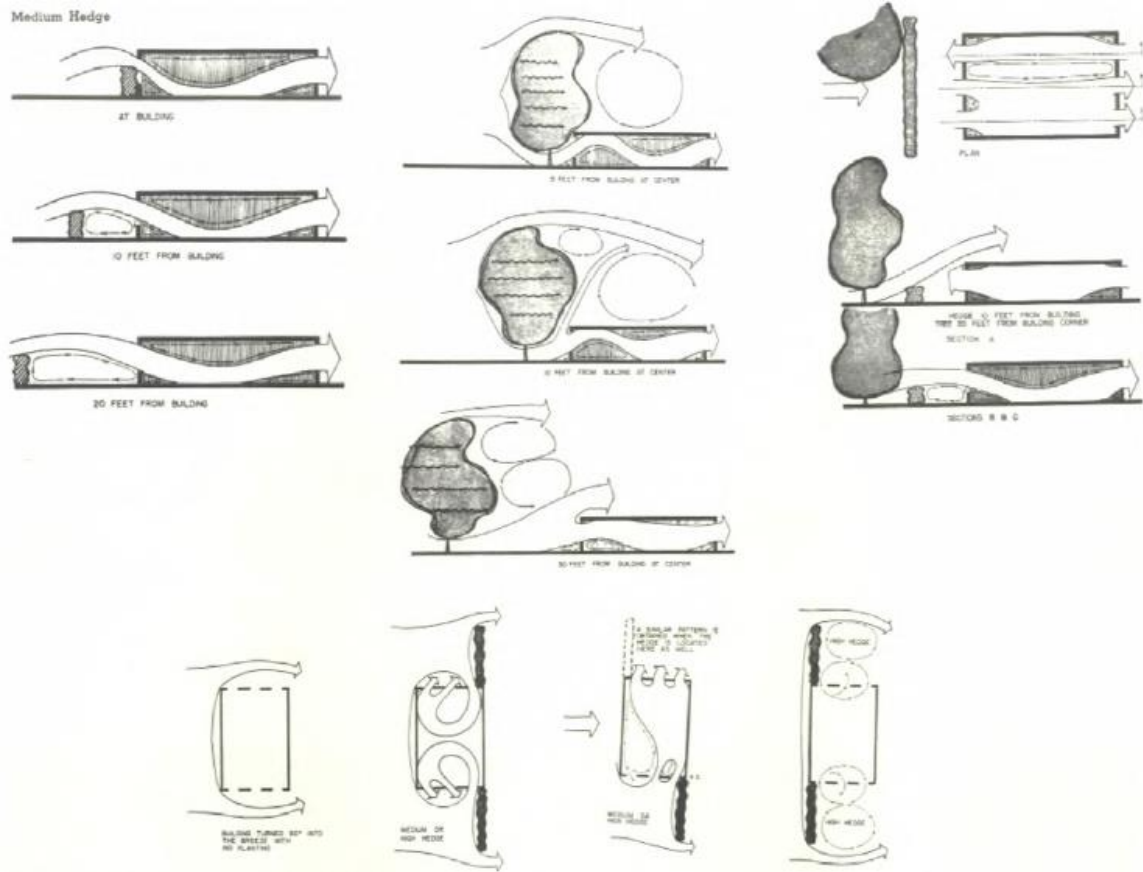
Segundo Olgyay (1963) alguns critérios devem ser observados no projeto e análise bioclimática. Na ordenação do conjunto fatores como a escolha do local, estrutura urbana, espaços públicos, paisagem e vegetação devem ser levados em consideração. No desenho da edificação o que deve ser observado são a tipologia adotada, distribuição geral das aberturas e da planta, forma e volume, orientação, interior, cores, entre outros. Já no que diz respeito aos elementos construtivos, as aberturas e janelas, muros, cobertas, materiais, elementos de proteção solar, fundações, porões e equipamentos mecânicos são os mais relevantes. A observação dos usos também reflete algumas decisões projetuais que reverberam também nas soluções a serem aplicadas.

Na região quente e úmida, os objetivos gerais a serem alcançados são a redução da produção de calor e de radiação direta e a potencialização da perda de umidade por evaporação. Como prevalecem altas temperaturas, o acréscimo da utilização do movimento do ar e os efeitos do vento é a consideração principal para a escolha do local e orientação da edificação, também no que diz respeito a insolação (OLGYAY, 1963). Apesar de ser necessário atender os fatores de insolação e de ventilação, um deles deverá ser priorizado. Desse ponto de vista as exposições mais favoráveis a insolação são as que as áreas de maior superfície recebam menos impacto da radiação solar direta.

Nesse clima, para implantação, a inserção da edificação isolada no lote, possuindo recuos que possibilitem maior fluxo de ar é mais recomendada. Uma forma adotada interessante para as edificações é a ligeiramente alongada no eixo leste-oeste, na qual o maior lado fica voltado para a procedência dos ventos predominantes, geralmente do sudeste, a depender de cada região (OLGYAY, 1963). A observação dos ventos dominantes em cada local é feita a partir do mapeamento da rosa dos ventos, para realçar as potencialidades da ventilação cruzada.

Grande importância é dada aos espaços cobertos e sombreados. Quanto às aberturas, elas devem ser protegidas, especialmente as expostas a maior insolação, principalmente no teto e nas fachadas poente e norte. Já a planta pode se desenvolver mais livremente em espaços sombreados, para estimular o movimento e renovação de ar, bem como evitar a umidade. São adequados espaços flexíveis e multiusos, preferencialmente divididos por mainéis móveis ou paredes não totalmente fechadas (OLGYAY, 1963).

Figura 7: Exemplos de modificação do fluxo de ar por meio de barreiras criadas



. Fonte: OLGAY, 1963, p.102.

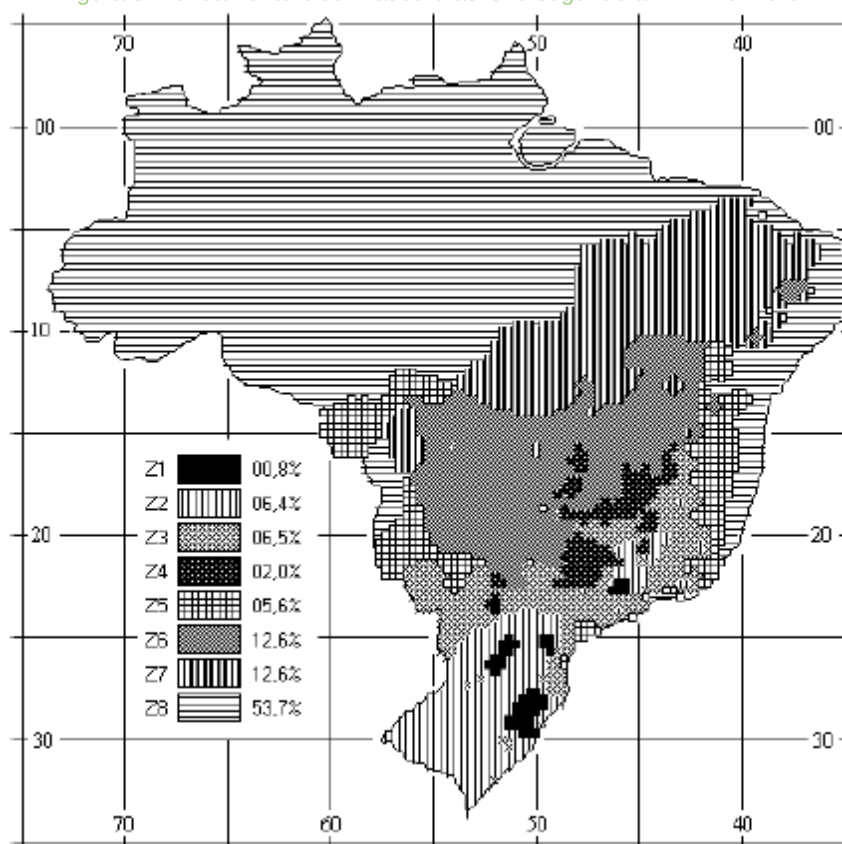
O que também pode colaborar com a filtragem de ar e com a sombra é a vegetação. Quando ela incide em uma estrutura proveniente de uma sombra é muito benéfica pois sua temperatura tende a diminuir além de ser mais puro (OLGYAY, 1963) (Figura 7). Nesse caso, vegetação de copas mais altas são mais adequadas a fim de não interferir na ventilação na altura do usuário, estando localizadas mais longe da edificação para não barrar o movimento de ar.

O uso de cores reflexivas, como é o caso do branco, cores claras e tons pasteis é mais pertinente. Além disso tudo, deve-se observar a drenagem de águas pluviais, devido às chuvas constantes.

A Norma Brasileira de Desempenho térmico das edificações, NBR 15220-3/2005, estabelece o Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Apesar dessa tipologia estar no título da norma, ela pode ser aplicada para todas as outras, pois além de não existir outra norma que atenda as outras tipologias, as estratégias sugeridas visam o condicionamento térmico passivo para melhorar a eficiência energética do edifício e o conforto dos usuários. Resultante da análise de dados climáticos obtidos entre as décadas de 1930 a 1990 em 200 cidades brasileiras e classificados por meio da Carta Bioclimática de Givoni adaptada ao país (Figura 9), a norma divide o território brasileiro em oito zonas de certa forma homogêneas quanto ao clima. Para cada uma delas, foram criados um conjunto de recomendações técnico-construtivas para otimizar o desempenho térmico das edificações (Figura 9), através de uma melhor adequação climática.

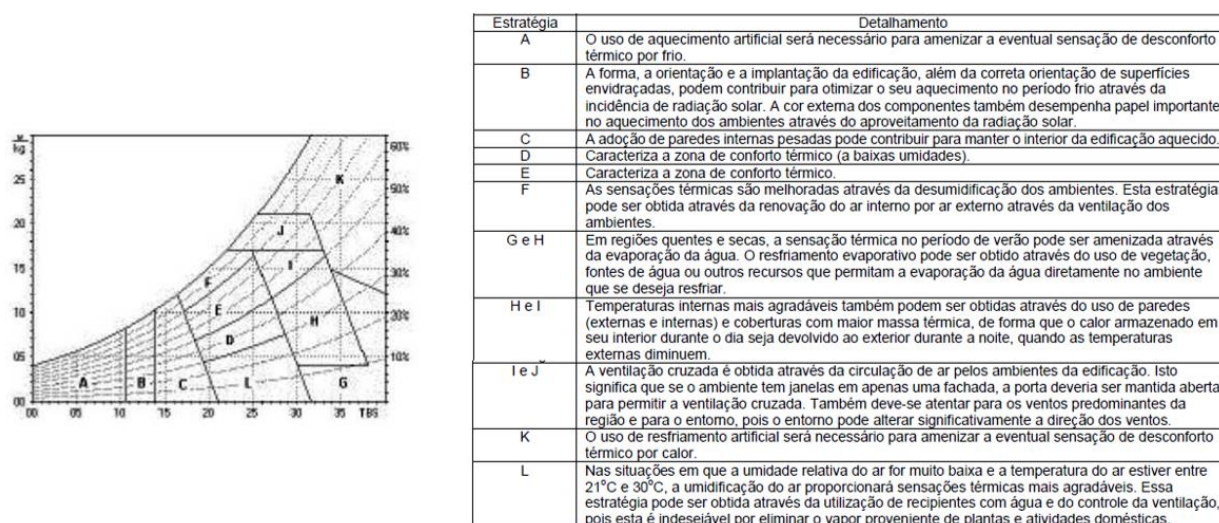
Segundo mostra o mapa (Figura 8), mais da metade das cidades consideradas para a coleta de dados climáticos (53,7% - 99 cidades) estão localizadas na Zona bioclimática 8, abrangendo as cidades litorâneas do Nordeste e de parte da Sudeste e Região Norte. Nelas, predominam os climas Equatorial, Tropical e Tropical Atlântico, que tem como características altas temperaturas e alta umidade.

Figura 8: Zoneamento bioclimático brasileiro segundo a NBR 15220-3.



Fonte: ABNT, 2005

Figura 9: Carta de Givoni adaptada para a NBR 15220-3 e tabela com detalhamento das estratégias de condicionamento térmico segundo a NBR 15220-3.



Fonte: ABNT, 2005

Cada zona utiliza de algumas dessas estratégias para verão e/ou para inverno. No caso da Zona 8, por exemplo, a ventilação cruzada e a desumidificação do ambiente (em algumas regiões) são alternativas que podem ser empregadas para o conforto dos usuários. Apesar de estar em uma zona de ventilação cruzada permanente, o condicionamento passivo não será suficiente durante as horas mais quentes do dia em determinadas épocas do ano. Em alguns usos, o resfriamento artificial será necessário para suprir e amenizar uma possível sensação de desconforto térmico. Por isso, como diretrizes construtivas é adequado o uso de grandes aberturas que estejam totalmente sombreadas, o uso de paredes e coberturas leves e refletoras.

Em Lamberts (2013) também são apresentadas estratégias bioclimáticas anteriormente defendidas nas outras bibliografias, ressaltando a importância do sombreamento, ventilação e iluminação natural, além do uso da vegetação para um melhor desempenho energético da edificação e conforto dos usuários. A associação dessas soluções pode variar de acordo com o desejado e conforme o necessário.

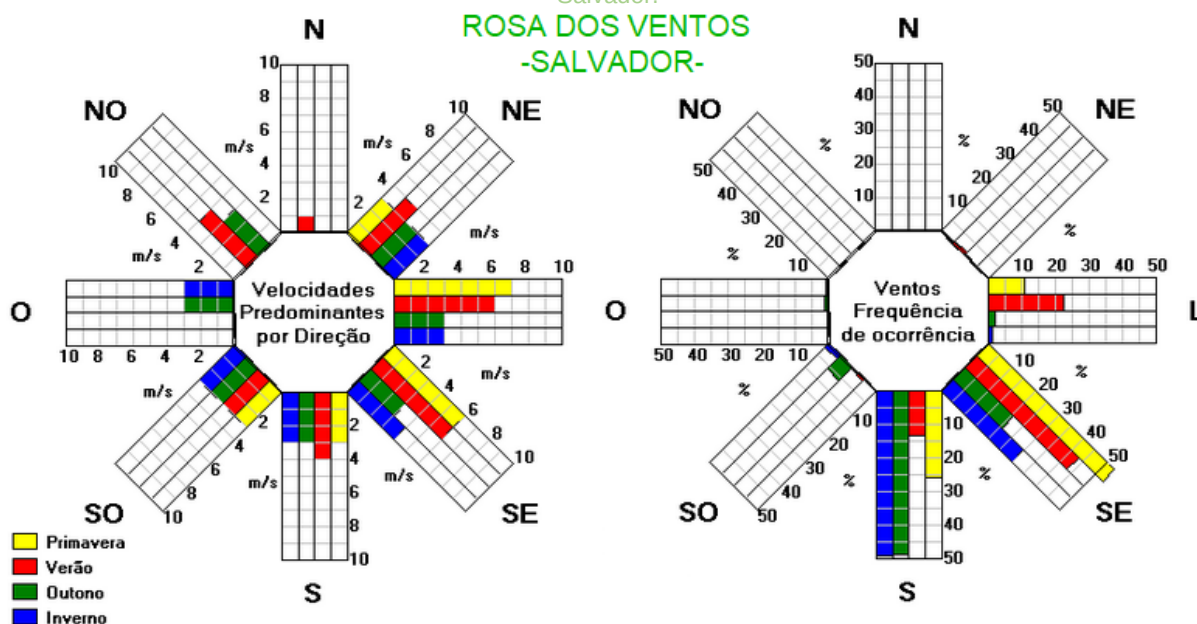
Uma das estratégias mais importantes no Brasil é o sombreamento. Ele colabora para amenizar a temperatura do microclima e filtrar a luz direta que incide no ambiente. Segundo defendido por Lamberts (2013), as principais técnicas a partir dela são:

“o uso de proteções solares ou brises, beirais de telhados generosos, marquises, sacadas, persianas, venezianas ou outro protetor interno, a orientação adequada do projeto e o uso de vegetação”. (LAMBERTS, 2013, p.91)

Após o sombreamento, a ventilação natural é a estratégia mais importante em climas como os do Brasil, principalmente no clima quente e úmido. Ela sofre grande influência a depender da rugosidade da superfície. Através de diagramas do tipo “rosa dos ventos”¹⁴ (Figura 10), o arquiteto pode conhecer as probabilidades de ocorrência do vento para as principais orientações e sua velocidade, auxiliando na locação de aberturas, e na orientação da forma, de modo a aproveitar o vento fresco no período quente e o vento forte no período frio (LAMBERTS, 2013).

“A ventilação natural em ambientes é indissociável da orientação e da implantação do edifício no terreno” (LAMBERTS, 201, p.181). Elementos como a vegetação e outras superfícies edificadas no entorno modificam e influenciam sua direção. No aproveitamento da ventilação natural, a ventilação cruzada é a estratégia mais simples e mais eficaz a ser adotada (LAMBERTS, 2013), pois depende apenas de disposição das aberturas e ambientes, adotando espaços interiores amplos e evitando barreiras edificadas para favorecer uma boa distribuição do fluxo de ar no projeto. Por ela pode-se fazer com que a temperatura interior acompanhe a temperatura exterior. Nos locais onde a temperatura é muito alta, deve-se limitar essa estratégia a determinadas horas do dia, nas quais a temperatura esteja mais amena.

Figura 10: Rosa dos ventos com velocidades, orientação e frequência de ocorrência dos ventos para a cidade de Salvador.



Fonte: Software SOL-AR 6.2, 2021.

Captadores de vento, lanternins, peitoris ventilados, mansardas e torres/poços de ventilação, elementos direcionadores e filtrantes da ventilação natural, como é o caso de

¹⁴ Tratamentos estatísticos das medições da frequência, direção e velocidade predominantes por direção que são tiradas nas estações meteorológicas ao longo do ano todo.

venezianas, proteções solares verticais, elementos vazados, muros e paredes externas são utilizados como soluções para a manipulação da ventilação.

Além dessas estratégias, a iluminação natural se faz necessária para aproveitar a luz do sol potencializando a eficiência energética da edificação. Nela, inclui-se conceitos e elementos que refletem na forma adotada no edifício, bem como sua orientação, cores e distribuição espacial, além de outros elementos que acompanham o projeto desde o início e que participam da expressividade final da arquitetura (LAMBERTS, 2013). Ela deve ser considerada de maneira diferente a depender da função arquitetônica, sendo associada com a iluminação artificial a depender da necessidade e do uso do ambiente. Algumas soluções são utilizadas, como, por exemplo, o uso de pátios e átrios para maior alcance da iluminação no interior da edificação, prateleiras de luz, cores claras, orientação, distribuição e posicionamento de janelas e iluminação zenital, mais uniforme para o ambiente que as janelas, que pode ser alcançada por meio de aberturas como sheds, domos, claraboias, poços de luz, entre outras (LAMBERTS, 2013).

Como já dito anteriormente, o uso da vegetação é uma das maneiras de se alcançar o sombreamento, mas sua participação no conforto do usuário vai muito além disso. Além do sombreamento, elas podem ser utilizadas como meio de diminuição de ruídos externos, bem como forma de direcionamento do vento para melhor alcance em uma edificação. Árvores com copas altas são melhores para sombrear o sol indesejável e para facilitar o acesso do vento a edificação (LAMBERTS, 2013) (Figura 11). Também a vegetação é utilizada como amenizador de temperaturas e no conforto visual e psicológico dos usuários.

Figura 11: Uso de árvores de copas altas sombreiam e permitem o vento adentrar nas edificações térreas.



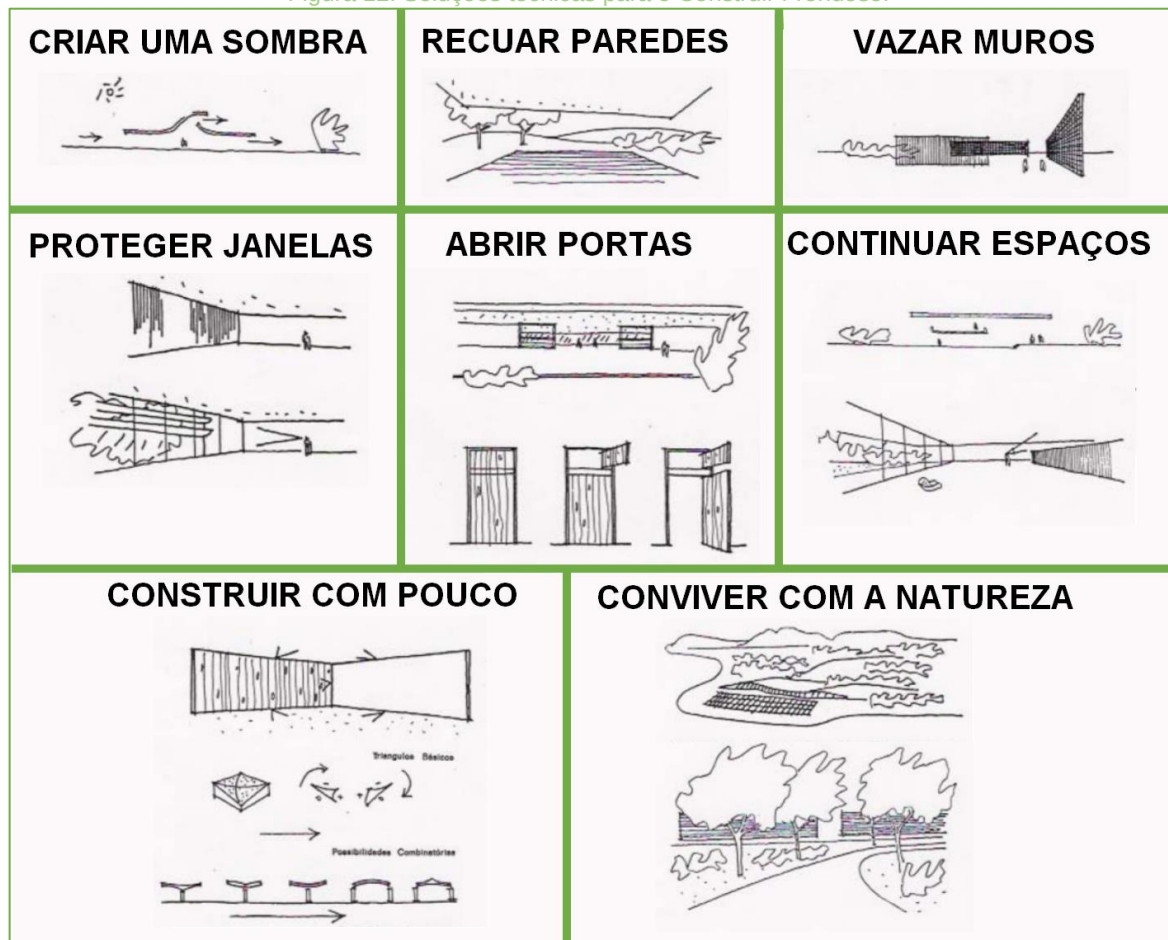
Fonte: LAMBERTS, 2013, p.182.

Dentro dos estudos de aplicação prática das estratégias e seus reflexos no projeto, um arquiteto que se destacou foi Armando de Holanda, que, no “*Roteiro para construir no Nordeste*” (1976), listou diretrizes projetuais guiadas pelo tipo de clima característico da região Nordeste do Brasil. Sendo este clima marcado por forte insolação e de ambiente

quente e úmido, ele buscou destacar a relação entre arquitetura e a natureza, se preocupando com fatores como a cultura local, adaptação ao clima e racionalidade construtiva, esta última devido aos seus estudos estarem focados na arquitetura moderna.

Essas diretrizes culminariam no conceito de “Construir Frondoso”, no qual a arquitetura seria pensada como uma grande árvore, que valorizaria a força da natureza local e seu entorno, dando protagonismo à sombra, um dos principais mecanismos instintivos do usuário à exposição do sol nos trópicos brasileiros. “Teríamos assim uma arquitetura sombreada, aberta, contínua, vigorosa, acolhedora e envolvente” (HOLANDA, 1976, p.49).

Figura 12: Soluções técnicas para o Construir Frondoso.



Fonte: HOLANDA, 1976/ Elaborado pela autora.

Para alcançá-la, o arquiteto lançaria mão de oito soluções técnicas com base nas estratégias bioclimáticas, sendo elas: criar uma sombra, recuar paredes, vazar muros, proteger janelas, abrir portas, continuar espaços, construir com pouco e conviver com a natureza (Figura 12). Todas essas estratégias colaboram para um bom aproveitamento da iluminação e ventilação natural, criando áreas sombreadas e fluidas, protegendo da pluviosidade e trazendo forte conexão entre o exterior e o interior, de acordo com as necessidades e a cultura do lugar.

Exaltando a cobertura, a ventilação, a continuidade dos espaços e a relação com o meio ambiente que a cerca, a arquitetura dos trópicos deve transcender os critérios construtivos e projetuais, perpassando também o simbolismo e aspectos do ser humano, que é o seu foco.

As estratégias bioclimáticas citadas neste capítulo foram reforçadas em todas as bibliografias estudadas, trazendo na Tabela 1 as relações encontradas entre elas, por meio desse quadro resumo.

Tabela 1: Quadro resumo relacionando as estratégias bioclimáticas e as soluções construtivas encontradas nas bibliografias estudadas.

ESTRATÉGIAS			SOLUÇÕES TÉCNICAS			
OLGYAY(1963)	NBR (2005)	LAMBERTS(2013)	OLGYAY(1963)	NBR(2005)	LAMBERTS(2013)	HOLANDA(1976)
sombreamento	aberturas sombreadas	sombreamento	utilizar elementos de proteção solar	uso de elementos para sombreamento das aberturas	manipulação da forma e da orientação, uso de vegetação, cobertas generosas	Criar uma sombra
			redução da radiação direta		uso de elementos como beirais, terraços	Recuar paredes
			utilizar elementos de proteção solar		uso de elementos como brises, venezianas	Proteger janelas
ventilação	ventilação cruzada permanente / desumidificação dos ambientes	iluminação natural/ ventilação natural cruzada	boa distribuição de aberturas, muros que não funcionem como barreira térmica	uso de grandes aberturas/ renovação de ar	uso de elementos vazados	Vazar muros
			plantas fluidas, distribuição das aberturas		aberturas	Abrir portas
					ambientes fluidos	Continuar espaços
-	-	-	estudar materiais	uso de paredes e coberturas leves	estudar o desempenho dos materiais construtivos em cada caso, de acordo também com as sensações desejadas	Construir com pouco
paisagem do entorno e vegetação	-	vegetação e implantação	orientação e implantação	-	orientação e vegetação adequada	Conviver com a natureza

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Juntamente a essas estratégias, caminha a expressividade arquitetônica, que podem ser exploradas aliando as soluções com a expressividade formal, de textura e cor, participando, por exemplo, da composição das fachadas ou de espaços internos. O estudo de cada alternativa, deve considerar o desempenho dos materiais construtivos e sua participação nas sensações visuais e sinestésicas que se deseja passar aos usuários (LAMBERTS, 2013), trazendo à tona também aspectos formais e plásticos, advindos também do material.

Pensando nisso, a forma e a função devem ser trabalhadas com a mesma prioridade no projeto, entendendo as relações térmicas, acústicas e visuais que cada decisão tomada resulta. Diferentes funções no mesmo prédio resultam em comportamentos energéticos distintos, mudanças de forma interferem diretamente sobre fluxos de ar tanto no interior quanto no exterior de uma edificação, bem como na quantidade de luz e calor solar que o edifício recebe (LAMBERTS, 2013). Isso influencia tanto na escala urbana quando na escala da edificação, em suas condições interiores de conforto e em seu melhor desempenho energético. Essas decisões podem e irão trazer elementos que atribuirão valor

poético para a definição dos espaços, como é o caso do trabalho da luz natural a partir da forma e das aberturas, explorando seu caráter simbólico.

Alguns arquitetos são referências no que diz respeito a utilizar do bioclimatismo de modo a criar uma arquitetura integrada com o lugar. Frank Lloyd Wright buscava adequar completamente o projeto ao seu entorno, respeitando os elementos naturais do local, criando a chamada “arquitetura orgânica”¹⁵. Nesse conceito, ele utilizava amplamente a iluminação natural tanto para criar espaços aconchegantes, quanto para destacar elementos da própria decoração (LAMBERTS, 2013). A coberta em algumas de suas obras funcionava tanto como provedora de sombra quanto como principal elemento orquestrador da volumetria arquitetônica adotada.

Figura 13: Casa da Cascata (1936), projeto de Frank Lloyd Wright.



Fonte: Divulgação/ Frank Lloyd Wright Foundation, acesso em 2021.

Outro exemplo é o uso de pilotis por diversos arquitetos, incluindo Le Corbusier, que permite tanto a permeabilidade de pessoas quanto a circulação de ar no pavimento térreo (Figura 14). O uso de brises que influenciam na insolação nos ambientes internos, também fazem parte da composição arquitetônica, principalmente de fachadas, podendo ser característica identitária para alguma obra e trazer dinâmica e movimento, com a adoção de brises móveis.

¹⁵ Na chamada arquitetura orgânica, Wright considerava o edifício não isolado e sim como um todo, visto de dentro pra fora, onde nele faziam parte também os móveis utilizados e o entorno, trabalhando como uma coisa só em harmonia com o tempo, lugar e seus usuários.

Figura 14: Uso do pilotis para permeabilidade do térreo no Palácio Gustavo Capanema/RJ (1936).



Fonte: CAU/RJ, acesso em 2021.

O arquiteto Severiano Porto foi referência no quesito arquitetura regional, tendo como marco a Estação ambiental de Balbina (Figura 15) no Amazonas, projetada na década de 1980 e hoje se encontra em ruínas. Ela contava com uma cobertura, elemento principal da concepção do projeto, contínua de duas águas por todo o complexo, se adequando as variações dos diversos blocos funcionais e soube aproveitar de forma criativa os materiais e costumes do lugar. Nela constam aberturas que permitem a saída do ar quente que possa vir a ter nos ambientes. Vedações de alvenaria independentes da cobertura permitem a circulação de ar entre a cobertura e as paredes.

Figura 15: Estação ambiental de Balbina (1983).

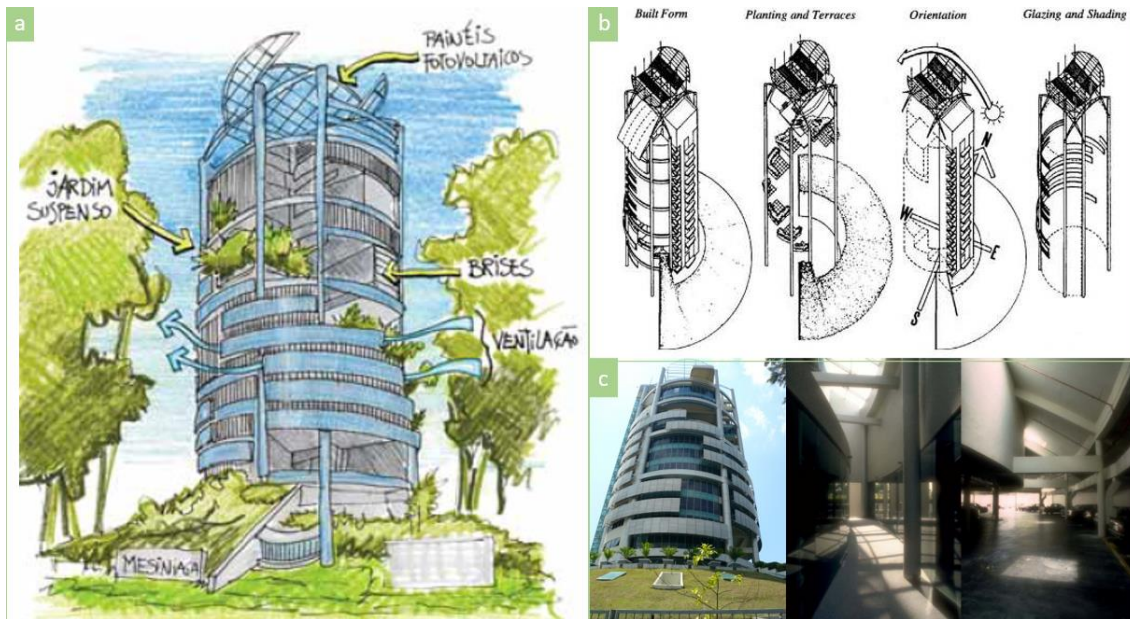


Fonte: Copyright © Severiano Porto (disponível no site Archdaily, acesso em 2021).

Mas não só de materiais locais é feita a arquitetura bioclimática. O mais importante nela é a atenção que se dá às condições climáticas de cada região, podendo lançar mão de vários materiais e tecnologias construtivas, como é o caso do concreto, alumínio e o aço.

Um exemplo de edifício em aço que é concebido associado à vegetação, trazendo benefícios de conforto para os usuários é a Torre Menara Mesiniaga, construída na Malásia pelo arquiteto Ken Yeang (LAMBERTS, 2013, p.30) (Figura 16).

Figura 16: Torre Menara Messiniaga. (a) Esquema desenhado por Lamberts que mostra os elementos construtivos da torre. (b) Planos da torre; (c) Edificação construída, vista por fora e por dentro.



Fonte: (a) Lamberts (2013, p.30); (b) designed by Ken Yeang. ©2000 TR Hamzah and Yeang; (c) ©2008 Nazrey/©2008 YangSquare¹⁶

Finalizado em 1992, ele lança mão de soluções projetuais internas e externas para criar um edifício verde que se adeque ao clima tropical. Por meio do conhecimento da trajetória solar, faz jardins suspensos que se adequam e se posicionam ao redor do edifício de acordo com as altura e azimutes solares específicos, com um visual “high-tech”, possibilitado pelo uso do aço, alumínio e vidro (LAMBERTS, 2013, p.30).

O metal possibilita maior integração com outros materiais para alcançar as estratégias bioclimáticas que se desejam. Para utilização da iluminação natural sem sua incidência direta, pode-se utilizar com perfis mais leves e esbeltos as grandes cobertas para ajudar no sombreamento interno como é o caso brasileiro da fábrica IPEL, construída em 2001 e localizada em Cajamar/SP, projetada pelo arquiteto Sidônio Porto (Figura 17).

“[...]com o emprego de largos beirais, que orientam a claridade para uma incidência indireta, além de proporcionar uma solução adequada de cobertura em dias de chuva, sem quebrar a harmonia do desenho.” (PORTO, em entrevista à Premiação IAB 2002 apud METALICA, 20--)

Contempla-se assim um exemplo de edificação que utiliza a estrutura metálica integrando a edificação ao meio, racionalizando o consumo de energia e dando maior flexibilização para futuras expansões. Além disso, a rapidez de montagem da construção possibilitada pela construção metálica, fez com que a obra ficasse pronta em 9 meses, já

¹⁶ Disponível em < https://www.solaripedia.com/13/302/3408/menara_mesiniaga_exterior.html>.

que ao mesmo tempo que a fundação era construída, as peças metálicas estavam sendo fabricadas (METALICA, 200-).

Figura 17: Fábrica Ipel/SP.



Fonte: Portal Metalica, 2002.

Os brises metálicos também são uma ótima opção para agregar eficiência energética e expressividade às envoltórias das edificações. Substituindo os planos de vidro, os planos de brises, como visto na figura 18, tem excelente durabilidade e colaboram com controle sob a incidência solar, sendo de mais fácil manutenção e limpeza, sejam eles fixos ou móveis.

Figura 18: Utilização de brises nas envoltórias das edificações. (a) brise fixo; (b) brise móvel.



Fonte: (a) site Refax, 2021; (b) site decoração de casa.

A adoção de estratégias bioclimáticas, em todo tempo e lugar, tem implicações na materialidade e expressividade da arquitetura, ou seja, em sua dimensão ou caráter tectônico. Fatores como materiais aplicados, geometria adotada, dimensão formal, elementos de vedação e projeções de sombra, posição e tamanho das aberturas, posição no sítio, tipo de cobertura, são escolhas que implicam no resultado estético-formal, e mesmo simbólico da arquitetura.

Devido a isto, a integração entre a expressividade arquitetônica, os materiais empregados e as estratégias bioclimáticas são de suma importância para uma arquitetura de qualidade. E, para uma boa eficiência da envoltória, é importante o conhecimento do material empregado. O subcapítulo seguinte adentrará mais no uso do metal na arquitetura e em como ele pode estar aliado às estratégias bioclimáticas em clima quente e úmido.

2.2 Material

Muitos materiais foram e são utilizados ao longo dos tempos na construção de edifícios que conformam os abrigos, e segundo Salvadori (2011), a ciência e a tecnologia são incitadas a satisfazer as necessidades humanas. Apesar de nunca ter apresentado grandes mudanças significativas em seus aspectos funcionais, a arquitetura passou por uma imensa evolução e revolução técnica, principalmente no que diz respeito a tratamento e conhecimento das propriedades dos materiais. Essa prática, vem atrelada à tectônica do material, que surge a partir do modo de trabalhar cada um deles. A partir dela, existem as implicações das suas possibilidades construtivas na expressão arquitetônica.

Para este trabalho, o foco se mantém no metal, que não é um material novo e muito menos desconhecido já que seu uso pelo homem data de cerca de 6 a 4 milênios antes de Cristo, onde era utilizado na manufatura de ferramentas, armas e instrumentos (DIAS, 2001). Sua popularização foi tardia graças as mudanças no seu processo produtivo que acarretaram em custos mais baixos comparando com o que existiam no início da sua utilização, introduzindo na técnica das construções conceitos totalmente novos (BENÉVOLO, 2001). Ele se reinventou, no quesito tecnológico e agora, é caracterizado como um material estrutural por excelência (DIAS, 2001), onde uma educação e tecnologia da informação acerca da sua utilização se faz necessária para difundir o uso dos metais, sendo o arquiteto o principal disseminador, principalmente do aço, como solução estrutural na construção.

Sendo o desenvolvimento da indústria siderúrgica a base que sustenta as formas de utilização do aço devido a sua maior tangibilidade e mais fácil acesso, ela, juntamente com a produção arquitetônica que calcava novas metas tecnológicas, foram responsáveis pelas conquistas de novas soluções técnicas e de linguagem que o próprio material poderia alcançar.

Seja por meio do cobre, que se seguiu do bronze, o ferro e, após ele, o aço, o ser humano foi criando tecnologias de melhoramento para a utilização desse material nas mais diversas áreas, principalmente na construção civil. O marco histórico do metal, que

possibilitou a sua maior utilização foi o aperfeiçoamento do uso do coque na fundição, substituindo o carvão vegetal, por Abraham Darby, no início do século XVIII, introduzindo na técnica das construções, a partir daí, conceitos totalmente novos (BENÉVOLO,2001).

A seguir, para entendimento de como se deu a construção técnico-simbólica do material, um breve apanhado com o uso do metal na arquitetura será feito seguindo-se do conhecimento das possibilidades projetuais e construtivas do material, já celebradas desde o início do seu emprego e refinadas durante os anos até os dias de hoje.

2.2.1 Breve historiografia do uso do metal na arquitetura

Silva (1987) entende o conceito de “Arquitetura do ferro” como um fenômeno de produção iniciado e localizado na Europa e disseminado em todo mundo. Dentro desse conceito estão inclusos o ferro fundido, laminado(ondulado), o estampado e o aço, mesmo tendo eles características estruturais e formas inteiramente distintas uns dos outros.

“O uso desse material em edifícios e mobiliários urbanos tinham principalmente o papel simbólico de demonstrar a evolução da civilização e sua prosperidade tecnológica.” (COSTA, 2001, p.184).

Desde o século XVII, o metal já era utilizado por meio das vigas de ferro como reforços de edificações, porém a criação do ferro fundido foi o que possibilitou a criação de grandes estruturas inteiramente com esse material. A partir da materialização da primeira ponte de ferro, chamada “*IronBridge*”, considerada na época a oitava maravilha do mundo pela sua leveza (COSTA, 2001) (Figura 19), o metal começou a ser utilizado na estrutura e em pavimentos, com a intenção de evitar os incêndios (BENÉVOLO, 2001).

Figura 19: Ironbridge (1779) (a)visão geral da ponte; (b) detalhe dos elementos em ferro fundido.



Fonte: David Ross and Britain Express, 20--.

Por essas novas possibilidades técnico-construtivas uma nova linguagem arquitetônica apareceu, derivada da expressividade do material, que foi dada às novas tipologias advindas da Revolução industrial. Fábricas, galerias, estufas e pavilhões de exposição, estações ferroviárias e abrigos de trens, mercados públicos e até mesmo fachadas, demonstravam as possibilidades estruturais do ferro e do aço, associados, principalmente com o vidro em grandes claraboias em numerosos edifícios (SILVA,1987; BENÉVOLO, 2001).

Um exemplo referencial dessas novas tipologias é o Palácio de Cristal, de 1851 construído em Londres por Joseph Paxton para abarcar a Grande Exposição desse mesmo ano (Figuras 20 e 21), inaugurando a sequência de outras grandes galerias envidraçadas de exposição, celebrando o domínio e manejo das novas tecnologias construtivas pelo homem:

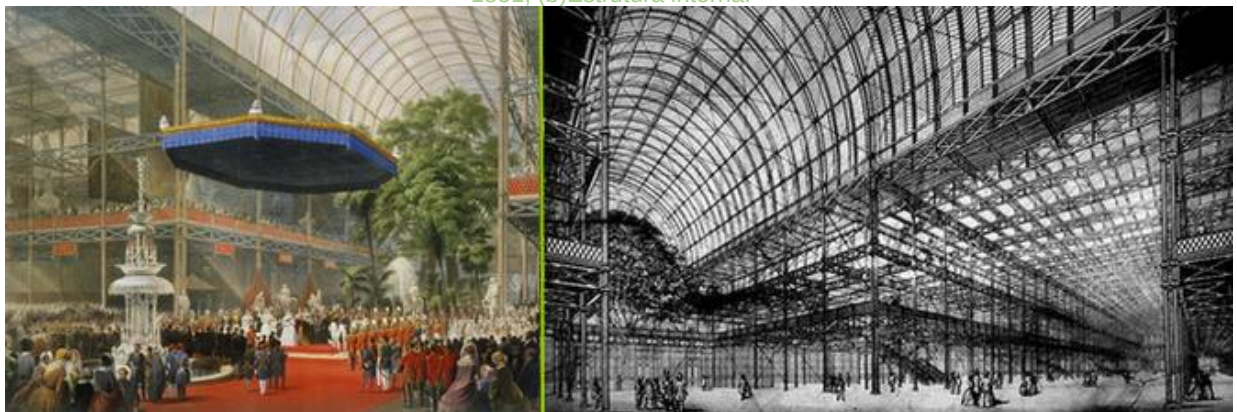
“Utilizando o ferro fundido, madeira e vidro, a montagem do edifício foi saudada na Europa como prenuncio de uma nova era, mesmo que não incorporasse todos os progressos tecnológicos da época em sua construção.” (SILVA, 1987, p.16)

Figura 20: Gravura do Palácio de Cristal, 1850



. Fonte: ©Wikimedia, acesso em 2021.

Figura 21: Interior do Palácio de Cristal: (a)Litografia em cores da cerimônia de inauguração por Louis Haghe, 1851; (b)Estrutura interna.



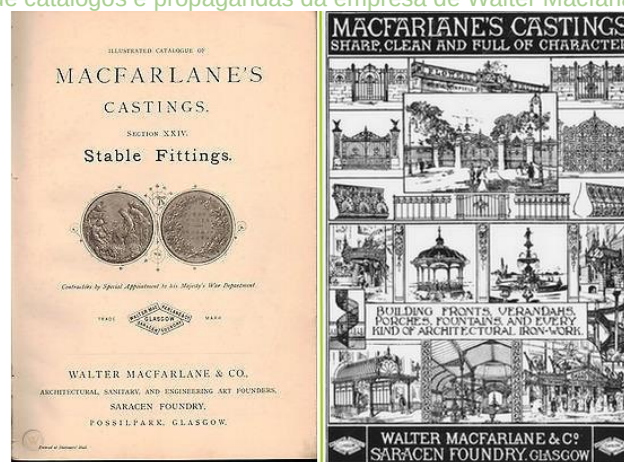
Fontes: © Wikimedia, acesso em 2021.

“Pode-se observar na sociedade, nesse momento, a aceitação franca dos produtos fabricados em série e de suas rígidas limitações econômicas que, por vezes, desempenharam um importante papel no resultado arquitetônico.” (BENEVOLO, 2001, p. 134).

Por muitas vezes, o uso do novo material construtivo foi imposto, de maneira que criasse mercado para a fabricação desses edifícios (SILVA, 1987). Mesmo com a estrutura metálica escondida por revestimento em alvenaria ou sendo utilizada apenas nas cobertas, os construtores da época buscavam a sua utilização por causa do incentivo ao descobrimento das potencialidades do novo material, ainda que às vezes recaia no pastiche de escondê-lo por meio do emprego dos ornamentos e decorações tradicionais a fim de contentar o gosto dominante (BENEVOLO, 2001).

Na área de arquitetura e construção foram exportados dos países produtores desde casas desmontáveis até os mais sofisticados edifícios para regiões como os desertos da Austrália, Crimeia, zonas de garimpo de ouro nos Estados Unidos e localidades brasileiras subitamente enriquecidas devido à exportação principalmente de produtos tropicais. No geral “as áreas tocadas pela necessidade de urgência em construções e que nela houvessem falta de tempo e de mão-de-obra especializada, ao passo que teriam capital para investir nessas construções.” (COSTA, 2011, p.36). A maioria das edificações em ferro fora do continente europeu está localizada em regiões portuárias, ou servidas para construir estradas de ferro (SILVA, 1987), onde a “arquitetura metalúrgica”, símbolo de progresso em toda a América Latina, era recebida com grande entusiasmo, vindas da França, Grã-Bretanha, Bélgica e Alemanha. Eram não só teatros, mercados e estações ferroviárias, como também equipamentos e mobiliários urbanos como postes, pequenos porta-cartazes, quiosques de jornal, fontes, relógios, calhas, canos, entre outros.

Figura 22: Exemplos de catálogos e propagandas da empresa de Walter Macfarlane & Co (1890 e 1909).



Fontes: ©Worthpoint e Flickr Cris Drew, 2019.

Os elementos eram encomendados por meio de catálogos das companhias de fundição, que continham os modelos dos componentes modulados metálicos e desenhos já

prontos de diversos elementos, até de edifícios completos em ferro fundido, a partir da década de 1880, de empresas como a britânica Saracen Foundry, de Walter MacFarlane & Co. (COSTA, 2001). (Figura 22)

Nos catálogos já se diziam sobre o fato de que “as peças de ferro seriam adaptáveis aos mais diferentes climas, inclusive aos tórridos, num claro aceno aos clientes das regiões tropicais.” (COSTA, 2001, p.12).

O consumo de “arquitetura de ferro” se deu em regiões que eram beneficiadas pelo rápido crescimento econômico, sempre subordinado a exportação de matéria-prima e produtos agrícolas – em estados como o Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Pará, Amazonas, Pernambuco e Ceará. No caso das cidades no Nordeste, Recife/Pernambuco e Fortaleza/Ceará, cuja importância era vista através da facilidade de acesso a portos e do escoamento de algodão e outras matérias primas (SILVA, 1987).

Com o êxito do movimento neogótico e posteriormente o ecletismo no mundo, no século XIX, no Brasil, essa alta manifestação do ecletismo veio atrelada a “arquitetura do ferro”, primeira expressão da arquitetura metálica no país. Alguns autores defendem que houve a coexistência entre arquitetura do ferro e a arquitetura dos estilos (SILVA, 1987), pelo menos na época, pois ainda não se tinha consciência dos seus valores de natureza estética e tecnológica.

Assim como na Europa, as pontes foram umas das primeiras estruturas a serem executadas em metal no Brasil, já para colaborar no caminho do escoamento da produção para o interior das regiões, principalmente em rotas ferroviárias e para demonstrar inovação, no caso da Ponte da Boa vista, popularmente conhecida como Ponte de Ferro, sobre o Rio Capibaribe no Recife/PE, ligando a Rua Nova com a Rua da Imperatriz Teresa Cristina. Reconstruída na sua versão atual em 1874, traz a estrutura de ferro batido importado da Inglaterra e apresenta pequenos ladrilhos que se encaixam em forma de losangos. Ainda que passando por algumas modificações ao longo do tempo e sendo descaracterizada em algumas áreas, a estrutura metálica principal permaneceu, mesmo necessitando de mais atenção quanto à manutenção. (Figura 23)

Na Região Nordeste, temos como um dos exemplares edificadas mais antigo e um dos pioneiros da tipologia no país o Mercado de São José no Recife (Figura 24), que teve sua montagem concluída no ano de 1875. Exportado da França, é um projeto híbrido cuja estrutura é semelhante à dos pavilhões do mercado de Grenelle, em Paris e se aproveita de referências com base nos catálogos existentes. O empreiteiro José Augusto de Araújo contratou para fazer algumas adaptações da estrutura original o engenheiro francês Louis Vauthier, já conhecido da cidade pela construção do teatro Santa Isabel, devido à falta de detalhes na primeira versão do projeto (SILVA, 1987).

Figura 23: Ponte da Boa vista em 1900.



Fonte: Acervo Fundaj/MEC.

Figura 24: Mercado de São José, Recife/ PE.



Fonte: Acervo Pessoal, 2020.

Segundo relatos da época: *“É uma imitação dos novos mercados construídos ultimamente na Europa com todos os aperfeiçoamentos admitidos e as modificações particulares que exige nosso clima”* (SILVA, 1987, p.141¹⁷). Ou seja, essa afirmação demonstra que, mesmo na época, tinha-se noção da importância e necessidade da adaptação do projeto ao clima local.

Outro exemplar é o Teatro José de Alencar em Fortaleza (Figura 25), construído já no início do século XX, no ano de 1910. Ele traduz em seu projeto a conciliação entre a

¹⁷ Trecho extraído de um artigo de novembro de 1871 que trazia a descrição das obras encontrada no orçamento do mercado publicado no jornal diário de Pernambuco em 1874.

novidade do ferro, importado da Escócia e da Inglaterra a partir de catálogos da empresa Macfarlane e o tradicionalismo da alvenaria de tijolos.

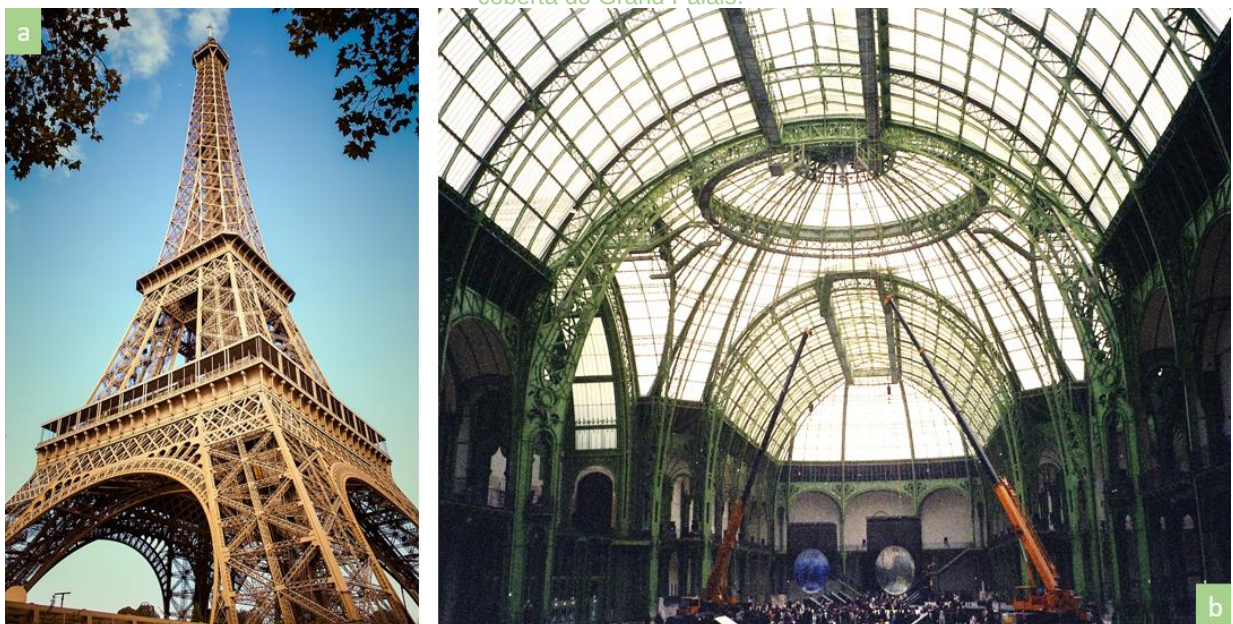
Figura 25: Teatro José de Alencar (1910) em Fortaleza/CE.



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

Com relação às construções metálicas arrojadas à época e que exploraram as possibilidades do material construídas na Europa, com grandes alturas e grandes vãos, concluídas no final do século XIX, merecem destaque a Torre Eiffel e a cobertura do *Grand Palais des Beaux-Arts* (Figura 26). “As construções em ferro parecem agora ter chegado ao vértice de suas possibilidades.” (BENÉVOLO, 2001, p.146).

Figura 26: (a) Torre Eiffel, Paris; (b) Parte da estrutura metálica envidraçada que corresponde à nave central da cobertura do Grand Palais.



Fonte: © Webandarts/ Pixabay, 2016. / ©David Monniaux/Wikimédia CC BY-SA 3.0, 2006.

No começo do século XX, com o Art Nouveau, o ferro também foi muito utilizado para expressão arquitetônica, seja na ornamentação ou na estrutura. “O material foi considerado precursor do movimento moderno” (SILVA, 1987, p.26), apesar do reconhecimento tardio, apenas após a época, pelos historiadores da arquitetura moderna.

Fora da Europa, os edifícios de andares múltiplos¹⁸ em estrutura metálica, ainda utilizando o ferro, começaram a aparecer também na segunda metade do século XIX. Um dos primeiros edifícios em altura de estrutura metálica foram construídos em Chicago/EUA, por William Le Baron Jenney, Leiter Building no ano de 1879 e em 1885 o Home Insurance Building, possuindo dez pavimentos distribuídos em 55 metros de altura (Figura 27), aumentando a altura sem receio de sobrecarregar excessivamente os pilares nos andares de baixo de modo que se pudesse abrir nas paredes vidraças quase que contínuas, para que se iluminasse ambientes com larguras profundas sem comprometer os vãos livres (BENÉVOLO, 2001).

Figura 27: Home Insurance Building, Chicago/EUA.



Fonte: © Guillermo Carone/Wikiarquitectura.

“A construção dessa tipologia de edifícios, cuja estrutura, em esqueleto de ferro e aço, sustenta as paredes internas e externas, nascida em Chicago, ao menos no que se refere a sua aplicação prática, tornou-se um hábito em quase todas as cidades americanas.” (BENÉVOLO, 2001, p.234).

Popularizou-se, então, o princípio de sustentar todo o edifício sobre uma rede metálica equilibrada com precisão, solidificada e protegida contra o fogo, advindos da experiência da chamada “escola de Chicago”.

Por falta de conhecimento e aparato técnico para se resolver alguns problemas advindos das técnicas construtivas com materiais metálicos, por outro lado:

¹⁸ A construção de edifícios de múltiplos pavimentos foi viabilizada também pela invenção do elevador, em Nova York no ano de 1853 por Elisha Graves Otis.

“[...] progride rapidamente, nos últimos dois decênios do século, um novo sistema de edificação, o concreto armado. Ele invade rapidamente o campo das edificações comuns, graças a sua conveniência econômica, sobretudo após a publicação dos regulamentos.” (BENÉVOLO, 2001, p.148).

Esse sistema associa o concreto ao metal, a fim de atribuir-lhe a resistência à tração que o primeiro por si só não possui. O metal não deixou de ser utilizado na construção civil, porém não era mais provido do apelo visual e simbólico que tinha anteriormente, sendo camuflado por outros materiais. Em alguns lugares, como é o caso da Alemanha, foram feitas diversas experiências técnicas com o passar dos anos, mesmo que mais modestas, para desvendar algumas soluções técnicas convenientes para seu melhor uso.

No ano de 1941, foi criada a primeira grande empresa siderúrgica do Brasil, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) que foi também a primeira produtora integrada de aço plano no Brasil, um marco no processo de industrialização do país. Seu aço viabilizou a implantação das primeiras indústrias nacionais, núcleo do atual parque fabril brasileiro.

Com projeto de Rino Levi, o primeiro edifício em estrutura metálica do país com materiais nacionais foi o Edifício Garagem América (Figura 28), no centro da cidade de São Paulo em 1954. As estruturas metálicas foram fornecidas pela Fábrica da CSN, cujos perfis foram feitos em liga especial, com alto teor de cobre, já que deveriam resistir as corrosões provenientes do contato direto com a terra, pois foram utilizados, inclusive, para o estaqueamento da fundação.

Figura 28: Edifício Garagem América em São Paulo logo após sua inauguração e imagem mais recente.



Fonte: site projeto São Paulo City.

Nos anos 1960, houve uma explosão de oferta para a exportação do aço nacional, dando origem, em 1971, ao Plano Siderúrgico Nacional (PSN). Ele tinha como objetivo

iniciar um novo ciclo de expansão e quadruplicar a produção, no qual o maior peso da responsabilidade ficaria a cargo das empresas estatais, que até então eram responsáveis por cerca de 70% da produção nacional e detinham exclusividade nos produtos planos. Entre as décadas de 1970 e 1980 mais usinas produtoras de aço foram implantadas no país, cada vez possuidoras de mais tecnologia, em estados como Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais.

Figura 29: Centro Georges Pompidou dos arquitetos Renzo Piano & Rogers em Paris.



Fonte: Acervo Pessoal, 2015.

Na retomada da utilização dos metais com legibilidade estrutural e associado ao caráter de inovação nas construções, se destaca a construção do Centro Georges Pompidou, no ano de 1977 por Renzo Piano & Rogers em Paris (Figura 29). Marco do início da corrente Hightech¹⁹ da arquitetura, o edifício abriga o Museu Nacional de Arte Moderna, a Biblioteca Pública de Informação, o IRCAM, entre outros programas, tendo como conceitos e partidos arquitetônicos a externalização da estrutura e infraestrutura do edifício, tornando-a um componente do aspecto visual do edifício. Estruturado por um sistema de tubos, cabos de aço e conexões, nele se identificam claramente as funções de cada elemento, com o interior completamente livre e desobstruído, tendo melhor aproveitamento do espaço interno e trazendo para ele uma forte conexão interior/exterior devido a transparência de sua envoltória.

A partir da década de 1980 é possível perceber mudanças na linguagem da arquitetura produzida, principalmente das com estruturas metálicas, possivelmente um

¹⁹ Essa corrente da arquitetura surgiu a partir da década de 1970. Consiste, resumidamente no uso de materiais de alta tecnologia na construção de edifícios, com o uso de cores vivas e de acabamentos metálicos em ferro, aço inox ou alumínio que lembram um pouco a arquitetura industrial. Ela teve mais força na Inglaterra, Estados Unidos e França, trazendo uma visão otimista do capitalismo e da indústria, fazendo referência à tecnologia e importância da máquina, mesmo que nos seus primórdios fosse mais uma alusão estética que o emprego de inovação tecnológica de fato.

reflexo do pluralismo de expressões arquitetônicas frutos das pesquisas acerca das possibilidades tecnológicas, acarretando em mudanças de cunho produtivo e qualitativo para o mercado da construção civil.

Entendendo a importância da disseminação do uso do material nas construções, no decorrer dos anos, associações que colaborariam com a sua promoção foram criadas também no Brasil. Um exemplo é a Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), uma sociedade civil sem fins lucrativos que foi fundada em 1974 e congrega nacionalmente os fabricantes de estruturas e de coberturas metálicas de aço, as empresas de galvanização a fogo, e escritórios de arquitetura e projeto de engenharia.

Uma das primeiras tentativas de implantar novamente a construção em metal no Nordeste brasileiro foi a utilização dele na coberta do Espaço Cultural José Lins do Rego (Figura 30) em João Pessoa na Paraíba pelo arquiteto Sérgio Bernardes no ano de 1982. Contando com um programa diverso que abarcava, além de tudo, uma praça aberta e coberta para manifestações artísticas e culturais, ele tomou como partido arquitetônico o espaço livre e aberto abaixo de uma grande cobertura única metálica em treliças espaciais de alumínio sustentadas por “pilares-árvores” de aço, unificando e abrigando as funções distintas distribuídas em blocos independentes.

Figura 30: Vista da praça coberta no Espaço cultural.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019

“[...] atendendo aos valores inerentes à tecnologia industrial como a racionalização e produtividade, alcançadas pela repetição dos elementos, essa malha estrutural da cobertura do Espaço, além da leveza física e visual, decorrente da esbeltez das barras que constituem a treliça, produz uma expressão de continuidade e transparência, provocando um efeito visual de infinitude e desmaterialização.” (ROCHA, 2012, p.164)

Associado a outros materiais como o concreto armado, e o vidro, o edifício nos traz os conceitos de planta livre com fluidez que permite a circulação do fluxo de ar no espaço da Praça do Povo, tendo uma forte comunicação interior-exterior pelas transparências, aberturas horizontalizadas e simplicidade volumétrica. Essa experiência acabou influenciando o aparecimento de mais alguns edifícios em estrutura metálica na cidade na década seguinte através de edificações, geralmente de destinação comercial, de serviços e institucional.

Nessa mesma década, em Salvador, cidade mais conhecida por conter características arquitetônicas mais voltada ao histórico, a partir da vontade de modernizá-la e inseri-la no panorama das cidades que utilizam de tecnologia nos processos construtivos instigou a construção de uma obra emblemática em estrutura metálica: a Casa do Comércio, projeto dos arquitetos Jader Tavares, Otto Gomes e Fernando Frank, onde hoje funciona a Administração do sistema Fecomércio, Sesc e Senac, inaugurada no ano de 1988 (Figura 31).

Figura 31: (a) vista frontal do prédio da Casa do Comércio; (b) Vista da volumetria do edifício.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

A partir dela, outras construções utilizando o material foram feitas, principalmente no eixo entre a Avenida Antônio Carlos Magalhães e ao longo da Avenida Tancredo Neves, no bairro Caminho das Árvores, onde se encontra o centro empresarial da cidade. O aço por lá, nos dias atuais, costuma ser empregado em locais que necessitam de uma construção mais limpa, racionalizada e de rápida execução.

Após algumas tentativas, é por volta de 1990 que o Brasil como um todo começa a explorar com mais intensidade a alternativa estrutural metálica. Um dos exemplos que podem ser observados durante essa época é a Escola Panamericana de Arte - Unidade Angélica, em São Paulo (Figura 32), sede do seu próprio escritório em São Paulo (Figura

33), do arquiteto Siegbert Zanettini, um dos arquitetos precursores da estrutura metálica no Brasil.

Figura 32: (a) Croqui inicial do arquiteto para a EPA; (b) Escola Panamericana de Artes- Unidade Angélica.



Fonte: Divulgação/ site escritório Zanettini, acesso em 2021.

Figura 33: Croqui inicial do arquiteto para sede do escritório; (b) Estrutura; (c) Obra finalizada.



Fonte: Divulgação/ site escritório Zanettini, acesso em 2021.

Em 1997, para colaborar com a relação entre os produtores de aço para a construção civil e gerar condições de custear estudos e experimentos voltados ao fortalecimento do processo produtivo de todo o setor, a Cosipa e Usiminas iniciam alguns trabalhos em conjunto, visando o desenvolvimento do mercado da construção em aço. E em 1999, foi criado o GSCM - Grupo Siderúrgico da Construção Metálica, constituído pela CSN, CST, Usiminas, Cosipa, e posteriormente, também pela Açominas.

O Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) foi criado no ano de 2002 e é gerido pelo Instituto Aço Brasil para incitar o desenvolvimento tecnológico e a formação acadêmica dos projetistas na área. Nele constam manuais que tem como objetivo a disseminação de informações técnicas e as melhores práticas relacionadas ao assunto. Com isso, almeja-se estimular os profissionais da arquitetura e da engenharia na escolha do material e visão mais adequada do mesmo para a construção civil.

Essas iniciativas brasileiras foram baseadas nas iniciativas de outros países como a Grã-Bretanha, EUA e Japão, que criaram entidades como o Steel Construction Institute

(SCI), o American Institute of Steel Construction (AISC) e o Kozai Club, que tiveram um papel essencial para a estabelecimento e o desenvolvimento da construção em aço nos seus respectivos mercados. Isso repercutiu na utilização do material em mais construções ao redor do mundo.

Internacionalmente, no cenário atual, podemos destacar o arquiteto espanhol Santiago Calatrava, quem com ideias arrojadas a partir da relação forma, estrutura e natureza, diminuindo os limites entre arquitetura e engenharia, traz o metal como protagonista associado com o vidro em suas principais obras, que se tratam de pontes, museus e edifício institucionais (Figura 34). Segundo Figueiredo (2010, apud GIACOMELLI et al, 2017), ele trata as edificações como gigantescas esculturas, em escala monumental, que, por se tratarem de edifícios podem ser observadas e também usufruídas, interna e externamente.

Figura 34:Obras de Santiago Calatrava. (a)Museu do Amanhã/ Brasil; (b) Gare do Oriente/Portugal; (c)Ponte da Paz/Canadá.



Fonte: (a)Museu do Amanhã/Divulgação; (b)site Descubra Lisboa; (c) ©Ian Harding Photography/Disponível no Site Archdaily.

No campo específico da arquitetura, além do seu emprego mais comum em cobertas de grandes vãos, o aço começou a se fazer presente de forma mais ousada em todos os outros componentes estruturais da obra. Regularmente, passaram a ser construídos *shopping centers*, empresariais e edifícios de múltiplos pavimentos, pontes, pavilhões de exposições e espaços culturais, coberturas de ginásios de esportes e de estádios, galpões e edifícios industriais, torres de transmissão de energia e de telecomunicações, entre outros, com sistemas estruturais, por vezes criativos e arrojados e por outras sem legibilidade estrutural porém se aproveitando de suas potencialidades construtivas (Figura 35).

Figura 35:Edificações de estrutura metálica, que, externamente não há legibilidade estrutural. (a) Shopping RioMar em Recife; (b) Arena das Dunas em Natal; (c) Empresarial Charles Darwin em Recife.



Fonte: (a) Divulgação/JCPM; (b) Acervo Pessoal, 2018; (c) Divulgação/Pontual Arquitetos.

Elas estabelecem a forma do edifício à medida que suportam suas cargas, pórticos que envolvem todo o aparato funcional do prédio, formam envoltórias por meio de vedações. Tudo isso conformando o abrigo, intrínseco à essência da arquitetura, e possibilitando-lhe as necessárias sombra e ventilação, tão almejadas em determinadas regiões tropicais do planeta.

O Brasil é, atualmente, um dos grandes produtores mundiais de aço, possuindo usinas siderúrgicas reconhecidas internacionalmente, muitas das quais fabricam, além do próprio aço, também perfis estruturais. A engenharia e a indústria nacional são capacitadas para fornecer os produtos necessários e para levar adiante as obras mais ousadas com estruturas metálicas, porém, a pouca familiaridade com a construção em aço no nosso país é citada no Portal Metalica (2016) como uma das principais barreiras ao maior desenvolvimento e alcance do material. Isso faz com que, muitas vezes, não se aproveitem todas as virtudes do metal em uma comparação com outros sistemas mais tradicionais e mais comumente utilizados.

Para sua maior utilização, deve-se conhecer a fundo as propriedades do material escolhido e as suas potencialidades construtivas, de modo que seja maximizado as possibilidades e ele seja utilizado corretamente. Pensando nisso, no próximo tópico, serão abordadas as características físicas e possibilidades construtivas e expressivas do metal, fazendo uma relação entre esse material e o contexto climático do clima quente e úmido.

2.2.2 Características físicas e possibilidades construtivas e expressivas do metal para o clima quente e úmido

A escolha do material em uma edificação deve ser considerada desde a fase inicial de concepção do projeto, e a opção pelo uso de estrutura metálica não deve ser diferente. Como dito anteriormente, as possibilidades do uso desse material fizeram dar luz a inovações na tecnologia construtiva, que teriam revolucionado o próprio conceito de arquitetura, diferenciando a “arquitetura do ferro” do que era feito anteriormente (SILVA,1987). No princípio da Revolução Industrial ainda não se conheciam suas propriedades estruturais, e o material assumia formas dos materiais já consagrados. Devido a isso, necessitou-se uma imposição de transformação e revolução gradual nos métodos construtivos (SILVA,1987).

Seja com o cobre, o bronze, o ferro, o aço e o alumínio e todas as suas variedades, com determinadas tecnologias evoluídas através dos tempos, a utilização do material metálico como parte do projeto sempre esteve associada a diversos fatores. O teor revolucionário do material não era só por conta das potencialidades plásticas do ferro

fundido e das possibilidades estruturais do aço. A novidade era a escala de produção estritamente industrial. A ideia de indústria sempre veio atrelada ao ideal de progresso e a expectativa era de mudança na construção assim como houve a mudança na sociedade (SILVA, 1987).

Segundo Silva (1987), na época que começou a ser utilizado, as inovações que o material anunciava eram, principalmente as seguintes:

- Reprodução de quaisquer estilos, principalmente no que diz respeito aos ornamentos, de maneira elegante, precisa e com uma leveza jamais conhecidas anteriormente;
- Mobilidade, pois podiam ser fabricados em um local e transportados e montados em outro, ou desmontados e remontados, como é o exemplo do que ocorreu com o Palácio de Cristal. Além disso havia a possibilidade de exportação para lugares longínquos, como é o caso da exportação dos mercados públicos e teatros já citados para os países de outros continentes. A arquitetura assim, poderia, por meio dessa característica, perder o vínculo secular com o solo;
- Provisoriedade por aparência, justo pela possibilidade de mobilidade, como é o caso dos pavilhões de exposição internacional. Mesmo tendo essa característica, uma vez que elas existiam, podiam provocar diversas sensações aos usuários, tendo impacto no lugar que estão implantadas, mesmo que momentaneamente;
- Transparência e Leveza, por meio da quebra da rigidez do espaço interno. Devido ao “*delírio estrutural*” da esbeltez, assim como na arquitetura gótica, conseguia-se atingir maior fluidez dos espaços, consequentemente um aumento de utilização da luz natural no interior. O uso do ferro não se constituía só em uma nova técnica construtiva, mas também em uma nova significativa sobre os espaços produzidos;
- Utilização dos mais diversos componentes, que na verdade estavam mais associados ao estilo eclético, já que podiam ser construídos de todos os estilos possíveis e existentes a partir dos catálogos.

Em catálogos, como é o caso do de Daniel Badger (NY, 1865), recomendava-se o uso do ferro como material de construção pelas seguintes propriedades: resistência, durabilidade, incombustibilidade, leveza de estrutura, facilidade de montagem, modulação, beleza arquitetural, transparência, economia e baixo custo, renovação. Essa relação de excelências pode ser confirmada pela durabilidade dos edifícios e complementos que foram executados na época e estão praticamente íntegros até os dias de hoje (COSTA, 2001).

Atualmente, as vantagens do uso do metal na construção, seja por meio do aço, do alumínio ou de outras variantes utilizadas, estão estritamente relacionadas com as técnicas de melhoramento aperfeiçoadas ao longo dos anos. Com a suplantação do ferro em aço, fazendo o material custar por volta de sete vezes mais barato, no final do século XIX, vinha à tona na construção civil um metal de baixo preço e com alta tenacidade (DIAS, 2001). Junto com esse grande desenvolvimento no estudo do comportamento das estruturas de aço, desde a sua concepção como material que resiste melhor à instabilidade e à plasticidade por exemplo, bem como a evolução das ligações por meio de soldas, chumbamentos e parafusos, sua utilização foi sendo aperfeiçoada em todas as etapas de trabalho, seja no planejamento, projeto, cálculo, fabricação ou na montagem.

Segundo o CBCA (2021), as vantagens construtivas que evocam o uso dos metais hoje em dia, principalmente do aço, são:

- ➔ Liberdade para criação no projeto arquitetônico, por possuir uma tecnologia que promovem a elaboração dos projetos, principalmente os que trazem como premissa uma expressão arquitetônica marcante vinda do material, como o uso de pés direitos mais altos, grandes vãos com menor quantidade de apoios no solo entre outros;
- ➔ Compatibilidade com outros materiais, possibilitada pela grande viabilidade das ligações possíveis a serem executadas na união outros tipos de materiais com o metal, trazendo com ela a oportunidade expressiva do detalhe arquitetônico;
- ➔ Flexibilidade, tendo facilidade para possíveis reforços ou ampliações, podendo ser utilizado em casos que futuramente podem sofrer alterações, com o uso de fechamentos leves que possam ser reaproveitados. Essa qualidade vem atrelada com a possibilidade de adaptação das construções nesse material aos diversos tipos de clima, seja por meio de elementos arquitetônicos ou até pela própria estrutura formal em si e pela compatibilização com a passagem das instalações dos projetos complementares;
- ➔ Maior área útil, devido a esbeltez das sessões dos pilares e das vigas pela alta resistência mecânica²⁰, resultando em um possível melhor aproveitamento do espaço interno dos ambientes;
- ➔ Alívio de carga nas fundações justamente por essa maior esbeltez dos elementos, que, em comparação com um sistema estrutural de concreto armado, consegue reduzir em até 30% o custo das fundações;

²⁰ Relação resistência-peso.

- Menor prazo de execução, Racionalização de materiais e mão-de-obra e Organização e limpeza do canteiro de obras por ser uma construção à seco e pré-fabricada, onde não há necessidade do uso de formas e escoramentos, também a minimização de desperdício de material e de pessoal para execução (apesar da necessidade de ser um pessoal mais especializado eles podem trabalhar em mais de uma frente de serviços simultaneamente), e redução de até 40% no tempo de execução em canteiro de obras quando comparado com os processos convencionais por diversos fatores, entre eles a montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas;
- Precisão construtiva por ser um material trabalhado em milímetros e de certa forma pré-fabricado (já trazido pronto para o canteiro de obras) se faz necessária essa precisão para o encaixe e solda dos elementos construtivos;
- Durabilidade e garantia de qualidade por passar por vários processos de controle de qualidade industriais e feito por uma mão-de-obra altamente qualificada;
- É 100% reciclável, sem perda de qualidade.

De maneira geral, resistem bem à tração, à compressão, à flexão, e como é um material homogêneo, pode ser laminado, forjado, estampado, estriado e suas propriedades podem ainda ser modificadas dependendo da utilização (DIAS, 1997). Uma peça de aço, sob efeito de tensões de tração ou de compressão sofre deformações, que podem ser elásticas ou plásticas. O entendimento de suas propriedades é de essencial importância para o entendimento de como funciona e como aplicar as estruturas metálicas. Não são exclusivas dos aços, mas, de forma semelhante, servem a todos os metais.

Segundo Dias (1997), os aços estruturais²¹, mais utilizados na construção civil, possuem as seguintes propriedades mecânicas: Elevada resistência, elasticidade, ductibilidade²², tenacidade²³, influência dos elementos de liga nas propriedades dos aços. O material, assim como qualquer outro, principalmente os de cunho estrutural, exige certos cuidados ao ser usado, para evitar patologias e situações indesejáveis. Alguns desses cuidados referem-se à oxidação²⁴, corrosão, ferrugem, pátina e ao comportamento em situação de incêndio.

Os sistemas construtivos com esse material são os mais diversos, bem como seus acabamentos, possibilidades de ligações, travamentos e vedações. Muitos são os sistemas construtivos metálicos, dentre eles se encontram as estruturas com treliçadas planas ou

²¹ “Na construção civil, o interesse maior recai sobre eles, cujo termo, diz respeito aos aços que, em função de sua resistência, ductibilidade e outras propriedades, são adequados para uso em elementos que suportam cargas.” (DIAS, 1997, p.78).

²² Deformação antes do rompimento.

²³ Capacidade de um material absorver energia e deformar permanentemente sem fraturar.

²⁴ Oxidação é o início do processo de degradação do metal.

espaciais, a utilização de contêiner, o Light Steel Frame, Diagrids, diversos tipos de travamentos e vedações (Figura 36). Seja utilizado sozinho ou acompanhado de outros materiais, o metal busca solucionar o projeto, de acordo com a viabilidade construtiva do empreendimento.

Figura 36: (a) Bar em container no Recife/PE; (b) Casa em Light Steel Frame; (c) Conselho Regional de Medicina do Ceará com estrutura em diagrids.



Fontes: (a) <https://minhacasacontainer.com/2015/10/08/gato-beer-um-bar-em-container-em-recife/>; (b) <https://www.acoplano.com.br/blog/light-steel-frame-um-sistema-construtivo-sustentavel/>; (c) Acervo Pessoal, 2018.

Muito dos edifícios mais conhecidos em metal no mundo são em lugares cujo clima não é como o do Nordeste brasileiro, fazendo uso de fechamentos que segregam o interior do exterior e perdem a legibilidade estrutural. Utilizá-los como exemplo arquitetônico sem critérios analíticos condizentes com a realidade do entorno só faz com que a “arquitetura internacional” seja mais difundida e se perca a relação interior/exterior com o lugar, como é o caso de edifícios com os condicionadores artificiais. Não quer dizer que eles não possam conter potencialidades expressivas da estrutura pode trazer no seu resultado formal, mas acaba-se perdendo a questão local e a identidade do edifício não condiz com sua realidade.

A depender dos condicionantes do entorno, dos tipos de perfis, formas estruturais e travamentos da estrutura escolhidos, do pré-dimensionamento e pré-lançamento, das ligações entre elementos e entre sistemas construtivos, e dos fechamentos e suas interfaces com a estrutura, o material consegue expressar sua materialidade associada ao simbolismo contido nele e com o lugar que está inserido.

Segundo o Portal Metálica (2016) se faz necessária a integração dos projetos para um bom desempenho do uso da estrutura metálica, onde a solução que une o projeto arquitetônico, civil e complementares, consegue trazer a visão do todo arquitetônico e dos detalhes. Nesses casos, existe uma maior racionalização do processo do projeto e da construção, simplificando os processos de fabricação-montagem e acabamento, tornando os custos mais compatíveis com soluções propostas e contribuindo para atingir objetivos propostos para a utilização do aço na construção.

A partir do momento que se opta por utilizar a estrutura aparente como reflexo na forma e expressão arquitetônica, acredita-se que, segundo Charleson (2009), a estrutura age como um aspecto indispensável da arquitetura, tanto em termos formais quanto funcionais e estéticos, trazendo a perfeita integração entre estrutura e a criação

arquitetônica. Em vez de ficar meramente exposta, ela tem a possibilidade de ser explorada como uma característica marcante do projeto, celebrando a forma e a materialidade da arquitetura por meio da estrutura.

Quando a estrutura contribui visível e arquitetonicamente, além de cumprir o papel de sustentação de cargas, ela agrega riqueza estética e funcional aos projetos. Então, podemos lê-la como *“um elemento integral da arquitetura, em vez de mero uso da tecnologia”* (CHARLESON, 2009, p.7). Deve-se considerar a estrutura como:

“[...] um elemento de arquitetura indispensável perfeitamente integrado e envolvido com a criação da arquitetura, desempenhando papéis significativos, que envolvem sentidos, coração e, entes dos usuários das edificações” (CHARLESON, 2009, p.8).

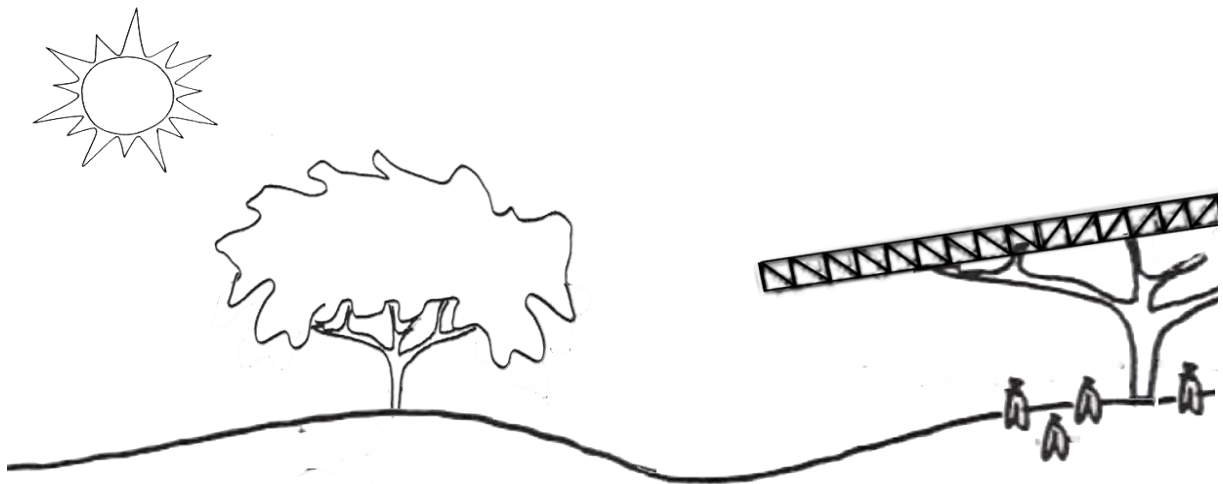
Elas podem ser lidas como maneiras de responder a aspectos como a geometria ou a função de uma edificação, ou, em outros casos, como expressões de fatores também externos como características peculiares do sítio ou do solo em que o edifício está inserido (CHARLESON, 2009). Com o metal não isso não é diferente. A partir do recorte do trabalho, que foca no clima quente e úmido, pode-se fazer um contraponto entre as soluções projetuais encontradas em Holanda (1976) e as possibilidades construtivas intrínsecas ao uso do metal na arquitetura, elencadas nessa seção, seja quando iniciou-se sua utilização, quanto nos dias de hoje. O quadro contido na Tabela 2 resume um pouco dessa relação.

Tabela 2: Quadro resumo com as relações entre as possibilidades construtivas do metal e as soluções construtivas para os trópicos ensolarados de HOLANDA (1976).

METAL	HOLANDA (1976)
facilidade de vencer grandes vãos	Criar uma sombra
	Recuar paredes
elementos de proteção para as aberturas	Proteger janelas
elementos podem ser produzidos em larga escala com esse material	Vazar muros
transparência e esbeltez que possibilitam ambientes mais fluidos/flexibilidade	Abrir portas
	Continuar espaços
leveza/ esbeltez/ racionalização e padronização construtiva/ versatilidade de acabamentos	Construir com pouco
compatibilização com outros materiais e com o entorno	Conviver com a natureza

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 37: Relações entre o metal e o construir frondoso.



Fonte: Montagem a partir de HOLANDA, 1976/ Editado pela autora, 2020.

Além de observar as vantagens do material, elas devem estar vinculadas à aplicação, tanto na execução quanto na análise global dos custos. A competitividade da solução depende também do lugar em que ocorre a obra, da disponibilidade local de produtos, entre outros fatores. Essas decisões envolvem escolhas que vão desde a implantação até a manutenção da edificação, levando em consideração também fatores de conforto dos usuários e aspectos sociais relacionados à comunidade.

Mas, deve-se observar não só esses fatores econômicos, sociais e ambientais, como também a implicação do uso dele para a forma arquitetônica. A estrutura, além de sua função usual de sustentar as cargas, pode ser trabalhada como geradora do espaço, otimizando sua flexibilidade e de seu planejamento, auxiliando em sua subdivisão - podendo ser por meio de módulos - para facilitar funções distintas e articulando os percursos internos. Quando não se estuda essa implicação, a estrutura pode até estar exposta, mas os elementos podem ser executados de maneira repetitiva e previsível em planta e elevação, perdendo um pouco do que Charleson (2009) defende como *“qualidade e poder de comoção”*.

Segundo Zanettini (20--), uma característica inerente à estrutura metálica é a exploração do tridimensional atrelada à própria essência da arquitetura.

“A geometria espacial conseguida com a articulação de peças estruturais dispostas nas três dimensões é a forma mais correta de explorar o aço em seu esplendor, e o vazio assim determinado será o espaço resultante, matéria prima da própria arquitetura. A linguagem do aço é a linguagem do vazio.” (site ZANETTINI, acesso em 2021)

Todos os materiais e seu emprego são possuidores de uma linguagem própria, que vai além da sua simples aplicação. O metal traz consigo não só suas propriedades construtivas como também uma carga de significado intrínseca ao seu uso. O simbolismo da

inovação, tecnologia e futuro vem atrelados a sua materialidade na concepção de obras que almejam ousadia e leveza.

Todo o entendimento contido nessa parte de fundamentação teórica, união e relações existentes entre a Tectônica, o Lugar e o Material culminarão nos parâmetros analíticos adotados para pesquisa e elucidados mais profundamente no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3. PARÂMETROS ANALÍTICOS

Neste capítulo traçaram-se os parâmetros de análise, bem como os critérios de recorte espaço-temporal que vieram por delimitar os objetos que foram examinados na pesquisa. A partir do estudo dos capítulos correspondentes à fundamentação teórica, necessários para entendimento da formação dos parâmetros analíticos a serem utilizados, assinalou-se o que e como serão observados, em cada uma das obras referenciais, de modo que se possa comprovar ou não a premissa da pesquisa que relaciona a utilização do metal com a viabilidade da utilização das estratégias bioclimáticas no clima quente e úmido de maneira que a edificação esteja corretamente inserida no seu entorno climático, potencializando suas características locais e trazendo com ela expressividade.

Optou-se por trabalhar com estudos de caso, pois, ao passo que é explanatório, também é descritivo e exploratório, funções cuja combinação permite que se chegue às respostas das questões levantadas nesta pesquisa (GROAT, WANG, 2013). Partindo dos procedimentos técnicos de estudos de caso múltiplos, sendo a abordagem de cunho essencialmente qualitativo, não se observam apenas os casos isolados, e sim o contexto, principalmente climático, no qual ele está enquadrado.

3.1 Critério de escolha das obras

Os primeiros critérios adotados para a eleição das obras a serem analisadas foram:

- Obras arquitetônicas 7m que predomina o uso do metal como material construtivo e expressivo;
- Obras situadas no Nordeste brasileiro, prioritariamente localizadas em cidades cuja zona climática a qual pertença tenha características quente e úmida;
- Obras projetadas por arquitetos com competência reconhecida local, nacional e internacionalmente;
- Proximidade física das obras para viabilizar a visita;
- Acesso aos projetos para melhor análise;

Trazendo como recorte temporal a transição entre o século XX e o século XXI, que abarca as três décadas de 1990, 2000 e 2010, a proximidade temporal buscou ser mais contemporânea à pesquisa, sendo também a menos adotada em outros trabalhos existentes acerca da produção arquitetônica nacional, visando uma maior aproximação com a realidade atual.

A localização foi restringida àquelas que estivessem em capitais na região Nordeste no Brasil, onde este tipo de pesquisa sobre a utilização arquitetônica do metal carece de um olhar a mais de modo que, entre outros fatores, possa-se aumentar a cultura arquitetônica e reconhecimento local com esse tipo de construção e material. A partir da observação de um dos climas predominantes na região, localizada grande parte na Zona Bioclimática 8 delineada pela NBR 15520-3 (ABNT, 2005) e da necessidade de proximidade e acessibilidade do objeto para visita e o curto tempo disponível, tópico também levado em consideração, buscou-se selecionar e limitar da quantidade de obras. Essas obras buscaram atender a diferentes usos e formas, como um fator a mais de recorte, na tentativa de mostrar a diversidade de soluções encontradas em diferentes possibilidades.

Se aprofundando mais nos critérios, a legibilidade estrutural com participação efetiva do metal como elemento constitutivo da estrutura resistente e protagonista da expressividade da forma arquitetônica foram observados e considerados imprescindíveis para maior delimitação do recorte.

Inicialmente, foi feito um levantamento de obras que buscassem atender aos critérios estabelecidos, nas principais capitais nordestinas, conforme mostrado na Figura 38, entretanto, algumas não atenderam a eles, como é o caso do Espaço Cultural na Paraíba e a Casa de Comércio na Bahia. Estes dois edifícios são representantes emblemáticos do uso do metal no Nordeste, porém não se enquadram no recorte temporal adotado para a

pesquisa, além de que o Espaço Cultural já havia sido analisado sob a ótica da tectônica anteriormente, por Rocha (2012).

Em algumas edificações, como é o caso do CREMEC no Ceará, o Aeroporto dos Guararapes em Pernambuco e a concessionária Honda na Paraíba, houve dificuldade para obter acesso aos arquivos e documentos projetuais, que embasariam a análise, desta maneira, os mesmos foram suprimidos da escolha final. Além deste fator, o Hospital de Trauma na Paraíba foi retirado como opção devido a se tratar de uma Instituição de Saúde e a pesquisa ter sido executada durante uma pandemia, que dificultaria o acesso a edificação.

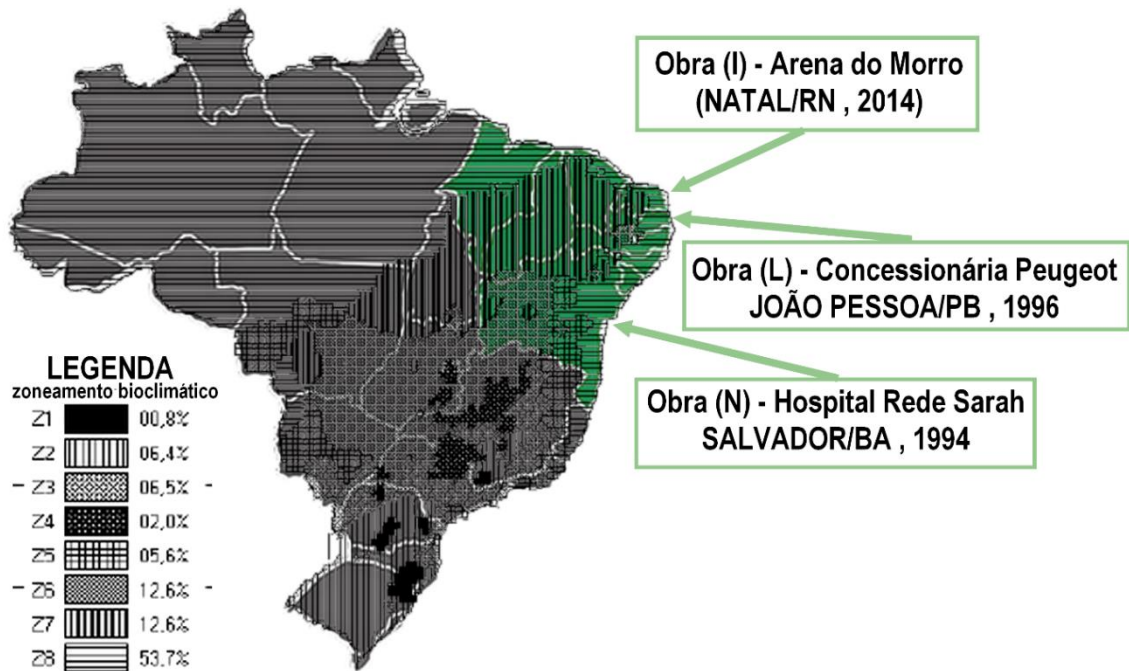
Figura 38: Levantamento inicial das obras a serem analisadas. (a) Arena do Morro, Natal/RN; (b) CREMEC, Fortaleza/CE; (c) Espaço Cultural, João Pessoa/PB; (d) Concessionária Peugeot, João Pessoa/PB; (e) Hospital de trauma, João Pessoa/PB; (f) Hospital rede Sarah, Salvador/BA; (g) Concessionária Honda, João Pessoa/PB; (h) Casa de Comércio SESC, Salvador/BA; (i) Aeroporto dos Guararapes, Recife/PE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Desse modo, as obras escolhidas para serem analisadas neste trabalho, por atenderem aos critérios estabelecidos foram: o edifício que abrigou a concessionária da Peugeot de Gilberto Guedes em João Pessoa finalizada em 1996 (Figura 40), o Hospital da Rede Sarah em Salvador, de Lelé no ano de 1994 (Figura 41); e por fim, o ginásio de esportes Arena do Morro em Natal, projetado pelo escritório suíço Herzog & De Meuron e inaugurado no ano de 2014 (Figura 42).

Figura 39: Sobreposição do Mapa indicativo das cidades dos objetos a serem analisados e Zonas Bioclimáticas segundo a Norma.



Fonte: NBR 15520-3/ Editado pela autora, 2021

Por fim, ficou definido as três obras a serem analisadas, seriam a Concessionária Peugeot em João Pessoa/PB, o Hospital da Rede Sarah em Salvador/BA e a Arena do Morro em Natal/RN. Um critério observado ao final das escolhas é que cada exemplar correspondia a uma esfera de referência do arquiteto que o projetou, um que fosse de um arquiteto com referência local, um que fosse referência na arquitetura nacional e outro que refletissem as escolhas que acarretariam um alcance internacional, de modo que se observassem a partir de diferentes impactos na arquitetura ao seu redor, principalmente pelas soluções aplicadas e pelo reconhecimento dos arquitetos responsáveis pelo seu projeto e execução.

No que diz respeito a obra de cunho local, considerou-se o arquiteto Gilberto Guedes, que está em plena atividade e cuja produção é alvo de premiações, reportagens e publicações de distintos calibres, locais, nacionais e internacionais, e que dão a medida de sua importância frente a produção contemporânea (ROCHA JR, 2012). O lugar que este arquiteto ocupa no cenário local foi um elemento decisivo para sua escolha. Segundo Rocha Jr, que estudou sua produção em 2012, Guedes faz parte de um grupo cuja atuação profissional vem se distinguindo dos demais e ganhando atenção por buscar as mais distintas referências externas, pesquisar materiais e técnicas e perseguir o dito espírito contemporâneo da atuação profissional, pautada nos aportes técnicos e teóricos (ROCHA JR, 2012).

Figura 40: Obra (L) Concessionária Peugeot (1996), João Pessoa/PB.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Como exemplar do arquiteto de âmbito nacional, pode-se classificar o Hospital Sarah Salvador de João Filgueiras Lima do ano de 1994, muito conhecido por utilizar aspectos bioclimáticos como a ventilação e a iluminação natural em seus projetos (LUKIANCHUKI, CARAM, 2014), além de seguir a linha de experimentalismo tectônico baseada no uso da técnica. Tendo como um dos principais destaques de suas obras a rede de hospitais Sarah Kubitschek, por esta e outras razões, escolhido para análise nesta pesquisa.

Figura 41: Obra (N) Hospital Rede Sarah Salvador (1994), Salvador/BA.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Para o âmbito internacional, inquestionavelmente foi escolhida a Arena do Morro, finalizada no ano de 2014, por ter sido projetada em parceria com o escritório Suíço de reconhecimento internacional, Herzog & De Meuron, cuja produção é estudada em diversas escolas de arquitetura ao redor do mundo. Sendo um edifício de uso coletivo que faz parte da primeira etapa de um plano urbanístico de requalificação urbana, chamado “*Uma visão para Mãe Luiza*”, busca cumprir também, por meio de sua materialização, a função social, linkando sua construção com a identidade já existente no entorno que está inserido.

Figura 42: Obra (I) - Arena do Morro (2014), Natal/RN



. Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

A escolha final destes três exemplares facilitou a execução das análises em meio à pandemia de CoronaVirus pois, duas das obras já haviam sido visitadas pela autora, tendo então registros e percepções da mesma, se encaixando com o tempo de pesquisa e os recursos disponíveis para um mestrado. As edificações escolhidas conseguem atender bem aos critérios definidos, além de possuírem uma diversidade de usos e soluções distintas entre elas, podendo assim observar diferentes resultados formais. No capítulo seguinte, foi feita a análise de acordo com os parâmetros analíticos a serem apresentados a seguir.

3.2 Apresentação dos Parâmetros analíticos

Levando em consideração a tectônica na teoria da arquitetura como resultado das interações entre a expressão arquitetônica e suas determinações construtivas, destacando assim o potencial expressivo da “envoltória” do espaço arquitetural “em sua dimensão material e tátil”, como coloca Frampton(1995), fundamentam-se os parâmetros analíticos utilizados.

Após o entendimento dos conceitos trabalhados por Frampton (1990;1995;1999) e demais estudiosos da tectônica, toma-se como referência principal os parâmetros analíticos adotados por Rocha (2012), ao observar o destaque dado por Frampton (1995) aos “nexos

tectônicos” analisados nas diversas relações encontradas na estrutura formal arquitetônica (Figura 43). Nesta pesquisa, serão estudados os três níveis de relações derivados de Rocha (2012), sendo eles: A relação entre sítio/ estrutura formal arquitetônica, a relação sistema portante/ estrutura formal arquitetônica e a relação elementos de vedação/ estrutura formal arquitetônica.

Figura 43: Quadro dos parâmetros analíticos da tectônica adotados por Rocha.

Relação Arquitetônica		
Sítio/ Estrutura Formal	Implantação	Junções materiais e Detalhes construtivos
	Embasamento	
Estrutura resistente/ Estrutura formal	Sistema Estrutural	
	Sistema Construtivo	
Elementos de Vedação/ Estrutura Formal	Plano das paredes	
	Plano de cobertura	
	Plano de piso	

Fonte: ROCHA, 2012, p.96.

“[...] a **estrutura formal arquitetônica** como definição do modo como os elementos materiais e espaciais são ordenados, considerando os condicionantes do lugar, a finalidade da edificação e a disciplina construtiva para alcançar o significado e simbolismo artísticos desejados.” (ROCHA, 2012, p.77)

A partir desse conceito, o caráter tectônico é estudado nas diversas relações entre os elementos materiais (ROCHA, 2012) da forma arquitetônica. Lembrando que as relações estudadas no trabalho focam na dimensão tectônica entre as partes materiais da estrutura formal arquitetônica e o potencial expressivo contido nelas, apesar de, sendo a arquitetura uma disciplina ampla, essas não estão limitadas as que foram consideradas neste trabalho, tendo um campo mais amplo.

A partir destes parâmetros, se dará uma ênfase maior aos conceitos de lugar no destaque das estratégias bioclimáticas/soluções técnicas adotadas, tão importantes para o clima quente úmido. Trabalhando eles em conexão às potencialidades do material adotado, em cada um dos parâmetros adotados pela autora, se observarão as implicações deles no resultado formal de cada objeto de estudo.

Na relação entre o lugar (também chamado sítio) e estrutura formal arquitetônica, busca-se entender como o edifício se relaciona com o seu **entorno** e que resultados expressivos essa relação pode gerar, revelando o caráter tectônico da arquitetura. Segundo

Rocha (2012), a compreensão dessa relação fundamenta-se também nas dicotomias *earthwork/roofwork* (embasamento/ cobertura) e *placeform/productform* (forma do lugar/forma produzida), estabelecidas por Frampton (1998; 2000) em suas análises.

Nessa relação com o sítio de implantação, como denomina Balbi (2018), um dos condicionantes importantes para a análise da estrutura formal resultante é o entendimento do **clima e microclima e suas implicações**, no caráter tectônico da arquitetura, considerando as estratégias bioclimáticas, projetuais e construtivas adotadas. Estando os edifícios analisados na Zona Bioclimática Brasileira 8, levou-se em consideração de que maneira estão sendo trabalhadas as estratégias bioclimáticas adequadas, visando a eficiência energética a partir do uso da iluminação e ventilação natural.

De acordo com Olgyay (1963), a interpretação arquitetônica seguindo os princípios bioclimáticos leva em consideração não só a eleição do lugar e seus efeitos microclimáticos e topográficos, relação com o entorno natural e construído, orientação e proteção solar como também a forma do edifício de modo que ela colabore para resistir aos diferentes impactos em seu entorno térmico, a movimentação e direção dos ventos para organizar o tamanho e o padrão das aberturas de acordo com o fluxo interno desejado de ar, entre outros fatores climáticos locais.

Cada vez mais se aproximando do objeto de estudo, deve-se então observar e entender o **entorno imediato**. Em termos de **topografia e implantação**, busca-se entender as implicações decorrentes do movimento de terra/**embasamento** (earthwork), o objeto e seu entorno. Mais especificamente na implantação, uma característica importante a se observar é a **orientação** da edificação, para se entender de que maneira a ventilação e insolação foram utilizadas.

Em segunda instância, a relação entre a estrutura resistente e estrutura formal arquitetônica diz respeito ao conceito de forma estrutural e forma arquitetônica e a investigação da relação entre estrutura e arquitetura, ou seja, averiguar de que modo os princípios estruturais e sua materialização participam do resultado estético-formal do envoltório do espaço arquitetural (ROCHA, 2012). Entende-se que o sistema estrutural portante ou resistente equivale às teorias de Semper no que diz respeito à estrutura-telhado e ao core-form (núcleo estrutural ou forma essencial) de Bötticher (ROCHA, 2012, p.90).

Junto a este entendimento, vem as características e potencialidades projetuais advindas do **material** adotado, cujas condições de cultura, técnica e clima do lugar no qual a edificação está inserida, conferem a ela uma expressividade específica. Se faz necessário então a identificação dos **elementos construtivos e compreensão do seu funcionamento** no que diz respeito às cargas e função estrutural, bem como as contribuições desses

elementos para a adoção de soluções técnicas que priorizem a utilização das estratégias bioclimáticas.

Um problema encontrado quando se deixa a estrutura em segundo plano é a dificuldade de aprendizagem dos estudantes de arquitetura das implicações estéticas da estrutura no projeto e na forma arquitetônica. A maioria dos livros de estrutura tende a se concentrar na análise da mecânica e no projeto de estruturas, raramente explorando suas implicações na concepção da arquitetura (CHARLESON, 2009), consequentemente no seu resultado formal. Quando a estrutura contribui visível e arquitetonicamente, além de cumprir o papel de sustentação de cargas, ela agrega riqueza estética e funcional aos projetos.

O terceiro parâmetro analítico adotado diz respeito à relação entre os elementos de vedação e estrutura formal arquitetônica, fundamentados nos conceitos de membrana-envoltória de Semper e de forma artística de Bötticher utilizados por Frampton (1995). Essa relação diz respeito não apenas ao revestimento da estrutura resistente, mas, também aos elementos de vedação e “delimitadores do espaço” encontrados no terceiro nível de relações e dividido em planos – parede, teto e piso e similares - e o modo que eles são manipulados para conferir valor sensorial, visual e tátil à arquitetura (ROCHA, 2012).

Utilizando do termo **envoltória**²⁵, será observado, também, de que maneira as **cores, reentrâncias e Saliências, dinamicidades da forma, aberturas** são trabalhadas. A expressividade arquitetônica da envoltória, no caso, da sua dimensão tectônica, resulta diretamente do material empregado na membrana (elementos de vedação da envoltória), na estrutura resistente e no sistema construtivo adotado.

Para facilitar o entendimento das partes da envoltória, a edificação foi dividida em planos, sendo eles, o plano de piso, plano de parede e plano de coberta. Além disso, deve-se observar a **implicação das estratégias bioclimáticas utilizadas na forma**, identificando-as e se, caso elas existam, apontar como influenciaram diretamente no caráter tectônico da estrutura formal arquitetônica.

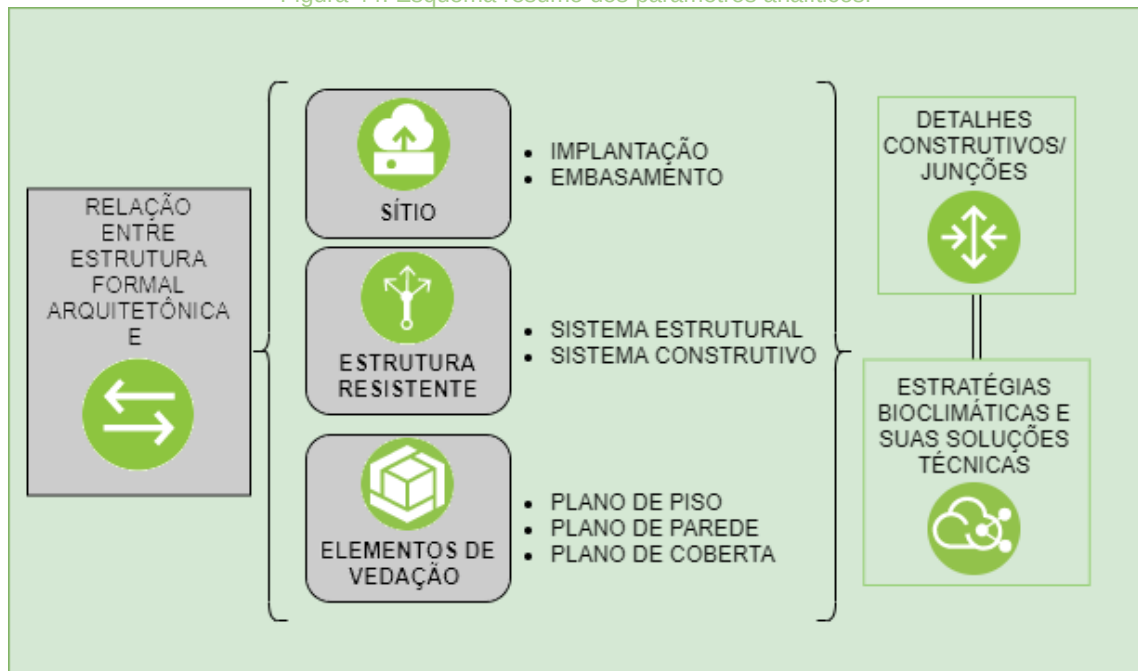
Os **detalhes/junções**, considerados pelos estudiosos da tectônica como fonte de significado e potencial expressivo da arquitetura, como argumenta Rocha (2012), devem ser observados nos três níveis de relações adotados como parâmetros analíticos para completa percepção e análise da expressividade tectônica da arquitetura. Eles reforçam as ligações **entre elementos e entre os materiais** adotados, portanto, devem ser avaliados de maneira prática e de maneira simbólica, por exemplo ao atribuírem sensações de leveza ou peso nas **transições** entre os materiais da estrutura formal arquitetônica.

²⁵ Admitindo que ele é a composição dos elementos que fecham os ambientes internos em relação ao ambiente externo (LAMBERTS, 2013).

Entendido isso, buscou-se observar os parâmetros utilizados por Rocha (2012) com as ligações contidas entre as estratégias bioclimáticas, soluções técnicas e o material adotado.

Todos esses fatores, em determinado grau podem ser responsáveis pelo resultado formal da edificação, justificando assim, a sua análise entre todos os três níveis de aprofundamento da edificação. Como resultado dessa reflexão, obteve-se o esquema resumo mostrado na Figura 44.

Figura 44: Esquema resumo dos parâmetros analíticos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Para o caso dessa pesquisa, são observadas se as estratégias bioclimáticas e as soluções técnicas adotadas em cada obra são aquelas adequadas para o clima quente e úmido, e se, o material utilizado, no caso, o metal, tem implicações no resultado expressivo da arquitetura.

Na próxima parte do trabalho serão colocados em prática os parâmetros analíticos adotados neste capítulo para uma análise tectônica das obras escolhidas, buscando confirmar ou não a hipótese de que o metal pode ser utilizado na arquitetura como matéria expressiva e recurso tecnológico que viabiliza a adoção de estratégias bioclimáticas para o clima quente e úmido.

A arquitetura consiste em relações (CORBUSIER, 1994, apud ROCHA, 2012) e as mesmas se sobrepõem e se completam. Determinados fatores se entremeiam em todos os níveis da edificação, portanto, podem ser discutidos sob diversos olhares. A análise da tectônica, como uma das dimensões essenciais da arquitetura, aquela em que as determinações construtivas e a expressividade são inseparáveis, o foco é a dimensão

material, tátil e sensorial do objeto arquitetônico, conforme Frampton (1995; 2000) embora estas decisões interfiram na qualidade espacial, como consequência.

PARTE 2. Análises e discussões

CAPÍTULO 4. ANÁLISES

Neste capítulo estão contidos os resultados das análises das edificações escolhidas sob a ótica da tectônica e que se enquadram no recorte da pesquisa. A análise foi organizada na ordem de grandeza do reconhecimento do arquiteto, iniciando com o de reconhecimento regional, depois com o de reconhecimento nacional e após isso o de reconhecimento internacional, com a observação do contexto no qual as obras estão inseridas.

Num período de transição para um novo século, grandes são as expectativas em torno de inovações tecnológicas e estético-formais. A partir disso, são trabalhados os materiais em prol de uma nova linguagem arquitetônica, principalmente os que evocam maior símbolo de tecnologia, como o metal.

Considerando os parâmetros analíticos adotados e conforme os conceitos de tectônica da arquitetura e estratégias bioclimáticas que se adequam com a realidade de clima quente e úmido, observou-se se nasceria alguma expressividade do material decorrente desses conceitos.

4.1 Concessionária Peugeot - João Pessoa (1994 -1996)

A primeira obra analisada foi a edificação que abrigou a concessionária da Peugeot, no bairro da Torre em João Pessoa (Figura 45). Ela teve seus primeiros esboços projetuais iniciados no ano de 1994 pelo escritório de Arquitetura Gilberto Guedes, com sua conclusão datada no ano de 1996.

Figura 45: Edificação da Concessionária Peugeot, 1996.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

A obra de Gilberto Guedes como um todo advém de sua base de estudos na faculdade e por sua experiência profissional na sua época de formação, como é o caso do seu estágio com Sérgio Bernardes, em 1981. Nesta experiência, Guedes pôde acompanhar de perto as resoluções e a utilização do metal durante a execução do Espaço Cultural José Lins do Rego, na cidade de João Pessoa, influenciando diretamente no seu modo de projetar posteriormente, principalmente no que diz respeito ao rigor técnico estrutural (ROCHA JR, 2012).

Esta obra em questão, já estudada por Rocha (2012) sob a ótica da tectônica em sua tese de doutorado no ano de 2012, prova do experimentalismo tectônico do metal, apresentando como protagonista da forma arquitetônica a estrutura espacial em alumínio suportada por pilares árvore em aço, solução estrutural que permite o alcance de grandes vãos (Figura 46).

Figura 46: Solução adotada para a estrutura do Espaço Cultural José Lins do Rego.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

A construção do Espaço Cultural explorando o potencial expressivo do metal influenciou, de modo geral, os arquitetos locais, que passam adotar esse material em diversos projetos, culminando, na década seguinte, em uma cultura arquitetônica que utilizava em abundância o metal, principalmente o aço e o alumínio (BRITO, 2005). Assim, surgem mais obras arquitetônicas construídas com esse material, tanto na capital como em outras cidades paraibanas, destacando tanto o valor expressivo quanto representativo do metal, com uma diversidade de soluções construtivas e resultados estéticos significativos no seu exterior e no seu interior (BRITO, 2005).

Algumas dessas edificações que podemos trazer como referência são a concessionária da Honda e o Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena, ambas localizadas numa via de fluxo intenso (BR-230) e próximas uma da outra (Figura 47).

Figura 47: Autoclube Honda e Hospital de Trauma de João pessoa. (a) vista de ambas as margens da BR 230; (b)AutoClube Honda; (c)Hospital de Trauma.



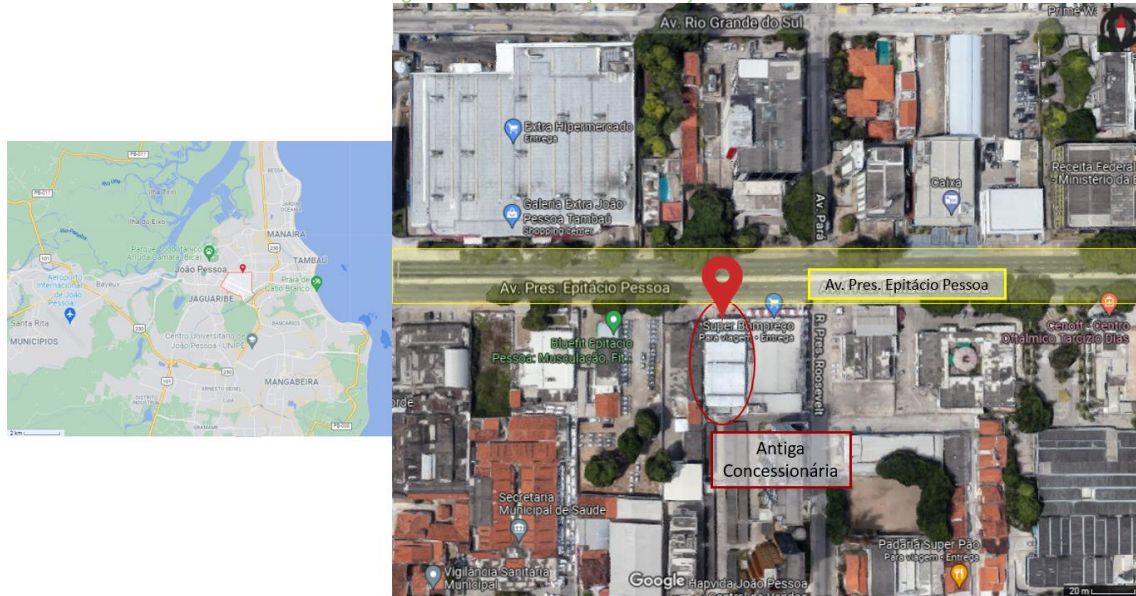
Fonte: (a) G1 Paraíba, Foto: Zuila David/TV Cabo Branco,2020; (b) (c) Google Maps, 2021.

Nota-se que a estrutura metálica, na cidade de João Pessoa, é utilizada em grande parte nas construções de concessionárias, considerando a característica do material que permite vãos livres generosos, importantes para abrigar seu programa de necessidades, principalmente nos *showrooms* dessas tipologias, como é o caso da Concessionária Peugeot, que teve sua construção finalizada no ano de 1996.

Esta edificação foi alvo da primeira publicação a respeito de Gilberto Guedes em âmbito nacional, no mesmo ano de sua inauguração. Publicada na revista *Arquitetura e Urbanismo (AU)* nº 64, a obra, mesmo de escala singela, foi imprescindível para a consolidação da sua prática profissional (ROCHA JR, 2012), e, por isso, será estudada neste trabalho como representante local.

Tendo sua localização e acesso pela Avenida Epitácio Pessoa, uma das vias mais relevantes da cidade, que liga a área turística da praia com o centro da cidade, o lote “de gaveta”, com apenas uma frente para essa avenida caracterizada pelo alto tráfego de veículos e pessoas, foi o primeiro desafio para o arquiteto Gilberto Guedes abrigar o programa solicitado, sendo muitas das soluções arquitetônicas por ele adotadas condicionadas a esta característica do terreno de implantação (Figura 48).

Figura 48: Localização do objeto de estudo.

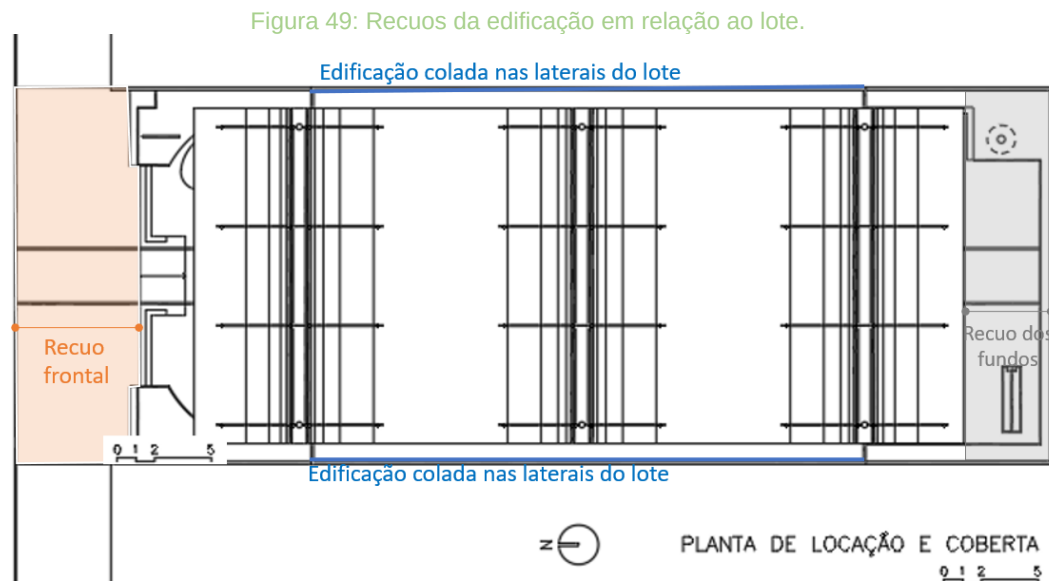


Fonte: Google maps/editado pela autora, 2020.

Ao se considerar a **relação Sítio/Estrutura formal arquitetônica**, a **implantação** da edificação foi condicionada pela característica do lote, devendo o acesso de veículos, clientes e serviços se situarem em sua frente única. No tocante ao embasamento, não houve grande movimentação de terra, visto que o térreo do edifício se situa praticamente em uma cota única, diferenciada da rua por uma rampa de suave inclinação que evidencia o

showroom. Essa **transição** entre a rua e a loja pela rampa convida o usuário a adentrar (Figura 45).

A edificação ocupa o terreno como um todo, avançando até o **limite** nas fachadas leste e oeste e deixando um respiro no pátio descoberto dos fundos. O recuo frontal respeita o definido por Lei, que prevê 6 metros de recuo para edificações comerciais (Figura 49). Essa área frontal já possui a mesma paginação característica de dentro da edificação, convidando o transeunte a entrar na loja, elevada por uma cota sutil (Figura 53).



Fonte: Acervo Gilberto Guedes com modificações da autora, 2022.

Em função das características do lote, o térreo da edificação, segundo indicado em azul na figura 49, cola nas duas laterais do lote. Apesar disso, o nível acima do térreo possui um recuo de 1 metro e meio, de modo que as esquadrias que existem no plano de parede não fiquem enclausuradas nesta estreita largura que o lote possui, que serão observadas mais detalhadamente em breve. Na época de sua construção, o gabarito do edifício era mais alto que os prédios ao redor, dando destaque a solução diferenciada da cobertura na paisagem urbana (Figura 50).

No térreo, podemos perceber o corredor central que permeia a edificação desde a entrada até os fundos do terreno (Figura 51). Ele foi esquematizado de modo que um carro pudesse entrar pela rua e chegasse à oficina tranquilamente, já que só é possível acessar a edificação por uma frente. Seguindo o conceito de *continuar espaços*, tal qual recomenda Armando de Holanda (1976), esta relação é bem demarcada com a paginação de piso (Figura 51 e Figura 59).

No espaço do mezanino (Figura 52a), abrigam-se a administração, a diretoria e um depósito. A proposta de colocar esse programa no nível superior vem da vontade de se observar os ambientes como um todo, como meio de controle da diretoria de saber como

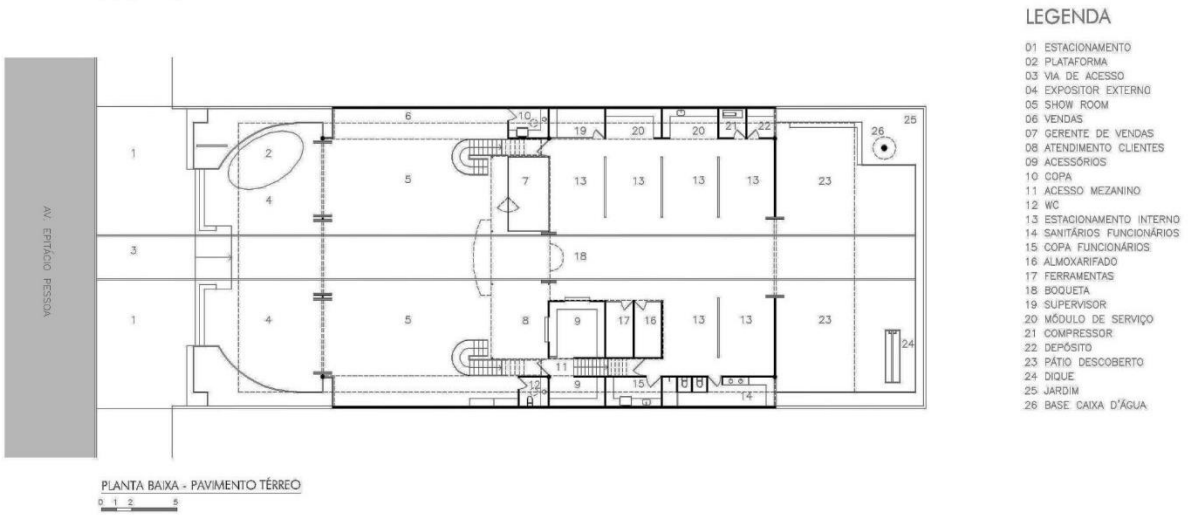
andam as atividades da concessionária sem a necessidade de descer as escadas, podendo assim visualizar ambos os lados.

Figura 50: Inserção da edificação na paisagem urbana na época de sua construção.



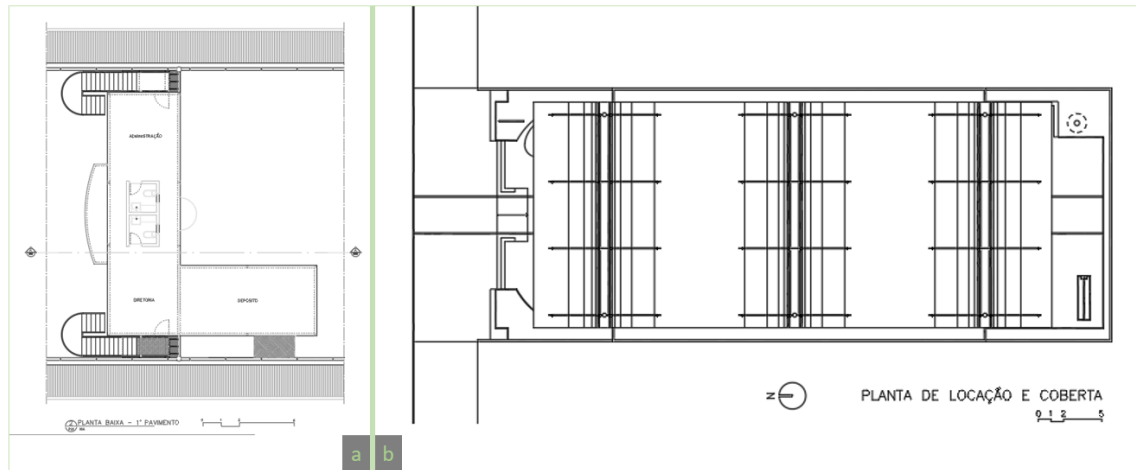
Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Figura 51: Planta baixa- pavimento térreo.



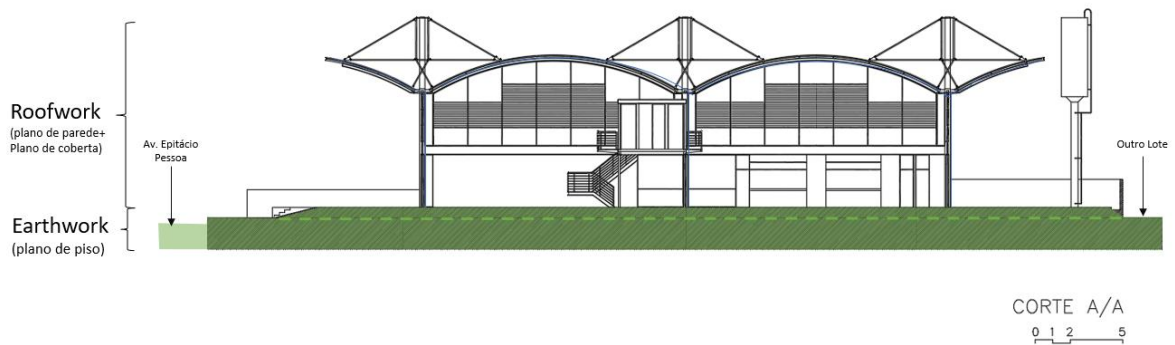
Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Figura 52: (a) Planta do mezanino/1º pavimento; (b) Planta de locação e cobertura.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Figura 53: Corte Longitudinal.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

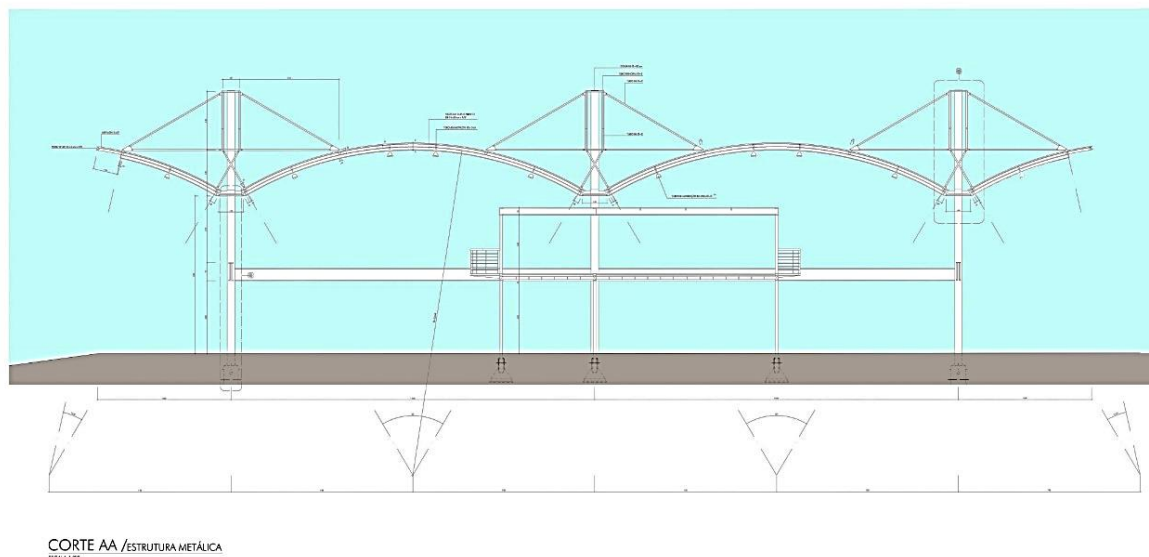
Figura 54: Vista da entrada da edificação na década de 1990.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Segundo observado através do corte da estrutura (Figura 55), a forma arquitetônica é determinada pela forma estrutural, assumindo que a **lógica da estrutura** e que a maneira como os materiais são trabalhados definem os pontos conceptivos do objeto arquitetônico, demonstrando ligação com a poética construtiva de Frampton nas interações entre a expressividade arquitetônica e suas determinações construtivas.

Figura 55: Corte da estrutura metálica.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

A estrutura metálica possibilitou a espacialidade vista, com grandes vãos que abrigam todo o programa da edificação. A leveza que pode ser confirmada através da imagem da estrutura relaciona-se à tectônica defendida por Semper (2004), por meio dos elementos leves e esbeltos e sua resistência às forças verticais.

Existe a **legibilidade** na demonstração de hierarquia dentre as duas partes que compõem a estrutura metálica, dando destaque a separação da estrutura principal que sustenta a cobertura na cor azul, para a estrutura secundária que abriga a administração na cor amarela. Nos perfis adotados nas duas estruturas também há diferenciação de seção, devido à carga suportada (Figura 55).

A estrutura principal e maior, em azul, é composta por pilares de seção circular com 30 centímetros de diâmetro que sustentam as tesouras duplas locadas a cada alinhamento transversal. Estes pilares também colaboram para a sustentação das terças em *metalon* de seção retangular (10 x 5 cm e 5 x 5 cm) por meio de tirantes, já que grande parte dessa estrutura de sustentação se encontra acima das telhas, ampliando ainda mais a sensação de leveza que o material traz. Travando os pilares, temos vigas intermediárias com altura de 50 centímetros, no mesmo nível de base das vigas do mezanino (3 metros a partir da base do contrapiso), em todo o perímetro externo da edificação (Figura 59).

Sustentando as telhas, temos perfis em “U” duplos de 15 x 5 cm cada, arrematando o perímetro da cobertura. Entre eles passam, de certa forma ocultos, os eletrodutos com as instalações elétricas das luminárias. Além delas, conta-se com perfis tubulares retangulares de 10x5 cm e de 5x5 cm para apoio de telhas.

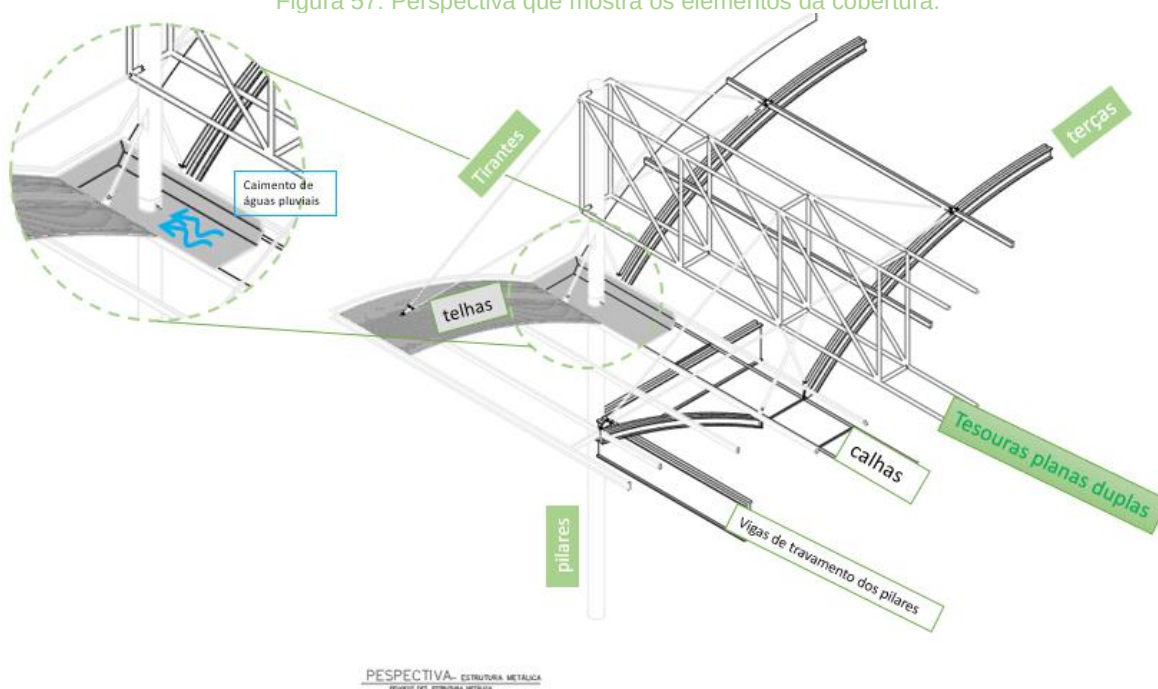
Como estrutura de sustentação do telhado, temos tesouras retangulares duplas, compostas por montantes circulares de seção esbelta, ligando os pilares em cada alinhamento transversal (Figura 56, 57 e 58). É delas que partem os tirantes com 2” de diâmetro, que sustentam a estrutura em que as telhas estão apoiadas.

Figura 56: Imagem de parte da cobertura.



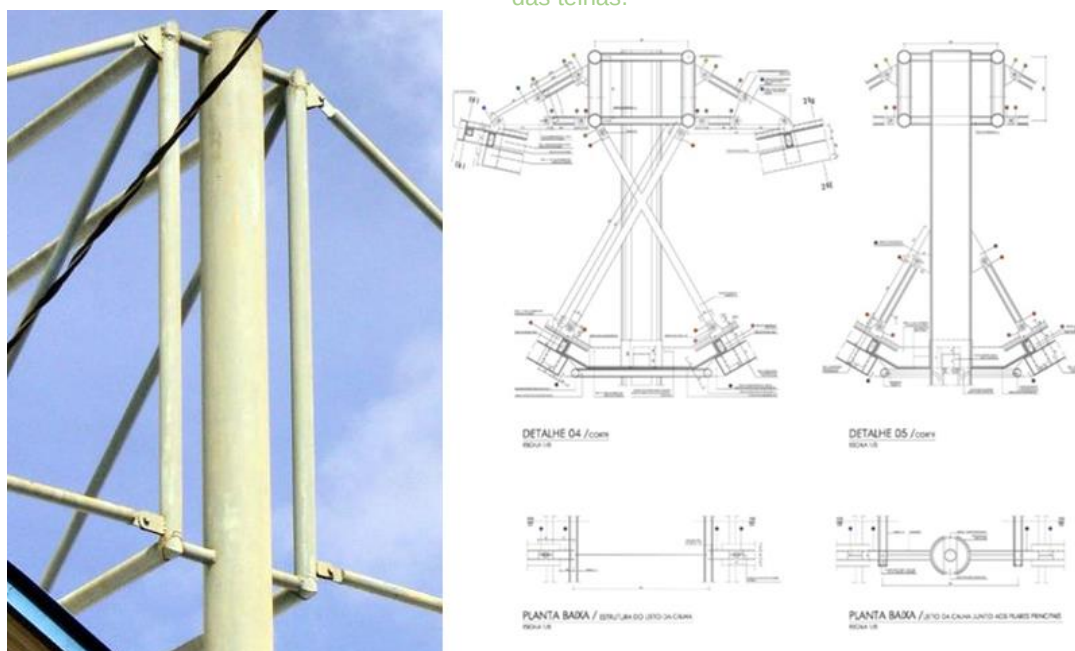
Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Figura 57: Perspectiva que mostra os elementos da cobertura.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes com modificações da autora, 2022.

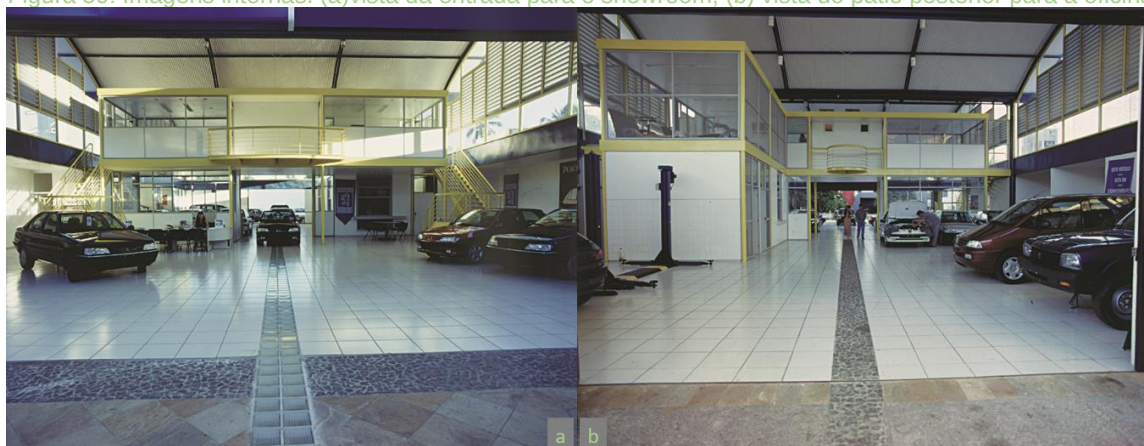
Figura 58: (a) Ligações entre tesouras e pilares; (b) Detalhe de tirantes entre tesouras e estrutura de sustentação das telhas.



Fonte: (a)Acervo Gilberto Guedes; (b)Acervo Gilberto Guedes.

Já a estrutura secundária, em amarelo, é composta por pilares de seção circular com 10 cm de diâmetro, vigas em “u” enrijecidas e laje treliçada de EPS, que servem de sustentação para o mezanino no primeiro pavimento, preenchendo o espaço central abarcado pela estrutura principal, e ajudando na separação das funções de *showroom* e oficina.

Figura 59: Imagens internas. (a) vista da entrada para o *showroom*; (b) vista do pátio posterior para a oficina



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

A relação entre expressividade e materialidade está presente na legibilidade da estrutura, trazendo a empatia defendida por Sekler (1965) ao ressaltar os elementos estruturais dos demais elementos construtivos, e, a partir da diferenciação das cores, demonstrar a hierarquia destes elementos.

Na edificação está presente a **cultura técnica do leve** (*light-weight*), possibilitada pelo material principal ser o metal, de esbeltos perfis circulares na cobertura e de espessura tênue, bem como seus fechamentos permeáveis e translúcidos, como o vidro. Os apoios sutis no solo, dão a ideia de desmaterialização, corroborando com a sensação de leveza para a edificação, como se a cobertura estivesse flutuando, já que a fundação em sapatas de concreto está escondida abaixo do nível do solo, e os pilares de aço foram soldados em chapas de aço chumbadas no topo das sapatas. Desse modo, não se faz clara a relação de transição entre os materiais da fundação e da estrutura dos pilares, reforçando a impressão de que apenas a estrutura metálica sustenta a edificação como um todo.

Além desses elementos, a laje em balanço do mezanino e a escada metálica reforçam a sutileza e leveza permitidas através do uso da estrutura metálica, como pode ser observado na Figura 60.

O uso da escolha estrutural em si, demonstra soluções arquitetônicas que colaboram com o conforto no ambiente. O pé direito alto promovido pela estrutura metálica e a forma curva da cobertura, ajudam tanto na utilização da iluminação natural em todo o espaço arquitetônico quanto facilitam a troca térmica, já que o ar quente sobe e é eliminado do ambiente a partir da ventilação cruzada natural que percorre através das venezianas. Além disso, promove maior amplitude e, a edificação, que estaria confinada em um pequeno lote de gaveta, se torna maior para o usuário internamente.

Figura 60: Vista do espaço interno do showroom.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Na **relação elementos de vedação/ estrutura formal arquitetônica**, a solução adotada na cobertura possibilitou a criação de aberturas preenchidas por venezianas em seu fechamento (Figura 60). Localizadas nas fachadas leste e oeste, por meio delas pode-se contar com a utilização de artifícios que evidenciam os aspectos bioclimáticos do lugar. O emprego dessas venezianas, com aberturas para a ventilação natural dominante, foi feita de modo que o ar possa entrar, sair, e ser renovado, aproveitando-as como um relevante artifício para os grandes vãos da edificação. Segundo o arquiteto, esse elemento foi inspirado nas venezianas do Liceu paraibano (onde também trabalhou na obra, demonstrando a importância do experimentalismo na experiência do projetista).

Outro artifício no **plano de parede** foi a utilização dos panos de vidro ao redor da edificação, no nível acima das vigas de travamento, para aproveitamento da iluminação natural durante o dia, por meio das transparências.

A inclinação da cobertura localizada no eixo norte-sul facilita o sombreamento na maior parte do dia, já que o lado predominante de insolação seria o Norte, onde se localiza sua fachada de acesso, protegida por um grande beiral (que se repete na parte posterior da edificação, sombreando também o pátio) (Figura 61). Podemos observar o rebatimento da estrutura resistente na **Envoltória**, onde a estrutura principal, se encontra envelopada pelo plano de parede, sem perder sua forma.

Figura 61: Vista da edificação.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Os **detalhes** como um todo foram pensados para melhor desempenhar seu papel funcional, graças ao **conhecimento técnico** do arquiteto. A estrutura em si foi utilizada de modo a auxiliar as instalações de projetos complementares, como é o caso da elétrica e da coleta de águas pluviais advindas das calhas.

No caso da instalação elétrica, observa-se os eletrodutos dispostos entre os perfis duplos em “U” até alcançar as luminárias superiores (Figura 62), que iluminam a edificação à noite (Figura 63), já que, durante o dia, quase não se faz necessário seu uso, uma vez que as transparências da envoltória favorecem para a utilização da iluminação natural.

Figura 62: Eletrodutos chegando nas luminárias.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

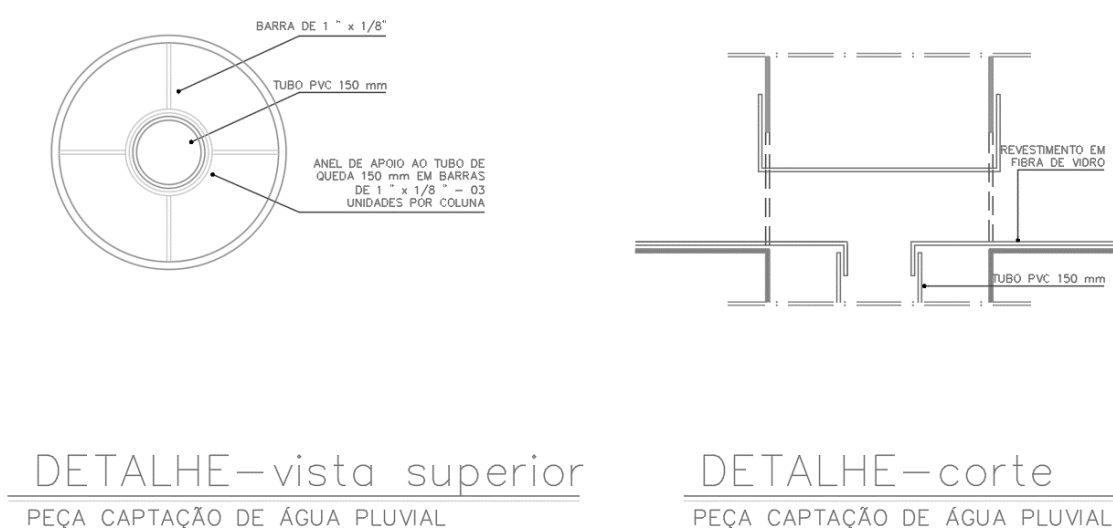
Figura 63: Edificação iluminada à noite.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

Para a descida de águas pluviais, foi aproveitado o vão interno dos pilares metálicos da estrutura principal para a passagem dos tubos de queda. Nesses pilares, foi feita uma abertura lateral de modo que se abrisse caminho para que as águas da chuva adentrem neles e sigam rumo aos os tubos de queda. O sistema é formado por canos de PVC de 15cm encaixados numa estrutura ligada internamente a esses pilares (Figura 59 e Figura 64). Além disso, colarinhos em fibra de vidro foram colocados para proteção do pilar metálico onde as águas passam, arrematando a peça de captação. Na base desses tubos de queda, uma curva de 90° longa foi colocada para o tubo de saída, concretada dentro das sapatas.

Figura 64: Detalhes do sistema para caimento de águas pluviais.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes.

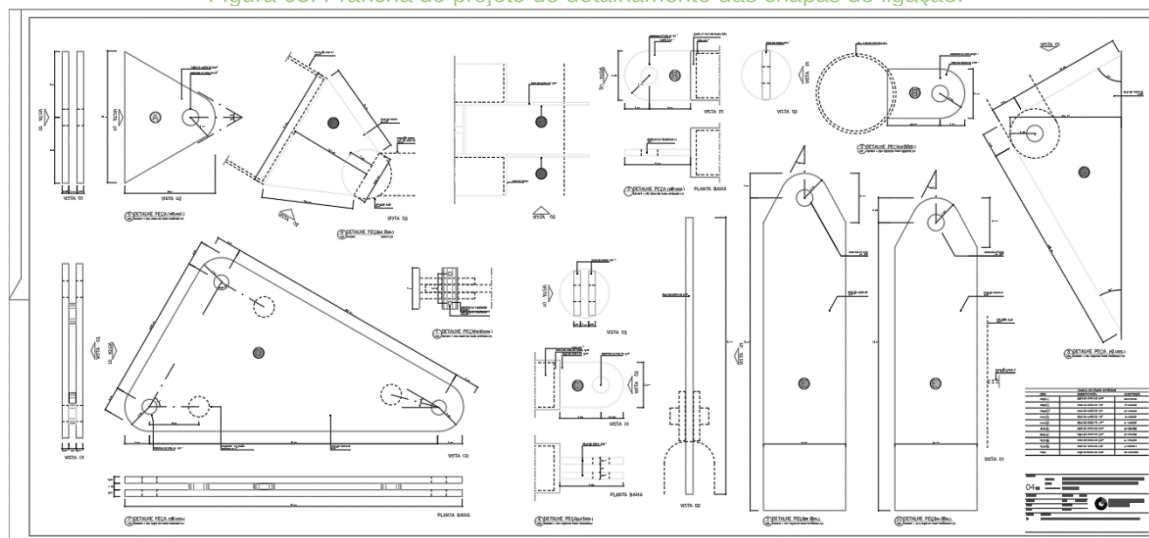
Para melhorar o desempenho das **ligações entre elementos**, foram utilizadas chapas para enrijecimento na união entre os perfis tubulares cilíndricos (Figura 65). Principalmente nos tirantes, que devem desempenhar um esforço considerável no seu papel de sustentação da cobertura, as chapas foram milimetricamente projetadas de modo que as angulações necessárias fossem padronizadas, controle este possibilitado pelo uso da estrutura metálica.

O cuidado observado nas articulações entre as partes, os materiais e as técnicas podem se revelar, tal qual defende Rocha (2012), como fatores geradores do todo arquitetônico, já que essas junções possibilitam o resultado formal arquitetônico da edificação.

Observa-se nesta obra a relação com o *Construir frondoso* de Armando de Holanda (1976), valorizando a força da natureza local e seu entorno com a utilização de elementos que potencializam as características bioclimáticas do local. Uma grande cobertura *Cria*

Sombra para a evolução do programa, e é utilizada uma repetição de elementos construindo com pouco, vazando muros, abrindo portas e convivendo com a natureza.

Figura 65: Prancha do projeto de detalhamento das chapas de ligação.



Fonte: Acervo Gilberto Guedes

No geral, observa-se que a relação entre a implantação (**Earthwork**) e a membrana envoltória (**Roofwork**) se encontra bem determinada devido à separação dos planos e o tratamento de seus materiais.

Apesar de não ser uma obra grandiosa em sua escala, demonstra-se a importância do acompanhamento da obra pelo arquiteto nos seus mínimos detalhes. A partir do momento em que o arquiteto está envolvido em todas as fases do projeto, inclusive a estrutural, possibilita-se que a concepção arquitetônica integre em todos os elementos, facilitando a interação bem sucedida entre forma e estrutura²⁶.

4.2 Hospital Rede Sarah - Salvador (1992-1994)

O objeto de estudo escolhido cujo arquiteto tem reconhecimento nacional é o Hospital Sarah Salvador, inaugurado no ano de 1994, situado no bairro de Caminho das Árvores e idealizado pelo arquiteto João Filgueiras Lima, o Lelé (Figura 66). O Hospital foi construído para abrigar 178 leitos e atua em quatro grandes áreas: Reabilitação Neurológica, Reabilitação Ortopédica, Reabilitação Infantil e Neurorreabilitação em Lesão Medular. Com uma área de terreno de 128.395,84 m² e área construída de 27.000,00 m², apesar de ser o terceiro hospital da rede, foi o primeiro a ser realizado pelo CTRS (Centro

²⁶ Após algumas modificações, infelizmente hoje em dia o que sobrou da edificação foi um galpão abandonado a espera dos próximos donos para se descobrir qual será seu destino, deteriorando essa incrível obra que demonstra tanto domínio e conhecimento do material utilizado na época de sua construção.

de Tecnologia Rede Sarah), servindo de modelo para as unidades posteriores e, dando início a sua produção racionalizada.

Figura 66: Vista aérea do Hospital Sarah Salvador.



Fonte: Lima (2012).

Formado pela UFRJ em 1955, Lelé sofreu influência de vários nomes famosos no meio do projeto arquitetônico, ao longo de sua carreira, como é o caso de Mies Van der Rohe, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright e Alvar Aalto, principalmente em aspectos que dizem respeito à força do desenho a mão livre e a importância do detalhamento para a concepção arquitetônica. Sempre buscou em seus projetos o racionalismo e o uso dos avanços tecnológicos presentes nas possibilidades construtivas, encontrando assim uma forte relação com o clima e questões de conforto no geral.

Um dos grandes destaques de sua produção arquitetônica são os hospitais da Rede Sarah. Essa rede é composta por dez edifícios, construídos em diferentes cidades brasileiras. Lelé trabalhou com esses projetos ao longo de quase 30 anos, e, a cada obra

concluída, o arquiteto voltava aos edifícios e identificava os erros e acertos alcançados, aprimorando os projetos posteriores (LUKIANCHUKI, CARAM, 2014).

As unidades da Rede Sarah (Figura 67), no geral, caracterizam-se por uma meticulosa integração da concepção arquitetônica projetual aos princípios bioclimáticos de cada região, fazendo o uso de estratégias que visam maximizar a qualidade dos espaços, a eficiência energética e diminuir o desconforto térmico bem como aos princípios funcionais - a partir das relações de organização do trabalho existentes nas unidades e aos diferentes programas de reabilitação, que foram definidos de acordo com os indicadores epidemiológicos da região em que cada unidade está inserida -, estéticos, ambientais e econômicos, criando ambientes mais agradáveis, menos herméticos. Essas alternativas se estendem desde o conforto ambiental ao conforto psicológico dos usuários desses espaços, unindo esses desejos com o uso de elementos construtivos e compositivos em prol do conforto, integração e concepção do espaço.

Figura 67: Vista interna do hospital Sarah, Fortaleza/CE; Centro de Reabilitação Sarah Kubitschek Lago Norte, Brasília/DF; Vista externa do hospital Sarah Rio/RJ, respectivamente.



Fonte: Divulgação/ Rede Sarah; © Nelson Kon; Revista Projeto, 2009.

Os edifícios da rede são predominantemente horizontais, e contam com estratégias bioclimáticas semelhantes, adaptadas para cada clima das cidades em que estão inseridos. Dentre elas estão o uso de jardins internos, não só para a amenização da temperatura como também para a humanização dos espaços, espelhos d'água, pés-direitos com alturas consideráveis, projetores de sombra, cobertura com *sheds* e, ainda, as inéditas galerias de ventilação com nebulizadores utilizadas (GUERRA, A. E MARQUES, 2015).

Analisando-o sob a ótica da tectônica, pode-se considerar que na **relação Sítio/Estrutura formal arquitetônica**, a edificação que abriga o hospital se encontra isolada no lote e protegido do meio urbano ao estar cercado de paisagem natural, em uma área mais alta, de colina e com vegetação de Mata Atlântica nativa ao redor, de modo a aproveitar, pela sua **implantação**, a utilização da ventilação natural, devido à diminuição das obstruções advindas de massas construídas no seu **entorno** (Figura 66 e 68). Por se tratar de um Hospital que necessita ter sua entrada controlada, optou-se por um único acesso indicado na figura 68. Após esse acesso, uma via interna distribui os fluxos para as demais entradas da edificação e os acessos aos outros programas contidos no terreno.

Além disso, como os ventos dominantes de Sul/Sudeste passam pela vegetação antes de chegarem à edificação, é favorecida a amenização da poluição (Figura 69 e 70).

Figura 68: Localização e acessos do objeto de estudo. (a) indicação dos acessos e perímetros do lote; (b) visão geral da parte de Salvador na qual o lote está inserido.



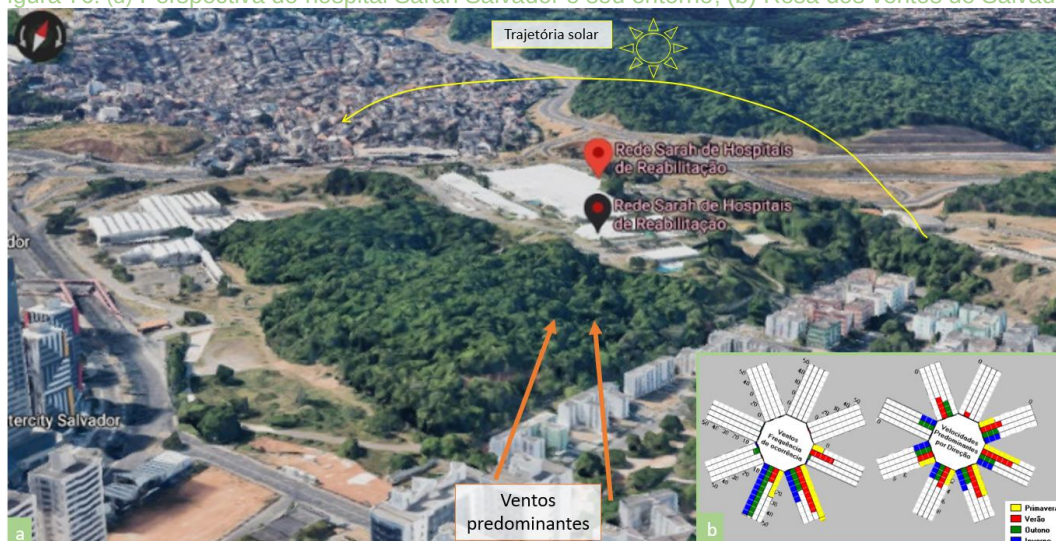
Fonte: Google maps/editado pela autora, 2020.

Figura 69: Hospital Sarah protegido do urbano. (a) Vista pela parte Oeste do lote; (b) Vista pela parte Sul do lote, onde pode-se ver o CTRS e ao fundo o hospital protegido na paisagem.



Fonte: (a) Nelson Aragão, 2017/ Disponível no Google Fotos; (b) Marcelo Dias, 2020/ Disponível no Google Fotos.

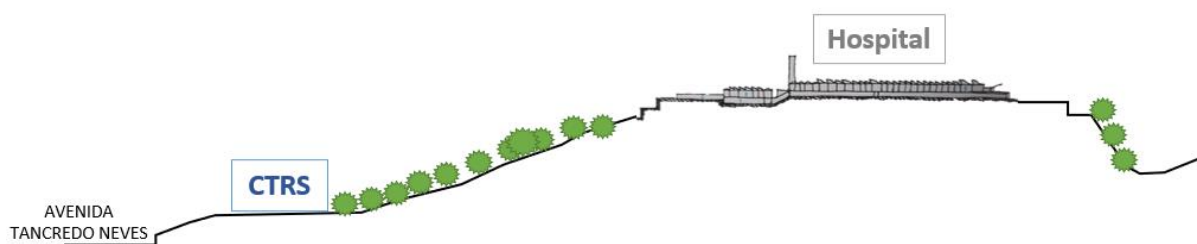
Figura 70: (a) Perspectiva do hospital Sarah Salvador e seu entorno; (b) Rosa dos ventos de Salvador.



Fonte: (a) Google maps, 2019 com edições da autora, 2022; (b) SOL-AR, 2020.

Localizado a aproximadamente +35m acima do nível do mar, o topo da colina onde o hospital pousa serve de apoio para a edificação, predominantemente horizontal, mas que utiliza de alguns recortes já existentes na topografia do terreno para se acomodar. Devido a isto, o **movimento de terra** utilizado faz com que a edificação conte com um pavimento semienterrado e subsolo (Figura 71), se adequando à topografia do terreno e otimizando a distribuição espacial para melhor atender as necessidades programáticas.

Figura 71: Esboço da edificação acima da colina.



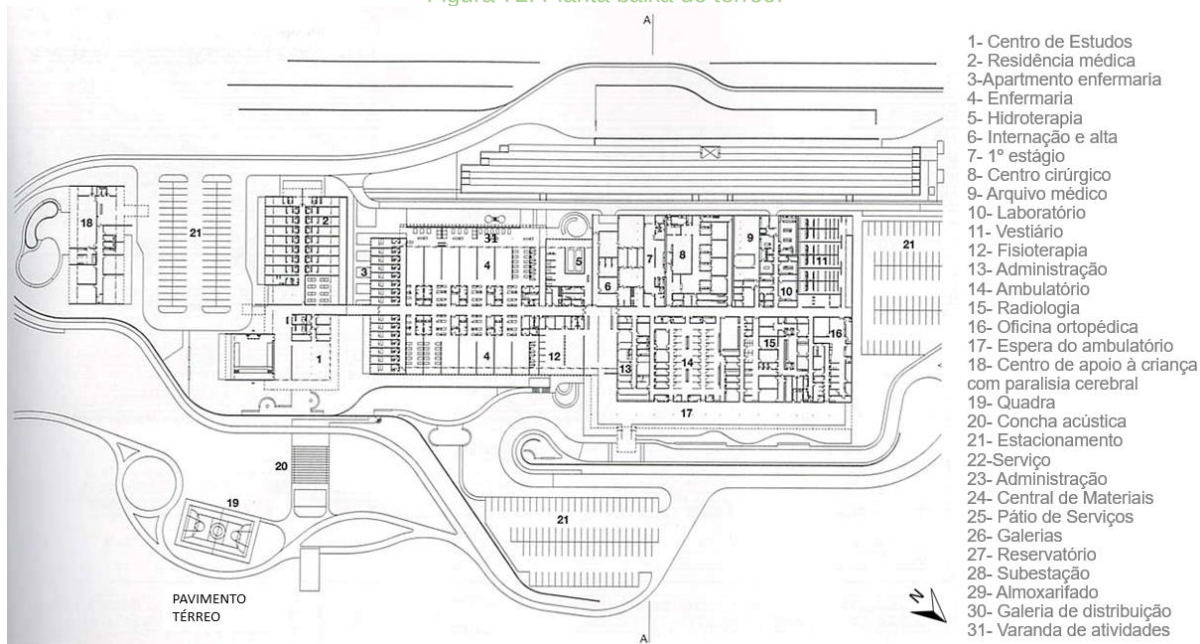
Fonte: Elaborado pela autora, 2022

Por se espalhar em uma grande área, observa-se a grande coberta com seus *sheds* formando ondas, de diversos tamanhos, com esbeltos apoios materializados nos pilares e estrutura de vedação independente. A planta horizontal é livre e flexível, a partir da implantação do sistema estrutural principal em estrutura metálica e divisórias leves, onde o vazio às vezes parece flutuar ao redor dos elementos pontuais que os pilares metálicos conformam.

O projeto consiste em um sistema modular totalmente padronizado e racionalizado para facilitar sua montagem e confecção, e contou, na época de sua construção, com uma fábrica localizada no próprio terreno para garantir o controle, a CTRS, já mencionada anteriormente. Pode-se analisar a integração e a complexidade do programa a partir das plantas (Figura 72, 73 e 74), através das quais evidencia-se, também, a modulação estrutural, que dita como será a espacialização do resto do programa.

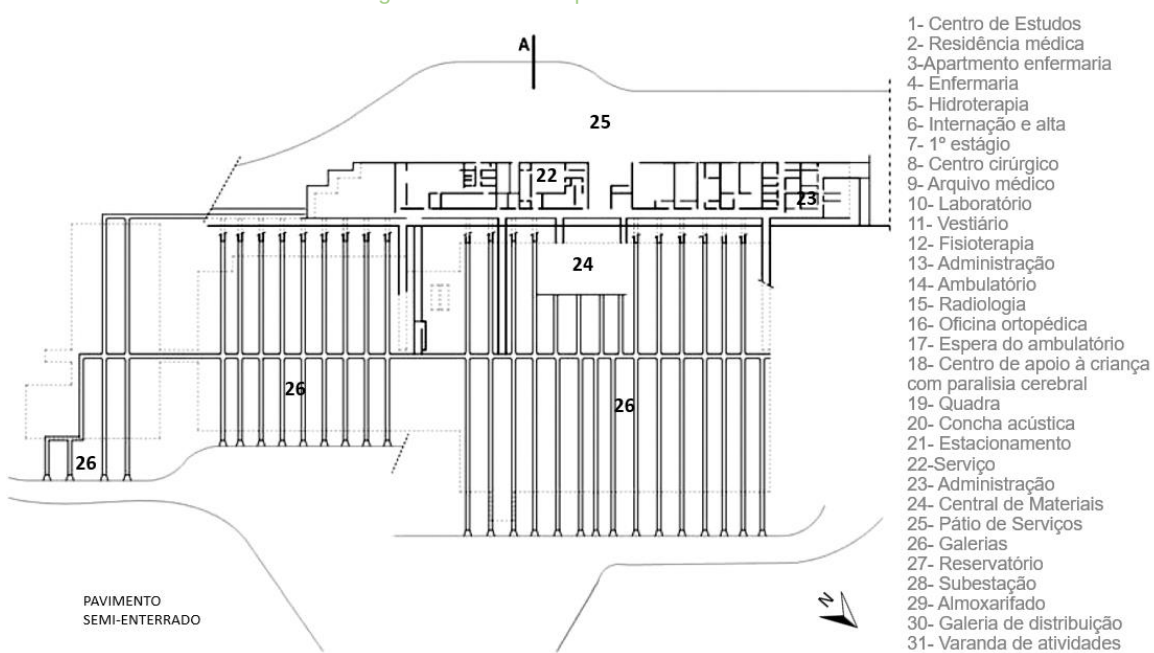
Observa-se, na planta, um corredor central que se ramifica em direção a todas as outras áreas, conectando-as entre si. Ao adentrar-se no edifício pela Espera dos ambulatorios (Figura 77), o usuário já percebe a integração que a estrutura fornece entre o edifício e a vegetação, promovida por meio dos apoios em pilares de seção esbelta e travados por vigas de pouca altura que garantem a permeabilidade visual e a possibilidade de ter um grande vão. A iluminação durante o dia é garantida com a luz advinda do sol, por meio dos jardins e das aberturas dos *sheds*.

Figura 72: Planta baixa do térreo.



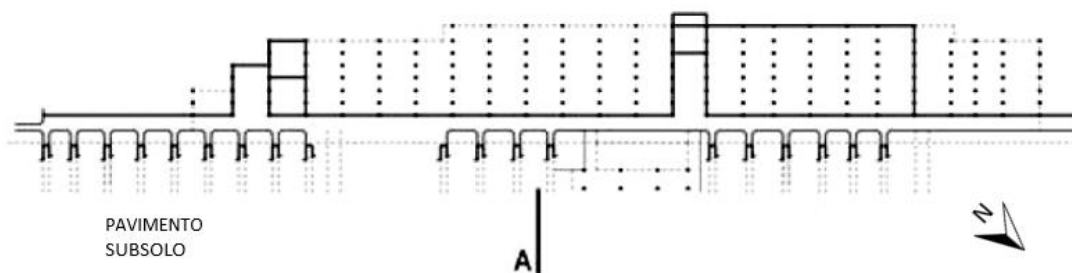
Fonte: site Archdaily, 2021.

Figura 73: Planta do pavimento semi-enterrado.



Fonte: site Archdaily, 2021.

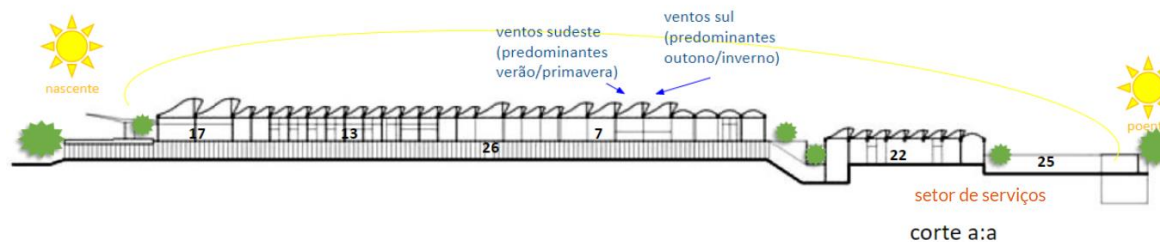
Figura 74: Planta do pavimento subsolo.



Fonte: site Archdaily, 2021.

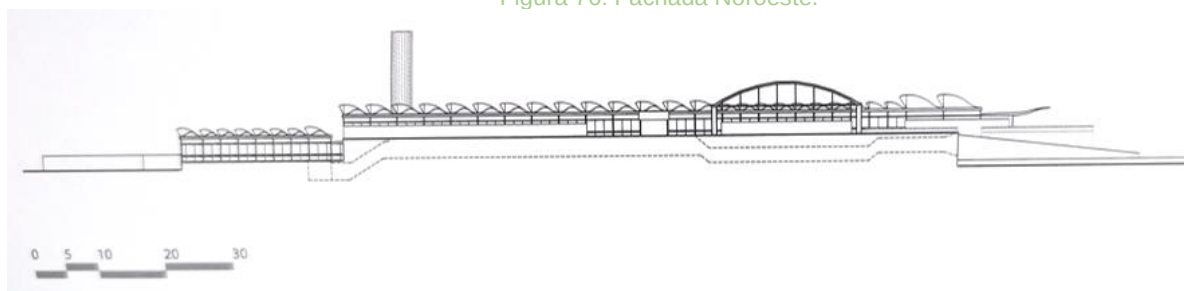
O acesso ao setor de serviços de encontra-se do lado oposto, na cota mais baixa do terreno, a partir do pavimento semi-enterrado (Figura 68 e 75), separando as funções entre o público em geral e os funcionários. A partir do corte, podemos observar o posicionamento dos *sheds* na mesma direção de modo a sombrear os ambientes internos e a diferenciação de níveis no trabalho topográfico da implantação, evidenciados também na imagem da fachada (Figura 76).

Figura 75: Corte A:A



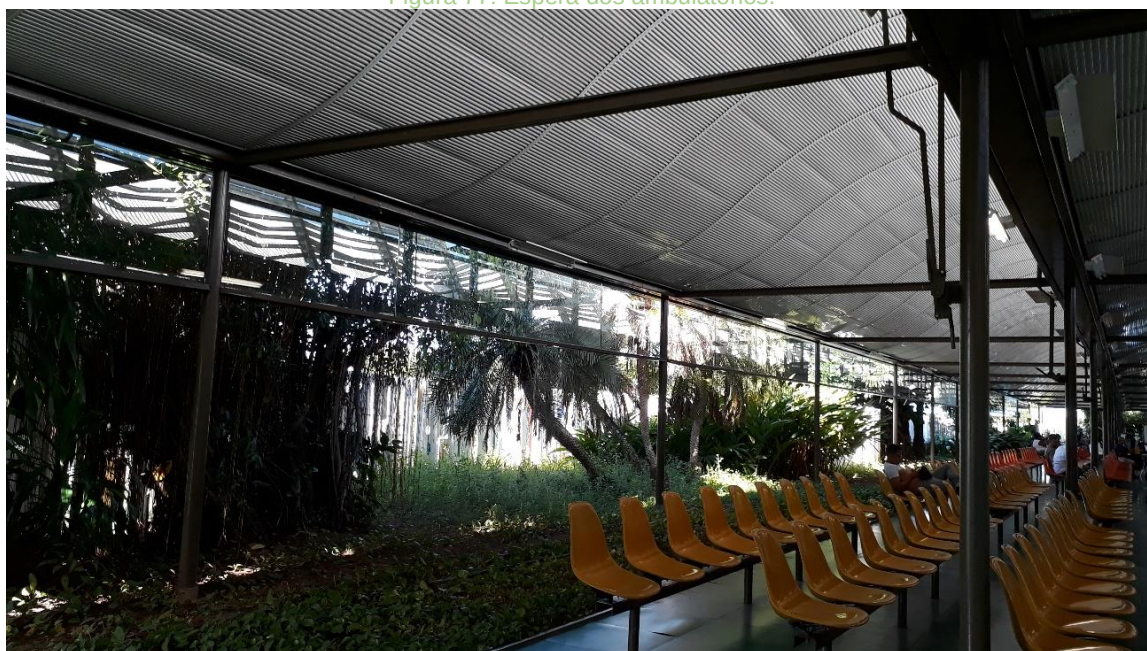
Fonte: site Archdaily com alterações da autora, 2021.

Figura 76: Fachada Noroeste.



Fonte: Lima (2012).

Figura 77: Espera dos ambulatorios.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

O trabalho paisagístico em colaboração com a arquiteta paisagista Beatriz Secco foi utilizado na transição entre o interior e o exterior, como se a vegetação do entorno adentrasse os ambientes (Figura 77). Os jardins recortam a volumetria do prédio, seguindo a modulação, se abrindo para corredores e leitos, em grandes planos de vidro que podem ser abertos, sombreando os ambientes internos e reduzindo sua temperatura, além de melhorar o conforto psicológico dos usuários. Pode-se observar neste trabalho o conceito de *recuar paredes e conviver com a natureza* de Holanda (1976).

Em questão de **material**, ao se estudar a relação entre **estrutura formal arquitetônica e estrutura resistente**, a estrutura metálica foi associada à utilização da argamassa armada na obra. Ambos materiais refletem a leveza, sendo o metal o protagonista nesta obra, que conforma um sistema modular bem definido que possibilita a flexibilização. Em projetos como este, de grande escala, isso facilita e faz-se essencial para mudanças necessárias, como é o caso de reformas, ampliações, manutenção e adaptações em geral, sempre requeridas nestes tipos de estabelecimento.

Com um módulo horizontal definido por uma retícula de 0,625 metros, não apenas a estrutura faz parte dessa malha, como também todos os **elementos** construtivos. Apesar disso, as medidas verticais não seguem uma modulação específica, admitindo o quanto for necessário para cada uso, resultando numa variação de altura no edifício como um todo. Esse fato é alcançado devido à flexibilidade das dimensões de comprimento das peças pré-moldadas, bem como da estrutura metálica e à utilização de divisórias removíveis, tornando mais fácil a modificação caso necessário, sem prejudicar o funcionamento do hospital com reformas e permitindo a reutilização dos painéis de divisória em outros ambientes.

Os principais elementos estruturais metálicos que se podem observar na edificação são os pilares cilíndricos e a estrutura da cobertura. Esta é composta por treliças metálicas curvas com 30 centímetros de altura, apoiadas em vigamento duplo de chapa dobrada com 35 centímetros de altura. Esse vigamento descarrega as cargas nos pilares tubulares. Os esbeltos perfis utilizados demonstram a leveza e desmaterialização possibilitada pelo material. Além disso, pode-se observar também vigas de perfis mais singelos no sentido perpendicular ao vigamento duplo, que servem para o travamento transversal dos pilares e terças metálicas que servem tanto para o travamento das treliças quanto para sustentação das telhas de cobertura (Figura 78).

Figura 78: Composição da estrutura da cobertura.



Fonte: Lima (2012, p.127)

Os *sheds* metálicos curvos da cobertura são empregados como o elemento de concepção projetual, materializando seu caráter tectônico, repetido diversas vezes em diferentes extensões, porém em apenas um sentido (Figura 77). O tamanho desses elementos são proporcionais ao vão utilizado entre os pilares, ou seja, quanto mais distante, maior será o *shed* para alcançar o vão. Há, então, uma relação de proporção entre o tamanho os *sheds* e os vãos, o que facilita a pré-fabricação destes elementos.

As repetições dos elementos construtivos potencializam o conceito de *construir com pouco* de Holanda (1976), no qual, a partir de poucos tipos de elementos, compõe-se uma estrutura mais complexa.

No auditório, Lelé concebe uma solução estrutural diferente. Para livrar o vão de pilares internos e deixá-lo livre para a plateia, o arquiteto usa do artifício de uma estrutura externa para a sustentação da cobertura, refletindo no elemento que associa pilares de concreto pré-moldados a uma viga em arco metálica, com fios de aço partindo dela, que, por sua vez, seguram a cobertura, como pode ser observado na figura 79. Essa utilização do metal em associação com o concreto colabora para que se vença o vão de 15 metros, mostrando a potencialidade da utilização do metal com esbeltos perfis da treliça e dos tirantes, que, se fossem feitos de outro material, seriam bem mais pesados (LIMA, 2012).

Figura 79: (a) vista externa da coberta do auditório apoiada por tirantes; (b) Vista interna do vão do auditório.



Fonte: (a) Acervo Pessoal, 2018; (b) Lima (2012, p.129).

As formas, tanto da estrutura quanto arquitetônica estão intimamente ligadas, existindo e trabalhando como um único elemento já que a estrutura é a protagonista da construção. Ela também colabora com a disposição interna possibilitando a fácil mudança de ambientes quando necessário na área do Hospital (LIMA, 2012).

Na estrutura dos pavimentos semi-enterrados, o que predomina é o concreto, que, por meio de lajes nervuradas, sustenta a estrutura metálica posta acima dele, numa dicotomia entre o leve e o pesado, advinda das características dos materiais empregados (Figura 80).

Figura 80: Diferença entre materiais.



Fonte: Lima (2012).

Na **relação entre os elementos de vedação e a estrutura formal arquitetônica**, pode-se observar que as aberturas para o exterior e as aberturas internas colaboram para que o fluxo de ar não fique preso no hospital, a não ser em áreas que tal condição se faz

necessária, por sua função. A expressividade arquitetônica da envoltória se encontra bem resolvida, contando com alguns materiais além do metal.

No plano de parede, os elementos de vedação da envoltória são os mais diversos, porém, predominam estruturas leves, seguindo o princípio de flexibilização e integração que trazem leveza e transparência para o ambiente, por não serem completamente fechados, todas elas associadas a estrutura metálica (Figura 81 e 82).

Com o intuito de humanizar o espaço hospitalar, foi criado um ambiente lúdico com cores na ala pediátrica, além de recorrer aos painéis artísticos de autoria de Athos Bulcão para separar os espaços. Eles integram visualmente a envoltória e permitem a passagem de ventilação por serem vazados.

Figura 81: Alguns elementos de vedação.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Figura 82: Divisórias leves e vidro sendo utilizados no corredor do setor de serviço.

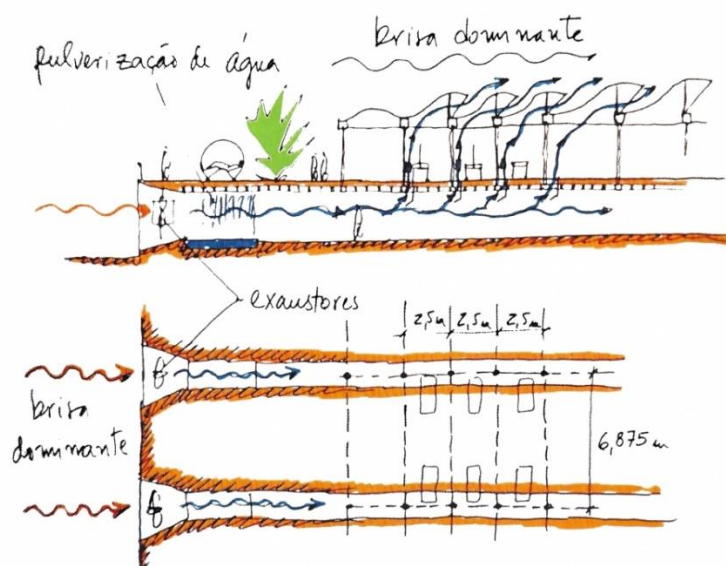


Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

No plano de cobertura, a altura e as aberturas dos *sheds* colaboram para que o vento quente saia junto ao sistema de galerias com aberturas para a ventilação dominante criado por Lelé.

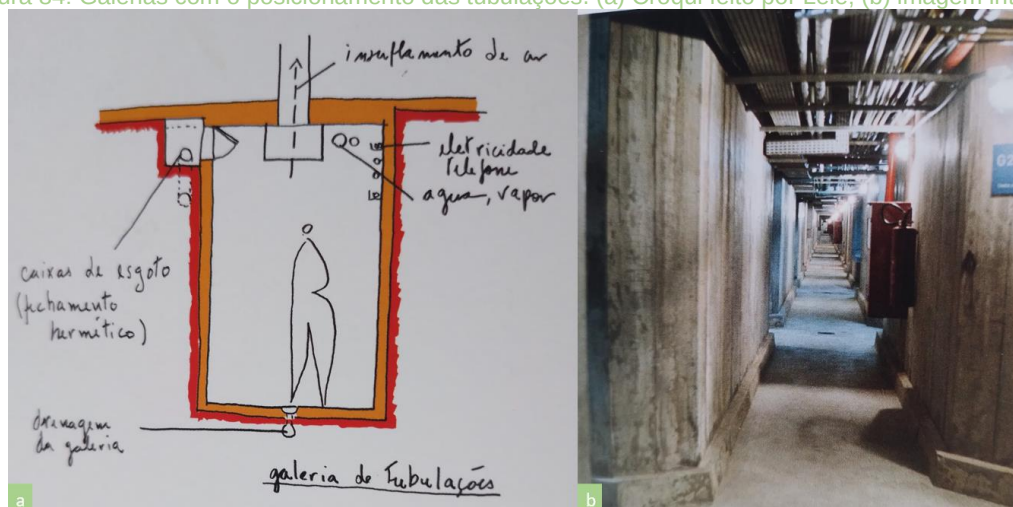
Esse sistema potencializa a utilização da ventilação natural, por meio de exaustores que favorecem a condução o ar por um sistema de pulverização de água e dutos internos de ventilação até a sua saída pelos *sheds* na cobertura (Figura 83 e 84). Trazendo o vento fresco do exterior para dentro da edificação e retirando o vento quente do interior, através do fluxo constante de ar, se renova e se mantém o ambiente mais salubre. Além disso, o sistema serve para a manutenção técnica e como sustentação do plano superior a ele.

Figura 83: Esquema de funcionamento do sistema de ventilação natural.



Fonte: site Archdaily.

Figura 84: Galerias com o posicionamento das tubulações. (a) Croqui feito por Lelé; (b) imagem interna.



Fonte: Lima (2012, p.126)

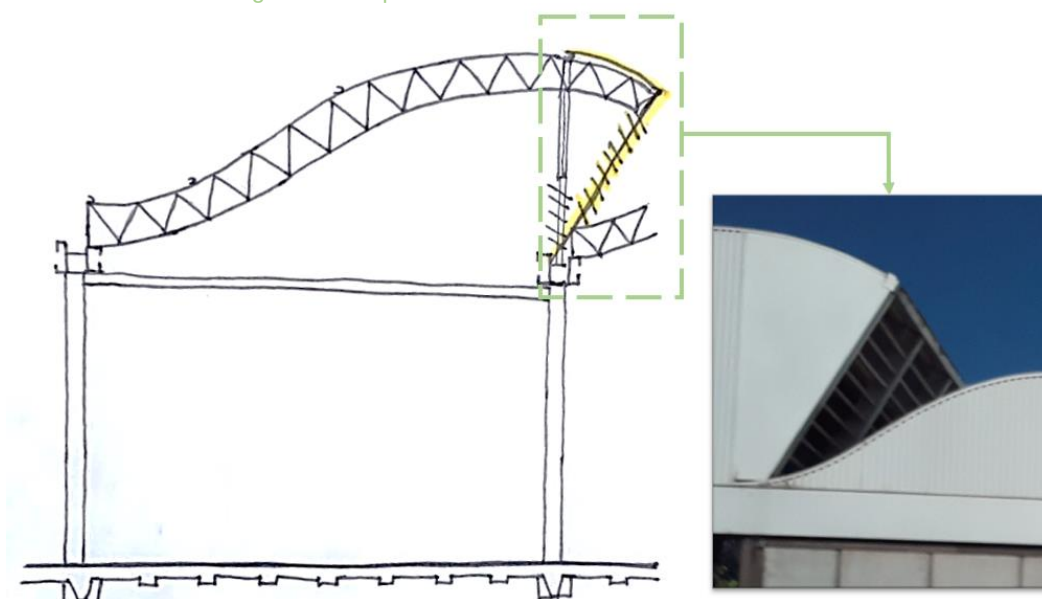
Figura 85: Diferença de tamanho dos sheds.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Além da função principal de fechamento, os *sheds* funcionam no auxílio da ventilação e iluminação natural. Para a iluminação, o sistema conta com testeiras associadas a brises que trabalham, para que, ao mesmo tempo em que o ambiente se mantém iluminado, não tenha a entrada direta do Sol, ajudando na regulação da passagem de luz natural. Além disso, as testeiras contribuem para que a água das chuvas não entre pelas aberturas, orientadas no sentido dos ventos predominantes de outono/inverno (Figura 86, 87 e 88). As testeiras, mostradas no esquema em amarelo, são acopladas à estrutura, trazendo um maior beiral a edificação e, conseqüentemente, maior proteção.

Figura 86: Esquema e vista externa das testeiras e brises.



Fonte: Acervo pessoal, 2022/2018.

Figura 87: Aberturas dos sheds com janelas testeiras e brises.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Figura 88: Testeira e brises vistos pelo interior da edificação.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Mas não só dos *sheds* é composto o plano de coberta do hospital. Quando necessário, é feito o fechamento completo do ambiente, sem perder a unidade visual da cobertura, pela utilização do mesmo módulo proporcional e da mesma cor e material (Figura 89).

Figura 89: Diferentes tipos de fechamentos da cobertura.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

O trabalho feito no forro metálico em toda a extensão da coberta assemelha-se a conceito de membrana envoltória de Semper (2004), remetendo a tectônica têxtil ao revestir

a estrutura resistente e esconder sua verdadeira conformação, já que não se consegue ver claramente de que maneira foi resolvida a estrutura da cobertura (Figura 90).

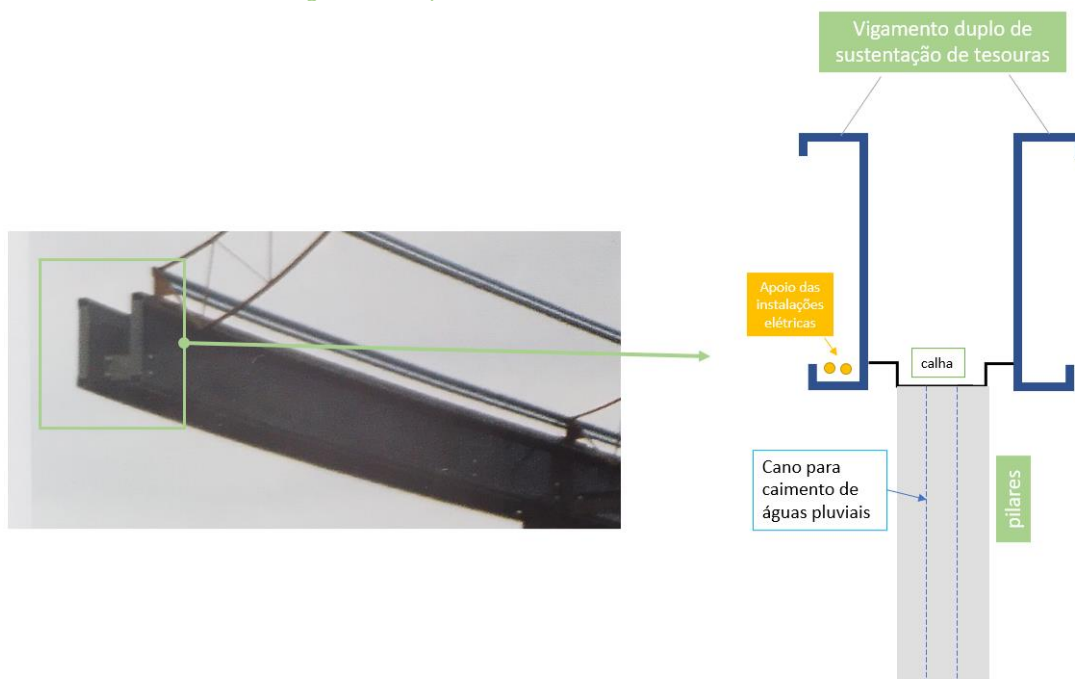
Figura 90: Visão interna da diferença entre o tratamento da cobertura.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Muitos **detalhes construtivos** foram levados em consideração, em todas as escalas do projeto. No que diz respeito às instalações, elas correm por calhas metálicas, facilitando assim a manutenção ao passo que estão ocultas da visão dos usuários (Figura 91 e 92). Uma ótima solução para as águas pluviais é a que o arquiteto projetou para as calhas, já que aproveitou o vigamento duplo que sustenta os *sheds* para apoiá-las e localizou os tubos de queda dentro de alguns pilares tubulares, situados em locais estratégicos. Essas águas são recolhidas e reaproveitadas.

Figura 91: Esquema de funcionamento da calha.



Fonte: Acervo Pessoal, 2022.

Figura 92: Calhas metálicas com a instalação elétrica saindo dela para os ventiladores e as luminárias.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Observando mais atentamente as aberturas dos *sheds*, sua composição é variada. Em alguns lugares são compostas por dois tipos de esquadrias: venezianas metálicas abaixo de basculantes de vidro. Mas, em determinados ambientes, as venezianas dão lugar a outra fileira de basculantes, possibilitando uma maior iluminação natural no seu interior.

Pensando na facilidade e acessibilidade, bem como na flexibilização e nas possibilidades, o arquiteto fez um trabalho diferenciado para o detalhe de acionamento dos basculantes dos *sheds*. Como pode ser observado na figura 93, alavancas metálicas de fácil

acesso foram localizadas a cada pilar para cada grupo de basculantes que compõem o módulo, de modo que se pode abri-los e fechá-los quando for pertinente, deixando a luz e a ventilação passarem, porém barrando a ventilação caso necessário, sem impedir a passagem de luz conferindo dinamicidade a esse elemento.

Figura 93: Acionamento dos basculantes.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Figura 94: Transições e ligações entre os elementos da estrutura e os elementos de vedação.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

Para a ligação **entre elementos** e sua transição, foram pensados detalhes para proteger a base do pilar metálico em seu contato com o piso, bem como uma estrutura para melhorar o desempenho da ligação entre os pilares cilíndricos e os elementos de vedação (Figura 94).

Tendo como palavra-chave a integração, tanto dos espaços, dos ambientes, dos elementos, dos materiais e até mesmo do conhecimento, a obra em questão demonstra como é importante a presença do arquiteto em todas as etapas da obra, contribuindo e entendendo, de modo que a equipe multidisciplinar trabalhe sempre em conjunto para alcançar um bom resultado.

Figura 95: Terracos dos quartos de internação integrados com o exterior.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

4.3. Arena do Morro – Natal (2009-2014)

A Arena do Morro é um ginásio esportivo e espaço cultural localizado no bairro de Mãe Luiza em Natal, Rio Grande do Norte, produto da primeira etapa de um plano urbanístico de requalificação urbana, chamado “*Uma visão para Mãe Luiza*”. Esses edifícios de uso coletivo são considerados elementos transformadores de realidades. O trabalho começou a ser desenvolvido em 2009, partindo de uma iniciativa do Centro Sócio-Pastoral Nossa Senhora da Conceição e Fundação Ameropa (Suíça). Por meio dessa Fundação foi intermediado a participação do escritório Herzog & De Meuron para a autoria do projeto, sendo este executado em parceria com o escritório Plantae (Planejamento Técnico em Arquitetura e Engenharia Ltda), de Natal, sob a coordenação de Lúcio Dantas, arquiteto responsável pelo gerenciamento da obra (HERZOG & DE MEURON©/ Divulgação, 2014).

O Plano urbanístico (Figura 96) conta com uma passarela, com características de parque linear, que atravessará como uma espinha dorsal, desde o Parque das Dunas fazendo a ligação dos equipamentos pertencentes à proposta com a zona costeira, locando os equipamentos conforme a hierarquia das vias e divisão das zonas.

Figura 96: Projeto urbano Visão para Mãe Luiza.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação, 2014.

De maneira geral, o modo de construir característico do escritório Herzog & De Meuron é a utilização de formas essenciais e simplificadas em seus projetos, associando isso a soluções que vão desde o detalhe artesanal até o uso de alta tecnologia. Com isso, buscam relacionar o corpo envoltório ao espaço conceutivo, a partir da potencialidade expressiva dos materiais, buscando atingir respostas genéricas aos problemas específicos sem perder o caráter contextual, levando em consideração o entorno de cada obra, a topografia e a paisagem local de implantação do edifício de maneira peculiar (MULLER, 2002).

As obras do escritório costumam chamar atenção através do tratamento da pele, da superfície e de seus materiais, que a determinam e a conformam. A utilização dos materiais e a potencialização das suas capacidades expressivas fazem com que os próprios materiais definam o resultado de sua forma, ou seja, o edifício se apresenta como o resultado formal da própria lógica do material e do processo construtivo empregado, a partir de preceitos como a essencialidade, materialidade, repetição.

Na combinação entre o rigor e a forma, ditada em grande parte pelas características do próprio material, com elementos que lhe dão vibração e dialogam com o ambiente e acentuando a importância do tratamento da envoltória. Dessa forma utilizam de recursos para enriquecer a experiência sensorial, com elementos naturais utilizados para tal, como é o exemplo da luz (MULLER, 2002). Como os próprios arquitetos descrevem a sua atividade,

o “uso da luz como qualificadora dos espaços é um aspecto chave na realização de suas obras”²⁷. Buscam assim prédios que, mesmo sendo trabalhados com formas simples, venham associados de soluções que os façam únicos.

O conceito dos arquitetos acerca do que seria uma boa arquitetura condiz com o conceito de Sekler (1965), que alia a técnica e a plástica de forma que a materialização do princípio estrutural exalte o **caráter tectônico** por meio da **empatia**.

O processo projetual e executivo do projeto foi publicado na edição 242 da revista AU (Figura 97) no ano de sua inauguração e foi modelo de participação da comunidade, visto que deveria haver reconhecimento deles para integração da obra na formação da identidade local.

Figura 97: Edição 242 da revista AU.



Fonte: Acervo Pessoal.

O bairro onde está inserida o Arena do Morro se constitui de uma comunidade carente, assentada em um local privilegiado, uma das dunas de solo arenoso, características da cidade de Natal/RN. Próximo a áreas de preservação, entre a reserva natural do Parque das Dunas e a ZPA-10 (Zona de Proteção Ambiental) que separa o equipamento da zona costeira comercialmente mais desenvolvida (Figura 98). A partir de um projeto participativo, com alguns membros da própria comunidade, optou-se por construir o ginásio no terreno onde existia a antiga quadra da Escola Estadual Senador Dinarte Mariz, situada a 50 metros do nível do mar.

²⁷Em ASENSIO, Ana. "Feliz Aniversário Pierre de Meuron!" [¡Feliz Cumpleaños Pierre de Meuron!] 08 Mai 2013. ArchDaily Brasil. (Trad. Baratto, Romullo). Acessado 17 Jul 2020. <<https://www.archdaily.com.br/br/01-112583/feliz-aniversario-pierre-de-meuron>> ISSN 0719-8906

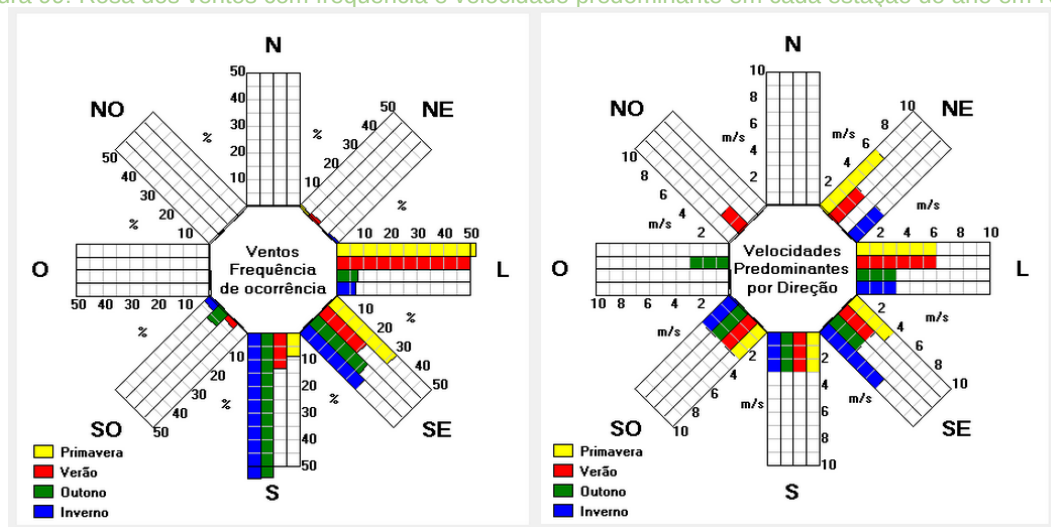
Figura 98: Localização do edifício.



Fonte: Google Maps, 2020.

Assim, considerando a **relação Sítio/Estrutura formal arquitetônica**, o Arena do Morro foi **implantado** de modo a aproveitar a privilegiada localização no que diz respeito à ventilação natural dominante Sul/Sudeste/Leste (Figura 98 e 99), sem obstruções construídas ou naturais nessas orientações.

Figura 99: Rosa dos ventos com frequência e velocidade predominante em cada estação do ano em Natal.

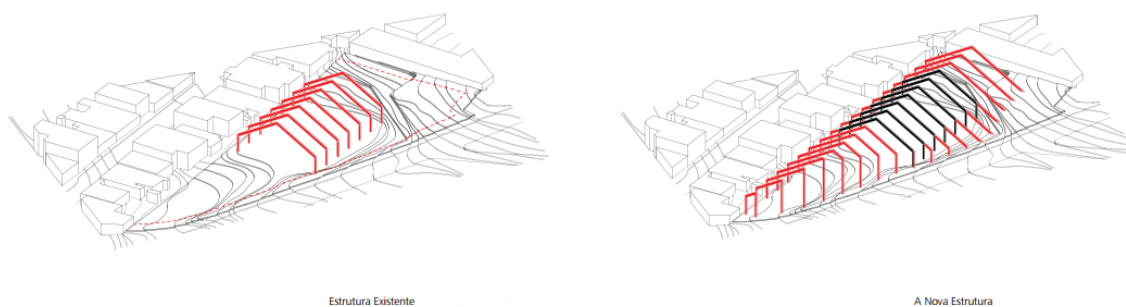


Fonte: Analysis Sol-Ar, 2021.

Uma relação de harmonia formal é estabelecida com o **entorno** construído tomando partido da coberta em duas águas da antiga quadra e as residências da comunidade, alcançando um gabarito que não ultrapassa o máximo permitido segundo a legislação local²⁸, medindo 7,5 metros de altura após o nível da rua (Figuras 100, 101 e 102) (HERZOG & DE MEURON©/ Divulgação, 2014).

²⁸ no que diz respeito a AEIS- Área Especial de Interesse Social.

Figura 100: Relação entre a estrutura anterior e a projetada.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação, 2014.

Figura 101: Terreno antes da edificação com ginásio da escola.



Fonte: Adriano Costa (Jornal virtual Fala Mãe Luiza), 2012.

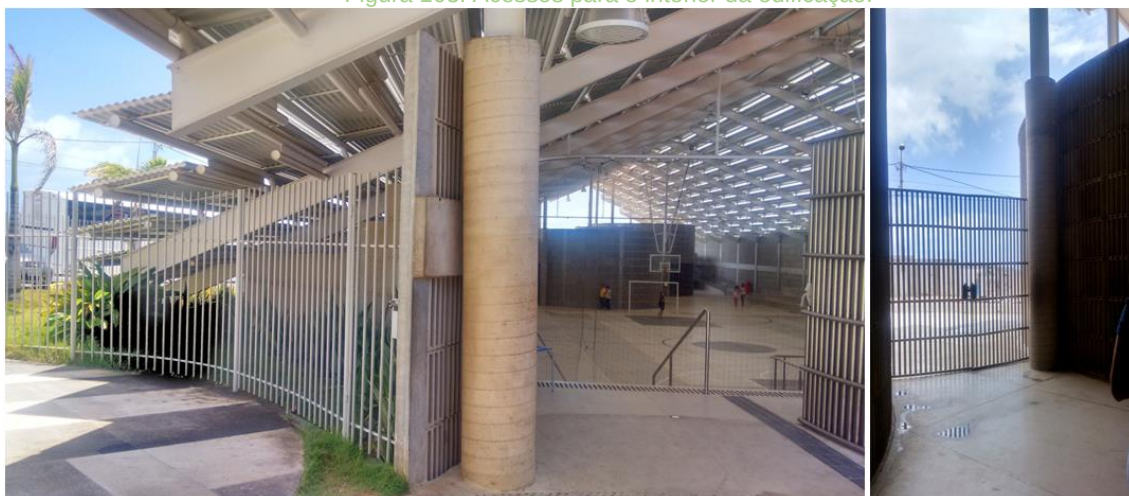
Figura 102: O edifício e seu entorno.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação, 2014.

Apenas após adentrar-se no edifício pelo acesso principal, o usuário encontra mudanças de cota e enxerga o grande vão livre, desintegrando a escala visual do seu volume, devido ao cuidado no desenvolvimento e execução de seus detalhes arquitetônicos e sua materialidade construtiva (Figura 103). O acesso de serviço está na cota mais baixa da rua, facilitando o acesso dos equipamentos ao ginásio e salas, sem necessitar descer as escadas ou as rampas (Figura 103). O trabalho paisagístico da vegetação é utilizado na transição entre cotas, e pode ser pensada como amenizador da temperatura na entrada de ventilação da fachada sudeste, onde desaguam as águas de chuva provenientes das calhas, que serão explicadas em breve.

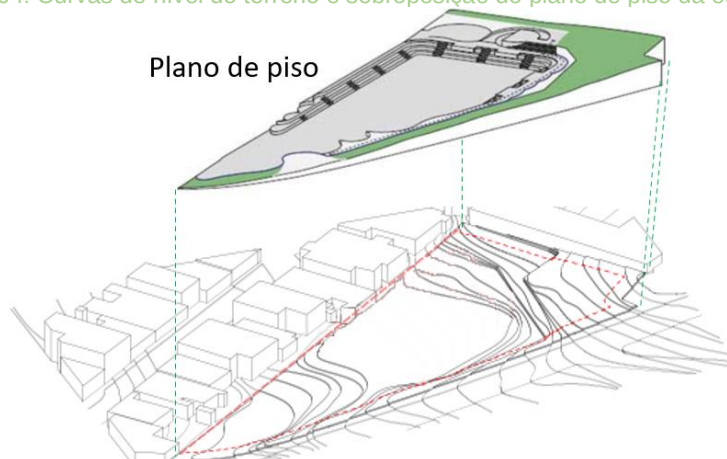
Figura 103: Acessos para o interior da edificação.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Para garantir maior altura útil no interior do ginásio de maneira que pudesse abrigar diversos esportes e atividades, o **embasamento** da edificação se caracterizou pelo trabalho de corte e subtração de matéria no plano de piso, de modo que o edifício fosse acomodado o máximo possível nas curvas de níveis existentes de acordo com suas características naturais. Curvas estas que foram aproveitadas em grande parte para a acomodação das arquibancadas em volta da quadra esportiva (Figura 104).

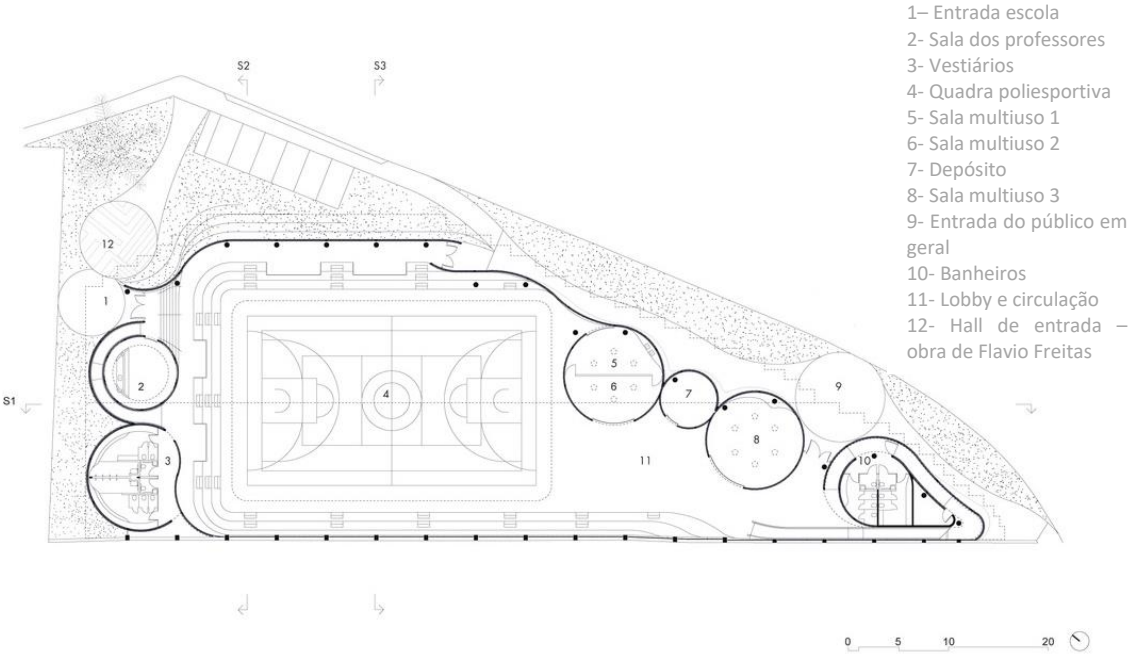
Figura 104: Curvas de nível do terreno e sobreposição do plano de piso da edificação.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação, 2014 e editado pela autora, 2020.

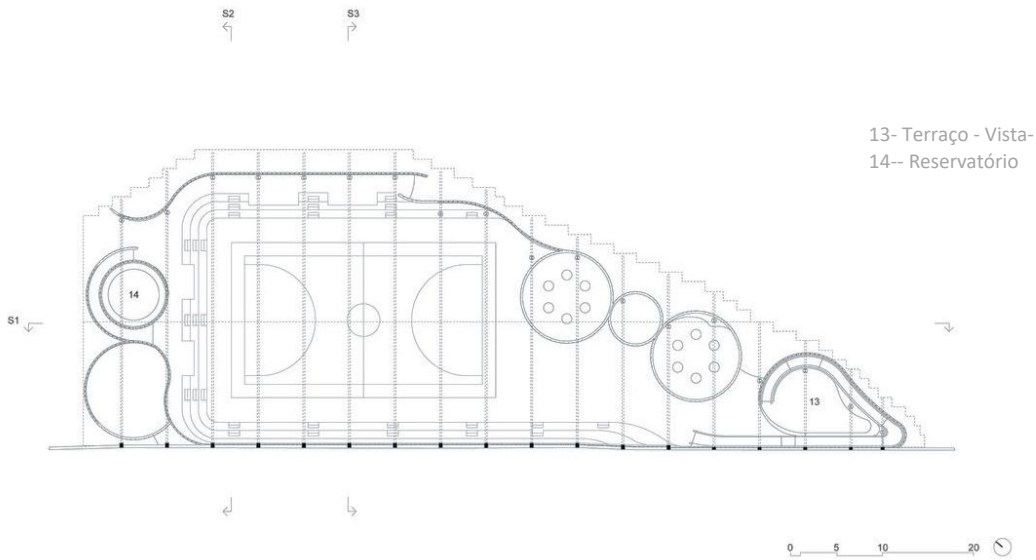
Remetendo ao telúrico, esse movimento de terra, apesar de ser característico da tectônica do pesado, marcado pelo material utilizado, o concreto armado, permitiu a proposta de grande área plana onde se implantou a quadra esportiva permitindo a ventilação dos outros setores de atividades ali implantados como as salas de multiuso e o lobby (Figura 105 e 106).

Figura 105: Planta baixa pavimento térreo.



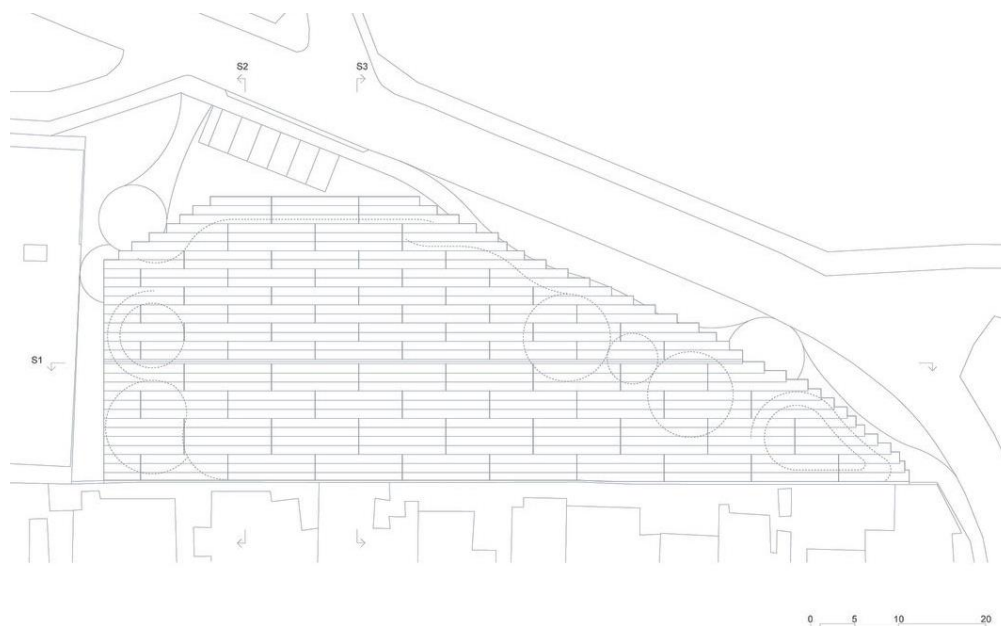
Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação,2014.

Figura 106: Planta baixa 1º pavimento.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação,2014.

Figura 107: Planta de locação e coberta.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação,2014.

Figura 108: Corte transversal s2.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação,2014.

A proposta de colocar a maioria das atividades em um semienterrado, aberto e sem prejudicar a ventilação natural, além de atender ao gabarito exigido, resultou numa relação amena com o transeunte que é convidado a percorrer o passeio público proposto no entorno da edificação, no limite nordeste/norte do lote, e a entrar à edificação. Entrada essa, na mesma cota de nível da calçada, garantindo a acessibilidade (Figura 103).

Considerando a relação entre os **elementos de vedação e a estrutura formal da arquitetura**, observa-se que as salas multiuso se encontram orientadas para o sentido Leste e Nordeste, aproveitando os ventos dominantes e permitindo a ventilação cruzada é possibilitada pelos elementos permeáveis de fechamento, tanto os cobogós, utilizados como delimitadores dos espaços, quanto os painéis que compõem o sistema de cobertura (Figura 109 e 111). A fachada Sudoeste/Oeste, limitada pelas edificações existentes, é fechada no plano de parede, protegendo a área das arquibancadas da incidência solar direta (Figura 110).

Figura 109: Fachada Nordeste vista pelo olhar do pedestre em uma cota da rua.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Figura 110: Fachada Sudoeste.



Fonte: Leonardo Finotti, 2014 (acesso pelo Archdaily, 2020).

Figura 111: Vegetação utilizada na transição de cotas.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Na relação **elementos de vedação/ estrutura formal arquitetônica** observa-se, por sua vez, a utilização de mais de um material. Internamente, o material que se vê como fechamento é o concreto, com tratamento diferenciado, remetendo à tectônica da leveza devido ao tratamento do fechamento (cobogós). Por conta disso, há a permeabilidade visual na maioria das partes pela forma que esse elemento foi trabalhado, dependendo da posição colocada, escondendo ou revelando o interior das salas trazendo a iluminação natural através desses elementos vazados.

Externamente, o plano de parede se confunde com o plano de cobertura, devido a cota da rua ser mais alta que a interna ao ginásio, e o que se vê é um plano de telhas locadas *“como se fossem uma pilha de painéis soltos, mas sobrepostos, deixando aberturas que permitem iluminação e ventilação natural e ao mesmo tempo abrigando da chuva”*, de acordo como descreve o memorial do projeto. *“Completamente branca, ela faz contraponto à massa edificada do entorno.”*²⁹ (Figura 112).

No que se refere à relação estrutura resistente/ estrutura formal arquitetônica, ela também é composta pelo concreto armado e o metal. Após o embasamento, a estrutura é composta por pilares de concreto armado que sustentam a estrutura, até uma determinada cota, e estrutura independente trilítica laje/pilar/viga.

²⁹ <https://revistaprojeto.com.br/acervo/herzog-meuron-arena-morro-natal/>

Figura 112: Fachada Nordeste vista de uma cota mais alta da rua.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

A relação de transição entre pesado e leve da estrutura é ressaltada no detalhe da transição entre os materiais, onde, de pilares de concreto maciços de 50cm, de diâmetro, partem esbeltas vigas metálicas em perfil I que estruturam o sistema de cobertura, potencializando e demonstrando a diferença entre a capacidade de sustentar com menos seção entre os dois materiais (Figura 113). Na tentativa de manter um fluxo contínuo, as ligações estruturais provavelmente foram ocultas.

Figura 113: Transição entre materiais na estrutura.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Adotando uma modulação estrutural de cinco metros no sentido longitudinal da estrutura de coberta. Os perfis metálicos sustentam as terças que lhe são perpendiculares em formato tubular e seção circular que por sua vez sustentam caibros também de seção

circular, locados a cada 2 metros e meio para uma melhor sustentação das telhas. Nas terças que ficam em balanço são utilizadas chapas de enrijecimento soldadas a outra peça da mesma seção da terça, que trava a última terça a penúltima (Figura 114).

Figura 114: Terças duplas que funcionam como mãos francesas para travamento dos beirais.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Para garantir sua inclinação de modo que as aberturas para a entrada e saída de luz/ventilação existam, são apoiadas em algumas peças que garantem uma maior parte de superfície de contato, de modo que o apoio seja seguro (Figura 115). Esses elementos contribuem para a adoção de soluções técnicas que priorizem a utilização das estratégias bioclimáticas, de ventilação, sombreamento e utilização da iluminação natural.

Figura 115: Detalhe da sustentação das terças nas vigas.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

As telhas são metálicas, mas com isolamento acústico do tipo sanduíche, colaborando para o conforto acústico. Devido ao posicionamento diferenciado das

ondulações das telhas, estando perpendicular à inclinação principal da coberta, uma solução diferente teve que ser pensada para o escoamento das águas pluviais (Figura 116).

Figura 116: Sistema de calha da coberta em funcionamento.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

A riqueza expressiva contida nessa solução alia as soluções técnicas atendendo às características do entorno imediato. Consegue-se ter uma legibilidade acerca do funcionamento estrutural ao passo que transmite ao usuário uma identidade com o entorno, apesar da riqueza de detalhes para a materialização da mesma não ser entendida à primeira vista, parecendo que facilmente foi resolvido tudo.

A expressividade proveniente da leveza dos balanços é possibilitada pela tecnologia do metal. Os projetistas optaram por utilizar terças de perfil tubular com seção circular, repousadas sobre vigas em formato I que atravessam o espaço do vão livre, fazendo com que a estrutura seja mais esbelta. A lógica estrutural a mostra ressalta a empatia da

tectônica. Acima das terças, ripas, também tubulares de seção circular, sustentam as telhas, que, por sua vez, estão dispostas de maneira diferente da convencional. Isso corrobora para a independência dos elementos de vedação em relação à estrutura resistente da cobertura, trazendo impressão de maior leveza. Além disso, as duas águas existentes na forma do telhado replicam o contexto à sua volta, reforçando a horizontalidade local.

Figura 117: Vista interna da cobertura.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

No caso do metal, ele acolhe a cultura técnica do leve (light-weight), uma das partes da dicotomia entre o pesado-leve, identificada por Frampton (1995) na relação *stereotomic/tectonic* de Semper. Com base na “tectônica da leveza”³⁰, refere-se ao material como possuidor de uma expressividade que tende a desmaterialização e esbeltez, devido aos seus potenciais construtivos que possibilitam a utilização de grandes vãos com poucos apoios no solo.

A relação entre o movimento de terra/implantação (Earthwork) e a membrana envoltória (Roofwork) se encontra bem determinada devido à separação dos planos, seu tratamento e seus materiais. A forma arquitetônica é determinada pela forma estrutural, assumindo que a lógica da estrutura e como os materiais são trabalhados é o ponto conceutivo do objeto arquitetônico. A premissa foi a utilização dos materiais pela sua própria natureza, refletindo assim sua tectônica num processo de empatia.

³⁰ Termo utilizado por ROCHA (2012).

Figura 118: Detalhe da mudança de seção do pilar após a transição de material.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Figura 119: Elementos da cobertura metálica partem dos pilares de concreto do entorno.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Para se chegar nesse e em outras soluções técnico-construtivas, os arquitetos suíços optaram por testar algumas das soluções em escala 1:1 antes da execução da obra. Com os chamados *mock-ups*, eles experimentaram os detalhes tetônicos com um cuidado imenso, como se fosse o produto final, para além dos testes, mostrarem para a mão de obra local na prática a maneira correta de sua execução. Com esse detalhe da cobertura mostrado pode-se perceber, por exemplo, que a calha projetada inicialmente não seria funcional, fazendo com que a equipe pensasse em outra solução, que foi adotada (Figura 120).

Figura 120: Mockups da coberta.



Fonte: Herzog e de Meuron©/ Divulgação, 2014.

A expressividade arquitetônica da envoltória, no caso da tectônica da arquitetura, resulta diretamente do tipo do material e em qual estrutura resistente/sistema construtivo foi adotado. Então, com a identificação desses dois, pode-se, nesse nível, ser identificada também de que maneira a envoltória contribui com a “tectônica da leveza” citada anteriormente. Nesses casos, a arquitetura traz com ela a legibilidade estrutural, sendo, ao mesmo tempo possuidora da função de vedação, encarregando-se de ser geradora do espaço conforme conceitua Rocha (2012).

As águas da coberta, seguem a trajetória solar, e aproveitam da iluminação natural no interior em todas as horas do dia, protegendo da insolação direta quando o sol está mais perpendicular no meio do dia. A luz é utilizada como elemento arquitetônico compositivo, que muda de acordo com sua localização e horário. De dia, a luz natural adentra a edificação, já a noite, a iluminação artificial é vista do lado de fora, por meio das aberturas, fazendo com que o edifício se destaque no meio da cidade, como um segundo farol para Mãe Luiza.

Figura 121: Relação da iluminação com o edifício ao longo do dia.



Fonte: Fotos por Leonardo Finotti, 2016 e Iwan Baan, 2014. Acesso pelo Archdaily, 2020.

Como crítica ao tamanho das telhas de coberta, que são utilizadas como brises horizontais, talvez devesse ter sido feita um melhor cálculo das inclinações tendo em vista a

radiação solar nas arquibancadas, para evitar o ofuscamento do público que está assistindo aos jogos durante o dia, como pode ser observado na Figura 121.

Através também, do uso e manejo dos materiais e elementos construtivos, busca-se trazer ao edifício uma riqueza plástica e artística pela diversidade de texturas utilizadas nos mesmos materiais: o metal e o concreto. No metal, podemos observar que o acabamento liso é aplicado nas vigas, terças, caibros e chapas de enrijecimento, ao passo que as telhas o que prevalece visualmente são as ondulações (Figura 122).

A partir do trabalho do conceito de construir com pouco, uma das diretrizes de Holanda (1973), essas diversas texturas e tratamentos com o mesmo material, evitando sua variedade, conferem ao edifício uma maior unidade visual.

Figura 122: Tratamentos de textura diferentes do metal.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Não só os detalhes estruturais são levados em consideração nessa obra, mas também as soluções construtivas encontradas pelos projetistas em determinadas necessidades do programa. Podemos citar, por exemplo, o modo como a cesta de basquete articulada se encontra suspensa e se faz presente como compositora da concepção do espaço. Ela se encontra vinculada à cobertura, que a sustenta por meio de tubos cilíndricos esbeltos soldados e contraventados para que a ventilação natural não prejudique sua sustentação e possibilite a flexibilização do espaço para a prática de atividades esportivas

diversas, maximizando a potencialidade do material de criar grandes vãos livres (Figura 123).

Figura 123: Cesta de basquete: fotos e esquemas

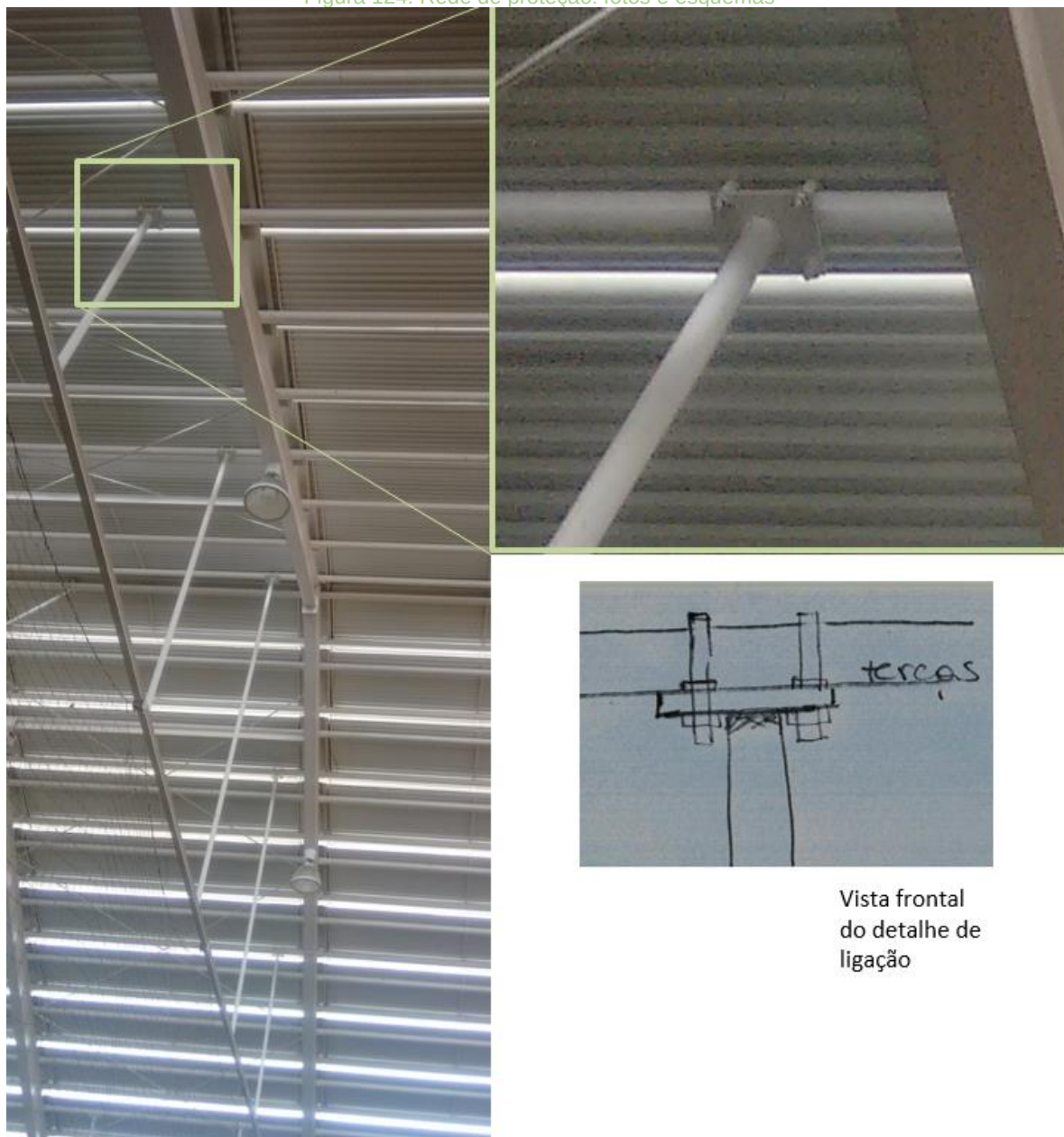


Fonte: Acervo Pessoal, 2017 e 2020.

A rede de proteção, na quadra poliesportiva, foi apoiada em peças presas por meio de chapas e parafusos nas terças tubulares da cobertura através de tirantes também tubulares, soldados às chapas. Ela possibilita uma maior proteção para o público que assiste aos jogos, de maneira que não sejam atingidos pelas bolas utilizadas nas partidas, facilitando, por meio dessa estrutura a sua colocação e retirada, colaborando para a flexibilização do espaço para outras possíveis utilizações (Figura 124).

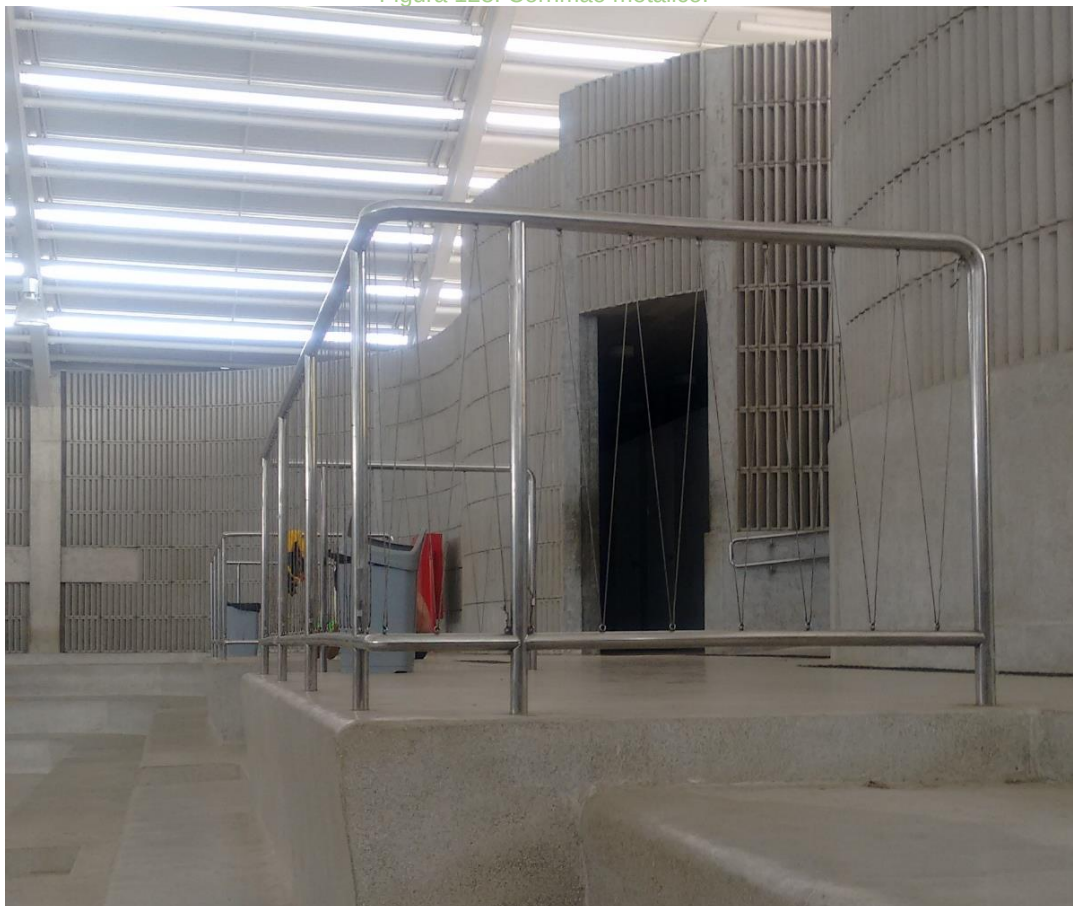
Um detalhe também sutil mas que faz toda a diferença e colabora com a leveza e segurança do ambiente interno com mudanças de cota é o corrimão e seu guarda corpo (Figuras 125 e 126). De um material que não foge da cor do concreto, mas que por seu brilho se destaca, trazendo outro tipo de tratamento para o mesmo material da cobertura, enriquecendo a linguagem visual do todo.

Figura 124: Rede de proteção: fotos e esquemas



. Fonte: Acervo Pessoal, 2017 e 2020

Figura 125: Corrimão metálico.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Figura 126: Detalhe de guarda-corpo do corrimão.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Figura 127: Vista interna da Arena do Morro.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

A Arena do Morro traduz grande parte dos conceitos da tectônica da arquitetura estudados e aplicados pelos arquitetos em questão, num misto de técnica, plástica e diálogo com o lugar. O uso dos materiais reflete no conhecimento técnico através de seus diversos modos de tratamento, de modo que amplificam seu potencial expressivo.

Pode-se observar na edificação como um todo a utilização das soluções projetuais sugeridas por Holanda (1976) como é o caso de vazar muros com a utilização dos cobogós, criar uma sombra e continuar espaços a partir da utilização de uma grande cobertura que abarca todo o programa e o recuar paredes a partir da utilização de generosos beirais para sombrear o fechamento da edificação e assim melhorar seu desempenho térmico.

Assim como a maioria das obras do escritório, existe a apropriação do potencial expressivo dos materiais e técnicas construtivas, com o aproveitamento do contexto e da iluminação e ventilação natural possibilitada pela localização e clima por meio do tratamento dos elementos e soluções construtivas e estruturais.

Seu conceito estrutural encontra-se totalmente dominante e se materializa na construção, dando a ela a utilização dos materiais e do sistema estrutural de forma plasticamente clara. As propriedades e as possibilidades deles são utilizadas ao máximo e revelam o recurso da lógica construtiva como um dos determinantes da dimensão estética da arquitetura.

O metal e suas junções estão sendo utilizados na obra de modo a fortalecer e reforçar suas características projetuais, expressivas e bioclimáticas, sendo utilizado em harmonia com o concreto, co-protagonista estrutural, a depender do ponto de vista. As reentrâncias e saliências trazem dinamicidade para a forma, mesmo ela sendo derivada de um prisma regular.

Observa-se assim o espaço, a expressão e materialidade da construção como características indissociáveis. O detalhe tectônico e construtivo e suas diversas escalas são elementos que causam além de funcionalidade da obra, efeitos sensoriais que intensificam a experiência de vivenciar a edificação. O esforço de pensar em tudo que o programa necessita e como cada detalhe e sua solução construtiva são executados é ímpar.

CAPÍTULO 5. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas, os resultados apontam para uma qualidade arquitetônica alcançada através da exploração das potencialidades expressivas do metal, juntamente com a utilização de estratégias bioclimáticas apropriadas ao clima quente úmido, reforçando a possibilidade de alinhamento entre a tectônica e adequação ao contexto climático, mesmo com a utilização de elementos padronizados e industrializados.

Tendo em vista o significado contido no conceito de tectônica da arquitetura, a arquitetura que a toma como partido segue do princípio que a estrutura formal arquitetônica nasce juntamente com a estrutura resistente, para que ambas sejam executáveis, sendo então representativa (ROCHA, 2012).

A partir da utilização dos parâmetros analíticos, existentes nos níveis de relação entre estrutura formal arquitetônica e o sítio/estrutura resistente/elementos de vedação, com ênfase nas junções, detalhes construtivos e as soluções técnicas adotadas para suprir as necessidades climáticas, considera-se a construção como um todo, a ser pensado de maneira integrada, onde, as soluções adotadas interferem na qualidade espacial, como consequência.

Segundo estudado na fundamentação teórica, entende-se o *roofwork* no que diz respeito à envoltória como um todo abrangendo os elementos materiais que estruturam e delimitam esse espaço, estudado mais profundamente junto com os outros níveis. Já o *earthwork* tem a ver com sítio na sua totalidade (ROCHA, 2012). Nele podemos observar se a maneira como o terreno é trabalhado para acomodar o edifício está de acordo com suas

características naturais ou de modo que condicione a escolha do sistema estrutural e construtivo e os materiais adotados.

Considerando os parâmetros analíticos adotados, no que se trata do primeiro nível de relação (*sítio e estrutura formal arquitetônica*), em todos os casos, observou-se que as características físicas do lote – dimensões, topografias e forma- foram determinantes para o resultado expressivo da estrutura formal adotada. Nos casos da Arena do Morro e da Peugeot, a forma do edifício foi condicionada à geometria do perímetro do terreno, enquanto que no Hospital Sarah as consideráveis dimensões do terreno favoreceram uma implantação com recuos generosos e uma estrutura formal mais horizontalizada - requisito funcional deste tipo edifício-.

Entretanto, tanto neste como na Arena, a relação *earthwork/roofwork* colabora na expressividade do todo arquitetônico e na qualidade dos espaços criados, já que, em ambos, se tomou partido das curvas de nível existentes no terreno, foi feito o trabalho de encaixe dos pavimentos e ambientes.

No que diz respeito à implantação, em todos foram considerados a melhor orientação para maior aproveitamento das características do local, tanto sobre iluminação quanto sobre a ventilação cruzada natural. Mesmo quando não há a utilização de vegetação, as edificações buscam *conviver com a natureza* ao potencializar o uso de estratégias bioclimáticas adequadas à região na qual estão inseridas.

A localização estratégica do Hospital Sarah e da Arena do Morro acima de uma colina, próximo a massas de vegetação e sem obstruções advindas de massas construídas colaborou com a passagem livre da ventilação mais amena, diferentemente da Peugeot, inserida em um lote de “gaveta” com dimensões reduzidas e em uma área densamente urbanizada. Mesmo assim, o partido arquitetônico adotado, com seu pé direito duplo, permitiu a ventilação cruzada no ambiente interno, facilitada pelas orientações das aberturas voltadas para a direção da ventilação predominante, posicionadas em fachadas opostas e próximas ao plano de cobertura, favorecendo a saída do ar quente.

Na análise tectônica, a partir do segundo nível de relações - *estrutura resistente e formal arquitetônica* – permitiu observar os conceitos de leveza (*lightweight*) e de desmaterialização, explorados nas três obras em estudo, sendo potencializados pela esbeltez dos componentes estruturais e de vedação que o metal permite, reforçando a cultura técnica do leve, intrínseca a este material.

Além da tectônica da leveza ser revelada nas três obras a partir dessa relação, pode-se observar a versatilidade do metal em permitir o uso de sistemas estruturais diferentes. Na

Peugeot, foram utilizadas treliças planas em dobro de onde foram fixados tirantes para sustentação das vigas de alma cheia em formato curvo que compunham o plano de cobertura, sendo este conjunto estrutural o protagonista da expressividade alcançada nessa obra.

De modo contrário, a treliça plana que dá a sustentação e forma aos *sheds* do Hospital da rede Sarah, não são reveladas devido ao revestimento de chapas de metal, embora este acompanhe a curva do desenho das treliças, seguindo sua forma original. Nesse caso, segundo o conceito de Karl Bötticher (1843 apud AMARAL, 2009), o *core-form* não é revelado pelo *art-form*. Entretanto, a potencialidade expressiva do metal pode ser observada no todo da estrutura formal do Hospital. A verdade e simplicidade estrutural contidas na Arena do Morro, na qual são utilizadas vigas de alma cheia e pilares em seção “I” para sustentação da cobertura, deixa claro de que forma as telhas estão fixadas, sem abrir mão da expressividade arquitetônica.

Mesmo sendo trabalhado com outros materiais, nas obras analisadas o metal e as estruturas que ele conforma se fazem protagonista na concepção estrutural, por este fato, observa-se em todas os exemplares a forma arquitetônica seguindo a forma estrutural. Nelas, a cobertura aparece como elemento determinante do caráter tectônico, ressaltando também, a sua contribuição para o alcance do conforto no interior das edificações ao colaborarem para as estratégias bioclimáticas adotadas: coberturas leves e altas que permitam a saída do ar quente, favorecendo a ventilação cruzada. Observou-se, então, uma série de elementos com fácil compreensão de seu funcionamento, trazendo o conceito de empatia, estudado por Sekler (1965), ao usuário, sendo bem trabalhados de modo a aumentar a qualidade do objeto arquitetônico.

A respeito do terceiro nível de relações (*vedações e estrutura formal arquitetônica*), observou-se, nas três obras analisadas um cuidado com a envoltória, principalmente no que se refere a relação com o entorno climático. Todas as três edificações tratam de uma grande coberta que abarca seus programas, remetendo ao *criar uma sombra* de Armando de Holanda (1976). Elas recorrem aos elementos construtivos para potencializar o recurso de estratégias bioclimáticas adequadas ao clima quente e úmido, como a ventilação natural cruzada, o construir frondoso, proteção contra insolação direta e o manejo na utilização da iluminação natural, entre outros.

No plano de piso, é feito um trabalho de paginação com mais zelo na concessionária, traçando caminhos e continuando espaços. Na Arena do morro, apenas na entrada é feita uma marcação, deixando para que internamente o mesmo material e cor traga fluidez ao mesmo uso nos ambientes do ginásio, trabalhando apenas com diferenciações em níveis.

De uma forma semelhante é agenciado o plano de piso do hospital Sarah, com o mesmo material e cor, mas com diferenças sutis de níveis.

No plano de parede, observou-se a utilização de aberturas neste plano em todas as obras a partir do uso de elementos vazados: cobogós na Arena, painéis em algumas áreas do hospital Sarah e venezianas na concessionária. Esses elementos vazados corroboram com a solução de *vazar muros*, indicada por Holanda (1976). Estes elementos colaboram com a utilização da iluminação natural de modo a aumentar a eficiência energética da edificação: ao se utilizar de transparências e aberturas em locais estratégicos e protegidas da incidência direta do Sol, evitou-se a utilização da iluminação artificial em alguns períodos do dia, sem que a edificação perdesse seu conforto térmico.

No plano de cobertura da Arena e do Sarah, são projetadas aberturas na cobertura que colaboram para saída de ar quente. Essa separação do ar quente que sobe, pode-se observar com o uso de pés direitos altos, possibilitados pelo uso do material em todas as obras. As três soluções adotadas para as coberturas remetem à desmaterialização e esteticamente às ondas e seu movimento, seja no trabalho curvo do Hospital e da Peugeot, ou na maneira com que a sobreposição dos painéis de cobertura da Arena do Morro foi elaborada, possibilitado principalmente pela utilização do metal.

Nas interações entre materialidade e expressividade, pode-se observar o uso da cor para cobertura dos elementos metálicos, mascarando a estética natural do material in natura, sendo utilizado o principalmente o branco na Arena e no Sarah, e o azul e o amarelo na Peugeot. Apesar disto, texturas diferentes são dadas ao mesmo material.

Esses três planos estão conectados diretamente os nexos tectônicos existentes nas relações entre a estrutura formal arquitetônica, o sítio, a estrutura resistente e os elementos de vedação. Dessa mesma forma, as junções/detalhes construtivos também foram analisados em mais de um nível por estarem vinculados a essas categorias de maneira geral.

Mesmo com diferentes escalas, e independente disso, a análise aponta para uma qualidade das soluções projetuais e seus detalhes construtivos, necessidade e perfeição contidas nas junções, que possibilitaram o resultado estético e material observado, inferindo que essa metodologia poderia ser aplicada para analisar qualquer tamanho de edificação. Para sua utilização em outro tipo de material e em outro tipo de clima, deve-se ajustar os parâmetros de acordo com as características deles. Como limitações da utilização do material, vê-se o impasse no que diz respeito a sua manutenção e a falta de tecnologia local.

Pelas obras terem sido projetadas por arquitetos que já são referência em projetos bem resolvidos, observou-se o trabalho minucioso em resolver várias questões projetuais, observando que em quase todas as relações, as edificações potencializaram tanto o material quanto o seu entorno. A presente análise, então, corroborou com a premissa vista na introdução, e, além disso, entendeu-se por meio dos exemplos, que são diversas as soluções arquitetônicas que podem ser adotadas pelo metal, de modo que ele trabalhe atrelado às estratégias bioclimáticas, a partir de projetos multidisciplinares.

Dito isto, como futuros desdobramentos da pesquisa, seria interessante fazer a análise de edificações nas quais a premissa não fosse comprovada, e, a partir disso, pensar em que elementos poderiam ter sido agregados de modo que o caráter tectônico e o uso das estratégias bioclimáticas fossem alcançados favoravelmente à expressividade e materialidade da arquitetura. Também seria interessante observar o mesmo tipo funcional e as diferentes soluções que podem ser dadas para a mesma questão.

Como sabido, a situação pandêmica mundial que se assolou nos últimos anos dificultou o andamento desta e de diversas pesquisas, limitando a quantidade das obras analisadas, bem como obstaculizando o acesso a vários locais e o contato com alguns profissionais. Apesar disso, a experiência de analisar as obras sob a ótica da tectônica trouxe para a autora um novo modo de enxergar as construções, observando sempre se as relações existentes estudadas estão contidas em outras edificações e tentando entender o funcionamento dos seus elementos construtivos e da expressividade arquitetônica como um todo.

A partir disso, espera-se que uma qualidade arquitetônica esteja presente nos futuros projetos elaborados por quem partilhar desta pesquisa. Feita sob a ótica da tectônica, sendo esta indissociável a dimensão espacial (ROCHA, 2012), nota-se também que para analisar o proposto, teve-se que observar além dos parâmetros adotados e além do material definido para análise, já que ele é trabalhado em consonância aos demais. Observa-se assim a arquitetura como um campo multidisciplinar, que deve ser observado por diversos ângulos, mesmo que se escolha um para se dar foco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

AGUIAR, M. C. (2018). **FORMA-ESTRUTURA: Matriz de expressão tectônica no MAM-Rio, na FAU-USP e na Catedral de Brasília**. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro -PUC-Rio, 154 p.

AGUIAR, Monica; FAVERO, Marcos. **Forma-estrutura. Matriz de expressão tectônica da FAU USP**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 19, n. 223.04, Vitruvius, dez. 2018 <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/19.223/7247>>. Acesso em: maio/ 2021.

_____. **MAM-RIO: FORMA-ESTRUTURA, TECTÔNICA E EMPATIA**. *Arquitetura Revista*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 256–274, 2019. DOI: 10.4013/arq.2019.152.03. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/arq.2019.152.03>. Acesso em: maio/ 2021.

AMARAL, I. **Quase tudo que você queria saber sobre tectônica, mas tinha vergonha de perguntar**. Pós. *Revista Do Programa De Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU USP*, São Paulo, n. 26, p. 148-167, dez. 2009.

_____. **Ressaltando as tensões tectônicas: a complexidade dos conflitos criativos e construtivos na concepção do projeto**. Artigo. II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal, 2012.

ANDRADE, Rogério Pontes. **Matrizes Tectônicas da Arquitetura Moderna Brasileira 1940 – 1960**. Tese de doutorado. Brasília: Universidade de Brasília, 2016.

BALBI, Rafaela Santana. **A poética do projeto: a expressão tectônica de projetos arquitetônicos desenvolvidos em trabalhos finais de graduação em escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Natal: Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

BENÉVOLO, Leonardo. **História da Arquitetura Moderna**. 3ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001

BÖTTICHER, Carl G.W. “**The Principles of the Hellenic and Germanic Way of Building – with regard to their application to our present way of building**” [1846]. In: HERMANN, Wolfgang (Org.). *In What Style Should We Build? The German Debate on Architectural Style*. Los Angeles, The Getty Center Publication Programs, 1992, p. 147-167.

BORSATO, K. **Arquitetura em aço e o processo de projeto**. Dissertação de Mestrado. Campinas, SP: UNICAMP, 2009.

BRITO, Ana Laura. **O metal na arquitetura contemporânea paraibana:1900-2002**. Dissertação de Mestrado. Natal: UFRN, 2005.

BRANDÃO, T. **Edifício Garagem América, o primeiro estacionamento vertical da cidade! (2017)**. Disponível em <<https://spcity.com.br/edificio-garagem-america-o-primeiro-estacionamento-vertical-da-cidade/>>. Acesso em fev 2021.

CASTRO, José Liberal de. **Arquitetura do Ferro no Ceará**. Fortaleza: Revista do Instituto do Ceará, 1992.

CECILIA, Bruno Santa. **Tectônica moderna e construção nacional**. MDC: revista de arquitetura e urbanismo, 2006 Disponível em: <<https://mdc.arq.br/2006/01/31/tectonica-moderna-e-construcao-nacional/>> Acesso em junho de 2018.

CHARLESON, Andrew W. **A estrutura aparente: um elemento de composição em arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

CORBELLA, O.; CORNER, V. **Manual de Arquitetura Bioclimática tropical para redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2011

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

COSTA, Cacilda Teixeira da. **Sonho e Técnica: A arquitetura de ferro no Brasil**. 2ed. São Paulo: Edusp, 2001.

COSTA LIMA, Hélio. **Tectônica é uma disciplina, uma área ou uma abordagem da arquitetura?** In: ENANPARQ, II, 2012. Natal. Anais.

DELATORRE, V; TORRESCASANA, C. E. N.; PAVAN, R. C. **Arquitetura e Aço: Estudo dos condicionantes para projeto arquitetônico integrado**. Disponível em <<https://metalica.com.br/arquitetura-e-aco-estudo-dos-condicionantes-para-projeto-arquitetonico-integrado-4/>>. Acesso em 03 de fev. 2021.

DEPLAZES, Andrea. **Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures**. Basel: Birkhauser, 2008.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Aço e Arquitetura: Estudos de edificações no Brasil**. São Paulo: Zigurate Editora, 2001.

_____. **Estruturas de Aço: Conceito, técnicas e linguagem**. São Paulo: Zigurate Editora, 1997.

FRACALOSSI, Igor. **"Clássicos da Arquitetura: Centro Georges Pompidou / Renzo Piano + Richard Rogers"** 07 Abr 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-41987/classicos-da-arquitetura-centro-georges-pompidou-renzo-piano-mais-richard-rogers>>. Acesso em janeiro, 2021.

FRAMPTON, Kenneth. **Studies in Tectonic Culture**. Cambridge: The MIT Press, 1995.

_____. **"Rappel à L'Ordre, argumentos em favor da tectônica"** [1990]. In: NESBITT, K. Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify, 2006. p. 556- 570.

_____. **Between earthwork and roofwork**. Reflections on the future of the Tectonic Form. Lotus International, n.99, pp. 24-31, 1999.

FRACALOSSI, I. **"Ensaio sobre a Arquitetura / Marc-Antoine Laugier"**. ArchDaily Brasil, 2014. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/br/01-169735/ensaio-sobre-a-arquitetura-slash-marc-antoine-laugier>> Acessado 12 dez 2020.

FRASCARI, M. **"O detalhe narrativo"** [1984] . In: NESBITT, K. Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify, 2006. p.538-555.

GASPAR, Lúcia. **Ponte da Boa Vista**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

GIACOMELLI, A.R.R.; FERNANDES, F.; ABREU, J.C.; OLDONI, S. **A Concepção Estrutural E Formal Das Obras De Santiago Calatrava**. Anais do 5º Simpósio de sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais. Paraná: FAG, 2017.

GREGOTTI, V. **"O Exercício do Detalhe"** [1983]. In: NESBITT, K. Uma Nova Agenda para a Arquitetura: antologia poética (1965-1995). São Paulo: Cosac & Naify, 2006. p. 535-537.

HOLANDA, A. **Roteiro para construir no Nordeste**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife: MDU, 1976.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ed. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2013.

LEGAULT, Réjean. **La trajectoire tectonique**. In: CHUPIN, J.P., C. Le projet tectonique – (Introduction de Kenneth Frampton). Collection Archigraphy Les Grands Ateliers, Infolio éditions, 2005. 222p. (traduzido)

LIMA, João F. **Arquitetura: uma experiência na área da saúde**. São Paulo: Romano Guerra, 2012.

MARINHO, E. **O protagonismo do aço no Nordeste**. Recife: DAU-UFPE, 2018.

MULLER, F. Herzog & De Meuron: entre o uniforme e a nudez. *Arquitextos*, 020.04, ano 02, jan. 2002. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/02.020/814.Acesso>> Acesso em junho 2020.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas (1963)**. Barcelona, Gustavo Gili, 1998.

REBELLO, Yopanan. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2000.

REZENDE, Marco Antônio. **Arquitetura: construção ou abstração?**. *Topos - Revista de Arquitetura e Urbanismo*, Belo Horizonte, v.1, n.3, jul/dez, 2004. p.85-91.

ROCHA, Germana Costa. **O caráter tectônico do moderno brasileiro: Bernardes e Campelo na Paraíba (1970-1980)**. PÓS, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-UFRRN. Natal, 2012

ROCHA JÚNIOR, Rui Vanderlei. **Construção Arquitetônica Contemporânea: a obra de Gilberto Guedes**. 234 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

RORIZ, M. **Uma Proposta de Revisão do Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. São Carlos: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Grupo de Trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações, 2012.

SALVADORI, Mario. **Por que os edifícios ficam em pé?: a força da arquitetura**. 2ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes Ltda, 2011.

SCHWARTZ, Chad. **Introducing Architectural Tectonics: Exploring the Intersection of Design and Construction**. NY: Routledge, 2016.

SCHMIDT, Anne Marie Due. **The tectonic practice in the transition from pre-digital to digital era**. PhD dissertation, Department of Architecture and Design, Utzon Centre, Aalborg University, Aalborg, 2007.

SEKLER, Eduard F. **Structure, Construction, Tectonics**. In: KEPES, Gyorgy (org). *Structure in Art and Science*. New York: Braziller, 1965

SEMPER, G. **The Four Elements of Architecture and Other Writings [1869]**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.101-129.

_____. **Style in the Technical and Tectonic Arts, or Practical Aesthetics [1863]**. Los Angeles: The Getty Research Institute, 2004.

SILVA, Geraldo Gomes. **Arquitetura do Ferro no Brasil**. 2ed. São Paulo: Nobel, 1987.

VIEIRA, N.; DANTAS, G. **Força e expressão do detalhe**. *Revista AU-Arquitetura e Urbanismo*. Ano 29, v. 242, maio de 2014.

KWOK, Alison G. **Manual de Arquitetura Ecológica**. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. – 2d. Porto Alegre: Bookman, 2013.

“Arena do Morro / Herzog & de Meuron.” Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/603509/arena-do-morro-slash-herzog-and-de-meuron>> Acesso em outubro de 2017.

“Arquitetura metálica no Ceará: primórdios.” Anuário Ceará 2018-2019, Jornal O Povo. Disponível em: <<http://www.anuariodoceara.com.br/arquitetura-metalica-no-ceara-primordios/>>. Acesso em setembro, 2018.

“Arquitetura metálica no Ceará: contemporaneidade.” Anuário Ceará 2018-2019, Jornal O Povo. Disponível em: <<http://www.anuariodoceara.com.br/arquitetura-metalica-no-ceara-contemporaneidade/>>. Acesso em setembro, 2018.

“Arquitetura do ferro”. Disponível em: <<http://studiomil111.blogspot.com/2011/06/arquitetura-do-ferro.html>>. Acesso em setembro, 2018.

CENTRO DE ESTUDOS DE ESTRUTURAS DE AÇO E MISTAS DE AÇO E CONCRETO DA UFMG (CEAM-MG). Disponível em: <<https://www.sites.google.com/site/acoufmg/home>>. Acesso em 2020

“História das estruturas de aço no brasil.”. Disponível em <<https://metalica.com.br/historia-das-estruturas-de-aco-no-brasil/>>. Acesso em outubro, 2020.

“Severiano Mário Porto, o ‘arquiteto da floresta’”, falece aos 90 anos”. Disponível em: <<https://www.caumg.gov.br/severiano-mario-porto-o-arquiteto-da-floresta-falece-aos-90-anos/>>. Acesso em fevereiro, 2021.

“Construção em Aço e Sustentabilidade”. Disponível em <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/vantagens-e-sustentabilidade/>>. Acesso em maio, 2020.

<https://franklloydwright.org/frank-lloyd-wright/>. Acesso em março, 2021.

“IPEL- Fábrica de pincéis e embalagens”. Disponível em < <https://metalica.com.br/ipel-fabrica-de-pinceis-e-embalagens-2/>>. Acesso em setembro de 2022.