

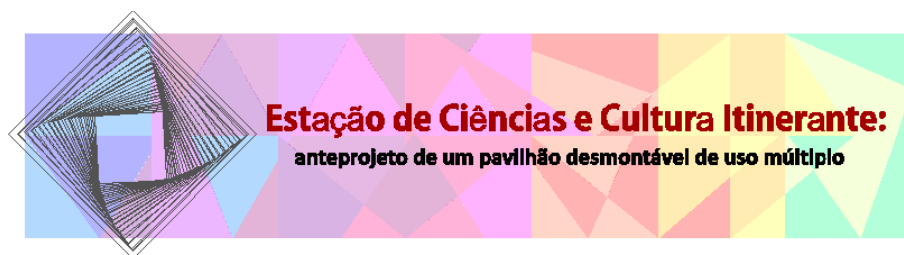
Estação de Ciências e Cultura Itinerante: anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo

LARISSA FAGUNDES DE S. PINHEIRO



VOLUME I

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO



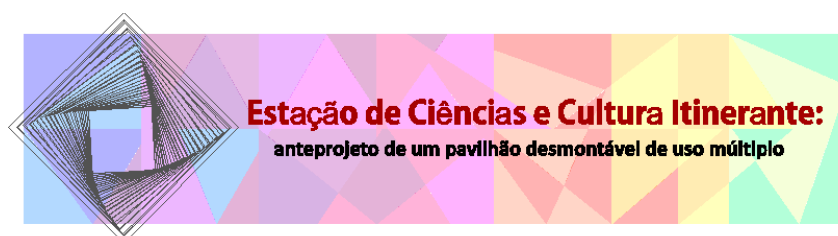
VOLUME I

LARISSA FAGUNDES DE SOUZA PINHEIRO

NATAL / RN

2014.2

LARISSA FAGUNDES DE SOUZA PINHEIRO



VOLUME I

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do título de Arquiteto e Urbanista.

Autora: Larissa Fagundes de Souza Pinheiro

Orientador: Prof. MSc. Hélio Takashi Maciel de Farias.

NATAL / RN

2014.2

Catálogo da Publicação na Fonte. Universidade Federal do Rio Grande do Norte / Biblioteca Setorial de Arquitetura.

Pinheiro, Larissa Fagundes de Souza.

Estação de ciências e cultura itinerante: anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo/ Larissa Fagundes de Souza Pinheiro. – Natal, RN, 2014.

177f. : il.

Orientador: Hélio Takashi Maciel de Farias.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura.

1. Projeto Arquitetônico – Monografia. 2. Arquitetura itinerante – Monografia. 3. Divulgação científica – Monografia. 4. Divulgação cultural – Monografia. 5. Multiplicidade de uso – Monografia. I. Farias, Hélio Takashi Maciel de. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE15

CDU 72.012.1

LARISSA FAGUNDES DE SOUZA PINHEIRO



Anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo, submetido à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na área de Tecnologia.

Aprovação em: ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Hélio Takashi Maciel de Farias, MSc. – UFRN
Professor Orientador

Giovana Paiva de Oliveira
Professor – UFRN

Karla Suzanna Correia Cavalcanti de Albuquerque
Arquiteto e Urbanista Convidado

Aos meus pais, Vivaldo e Ana, alicerces da minha vida e pessoas fundamentais para a realização de todos os meus sonhos. E à minha família, em especial minha irmã, Juliana, e minha Avó, Geraldinha, por terem sempre me apoiado e incentivado.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela realização deste sonho e por se fazer presente nesta jornada, guiando meus passos e me dando forças nos momentos mais difíceis.

À minha mãe, que com seu exemplo de força e determinação me ensinou a buscar e alcançar meus objetivos. Ao meu pai, homem justo e batalhador, pelos ensinamentos de ética, justiça, honestidade e respeito. À minha irmã, amiga e companheira, pelos conselhos e opiniões diretas e sinceras. Ao meu namorado pelo companheirismo, paciência e motivação nos momentos de desesperança.

A meu orientador, Hélio Farias, pela paciência, pela competência e contribuição intelectual.

Aos professores do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRN pelos ensinamentos e contribuição para meu crescimento intelectual, em particular Edna Moura pela importante orientação e esclarecimentos de dúvidas no desenvolvimento deste trabalho. Marcelo Tinoco e Maisa Veloso pelas oportunidades oferecidas e conhecimentos transmitidos enquanto bolsista do LAPIs.

Ao professor João Telésforo, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFRN, pelas orientações e empolgação com o projeto.

Aos Professores Raimundo Silva, Ezequiel Sousa e os bolsistas do PET-física, do Departamento de Física teórica e experimental da UFRN, pelo auxílio ao mostrar o funcionamento de alguns experimentos.

A Fabio Andrade, Plínio Ferreira, João Sidor e toda a equipe do Parque Cientec-USP por ter me recebido com atenção e ter contribuído com informações essenciais para o trabalho.

Aos colegas de curso pela ajuda e incentivo nas horas difíceis, em especial, Gilnadson Bertuleza, Iris Costa e Jéssica Medeiros, que estiveram sempre juntos comigo, compartilhando angústias, trabalhos, madrugadas, conquistas e alegrias durante esses cinco anos de curso.

Aos Arquitetos e amigos que fiz nos lugares onde estagiei, pela contribuição para meu crescimento profissional.

Aos demais amigos, familiares e todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração desse trabalho e para minha formação acadêmica.

Muito obrigada!

A cidade (...) é composta de duas meias cidades. (...) Uma das meias cidades é fixa, a outra é provisória e, quando termina a sua temporada, é desparafusada, desmontada e levada embora, transferida para os terrenos baldios de outra meia cidade (...) e começa-se a contar quantos meses, quantos dias se deverão esperar até que a caravana retorne e a vida inteira recomece.

(CALVINO, 1990, p.27)

RESUMO

PINHEIRO, Larissa Fagundes de Souza. **Estação de Ciências e Cultura Itinerante:** anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo. 2014. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

Este trabalho final de graduação, desenvolvido na área de projeto de Arquitetura e Tecnologia da Construção, tem como objetivo geral elaborar uma proposta de um espaço de divulgação científica e cultural, considerando os princípios estruturais de arquitetura móvel, a fim de tornar o aprendizado mais acessível à população. Devido ao seu caráter móvel, pode ser implantado em qualquer localidade, no entanto, para exercício projetual, o universo de estudo abrange as cidades de pequeno e médio porte do interior do Rio Grande do Norte. A proposta foi realizada a partir de um embasamento teórico-conceitual sobre o tema, aliado aos estudos de referências. O resultado final é o desenvolvimento de um sistema construtivo desmontável para um pavilhão de uso múltiplo cujas diretrizes projetuais são a flexibilidade, a modulação e a itinerância. Seguindo estes conceitos, o sistema proposto é uma combinação da estrutura de PVC e estrutura metálica, solução leve e prática que facilita o seu transporte. Pretende-se com este projeto contribuir para o processo de divulgação da ciência e cultura no estado do Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: Arquitetura Itinerante, Divulgação Científica, Divulgação Cultural, Multiplicidade de Uso.

ABSTRACT

PINHEIRO, Larissa Fagundes de Souza. **Estação de Ciências e Cultura Itinerante:** anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo. 2014. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

This final graduation project, developed in the area of Architecture design and Construction Technology, has the general objective to elaborate a proposal for a space of scientific and cultural popularization, considering the structural principles of mobile architecture in order to make learning more accessible the population. Due to their mobile nature, can be deployed in any location, however, to projetual exercise, the universe of the study covers the cities of small and medium-sized in the state of Rio Grande do Norte. The proposal was carried out from a theoretical and conceptual background on the topic, along with references to studies. The end result is the development of a construction system for a multiple-use pavilion flag whose projective guidelines are flexibility, modulation and mobile. Following these concepts, the proposed system is a combination of the structure of PVC and steel frame, lightweight and practical solution that facilitates their transport. The aim of this project contribute to the process of diffusion of science and culture in the state of Rio Grande do Norte.

Keywords: Itinerant Architecture, Scientific Popularization, Cultural Popularization, Multiplicity of use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho Animado As Aventuras de Jimmy Neutron.....	30
Figura 2: Desenho Animado O Laboratório de Dexter.....	30
Figura 3: Desenho Animado As meninas superpoderosas.....	31
Figura 4: Castelo Rá-Tim-Bum.	31
Figura 5: Ciência Móvel - Vida e Saúde para todos.	35
Figura 6: Planta Baixa da exposição do <i>Museu da Vida</i> montada.....	36
Figura 7: Tenda	38
Figura 8: Oca de forma ovalada com estrutura de madeira e vedação de palha.....	39
Figura 9: Hotel Igloo – Noruega.	39
Figura 10: Recepção do Hotel Igloo.....	39
Figura 11: Palácio de Cristal - Edifício provisório que durou 85 anos.....	40
Figura 12: Casa Autônoma, Buckminster Fuller.	41
Figura 13: Living Pod Project, 1965.	42
Figura 14: The Cushicle, 1966.	42
Figura 15: Tensoestruturas de Frei Otto.	43
Figura 16: Estádio Olímpico de Munique, Alemanha.....	43
Figura 17: The Bubble - Arquiteto Bernhard Franken.....	43
Figura 18: Teste e estudos estruturais – The Bubble.....	43
Figura 19: Loja Puma - Projeto em container - LOT – EK.	44
Figura 20: Pavilhão Serpentine - Arquiteto Sou Fujimoto.....	44
Figura 21: Cine Mobile, Irlanda.	50
Figura 22: Sala de Projeção.....	50
Figura 23: Capacidade de público.....	51
Figura 24: Sistema de expansão lateral.....	51
Figura 25: Quadra de tênis com cobertura inflável.	52
Figura 26: Piscina com cobertura inflável.....	52
Figura 27: Pavilhão dos EUA, OSAKA - 1970.....	53
Figura 28: Estrutura inflável do arquiteto Hans-Walter Muller – Parque Ibirapuera, SP.....	54
Figura 29: Tecido das estruturas infláveis.....	54
Figura 30: Cabos da estrutura inflável.	55
Figura 31: Rede de cabos.....	55
Figura 32: Estrutura inflável.	56
Figura 33: Exemplo de estrutura tensionada - Igreja Batista Central, Fortaleza.	58
Figura 34: Exemplo de estrutura tensionada - Estádio Moses Mabhida.....	58
Figura 35: Feira de Ananindeua – Pará.	60
Figura 36: Aeroporto de Denver - EUA.	60
Figura 37: Music Pavilion, Nova York, USA.	60
Figura 38: Palco do Rock in Rio 2000.....	60
Figura 39: Cobertura retrátil.	61
Figura 40: Umbrellas – Prophet’s Mosque, Medina, Arábia Saudita.....	61
Figura 41: Tendas sinclásticas e anticlásticas.....	62
Figura 42: Classificação das tendas quanto à estrutura.....	62
Figura 43: Containers.	64
Figura 44: Residência em container - EUA.	64
Figura 45: Vila universitária - Holanda.	64

Figura 46: Encaixe dos painéis de PVC.....	70
Figura 47: Montagem dos painéis de PVC.....	71
Figura 48: Estrutura - PVC.....	71
Figura 49: Esquadria na estrutura de PVC.....	72
Figura 50: Técnica construtiva <i>Balloon Framing</i>	74
Figura 51: Platform Construction.....	74
Figura 52: Sambladura com espiga múltipla.	75
Figura 53: Sambladura em T com espiga engasgada.	75
Figura 54: Madeira maciça.....	77
Figura 55: Madeira Laminada Colada.	78
Figura 56: Aplicação da madeira laminada colada – Haras Polana.....	79
Figura 57: Centre Pompidou Metz.	79
Figura 58: Construção em <i>Steel Frame</i>	83
Figura 59: Subestruturas do sistema steel frame.	84
Figura 60: Vigas apoiadas sobre paredes centrais.	84
Figura 61: Conexão dos elementos estruturais com o revestimento.	84
Figura 62: Construção em steel frame.	85
Figura 63: Fechamento com placa cimentícia, OSB, gesso acartonado.....	85
Figura 64: Steel frame com instalações elétricas e hidráulicas.	86
Figura 65: Palácio das Indústrias - SP.	92
Figura 66: Localização do Catavento Cultural e Educacional.....	93
Figura 67: Palácio das Indústrias - década de 50.	94
Figura 68: Antiga planta baixa do Palácio das Indústrias	95
Figura 69: Laboratório de química - Museu Catavento.....	96
Figura 70: Auditório - Museu Catavento.....	96
Figura 71: Planta Baixa Atual do Catavento Cultural e Educacional.	96
Figura 72: Seção Universo.....	97
Figura 73: Vista da seção Universo.	97
Figura 74: Representação do Sol.....	97
Figura 75: Espaço sobre Astronomia.	97
Figura 76: Seção “Vida”	98
Figura 77: Sala com exposição sobre biomas.....	98
Figura 78: Aquário da seção "Vida".	98
Figura 79: Quadro com borboletas.....	98
Figura 80: Árvore da vida.....	98
Figura 81: Exposição sobre células e genoma.....	98
Figura 82: Seção "Engenho".....	99
Figura 83: Experimentos de Ilusão de óptica.	99
Figura 84: Experimentos da seção "Engenho".	99
Figura 85: Experimento da bicicleta.	99
Figura 86: Zoneamento da seção "Engenho".	99
Figura 87: Balão - experimento sobre calor.	100
Figura 88: Experimento sobre eletromagnetismo.	100
Figura 89: Painéis sobre drogas.	100
Figura 90: Parede de escalada.	100
Figura 91: Locomotiva no exterior do museu.	101
Figura 92: Exposição externa.	101

Figura 93: Acesso e fluxos do Catavento Culutral e Educacional.....	102
Figura 94: Localização do Parque Cientec.....	103
Figura 95: Mancha urbana da metrópole de São Paulo.	105
Figura 96: Evolução da implantação, desde o projeto até os dias atuais.	106
Figura 97: Conjunto das edificações.	107
Figura 98: Maquete do Parque Cientec.....	107
Figura 99: Implantação do Parque Cientec.	107
Figura 100: Exemplo de Arquitetura art-déco.....	108
Figura 101: Vista do interior do Parque.....	108
Figura 102: Localização dos edifícios.	109
Figura 103: Edifícios 01, 03 e 04 do conjunto do Parque Cientec.....	109
Figura 104: Edifício 05 – Administração.....	110
Figura 105: Edifício 07 – Exposições.....	110
Figura 106: Edifício 08.	110
Figura 107: Edifício 09.	110
Figura 108: Edifícios 10, 15 e 23 do conjunto do Parque Cientec.	111
Figura 109: Exposição de física.	112
Figura 110: Giroscópio.....	112
Figura 111: Exposição de matemática.	112
Figura 112: Alameda solar.....	113
Figura 113: Observações astronômicas.....	113
Figura 114: Estação meteorológica.....	114
Figura 115: Museu de meteorologia.....	114
Figura 116: Cubo Mágico - Integração com o entorno.	117
Figura 117: Unidade Cubo Mágico.....	117
Figura 118: Diferentes configurações dos módulos.....	118
Figura 119: Flexibilidade dos painéis de vedação.....	118
Figura 120: Recorte no painel que serve de mobiliário.	118
Figura 121: Detalhe do mobiliário no painel.	118
Figura 122: Painel sobe/desce de tela metálica.	118
Figura 123: Esquema da instalação elétrica.	119
Figura 124: Implantação dos módulos no terreno.	120
Figura 125: Quiosques Origami.	120
Figura 126: Quiosque utilizado para ponto de informação.	120
Figura 127: Diagrama - quiosque aberto.....	121
Figura 128: Sistema de abertura baseado no origami.....	121
Figura 129: Vincos e Dobradiças da estrutura.	121
Figura 130: Dobradiças.....	121
Figura 131: Transporte dos quiosques.....	122
Figura 132: Quiosque em fase de teste.	122
Figura 133: Fabricação do quiosque.....	122
Figura 134: Mecanismo de funcionamento.	122
Figura 135: Sistema de dobradiças.....	123
Figura 136: Transporte utilizando guinchos.	123
Figura 137: Loop Chair.	123
Figura 138: Sistema de dobradiças simples.....	123
Figura 139: Tipologias possíveis.....	124

Figura 140: Estojo com conectores metálicos.....	124
Figura 141: Sistema OASIdehor em restaurante.....	125
Figura 142: Painel.....	125
Figura 143: Material e acabamento dos painéis.....	126
Figura 144: Módulos com vidro.....	126
Figura 145: Variedade de suporte para fixação no piso.....	126
Figura 146: Conectores para montagem dos painéis.....	126
Figura 147: Remoção da parte superior do painel.....	127
Figura 148: Utilização de vasos nos módulos.....	127
Figura 149: Climas do Rio Grande do Norte.....	129
Figura 150: Dimensões do caminhão de acordo com porte da exposição.....	132
Figura 151: Exposição pequena compactada no caminhão de 6,05m.....	134
Figura 152: Exposição média compactada no caminhão de 12,10m.....	134
Figura 153: Caleidoscópio.....	137
Figura 154: Utilização de um caleidoscópio.....	137
Figura 155: Padrões de cor e forma formados pelo espelho do caleidoscópio.....	138
Figura 156: Visão de um caleidoscópio multicolorido.....	138
Figura 157: Representação volumétrica do partido.....	139
Figura 158: Esquema ilustrado o Partido Arquitetônico.....	139
Figura 159: Evolução da proposta - Proposta 01 e 02.....	140
Figura 160: Evolução da proposta – Proposta 03 e 04.....	141
Figura 161: Evolução da proposta - proposta 05 e 06.....	141
Figura 162: Evolução da proposta - Proposta 07 e 08.....	142
Figura 163: Diagrama da evolução formal da passarela.....	142
Figura 164: Croqui da dobradiça pontual.....	143
Figura 165: Croqui do Encaixe macho-fêmea os painéis de PVC.....	143
Figura 166: Croqui da dobradiça contínua.....	143
Figura 167: Croqui das articulações do sistema construtivo proposto.....	143
Figura 168: Encaixe cônico.....	144
Figura 169: Croqui da fixação articulável do módulo de PVC no piso.....	144
Figura 170: Croqui da fixação do painel de PVC no piso.....	144
Figura 171: Opção para travamento da estrutura.....	144
Figura 172: Croqui do travamento da estrutura com suporte pneumático.....	145
Figura 173: Croqui do travamento da estrutura com chapas furadas.....	145
Figura 174: Módulo base - solução final do sistema construtivo adotado.....	145
Figura 175: Dimensões do módulo-base.....	146
Figura 176: Dimensões e peso das placas de <i>Painel Wall</i>	147
Figura 177: Planta baixa do módulo-base.....	147
Figura 178: Tipos de perfis Steel Framing.....	148
Figura 179: Estrutura de piso.....	149
Figura 180: Estrutura de piso com <i>Painel Wall</i>	149
Figura 181: Cantoneira metálica.....	149
Figura 182: Corte esquemático ilustrando a fixação do painel de PVC no piso.....	149
Figura 183: Peças que compõem o painel de PVC.....	150
Figura 184: Vista Frontal do fechamento lateral do módulo-base.....	150
Figura 185: Articulação do painel lateral e de cobertura.....	151
Figura 186: Detalhe da articulação.....	151

Figura 187: Chapa parafusada no painel de vedação e o de cobertura.	151
Figura 188: Chapa metálica parafusada nos painéis que formam a cobertura.	151
Figura 189: Esquema de montagem do módulo-base.	152
Figura 190: Banheiro químico.	153
Figura 191: Barril plástico para água.	153
Figura 192: Canaletas em PVC.	153
Figura 193: Instalação elétrica aparente com eletrodutos de PVC.	153
Figura 194: Estrutura de piso da passarela.	154
Figura 195: Compensado naval sobre a estrutura metálica.	154
Figura 196: Detalhe da estrutura de piso da passarela.	154
Figura 197: Vista Frontal do pórtico que compõe a passarela.	155
Figura 198: Perfil U metálico que forma o pórtico da passarela.	155
Figura 199: Chapa metálica para fixação do pórtico no piso.	155
Figura 200: Implantações dos três tipos de exposições.	156
Figura 201: Vista frontal dos módulos.	157
Figura 202: Planta Baixa exposição pequena.	157
Figura 203: Perspectivas da exposição pequena.	158
Figura 204: Planta Baixa exposição média.	158
Figura 205: Planta baixa da exposição grande.	159
Figura 206: Perspectivas da exposição grande.	159
Figura 207: Diagrama do fluxo dos ventos no pavilhão.	161
Figura 208: Ventilação mecânica,	161
Figura 209: Fachada oeste do pavilhão.	162
Figura 210: Opção de cobertura em caso de chuvas.	162
Figura 211: Cobertura inflável.	162
Figura 212: Vista interna do caminhão - Realidade Virtual.	163
Figura 213: Laboratório de robótica.	164
Figura 214: Laboratório de óptica.	164
Figura 215: Dimensões e capacidades do Planetário inflável.	165
Figura 216: Vista Interna do Museu de Ciência e Tecnologia.	166
Figura 217: Possibilidade de uso: exposição de artes.	166
Figura 218: Possibilidade de uso – Teatro.	167
Figura 219: Possibilidade de uso - Palco para apresentações.	167

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos e dimensões dos contêineres.	66
Quadro 2: Pesos bruto por tipo de caminhão.	131
Quadro 3: Pesos e dimensões de caminhões.	132
Quadro 4: Programa de necessidades e pré-dimensionamento exposição pequena	135
Quadro 5: Programa de necessidades e pré-dimensionamento exposição média.	136
Quadro 6: Lista de detalhes desenvolvidos no projeto.	148
Quadro 7: Parâmetros de acessibilidade da NBR 9050.	160

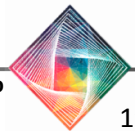
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCMC	Associação Brasileira de Centros e Museus
APeMEC	Associação de Pequenas e Médias empresas de Construção Civil do estado de São Paulo.
CONDEPEFI	Conselho de Defesa do Parque
CODEPHAAT	Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico e Artístico, Arqueológico e Turístico da Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo
CRFS	Cimento Reforçado com fio sintético
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
IAG	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IDE	Instituto de Desenvolvimento da Educação
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PEFI	Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
PROEX	Pró-reitoria de Extensão, Cultura e assuntos estudantis
PROMUSIT	Projeto Museu Itinerante
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
PARTE I REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	25
1. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS E JOVENS.....	25
1.1. EDUCAÇÃO NÃO FORMAL.....	27
1.1.1. Museus de Ciência e Tecnologia.....	31
2. ARQUITETURA EFÊMERA	37
2.1. FLEXIBILIDADE: UMA NECESSIDADE DE CONSTANTE ADAPTAÇÃO.....	45
2.2. MODULAÇÃO: RAPIDEZ E VERSATILIDADE	47
2.3. PORTABILIDADE COMO DIRETRIZ PROJETUAL.....	49
3. ANÁLISE DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA UM PROJETO ITINERANTE ..	51
3.1. ESTRUTURAS DE MEMBRANA.....	51
3.1.1. Estrutura Pneumática	52
3.1.2. Tensoestruturas	58
3.2. ESTRUTURAS RÍGIDAS.....	63
3.2.1. Contêiner	63
3.2.2. Sistema construtivo em PVC (Policloreto de vinil)	69
3.2.3. Estruturas em madeira.....	74
3.2.4. Estrutura Metálica e Light Steel Framing.....	81
PARTE II ESTUDOS DE REFERÊNCIA	91
4. ESTUDOS DIRETOS	91
4.1. CATAVENTO CULTURAL E EDUCACIONAL	91
4.2. PARQUE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.	103
4.3. REFLEXÕES ACERCA DOS ESTUDOS DIRETOS.....	116
5. ESTUDOS INDIRETOS.....	116
5.1. CUBO MÁGICO	116
5.2. QUIOSQUE ORIGAMI.....	120
5.3. LOOP CHAIR	123
5.4. SISTEMA OASIdehor	125
5.5. REFLEXÕES ACERCA DOS ESTUDOS INDIRETOS	127
PARTE III O PROJETO ARQUITETÔNICO	129
6. O RIO GRANDE DO NORTE E SUAS CARCTERÍSTICAS BIOCLIMÁTICAS	129
7. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO.....	131
8. O METAPROJETO	133
8.1. PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	133
9. PROPOSTA ARQUITETÔNICA.....	136

9.1.	DEFINIÇÃO DO CONCEITO.....	137
9.2.	DEFINIÇÃO DO PARTIDO ARQUITETÔNICO	138
9.3.	DESENVOLVIMENTO DO ANTEPROJETO	139
9.3.1.	Evolução da forma	140
9.3.2.	Evolução do sistema construtivo.....	143
9.3.3.	Sistemas e Materiais adotados para o pavilhão de exposições	145
9.3.4.	Sistemas e materiais adotados para a passarela.....	153
9.3.5.	Memorial Justificativo	155
9.3.5.1.	Implantação	156
9.3.5.2.	Plantas Baixas	156
9.3.5.3.	Acessibilidade	160
9.3.5.4.	Conforto Ambiental do Pavilhão	161
9.3.5.5.	Cobertura.....	162
9.3.5.6.	Ambientes projetados no interior do caminhão.....	163
9.3.5.7.	Planetário.....	164
9.3.5.8.	Telescópio Astronômico	165
10.	POSSIBILIDADES DE USO.....	165
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	168
	REFERÊNCIAS.....	170
	APÊNDICE A.....	179



INTRODUÇÃO

Em muitas cidades do interior do Rio Grande do Norte o ambiente de ensino é precário e não favorece o aprendizado, tornando-o assim mais difícil e desestimulante. Isto, muitas vezes, é motivado por omissão política ou falta de investimento em equipamentos para escola. Segundo Anna Ruth Dantas¹ (2012), em 2012 o Rio Grande do Norte foi o Estado com o maior índice de abandono escolar do país. De acordo com os dados do Censo Escolar 2011², 19,3% dos alunos matriculados no ensino médio, público e privado, abandonaram a sala de aula antes de concluírem os estudos. Greves, falta de professores e conteúdo programático desinteressante para a classe estudantil são alguns dos fatores apontados por gestores e especialistas da área (DANTAS, 2012). Em muitas cidades do interior do estado do Rio Grande do Norte é visível a falta de instrução das pessoas – dado que em 2013 o Rio Grande do Norte apresentou uma das piores taxas de analfabetismo do Brasil, ocupando o 23º lugar no ranking, com um índice de 17,8% da população entre 15 e 80 anos ou mais sem saber ler e escrever³ - mas também é notável a curiosidade em conhecer o diferente.

No entanto, através da interatividade na educação é possível reverter esse quadro, uma vez que esta representa uma mudança do modelo tradicional didático para um modelo participativo, que permite tocar em um objeto, sentir, experimentar, ver de outra forma. Karina Pinheiro Israel (2011) faz uma reflexão sobre novos espaços de aprendizagem, os quais estão passando por um momento de redefinição e permitem avaliar novas possibilidades e testar outros limites. Assim, ela afirma:

Recriar e atualizar os modelos de espaços culturais significa repensar a dinâmica da informação, a fluidez das narrativas, o desenvolvimento da tecnologia como espaço para o lúdico, a relação com o consumo e a necessidade de cumprir papéis educacionais e sociais (p. 2).

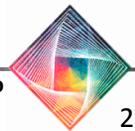
Atualmente, existem várias iniciativas voltadas à disseminação cultural e educacional como, por exemplo, o projeto “Amigo da Escola⁴”, os programas “Escola

¹ Em notícia do dia 20 de maio de 2012, no site do jornal Tribuna do Norte.

² Divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

³ Dados do Observatório da Educação do Rio Grande do Norte, projeto de iniciativa do Instituto de Desenvolvimento da Educação (IDE) em parceria com o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon/RN).

⁴ Projeto criado pela Rede Globo (TV Globo e emissoras afiliadas) com o objetivo de contribuir para o fortalecimento da educação e da escola pública de educação básica. Estimula o envolvimento de todos (profissionais da educação, alunos, familiares e comunidade) nesse esforço e a participação de



Aberta⁵”, “Mais Educação⁶”, entre outros. Porém, em muitos casos, faltam amparos físicos que transitem junto com a ação social. Esta, por sua vez, é uma iniciativa que traz melhorias ou gera um bem coletivo para determinada comunidade, e tem como principal objetivo satisfazer necessidades básicas que, por variadas razões, um grupo da população não consegue satisfazer. Sendo assim, existem diversas maneiras de realizá-las, seja promovendo educação, assistência social, cultura, esporte, lazer. Neste caso de estudo, a ação social se aplica no sentido de incentivar a divulgação de pesquisas científicas.

Os centros de ciências dinâmicos, também conhecidos como museus vivos ou interativos, realizam exposições e atividades nas áreas de Ciências e Tecnologia e têm como objetivo popularizar o conhecimento e promover a divulgação científica de forma prazerosa. É uma maneira de interligar o passado com o futuro e a educação com a diversão.

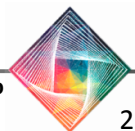
Segundo Israel (2011), os museus interativos, os quais utilizam recursos tecnológicos para transmitir conteúdos de forma participativa, democratizar a informação e atrair e incluir o público, são uma tendência do século XXI. Porém, de acordo com Cecília Cavalcanti e Pedro Pesechini (2004, 2011), já a partir da segunda metade do século XX, os Centros e Museus de Ciência têm imprimido maior criatividade e dinamismo nas suas atividades, integrando Ciência, Arte e Cultura de forma lúdica e atraente, o que em geral contrasta com a forma pouco estimulante que a Ciência é frequentemente apresentada nas escolas.

No Brasil, já existem alguns desses centros, porém estão localizados principalmente nas cidades grandes, como é o caso do Espaço Ciência em Recife, o

voluntários e entidades no desenvolvimento de ações educacionais e de cidadania, em benefício dos alunos, da própria escola, de seus profissionais e da comunidade.

⁵ Incentiva e apoia a abertura, nos finais de semana, de unidades escolares públicas localizadas em territórios de vulnerabilidade social. A estratégia potencializa a parceria entre escola e comunidade ao ocupar criativamente o espaço escolar aos sábados e/ou domingos com atividades educativas, culturais, esportivas, de formação inicial para o trabalho e geração de renda oferecidas aos estudantes e à população do entorno.

⁶ Constitui-se como estratégia do Ministério da Educação para induzir a ampliação da jornada escolar e a organização curricular na perspectiva da Educação Integral. De acordo com o projeto educativo em curso, optam por desenvolver atividades nos macrocampos de acompanhamento pedagógico; educação ambiental; esporte e lazer; direitos humanos em educação; cultura e artes; cultura digital; promoção da saúde; comunicação e uso de mídias; investigação no campo das ciências da natureza e educação econômica.



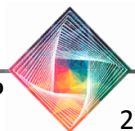
Catavento Educacional e Cultural, o Estação Ciência, ambos em São Paulo, o Museu de Ciências e Tecnologia em Porto Alegre, dentre outros.

Moradores de cidades pequenas ou áreas rurais sofrem, assim, uma imensa carência de oferta de cultura e conhecimento. É nesse contexto que a arquitetura itinerante vai viabilizar que os jovens entrem em contato com a ciência de forma mais ativa. Entende-se que, conjuntamente aos esforços de descentralização da educação empreendidos no Brasil nos últimos anos, torna-se necessário criar estratégias para que o conhecimento e a cultura atinjam todos os espectadores, por mais distantes que estejam dos grandes centros.

Uma arquitetura inovadora, por si só, já desperta a curiosidade das pessoas, além disso, se a mesma estiver aliada a um espaço lúdico e dinâmico é mais um motivo para atrair a atenção dos estudantes. Segundo Fernanda Scandiuzzi (2011, p. 4), a arquitetura tradicional é entendida como arte e ciência de planejar e construir, antigamente, era pensada como rigidez, estaticidade, estabilidade e durabilidade. Com as diversas mudanças, se faz necessário novos planejamentos espaciais, como mobilidade, flexibilidade, instabilidade, mutabilidade e efemeridade. Desse modo, a arquitetura efêmera e transitória é uma nova possibilidade de pensar e fazer arquitetura, é portanto, uma alternativa de fazer com que esses espaços não se concentrem apenas nas cidades grandes.

A arquitetura efêmera é aquela de caráter temporário, fugaz. Utiliza materiais alternativos aos da construção civil, usados para durar uma temporada ou até mesmo um dia. Por este motivo, como afirma Bruna Ferreira (2011), é de montagem rápida se comparada à convencional, mas que com as novas tecnologias pode ter o mesmo conforto e aplicação. Cria ambientes vivos e interativos e pretende estimular os sentidos de quem a vivencia, seja para impressionar, encantar ou emocionar. Além disso, a obra existe separadamente da paisagem, ao ser inserida no local não altera características naturais marcantes da área. Devido a esses aspectos, além de ser efêmera, ela pode também ser portátil.

A arquitetura sempre foi um saber ligado à permanência, desde a tríade vitruviana, fundamentada pelo elemento *firmity*, que estabelece a relação com a firmeza e forma material possibilitando assim a solidez dos edifícios. Pensar a partir do oposto desses conceitos clássicos é um desafio. Motivada pela escolha de um tema diferente e atual e sabendo-se que no Rio Grande do Norte existem poucos locais para difusão da educação e cultura, sobretudo a divulgação de experimentos científicos, verifica-se a importância da



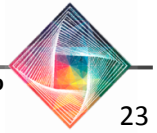
criação de espaços para este fim de forma inovadora, sendo esta uma das justificativas para a escolha do tema deste trabalho final de graduação.

O sistema construtivo de uma estrutura itinerante e a sua utilização como espaço cultural para divulgação de pesquisas científicas é o objeto de estudo desta pesquisa, que apresenta como tema “Arquitetura Itinerante direcionada à divulgação científica e cultural” e se enquadra nas áreas de estudo de Projeto de Arquitetura e Tecnologia da Construção. O universo de estudo é bastante amplo, uma vez que esta estrutura pode ser montada em qualquer espaço público de cidades do Estado do Rio Grande do Norte que se adeque ao sistema construtivo a ser utilizado. Contudo, a proposta será desenvolvida para aplicação em cidades de pequeno e médio porte.

A arquitetura itinerante possibilita reinventar espaços e dá abertura a novas possibilidades. No entanto, é preciso desvencilhar da arquitetura como espaço construído, fixo. Assim, relacionando isto ao desenvolvimento de uma ação social, percebem-se diversas possibilidades de disseminar a cultura e o conhecimento em comunidades. Desse modo, pensou-se em uma proposta que traga um elemento diverso do cotidiano da população e promova a participação desta em experimentos, instigando a curiosidade e suscitando o interesse pela educação.

Outro fator que justifica o uso de uma estrutura móvel é a dificuldade em instalar e manter múltiplos edifícios destinados à divulgação científica em muitas comunidades pequenas, pois a pequena quantidade de usuários não justificaria o investimento em construções permanentes. Contudo, uma única obra de arquitetura itinerante pode atender a essa função em vários locais a uma fração de custo.

Diante das justificativas expostas, este trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de um espaço de divulgação científica e cultural, considerando os princípios estruturais de arquitetura móvel, a fim de tornar o aprendizado mais acessível à população. Os objetivos específicos que vão ajudar alcançar o geral são: compreender as alternativas de estruturas modulares, flexíveis e itinerantes adequadas para um laboratório científico e possíveis soluções de transporte; conhecer as necessidades específicas de um museu de ciência; desenvolver um sistema construtivo utilizando os conceitos de modulação, flexibilidade, itinerância; e projetar um espaço lúdico, social e cultural com ambientes interativos e informais para divulgação científica, utilizando o sistema construtivo desenvolvido, a fim de despertar na população em idade escolar a curiosidade e o interesse pela educação.



O presente trabalho divide-se em três partes; a primeira apresenta o referencial teórico metodológico, com conceitos-chaves sobre educação científica para crianças e jovens, as questões referentes à arquitetura efêmera e os sistemas construtivos possíveis de aplicação. Logo após, serão apresentados os estudos de referências diretos e indiretos. E por fim, será expresso e descrito o projeto arquitetônico, seu processo projetual e o sistema estrutural desenvolvido.

Para a elaboração da proposta arquitetônica utilizou-se a metodologia de Elvan Silva (1998). Segundo o autor (1998, p.78), o processo projetual é uma progressão que parte de um ponto inicial, onde é identificado o contexto problemático, evoluindo a uma proposta solucionadora deste problema. O processo projetual é caracterizado por uma sequência de estados que se diferenciam um dos outros pelo grau de resolubilidade atingido: Programa, estudos, anteprojeto e projeto. Já para a elaboração do sistema construtivo foram analisadas várias possibilidades até se chegar à solução final, contando com orientações e baseada no referencial teórico metodológico.



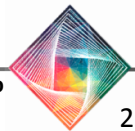
REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

**1. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA
CRIANÇAS E JOVENS**

2. ARQUITETURA EFÊMERA

**3. ANÁLISE DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
PARA UM PROJETO ITINERANTE**

PARTE I



REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

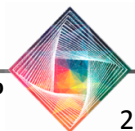
Diante da definição do objeto de estudo: o sistema construtivo de uma estrutura itinerante e a sua utilização como espaço cultural para divulgação de pesquisas científicas, faz-se necessário apresentar algumas conceituações. Estas são fundamentais para a compreensão do tema, e para isso, foram realizadas revisões bibliográficas com o intuito de esclarecer os significados utilizados durante a pesquisa, como: “arquitetura efêmera”, “modulação”, “flexibilidade” e “portabilidade”. A educação científica para crianças e jovens, problemática que gerou e justifica a execução deste trabalho, será discutida a seguir.

1. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS E JOVENS

Como discutido na introdução, percebem-se no Brasil as deficiências da educação básica, em especial em pequenas comunidades e cidades afastadas dos maiores centros. A complementação dos conhecimentos formais nas escolas pode se dar de diferentes maneiras, entre as quais está o que se designa por “divulgação científica”. Durante levantamento teórico, percebeu-se uma certa heterogeneidade quanto a utilização deste termo, sendo então necessário conceituá-lo para compreender o seu significado. De início é importante destacar a diferença entre os termos difusão científica, disseminação científica, vulgarização científica, divulgação científica e popularização da ciência, muitas vezes utilizados inadequadamente como sinônimos.

Segundo Daniel Raichvarg e Jean Jacques (1991), o termo “vulgarização” surgiu na França, no início do século XIX. Na década de 60, existiam dificuldades por trás desse termo, devido à sua conotação pejorativa. Na mesma época, surgiu a expressão “popularização”, embora não tenha conseguido suplantar a designação anterior. De acordo com Luisa Massarani (1998, p. 15), nos países de língua inglesa, o termo popularização vem sendo utilizado ao longo deste século. Talvez por causa da grande influência francesa na cultura brasileira, o termo “vulgarização” foi utilizado no Brasil em várias publicações do século XVIII e no início do século XIX. Nas décadas de 60 e 70 do século XIX, mencionava-se também “popularização da ciência” com frequência.

Atualmente no Brasil a designação “divulgação científica”, que já surgira no século passado, é hegemônica, uma vez que, o termo é usado, por exemplo, pela equipe da Revista Ciência Hoje, que foi criada em 1982, em seu subtítulo (“revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência”), bem como em editoriais e artigos. Além disso, foi adotado por iniciativas subseqüentes, como o programa televisivo Globo Ciência, a revista Globo Ciência e a revista Superinteressante, além de ser



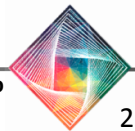
utilizada em vários estudos sobre o assunto, como atestam teses e dissertações (MASSARANI, 1998, p.15).

Dentro do propósito deste trabalho, será considerado que vulgarização científica, divulgação científica e popularização da ciência têm o mesmo significado. Preferindo então usar o termo "divulgação científica" por ser o mais empregado no Brasil. Os termos difusão e disseminação têm um sentido um pouco diverso de divulgação. Antonio Pasquali (1978) preocupa-se em fazer a distinção: A expressão "difusão" significa o envio de mensagens elaboradas em códigos ou linguagens universalmente compreensíveis para a totalidade das pessoas. Já a "disseminação" é o envio de mensagens elaboradas em linguagens especializadas, ou seja, transcritas em códigos especializados, a receptores selecionados e restritos, formado por especialistas. Pode ser feita entrapares (especialistas da mesma área) ou extrapares (especialistas de áreas diferentes). Enquanto que a "divulgação" é o envio de mensagens elaboradas mediante a transcodificação de linguagens, transformando-as em linguagens acessíveis, para a totalidade do universo receptor.

Partindo da colocação de Pasquali, Wilson da Costa Bueno (1995) afirma que a divulgação científica "pressupõe um processo de recodificação, isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com objetivo de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência". Para ele, a divulgação científica usaria, portanto, recursos, técnicas e processos para veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público geral.

Talvez seja Philippe Roqueplo (1974) quem defina a divulgação científica de forma mais abrangente, uma vez que afirma ser toda atividade de explicação e difusão dos conhecimentos, da cultura e do pensamento científico e técnico sobre duas condições. A primeira delas é que essas explicações e essa difusão do pensamento científico sejam feitas fora do ensino oficial ou de ensino equivalente. Já a segunda condição é que tais explicações extra-escolares não devem ter como objetivo formar especialistas, nem mesmo aperfeiçoá-los em sua própria especialidade. Desta forma, ele acredita que a divulgação científica deve se dirigir ao maior público possível sem, no entanto, excluir o cientista ou o homem culto.

De acordo com Ildeu de Castro Moreira (2006), a divulgação científica e tecnológica tem um papel importante na educação permanente de cada pessoa e no aumento da qualificação geral científico-tecnológica da sociedade. Sendo assim, é fundamental promover e estabelecer uma política de difusão e popularização da ciência que possa



responder às crescentes demandas da população e diminuir a distância entre a ciência e a vida cotidiana. Segundo Moreira (2006):

O ensino de ciências é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado. Curiosidade, experimentação e criatividade geralmente não são valorizadas. Ao lado da carência enorme de professores de ciências, em especial professores com boa formação, predominam condições de trabalho precárias [...], [com] deficiências graves em laboratórios, bibliotecas, material didático, inclusão digital, etc.

De acordo com Jéssica Norberto Rocha (2013), várias pesquisas na área do ensino de Ciências e na divulgação científica em diferentes perspectivas vêm demonstrando que o público infanto-juvenil tem grande capacidade de lidar com temas de ciência. Como observa Graça Caldas (2005, p.10):

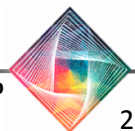
A curiosidade é natural nas crianças e Ciências é uma matéria em que o processo educativo deve se dar de forma lúdica para a melhor compreensão do processo de construção do conhecimento. Ela pode ser feita por meio de recursos de narrativa jornalística, história em quadrinhos, ou qualquer outra forma de relato. Múltiplos são os formatos e linguagens. O que importa é que 'entrem' no mundo de imaginação das crianças, possibilitando uma interação dialógica.

É nesse contexto, como parte desta política de difusão e popularização, que se encaixa a criação dos centros e museus de ciência, o incentivo a realização de olimpíadas de Ciências, Matemática, História e outras disciplinas, a crescente publicação de livros, revistas e *websites*; maior cobertura da mídia em seus diferentes suportes (TV, rádio, jornais, revistas e internet) sobre temas científicos, entre outras ações.

Rocha (2013) afirma que a divulgação científica para o público infantil não se dá apenas no espaço formal da escola. Ela pode acontecer em diversos outros espaços e momentos através da educação não formal.

1.1. EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

La Belle (1982, apud Gadotti, 2005, p. 2) define educação não formal como “toda atividade educacional organizada, sistemática, executada fora do quadro do sistema para oferecer tipos selecionados de ensino a determinados subgrupos da população”. Segundo Moacir Gadotti (2005, p. 2) a educação formal tem objetivos claros e específicos e é representada principalmente pelas escolas e universidades. Ela depende de uma diretriz centralizada, o currículo, com estruturas hierárquicas e burocráticas, determinadas em nível nacional, com órgãos fiscalizadores dos ministérios da educação. Já a educação não-formal é mais difusa, menos hierárquica e menos burocrática. Os programas de educação não-



formal não necessitam seguir essencialmente um sistema sequencial e cronológico. Podem ter duração variável, e podem ou não conceder certificados de aprendizagem.

Seguindo o ponto de vista de Gadotti (2005, p. 2), toda educação é, de certa forma, educação formal, no sentido de ser intencional, mas o cenário pode ser diferente: o espaço da escola é marcado pela formalidade, pela regularidade, pela sequencialidade. Já o espaço da cidade (apenas para definir um cenário da educação não-formal) é marcado pela descontinuidade, pela eventualidade e informalidade, sendo portanto, considerada também uma atividade educacional organizada e sistemática, mas levada a efeito fora do sistema formal.

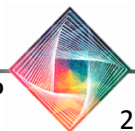
Gadotti (2005, p. 2) destaca também que na educação não-formal, o aspecto espaço é tão importante quanto o aspecto tempo. O tempo da aprendizagem na educação não-formal é flexível, respeita as diferenças e as capacidades de cada um. Sendo assim, uma das características da educação não-formal é sua flexibilidade tanto em relação ao tempo quanto em relação à criação e recriação dos seus múltiplos espaços.

Desta forma, a educação não formal é aquela que ocorre de maneira espontânea ou semiestruturada em diversos espaços como centros e museus de ciências, jardins botânicos e zoológicos, eventos e feiras (como Semana Nacional de Ciência e Tecnologia), centros culturais, teatros, cinemas ou mesmo dentro de casa através da mídia (ROCHA, 2013, p. 34).

Segundo Costa e Valente (2009; 2009, apud Rocha, 2013), os espaços científicos-culturais, espaços de educação não-formal, são importantes fontes de aprendizagem e contribuem para a aquisição e aperfeiçoamento do nível de cultura da sociedade, com a vantagem de incluir tanto aqueles que estão na escola, como os que não tiveram essa oportunidade e os que já não fazem mais parte dela. De acordo com Sibeli Cazelli e Carlos Alberto Quadros Coimbra (2008, p.3):

A visitação a museus talvez seja a mais completa experiência multimídia. A combinação de arquitetura, textos, objetos, figuras, sons, música e computadores são desenhados para produzir no visitante uma impressão marcante. O potencial educacional destas situações é reconhecidamente grande, e ele pode se concretizar, menos pela assimilação de conteúdo em si, mas pelo despertar do interesse e pela promoção da motivação para o aprendizado.

Nesse contexto, os métodos da educação não formal podem ser usados como contraponto à educação formal das escolas, atuando como coadjuvante, uma vez que dá ênfase ao lúdico e ao prazer obtido na própria atividade, promovendo motivação para o aprendizado. Assim, a educação não formal tem um importante papel como facilitador do



trabalho educativo formal e, diante dos desafios que a educação enfrenta hoje, é fundamental uma cooperação entre diferentes instituições educativas (ROCHA, 2013, p. 35).

Segundo Rocha (2013, p. 35), a mídia também é um grande responsável pelo contato da população com temas de Ciências, Tecnologia e Inovação. Vários meios de informação, como a TV, as histórias em quadrinhos, revistas e suplementos trazem frequentemente temas ligados à ciência para seu público, e são muitas e diversas as imagens do cientista e da ciência construídas nesses veículos.

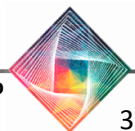
De acordo com Helena Sporleder Côrtes (2009), das várias mídias disponíveis e disseminadas atualmente entre os jovens, certamente a televisão e o computador (em especial, a internet) irão se destacar, uma vez que as horas passadas em frente destes aparelhos cada vez mais presentes na vida de crianças e jovens geralmente excedem o tempo dedicado à escola.

Um estudo que integra as diferentes tecnologias disponíveis para crianças e jovens foi desenvolvido pela Universidade de Navarra e o *Programa Educared*, da Fundación Telefónica da Espanha, em 2007, e apontou que a maioria das crianças e jovens prefere utilizar a internet a assistir televisão, o que não significa “usar mais”. Sendo assim, a TV segue ainda soberana em nosso país, especialmente se considerarmos as restrições de acesso à web e as condições de convivência quase ilimitada que envolvem a televisão, em todas as classes sociais. Vale ressaltar, ainda, a importância da TV – presente em 94,5% dos domicílios brasileiros, de acordo com o a Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar de 2008 do IBGE (IBGE, 2008) – como uma das principais fontes de informações sobre temas de Ciências, Tecnologia e Inovação para o público geral (ROCHA, 2013, p. 36).

De acordo com Isaltina Maria de Azevedo Mello Gomes e Ariane Diniz Holzbach (2005, p.171), o brasileiro

mantém uma forte relação com a televisão, que atua dentro das casas como parte integrante do convívio social e, muitas vezes, especialmente nas camadas mais humildes da população, constitui o único meio de informação. Para ter acesso à programação das TVs abertas, o telespectador não precisa ser alfabetizado ou fazer pagamentos regulares. Assim, informação e entretenimento chegam a qualquer hora, sem distinção de classe social. Além da facilidade de acesso, a televisão fascina, pois, ao aliar som e imagem, atua em dois dos principais sentidos humanos: a audição e a visão.

Segundo Rocha (2013, p. 37), existe uma ligação estreita e fundamental entre o crescimento notável da pesquisa científica no Brasil nos últimos dez anos e a expansão sistemática da divulgação científica no país ao longo desse período. Assim, a oferta de



divulgação científica se ampliou na TV por assinatura – a exemplo do canal Futura, com programas *Globo Ciência*, *Mundo da Ciência* e *Ponto de Ebulição*, *Espaço Aberto: Ciência e Tecnologia* – bem como na TV aberta, principalmente na cobertura dos telejornais.

Por volta dos anos 1980, o mercado percebeu que as crianças eram consumidoras em potencial, fazendo com que a indústria cultural passasse a investir com foco nesses usuários, passando a serem produzidos programas e desenhos animados diretamente voltados ao público infanto-juvenil. Muitos desses programas tratam questões de Ciência e Tecnologia com distintas abordagens, tais como *Jimmy Nêutron*⁷ (Figura 1), *O laboratório de Dexter*⁸ (Figura 2), *As meninas superpoderosas*⁹ (Figura 3), *Castelo Rá-Tim-Bum*¹⁰ (Figura 4) e *O mundo de Beakman*¹¹ (ROCHA, 2013, p. 38).

Figura 1: Desenho Animado As Aventuras de Jimmy Neutron.



Fonte: <http://jimmyneutron.wikia.com/>
Acesso em: 05.06.14.

Figura 2: Desenho Animado O Laboratório de Dexter.



Fonte: <http://www.mbfox.com.br/>
Acesso em: 05.06.14.

⁷ *The Adventures of Jimmy Neutron: Boy Genius* (no Brasil: *As Aventuras de Jimmy Neutron, o Menino Gênio*) foi uma série de televisão em desenho animado criada por John A. Davis, de acordo com A Informa Telecoms & Media.

⁸ O Laboratório de Dexter (*Dexter's Laboratory*, no original) é uma série de desenho animado norte-americana criada pelo cartunista russo-americano Genndy Tartakovsky e produzido, em suas primeiras temporadas, pelo estúdio americano Hanna-Barbera para o canal pago Cartoon Network.

⁹ *The Powerpuff Girls*, conhecido no Brasil como *As Meninas Superpoderosas*, é uma série de desenho animado criada e escrita por Craig McCracken. Sucesso em todo o mundo, a série foi considerada a nova mania dos Estados Unidos durante o fim da década de 90 e início dos anos 2000.

¹⁰ *Castelo Rá-Tim-Bum* é um programa de televisão brasileiro produzido e transmitido pela TV Cultura. Voltado para o público infanto-juvenil e seguindo uma abordagem pedagógica, o programa estreou no dia 9 de maio de 1994 até deixar de ser produzido em 1997.

¹¹ *Beakman's World* (*O Mundo de Beakman* no Brasil) foi um programa de televisão educativo estrelado pelo ator americano Paul Zaloom no papel do Professor Beakman.

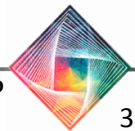


Figura 3: Desenho Animado As meninas superpoderosas.



Fonte: <http://www.invivo.fiocruz.br>
Acesso em: 05.06.14.

Figura 4: Castelo Rá-Tim-Bum.



Fonte: <http://fenomenoratum.blogspot.com.br>
Acesso em: 05.06.14.

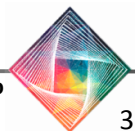
Sendo assim, o papel da educação formal em Ciências e, principalmente, dos professores, formadores de opinião, diante de tantas informações e imagens recebidas de diversas fontes, não é apenas informar o aluno sobre o universo da Ciência, Tecnologia e Inovação, mas também de mostrar seus impactos na sociedade, para ajudá-lo a pensar criticamente sobre informações recebidas e construir seu imaginário. Acredita-se, portanto, que Ensino de Ciências e Divulgação Científica, se bem feitos, são instrumentos úteis para a construção e a consolidação de uma cultura científica em toda a sociedade (ROCHA, 2013, p. 41).

Como apresentado neste item os museus de Ciência e Tecnologia é um exemplo de educação não formal e será destacado no tópico seguinte pois foi o uso escolhido para o desenvolvimento do projeto arquitetônico desenvolvido neste trabalho final de graduação.

1.1.1. Museus de Ciência e Tecnologia

De acordo com George Ellis Burcaw (1983, apud Chagas, 1993, p. 5) os museus de ciência e tecnologia têm por objetivo ensinar princípios de física, química e matemática e mostrar os componentes e instrumentos que são fruto do engenho humano. Estes museus surgiram com a revolução industrial e constituíram-se originalmente como forma de satisfazer as necessidades das indústrias em formar operários adequados às novas condições de trabalho.

Segundo Isabel Chagas (1993, p. 5) o primeiro museu deste tipo, o *Conservatoire des Arts et Métiers de Paris*, foi fundado em 1794 com o objetivo de treinar artesãos e operários utilizando as máquinas e mecanismos que faziam parte das suas coleções. A esta função educativa juntaram-se funções ligadas ao entretenimento dos visitantes devido à influência exercida pelas grandes feiras internacionais.



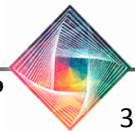
Finn (1990, apud CHAGAS 1993, p. 5) afirma que durante o período compreendido entre 1850 e a segunda guerra mundial estas feiras não só forneceram as coleções dos museus com os materiais que tinham estado em exposição, como também deram origem a novas formas de divulgar a ciência e a tecnologia. Assim, o método eminentemente prático e participativo que tinha caracterizado os programas dos primeiros museus, basicamente interessados em formar operários, era enriquecido com a componente lúdica associada ao ambiente das feiras.

Os museus de ciência e tecnologia deram origem então aos atuais centros de ciência e tecnologia que, de acordo com Danilov (1982, apud CHAGAS, 1993, p. 5), são instituições museológicas pouco comuns cujo objetivo é ensinar fundamentos de física, ciências da natureza, engenharia, tecnologia e saúde de uma forma simultaneamente rigorosa e agradável. Esses espaços destinam-se a um público heterogêneo constituído na maioria por crianças em idade escolar e respectivos acompanhantes — professores ou familiares.

Para muitos museólogos, estes centros não são considerados verdadeiros museus pois, as suas coleções, quando existem, não possuem objetos museológicos próprios, ou seja, que pertençam a outro grupo de objetos além daqueles que figuram nas coleções dos museus de arte, história e história natural (Burcaw, 1983, apud, Chagas, 1993, p. 5). Além disso, não estão vocacionados para desenvolver investigação, pelo menos nos mesmos moldes daquela desenvolvida nos museus clássicos.

Sendo assim, os centros de ciência e tecnologia assumem uma função claramente educativa utilizando técnicas participativas de exposição em vez de se apresentarem organizados em torno de objetos com valor intrínseco. Na atualidade, os centros de maior sucesso são usualmente controlados por escolas, universidades ou instituições governamentais. E as exposições e programas que organizam estão diretamente relacionados com a sala de aula ou com o laboratório escolar. No entanto, os museus completam as funções das escolas com aspectos mais diretamente relacionados com a vida do dia-a-dia dos alunos e com o mundo profissional a que eles irão ascender no futuro. Além disso, os museus podem contribuir para a formação científica dos jovens de uma forma que a escola não pode oferecer (CHAGAS, 1993, p. 6-7).

Por pertencerem em sua maioria às escolas e universidades, a quase totalidade dos museus de ciência e tecnologia encontra-se nos grandes centros urbanos. Desta forma, é essencial e fundamental superar essa barreira, e com isso oportunizar à população do interior dos estados um acesso sistemático às informações científicas. Por este motivo



existem e são criados muitos projetos de ciência móvel, cujo tema será abordado no item a seguir.

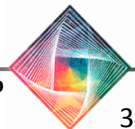
1.1.1.1. Ciência Móvel

Ciência Móvel são projetos itinerantes de ação educativa que visam disseminar a ciência e a cultural para as pessoas de regiões mais afastadas. Segundo José Ribamar Ferreira, Marcus Soares e Miguel de Oliveira (2007), um exemplo de programa deste tipo é o PROMUSIT - Projeto Museu Itinerante, cujo idealizador foi o professor Jeter Bertoletti¹², que, com sua capacidade de articulação e apoio da PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e da VITAE, após assistir uma apresentação do projeto de divulgação científica itinerante do Questacon - Centro Nacional de Divulgação da Ciência e Tecnologia da Austrália -, conseguiu implantá-lo e realizar assim a viagem inaugural em 2001, na cidade de Santa Maria e já visitou mais de 70 cidades.

Para Ferreira, Soares e Oliveira (2007), no Brasil, o PROMUSIT se transformou na grande vitrine desse tipo de projeto, que busca popularizar a ciência além dos muros dos museus, maravilhar as populações visitadas e motivar os jovens a se interessarem mais pelo universo científico. Além deste, outros, também pioneiros, têm desenvolvido trabalhos mais localizados, sem tanta repercussão nacional, porém, com resultados importantes na ação junto à população, são eles:

- Caminhão com Ciência (Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus / BA);
- Ciência Móvel – Vida e Saúde Para todos (Museu da Vida / COC / FIOCRUZ);
- Ciência Móvel (Espaço Ciência – Sec. C&T e Meio Ambiente PE);
- Ciência na Estrada (Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz / FIOCRUZ);
- Ciência para poetas na escola (Casa da Ciência – UFRJ);
- Clorofila Científica e cultural dos Manguezais do Pará (Grupo de Ação Ecológica Novos Curupiras);
- Experimentoteca Móvel (UNB);
- Laboratório Itinerante Tecnologia.com.Ciência (UFRGS);
- Laboratório Móvel de Arqueologia (Universidade Federal de Pernambuco);
- Oficina Desafio (Museu Exploratório de Ciências – UNICAMP);
- PROMUSIT (PUCRS);
- Museu Itinerante Ponto (UFMG);

¹² Idealizador, organizador, fundador e diretor do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT PUCRS).



De acordo com Ferreira, Soares e Oliveira (2007), novos projetos estão em fase de desenvolvimento e implantação, tais como a *Caravana da Ciência*, do CECIERJ e a *Barca da Ciência*, da UNIVASF – Universidade do Vale do São Francisco.

Vale ressaltar que a demanda reprimida para implantação de projetos do tipo ciência móvel ainda é grande no Brasil, mas a expectativa é que se tenha, em poucos anos, pelo menos um grande projeto itinerante em cada estado brasileiro (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

Atenta-se que além dos projetos que utilizam veículos, há também iniciativas de itinerância, institucionalizados e com regularidade de ação, como a exposição ABCMC INTERATIVA, que vem atendendo a uma importante demanda dos diversos estados brasileiros e o projeto *Praça da Ciência*, do CECIERJ, com uma prática de mais de 10 anos no estado do Rio de Janeiro (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

Para Ferreira; Soares; Oliveira (2007), um outro segmento desse movimento, que já existe enquanto prática interinstitucional, mas que precisa receber maior estímulo é o de itinerância de exposições temporárias entre os diversos centros e museus de ciência. Tendo em vista o volume de recursos já investidos nessas exposições, a diversidade de temas tratados e as diferentes abordagens, ressalva-se que esse patrimônio precisa ser mais e melhor aproveitado.

Para explicar como é o funcionamento de um projeto itinerante, foi escolhido um dos já citados anteriormente, o projeto “*Ciência Móvel – Vida e Saúde para todos*” fruto de uma parceria entre o Museu da Vida / Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz e a Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do estado do Rio de Janeiro (Fundação CECIERJ).

- O projeto Ciência Móvel - Vida e Saúde para todos

O *Ciência Móvel: Vida e Saúde para Todos* é um projeto de popularização da ciência, de caráter itinerante, que consta na adaptação de um caminhão com 13,5 metros de extensão (Figura 5), que se transforma em um moderno auditório multimídia e transporta uma exposição interativa que ocupa, atualmente, cerca de 300 m², levando o seu acervo para cidades do interior da região sudeste do Brasil. (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2008).

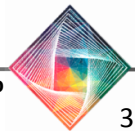


Figura 5: Ciência Móvel - Vida e Saúde para todos.



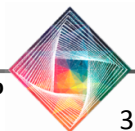
Fonte: <http://noticiasdebelfordroxo.blogspot.com.br>. Acesso em: 11.11.14.

De acordo com Ferreira; Soares; Oliveira (2007), os aparatos interativos, exposições e jogos abordam diferentes áreas do conhecimento, organizados em torno de eixos estruturantes – saúde, meio ambiente e história – cujos conteúdos são tratados de forma interligada através de seis módulos de atividades:

- Módulo 01: Oficinas de microscopia, energia, olho vivo, ouvido e sons e astronomia;
- Módulo 02: Exposições;
- Módulo 03: Jogos;
- Módulo 05: Contadores de histórias;
- Módulo 06: Palestras;

Em relação a preparação da visita, um mês antes da realização são feitos contatos e viagens ao município a ser visitado, visando o diálogo com as autoridades e lideranças das áreas de educação, ciência e tecnologia, de forma que todas as providencias, relativas à infraestrutura, administração, mobilização e divulgação sejam tomadas com antecedência necessária. Também são avaliados os possíveis locais para a exposição, as condições de hospedagem da equipe e sua alimentação, bem como definidos os turnos de atendimentos ao público. Nesta etapa também são eleitos temas de interesse da população local, afim de orientar a programação de palestras, contadores de histórias, vídeos científicos e exposições (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Ferreira; Soares; Oliveira (2007), as visitas têm duração de três a quatro dias, em horários negociados pela equipe do projeto junto às autoridades locais. As atividades são oferecidas especialmente para grupos de alunos agendados, tanto de



populações carentes, atendendo a políticas institucionais de inclusão social. (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

O *Ciência Móvel: Vida e Saúde para Todos* é oferecido gratuitamente pelo Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, Fundação Cecierj e seus patrocinadores à população. Entretanto, para viabilização do evento, algumas necessidades locais deverão ser atendidas pela instituição competente ou Prefeitura do município interessado pela visita, tais como: segurança, energia e internet, hospedagem e alimentação, mobilização e divulgação, interlocução e apoio local, deslocamento dentro do município, agendamento de visitantes, local para atividades (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2008).

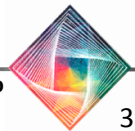
As informações sobre os projetos de ciência móvel contidas neste tópico são fundamentais para auxiliar no processo projetual do museu de ciência e tecnologia proposto neste trabalho.

2. ARQUITETURA EFÊMERA

Considera-se que os museus de ciência, por suas características de interatividade e imersão do público, são ambientes de destacado potencial para a divulgação científica. Em um cenário de pequenas cidades isoladas por grandes distâncias, no entanto, a manutenção de equipamentos permanentes seria demasiado dispendiosa. A proposta deste trabalho é, portanto, desenvolver um sistema que possa abrigar exposições temporárias e itinerantes, permitindo a um maior universo de usuários o acesso ao conhecimento e despertando o interesse pela ciência. A arquitetura assim produzida teria, portanto, características de arquitetura efêmera ou transitória.

O termo efêmero vem do grego *ephémeros*, que significa passageiro, transitório. Segundo Sara Joana Ferreira Carnide (2012), o efêmero pressupõe uma temporalidade fugaz, uma duração consideravelmente curta que a própria criação admite a destruição. No entanto como definir algo como efêmero se nada é eterno? Sendo assim, de acordo com Clélia Maria Coutinho Teixeira Monastério (2006, p. 9) o conceito de efêmero é, de certa forma, relativo. A curta e a longa duração estão diretamente ligadas a um referencial temporal. A arquitetura efêmera e a duradoura coexistem no tempo e no espaço vital. Desta forma, segundo Carnide (2012), o tempo é um elemento ambíguo, não tem uma medida exata quando traduzido em palavras, ou seja, genericamente, toda construção poderia ser considerada efêmera.

A diferença entre estruturas permanentes e temporárias é apenas uma questão de tempo. Na verdade, o lugar existe separadamente da paisagem:



em muitos casos os edifícios permanecem, mas seu significado não, deixando para trás cascas vazias e não têm mais a mesma importância ou relevância que um dia tiveram (KRONENBURG, 2003).

Há obras mais efêmeras do que outras e o que as distingue é, sobretudo, a consciência de um tempo de vida pré-determinado. Uma obra efêmera é aquela que nasce para morrer, ou seja, o efêmero é algo que anuncia o seu próprio fim, renunciando ao futuro. A sua temporária presença é intensa e resistente, tornando-se visível na experiência do instante, pois a representação da sua presença tem lugar aqui e agora (CARNIDE, 2012).

Segundo Daniel J. Mellado Paz (2008), uma construção temporária se dá quando se pretende melhorar a performance de um lugar para um fim igualmente temporário. Assim, uma arquitetura só é considerada efêmera de fato, quando se desfaz de um dado lugar. O fundamento é a mudança rápida do papel que se destina ao lugar onde está, ou seja, uma forma de obsolescência acelerada. Difere da obsolescência previsível e de longo prazo, quando a vontade de atualização ultrapassa o aperfeiçoamento incremental e requer reformulação total. A obsolescência é um dado inevitável, mas em futuro incerto, próximo ou distante, no entanto as obras efêmeras conseguem ter a velocidade que caracteriza o seu estar transitório.

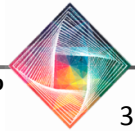
Segundo Albano Soares Martins Júnior (2008, p. 65), ao longo da História a Arquitetura efêmera tem se manifestado em diversas maneiras. Nos primórdios, quando o homem era ainda nômade, surgiu um importante exemplo: a tenda (Figura 7). Esta era uma estratégia de guerra, uma vez que eram utilizadas devido a mobilidade. Assim, eram feitas de peles de animais ou materiais tramados.

Figura 7: Tenda



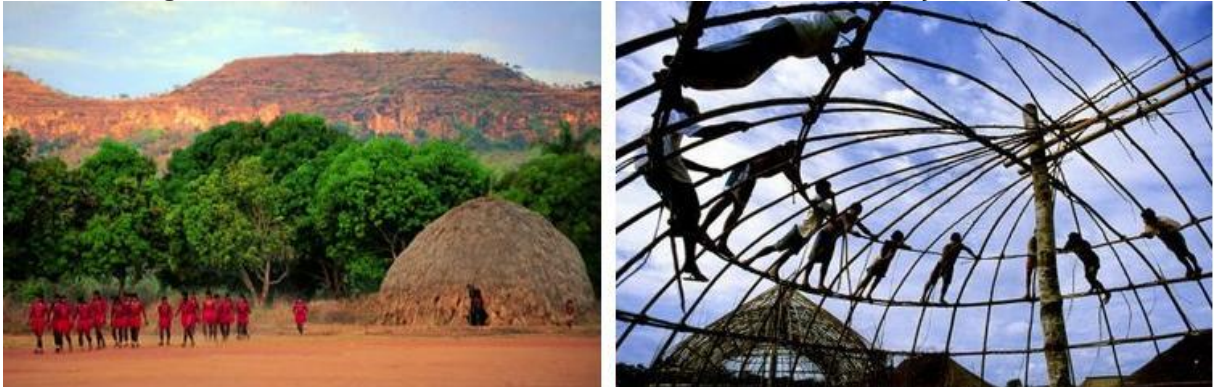
Fonte: http://dizainews.blogspot.com.br/2010_11_01_archive.html
Acesso em: 05.06.14.

Outro exemplo de arquitetura efêmera são as ocas indígenas (Figura 8) e o iglu. Como afirma Glauce Lílian Alves de Albuquerque (2013, p. 34) este último é originalmente



usado pelos esquimós para se abrigarem em suas viagens ou caçadas, no entanto, foram aprimorados, e em várias partes do mundo já existem hotéis feitos em gelo (Figura 9 e Figura 10), que atraem turistas tanto pela arquitetura (no mínimo curiosa, pela excentricidade da técnica construtiva), quanto pelo caráter efêmero da construção, que funciona bem no inverno, mas se derrete no verão.

Figura 8: Oca de forma ovalada com estrutura de madeira e vedação de palha.



Fonte: <http://portalarquitetonico.com.br/arquitetura-efemera-parte-1-de-3/>
Acesso em: 05.06.14.

Figura 9: Hotel Igloo – Noruega.



Fonte: http://travelrandomnotes.blogspot.com.br/2012_10_01_archive.html.
Acesso em: 05.06.14.

Figura 10: Recepção do Hotel Igloo.



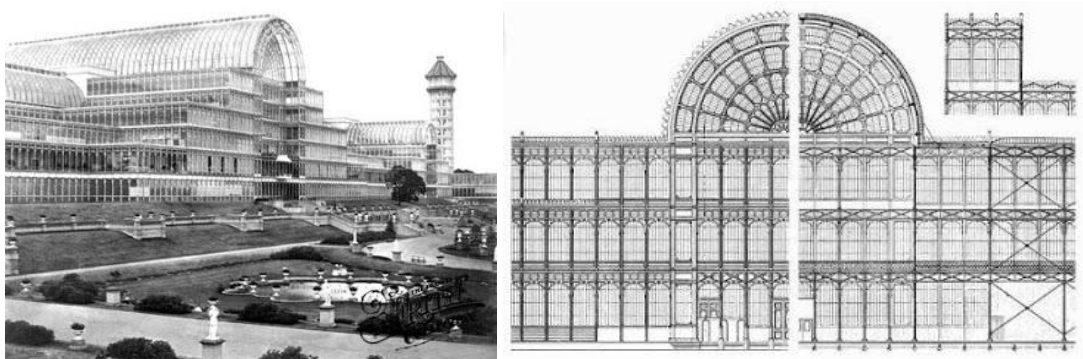
Fonte: <http://thornews.com/2012/11/13/sorrisniva-igloo-hotel-on-the-rocks/>
Acesso em: 05.06.14.

Segundo Janaína Mendonça (2001, p. 30) a diferença entre arquitetura efêmera e a transitória é que no conceito de efêmero existe um tempo determinado no espaço em que a obra está inserida; logo, ela morre assim que perde sua significância, não deixando para trás construções ocas e vazias sem o mesmo valor que um dia tiveram. Já no conceito de transitório, a obra não morre, continua existindo, se estabelecendo em diferentes lugares em diferentes épocas, como exemplo clássico desta arquitetura, o circo, que tem sua estrutura padrão, uma tenda montada e desmontada dentro de um período de passagem pela cidade, bairro, e depois segue seu caminho, rumo a outro espaço.

Os circos marcam até hoje a efemeridade das atividades culturais, daquelas que, existindo apenas num curto espaço de tempo, podem ser representadas em outros lugares através do deslocamento dos espaços que lhes dão suporte. Na atualidade, alguns edifícios assumem o caráter provisório quando o homem iniciou a utilização do ferro nas construções (MARTINS JÚNIOR, 2008, p. 66).

Em Londres, no ano de 1851, um dos ícones da arquitetura, o Palácio de Cristal (Figura 11) foi projetado pelo arquiteto inglês Sir Joseph Paxton e pelos engenheiros Foz e Henderson. A edificação tinha como um de seus objetivos exibir a exuberância do império britânico, colocando em evidência o aço e o ferro produzidos no país e sua utilização na construção civil, tonando-se assim um marco para a tradição de feiras internacionais. Esse pavilhão de exposições, considerado na época um dos maiores edifícios pré-fabricados do mundo, foi desenhado de tal forma que pudesse ser desmontado e reutilizado após a exposição. As grandes feiras mundiais passaram a fazer parte da vanguarda da arquitetura, testando novos materiais e estruturas, que posteriormente se tornariam a tendência da arquitetura mundial (MARTINS JÚNIOR, 2008, p. 120).

Figura 11: Palácio de Cristal - Edifício provisório que durou 85 anos.



Fonte: <http://arquitetandonanet.blogspot.com.br/2010/09/palacio-de-cristal-londres-inglaterra.html>
Acesso em: 05.06.14.

Nos anos 1960 o Archigram, grupo de arquitetos da Grã-Bretanha, idealizou arquiteturas que se fundamentavam em ideais e princípios que estavam relacionados às transformações provocadas pela tecnologia. Em seus projetos eles utilizavam materiais bastante atuais, que nenhum arquiteto havia experimentado, provocando uma reação entre os profissionais mais conservadores. Seus projetos procuravam antever e moldar o ambiente futuro, com propostas criativas nas quais a realidade se encontrava com o domínio da ficção, uma espécie de fronteira entre o real (realizável) e o utópico. Diante desse contexto, o grupo propôs modelos de células habitáveis que pudessem ser conectadas à megaestruturas da época. Passava-se por um momento de avanços no campo da produção construtiva, na produção de estruturas, instrumentos, novos materiais (como o

metal/plástico) e da construção de peças pré-fabricadas (fabricação em série). Os arquitetos, que defendiam a racionalização tecnológica e científica como modo para superação dos condicionantes da arquitetura através dos novos materiais e novas tecnologias, adotavam uma abordagem high-tech¹³, utilizando estruturas leves e explorando o universo das estruturas infláveis, computadorizadas, ambientes descartáveis e cápsulas espaciais. Suas propostas evocavam uma “arquitetura descartável”, tratada como qualquer outro objeto de consumo, na qual os espaços deveriam ter elementos substituíveis e peças transportáveis, definindo seus famosos “kits”, considerados os precursores da arquitetura efêmera na era industrial (Figura 12) (ALBUQUERQUE, 2013, p. 36).

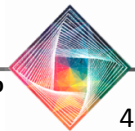
Figura 12: Casa Autônoma, Buckminster Fuller.



Fonte: <http://arquitetandoblog.wordpress.com/2009/04/25/grupo-archigram/>, 1946.
Acesso em: 05.06.14.

As primeiras referências aos projetos de arquitetura móvel, como as propostas pelo grupo Archigram, vieram dos *trailers* que se aproximavam muito das edificações pré-fabricadas. Introduzindo conceitos do que seria uma arquitetura para o futuro, móvel, leve, e tecnológica, o grupo criou muitos projetos que acabaram caindo no campo das utopias, mas que hoje começam a ser revistos como algo possível. Alguns dos projetos desse grupo são:

¹³ O termo High Tech foi usado, desde os inícios da década de 70, para identificar um movimento então em desenvolvimento que procurava utilizar tecnologias alternativas, sendo frequentemente imbuída de conotações negativas. Mais tarde foi utilizado, no campo da arquitetura, para designar uma corrente (erradamente confundida com um estilo) que teve expressão particularmente significativa em Inglaterra e nos Estados Unidos da América. Caracteriza-se pela utilização em grande escala de superfícies em vidro e de estruturas metálicas (de ferro, aço inox ou alumínio), pelo recurso à tecnologia industrial mais desenvolvida pela flexibilidade funcional e pelo pragmatismo construtivo e simplicidade formal.



Living Pod Project¹⁴ (1965) (Figura 13), de David Greene e The Cushicle¹⁵ (1966) de Mike Webb (MENDONÇA, 2011, p. 34).

Figura 13: Living Pod Project, 1965.



Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/>
Acesso em: 05.06.14.

Figura 14: The Cushicle, 1966.



Fonte: <http://ciudadсистема.wordpress.com/>
Acesso em: 05.06.14.

Quase ao mesmo tempo, com o domínio da tecnologia, o arquiteto alemão Frei Otto marcou sua época como o precursor nos estudos das tensoestruturas (Figura 15 e Figura 16), que possibilitaram o uso da Arquitetura efêmera em grandes escalas. Suas obras são conhecidas pela leveza e alta performance e serviram de influência para arquitetos de todo o mundo. Em suas primeiras experiências Otto havia trabalhado com bolhas de sabão, criando modelos em escala reduzida das tensoestruturas. A construção do pavilhão alemão para a Expo'67, em Montreal-Canadá, tornou-o um dos primeiros projetistas na criação de edifícios com estruturas de membrana tensionadas (ALBUQUERQUE, 2013, p. 37).

¹⁴ *Living Pod Project* era o estudo de uma casa cápsula que poderia se transformar em uma casa trailer, podendo ser inserida no interior de uma estrutura urbana *plug-in* ou ainda ser transportada e implantada numa paisagem aberta.

¹⁵ O *Cushicle* era uma unidade habitacional transportável ainda, própria para uma estadia rápida e provisória em lugares desabitados ou esmos. Uma invenção com extrema sofisticação tecnológica que possibilita a um viajante levar consigo um micro-ambiente habitável com alto nível de conforto térmico.

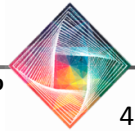


Figura 15: Tensoestruturas de Frei Otto.



Fonte: http://bighead.poli.usp.br/cadernoteca/index.php/Tenso_estruturas.
Acesso em: 05.06.14.

Figura 16: Estádio Olímpico de Munique, Alemanha.



Fonte: http://cadernoteca.polignu.org/wiki/Tenso_estruturas. Acesso em: 05.06.14.

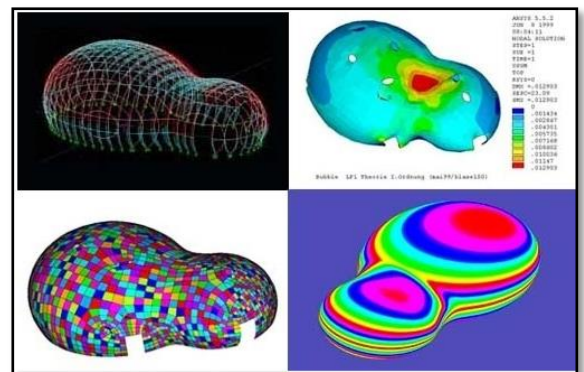
De acordo com Albuquerque (2013, p. 37), recentemente, a arquitetura efêmera tem recorrido a outros recursos, como as “chamadas” bolhas ou cápsulas (sucessoras das geodésicas, que exigem projetos pensados e executados de uma forma totalmente digital, com recurso de novas tecnologias – Figura 17 e Figura 18). Além disso, há também os modelos baseados na superposição de *containers* (conceito trabalhado pelo grupo nova-iorquino Lot-Ek, para habitações complexas e grandes magazines itinerantes, como a loja da Empresa Puma que acompanha competições náuticas ao redor do planeta - Figura 19).

Figura 17: The Bubble - Arquiteto Bernhard Franken.



Fonte: <http://agitprop.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.060/460>, 2005.

Figura 18: Teste e estudos estruturais – The Bubble.



Fonte: <http://agitprop.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.060/460>, 2005.

Figura 19: Loja Puma - Projeto em container - LOT – EK.



Fonte: <http://estrategiaempresarial.wordpress.com/2009/02/05/loja-container/>
Acesso em 05.06.14.

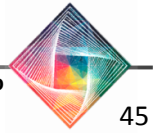
Albuquerque (2013, p. 39) afirma que diante de tantas possibilidades de inovação, atualmente a maior tendência no campo da arquitetura remontável é o uso de estruturas metálicas (ou mistas) em sistemas construtivos ágeis quanto ao transporte e remontagem, garantindo assim a rapidez na execução. Esse tipo de sistema apresenta como principal característica a portabilidade, uma vez que trata-se de uma estrutura leve e apresenta como vantagens a capacidade de vencer grandes vãos, o arrojo visual e grande fluidez e permeabilidade visual (Figura 20).

Figura 20: Pavilhão Serpentine - Arquiteto Sou Fujimoto.



Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.163/4988>, 2013.
Acesso em: 05.06.14.

A principal importância da arquitetura efêmera é ela ser portátil, assumindo assim o caráter móvel, e por este motivo ser caracterizada como itinerante. Desta forma, existem ainda alguns conceitos que permeiam este tipo de arquitetura, como a montagem, a desmontagem, e a remontagem, que fazem determinado objeto ser utilizado diversas vezes e em diversos lugares. De acordo com Paz (2008), existem três formas de um “objeto



arquitetônico” ser retirado de um lugar - partição, compactação e rigidez – definidas assim por ele:

Na *partição*, o objeto é dividido em peças menores, passíveis de transporte dentro da escala admitida antes. Na *compactação*, o objeto assume uma configuração mais compacta, sem os espaços vazios que constituem a área de vivência do homem. Na *rigidez*, o objeto ganha solidez, sendo peça inteiriça.

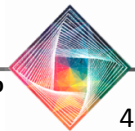
Segundo Martins Júnior (2008, p. 67), quanto mais se evidencia o conceito de efemeridade, se torna cada vez mais necessário que todos os componentes para a montagem devam possuir o princípio da flexibilidade e da adaptabilidade – os quais serão melhor definidos ao longo da pesquisa - exigências existentes já na sua produção, sem com isso implicar em prejudicá-la ou de ter a necessidade de variações significativas na quantidade de recursos necessários para sua produção e ou utilização. Assim, a maior complexidade está em definir as características das Arquiteturas Efêmeras, suas concepções, incluindo os materiais empregados na sua confecção, pois elas devem ser pensadas em função de princípios como: facilidade de deslocamento, leveza, adaptabilidade a diferentes programas... Enfim, tudo aquilo que possa, pela sua operacionalidade, poder qualificá-la como flexível.

2.1. FLEXIBILIDADE: UMA NECESSIDADE DE CONSTANTE ADAPTAÇÃO

Segundo Glauce Lílian Alves de Albuquerque (2013, p. 65), vive-se hoje na era das constantes mudanças e do imediatismo. As transformações da sociedade, assim como os avanços tecnológicos trazem consigo a necessidade do homem estar sempre num estado de constante adaptação, ‘moldando’ o meio às suas necessidades de modo rápido e barato. É então que surge um velho conceito arquitetônico latente nas produções contemporâneas: a flexibilidade das edificações.

De acordo com Ana Margarida Correia Esteves (2013, p. 39), a flexibilidade nos espaços, através da funcionalidade, durabilidade, sustentabilidade e dinamismo dos processos e dos usos, opõe-se à visão de edifícios como objetos estáticos no tempo. O conceito de flexibilidade é bastante amplo, envolve várias hipóteses exploradas por inúmeros autores em diversos campos do conhecimento, além disso, apresenta várias interpretações.

No seu uso comum flexibilidade não significa só uma alteração física, modificação de variadas finalidades e utilizações, mas também sugere *liberdade*, que aparece como um significado chave (ESTEVES, 2013, p. 39). No livro “*Housing without houses: participation, flexibility, enablement*”, Nabeel Hamdi (1991) define o conceito de flexibilidade como:

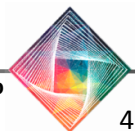


Liberdade de escolha entre opções existentes ou a criação de programas que atendem às necessidades e aspirações específicas dos indivíduos em relação às edificações que ocupam (...) Além disso, para os arquitetos, flexibilidade normalmente demonstra o quanto um projeto é capaz de assegurar nas edificações, nos programas ou nas tecnologias utilizadas, uma boa funcionalidade inicial, que possibilita resposta às futuras modificações (p. 64).

O conceito de flexibilidade aborda várias definições: mobilidade, evolução, adaptabilidade, polivalência, participação, entre outros. De acordo com Esteves (2013, p. 41), o primeiro destes conceitos, a mobilidade, é entendida como “a rápida modificação dos espaços, segundo as horas e atividades diárias, mediante elementos de encerramento fáceis de deslocar, de correr ou de encolher”. Já a evolução, a autora define como uma modificação a longo prazo, segundo as necessidades do usuário, adicionando ou removendo compartimentos. As definições de adaptabilidade e flexibilidade são, geralmente, confundidas ou equivocadas e, no campo da arquitetura têm sido alvo de várias descrições. Adrian Forty (2000, apud ESTEVES, 2013, p. 41) trata a flexibilidade como uma questão que requer um pensamento a longo prazo no desenho arquitetônico. Já Steven Groak (1992, apud ESTEVES, 2013, p. 43) define a flexibilidade como algo capaz de permitir diferentes composições físicas nos arranjos espaciais e a adaptabilidade como a capacidade de possibilitar diferentes usos sociais, acabando por fazer uma distinção clara entre o conceito de flexibilidade e adaptabilidade. Sendo assim, a flexibilidade e a adaptabilidade são conceitos distintos, em que a adaptabilidade é baseada nas questões do uso e a flexibilidade envolve questões da forma e técnica (ESTEVES, 2013, p. 43).

O termo polivalência é introduzido por Herman Hertzberger (1996, apud ESTEVES, 2013, p. 43) e definido como uma forma estática, isto é, uma forma que se preste a diversos usos sem que ela própria tenha que sofrer mudanças físicas, de maneira que *uma flexibilidade mínima possa produzir uma solução ótima*.

Desta forma, Gerard Maccreeanor (1998, apud ESTEVES, 2013, p. 45) expande a relação dos conceitos adaptabilidade e flexibilidade, ao enfatizar o fato de que a segunda inclui a primeira: a adaptabilidade é, portanto, uma maneira diferente de ver a flexibilidade. Logo, a concessão de flexibilidade deve estar associada à própria ideia da polivalência e versatilidade do espaço. O edifício adaptável pode ser tanto transfuncional quanto multifuncional e deve permitir a possibilidade de mudança de uso: seja do habitável para área de trabalho, da área de trabalho para a área de lazer ou mesmo como um contentor para vários usos ao mesmo tempo. Portanto, Maccreeanor (1998, apud ESTEVES, 2013, p. 45) define:



A adaptabilidade é uma característica da flexibilidade, tal como a mobilidade, a elasticidade, e a evolução, sendo que estas últimas requerem mudanças físicas no espaço, enquanto a adaptabilidade se relaciona com a polivalência e a multifuncionalidade de usos, sem haver arranjos físicos.

2.2. MODULAÇÃO: RAPIDEZ E VERSATILIDADE

As obras itinerantes para funcionarem devidamente necessitam ser transportadas de forma simples e rápida. Dessa forma, armazenar, conduzir, montar e desmontar exige que os sistemas sejam operacionalizados dentro de uma logística que evidencia um provável sistema modular, pois isto simplifica e acelera seu manuseio, reduzindo o tempo que, no caso, é um significativo coeficiente de valor.

Quando se fala em modulação dentro de um sistema, significa dizer que quanto maior o número de itens funcionais que se repetem e se organizam, maiores são as condições de sua implementação e operação, viabilizando assim as reduções de tempo e de transporte e construção, reduções de custos e desperdícios, implicando no aumento da produtividade (MARTINS JÚNIOR, 2008, p. 68).

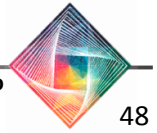
Dessa forma, a Modulação se baseia na unidade métrica primordial – o módulo, que de acordo com Hélio Adão Greven e Alexandra Staudt Follmann Baldauf (2007, p. 15), tem origem no latim *modulu* e significa uma medida reguladora das proporções de uma obra arquitetônica; ou ainda, a quantidade que se toma como unidade para qualquer medida. No livro “Teoria e Prática da coordenação modular”, Teodoro Rosso afirma:

É papel da coordenação dimensional compatibilizar dimensionalmente de forma racional e orgânica os espaços disponíveis e os ocupados. A coordenação dimensional não deve ser entendida como em um mero instrumento geométrico, mas também físico e econômico. Não está apenas vinculada à composição arquitetônica, mas também à tecnologia e à produção (1976, p.3).

A unidade pode ser tridimensional, bidimensional ou monodimensional desde que se destine a medir dimensões espaciais, superficiais ou lineares. Assim, posto que este módulo mede o espaço unitário alocado a uma atividade, será chamado de módulo-função (ROSSO, 1976, p.5).

O uso de um módulo aparece na Arquitetura desde a antiguidade, em uma interpretação clássica dos gregos, sob um caráter estético; dos romanos, sob um caráter estético-funcional; e dos japoneses, sob um caráter funcional (ROSSO, 1976, p.16).

Segundo Francis Ching (1998), a proporção dos elementos das ordens gregas era a expressão da beleza e harmonia. Para a unidade básica das dimensões era utilizado o diâmetro das colunas, e a partir desse módulo criavam-se todas as demais dimensões da



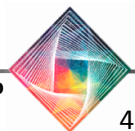
obra arquitetônica. Já para os romanos, a medida obedecia a um reticulado modular baseado no *passus* romano, que era um múltiplo do *pes*, uma unidade de medida antropométrica (GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 19). A unidade clássica de medida japonesa, o *shaku*, tem origem chinesa. Durante a segunda metade da Idade Média, no Japão implantou-se outra medida, o *ken*. O tatame, por ser usado em todos os locais internos, levou à necessidade de os espaços serem dimensionados de forma a poder receber, no piso, um número inteiro de tatames, dando à modulação, um caráter prático-funcional (ROSSO, 1976).

A norma brasileira NBR 5706 (ABNT, 1977), define coordenação modular como: “técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência.” No entanto, Rosso (1976), é contrário a esta definição, pois segundo ele, os que definem a coordenação modular como técnica veem-na apenas como um instrumento de projeto, rigorosamente disciplinado pelo uso de retículas e quadrículas, mas para ele, é uma metodologia sistemática de industrialização. Assim, a definição que pode ser considerada mais atual e abrangente é dada por Greven (2000 apud GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 71), que a define como sendo: “a ordenação dos espaços na construção civil”.

De modo geral, é possível afirmar que a Coordenação Modular tem como objetivo a racionalização da construção. Esta, por sua vez, é definida por Rosso (1980 apud GREVEN BALDAUF, 2007, p. 34) como: “a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível”.

Uma das vantagens da coordenação modular é a simplificação do projeto, tanto pelo fato dos detalhes construtivos mais comuns já estarem solucionados em função da própria padronização quanto pelo estabelecimento de uma linguagem gráfica, descritiva e de especificações comum aos fabricantes, projetistas e construtores facilitando o entendimento entre os intervenientes do processo. Como consequência disso, o profissional de projeto tem mais tempo para utilizar a sua criatividade arquitetônica (GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 35). Além disso, a coordenação modular facilita a etapa de execução, pois, de acordo com Hugo Camilo Lucini (2001), a execução passa a ser uma montagem tipificada, pois utiliza componentes padronizados e intercambiáveis que não necessitam de cortes, auxiliando então na redução do desperdício.

Quanto a sustentabilidade, pode-se dizer ainda que a Coordenação Modular reduz o consumo de matéria-prima. Para os fabricantes de componentes, projetistas e executores, de acordo com Mírian Oliveira (1999), há ainda a agilidade operacional e organizacional,



devido a repetição de técnicas e processos e do domínio tecnológico. Em suma, pode-se dizer que as vantagens da coordenação modular acarretam o aumento da produtividade e uma conseqüente redução de custos, contribuindo assim para a qualificação da indústria da construção civil (GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 35).

2.3. PORTABILIDADE COMO DIRETRIZ PROJETUAL

Segundo Glauce Lílian Alves de Albuquerque (2013, p. 67), assim como a flexibilidade e a modulação, outro aspecto pertinente e de igual importância é a portabilidade, uma vez que não há como elaborar a proposta arquitetônica de um espaço itinerante sem considerá-la, notadamente ao entender que qualquer sistema remontável tem como base um módulo padrão que permite além de sua repetição, ajustes em seus encaixes.

De acordo com Janaína Mendonça (2011, p. 31) a arquitetura portátil pode ser definida como um espaço com uma determinada aplicação, que é deslocado facilmente sem que suas funções sejam prejudicadas por esta característica. Sua mobilidade possibilita que se consiga oferecer serviços e produtos a um maior número de usuários, além de dar oportunidade às pessoas sem condições de ter acesso à benefícios tais como educação, saúde, entretenimento, cultura e produtos.

Ao se pensar em um projeto portátil deve-se levar em consideração o sistema construtivo, uma vez que este deve ter como características a facilidade de montagem, desmontagem e remontagem da estrutura de forma rápida e causando baixo impacto ao meio. Podem ser montadas rapidamente, quando necessário, desmontadas e recolocadas em seguida, pois podem ser implantadas em poucos dias, não importando qual seja o tipo de solo local, e ao serem retiradas não deixa praticamente nenhum vestígio (ALBUQUERQUE, 2013, p. 69).

Além disso, segundo Albuquerque (2013, p. 70), quando se trata de arquitetura itinerante é necessária à adoção de materiais que permitam a transferência de uma obra arquitetônica de um lugar a outro, mobilidade que deve ser prevista no projeto arquitetônico, tornando-se um importante condicionante para sua elaboração. Desta forma, cabe ao arquiteto/projetista pensar no uso de materiais leves e de fácil montagem. Nesta fase de concepção a 'construção' propriamente dita é o foco da projeção.

Na arquitetura móvel, as estruturas em sua maioria são projetadas para expressar um desejo ou uma necessidade, apresentando novas ideias e disponibilizando a facilidade de acesso a vários serviços. Uma biblioteca móvel, por exemplo, traz livros aos povos das

áreas rurais que não têm acesso a bibliotecas. Uma unidade médica móvel leva a cirurgia aos povos que não têm hospitais. Vários caminhões modificados podem transportar coleções de museus para vários países sem precisarem de uma posição fixa para exposição (MENDONÇA, 2011, p. 33).

Assim, segundo Mendonça (2011, p. 34), a arquitetura itinerante encontra uma grande utilidade para a sociedade quando disponibiliza serviços a pessoas que não poderiam acessá-los de outra forma. Dentre as utilidades estão habitações, os famosos *trailers*, que são completamente equipados sobre um carro ou caminhão, os serviços mais variados como saúde, bibliotecas, cinemas, museus, academias, serviços judiciários, cursos profissionalizantes e os comércios de cachorro quente e as propagandas móveis. Vale ressaltar ainda que o termo portátil não está relacionado com a desmontabilidade da estrutura, uma vez que as construções podem ser transportadas em caminhões sem necessariamente serem desarmadas.

O cine Mobile Irlanda (Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24), é um exemplo de arquitetura itinerante e foi modelado na forma de um caminhão expansível que circula por mais de 100 cidades da Irlanda todos os anos. O cinema é montado em 45 minutos e com capacidade para 100 lugares. As laterais do caminhão se expandem, as poltronas e as telas são posicionadas.

Figura 21: Cine Mobile, Irlanda.



Fonte: <http://www.arq.ufsc.br>.
Acesso em: 10.08.14

Figura 22: Sala de Projeção.



Fonte: <http://www.arq.ufsc.br>.
Acesso em: 10.08.14

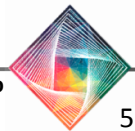


Figura 23: Capacidade de público.



Fonte: <http://www.arq.ufsc.br>.
Acesso em: 10.08.14

Figura 24: Sistema de expansão lateral.



Fonte: <http://www.arq.ufsc.br>.
Acesso em: 10.08.14.

Os conceitos apresentados referentes a arquitetura efêmera: flexibilidade, modulação e portabilidade foram utilizados como premissas para o desenvolvimento de um sistema construtivo prático e de rápida montagem. Por se tratar de uma estrutura versátil, pode ser aplicada a diferentes usos, por este motivo é considerada flexível. A partir da criação de um módulo e dependendo do uso aplicado é possível fazer variadas composições, as quais são montadas e remontadas em diferentes localidades. É neste contexto que se aplica os conceitos de modulação e portabilidade aqui expostos. Após definidas essas características, foi preciso então decidir quais os materiais construtivos utilizados, esta análise será apresentada no item a seguir.

3. ANÁLISE DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA UM PROJETO ITINERANTE

Para escolher o sistema construtivo a ser utilizado na proposta arquitetônica do museu de ciência, fez-se uma pesquisa mais detalhada de algumas opções que poderiam ser utilizadas no projeto, levando em consideração a técnica utilizada, as vantagens e desvantagens de cada sistema, se é desmontável ou não, o tempo de montagem e a facilidade de obtenção. Serão apresentadas primeiramente as estruturas de membrana, e posteriormente as estruturas rígidas. A partir disso, da avaliação desses critérios, foi possível elencar o sistema mais adequado para o uso.

3.1. ESTRUTURAS DE MEMBRANA

Segundo Maria Betânia de Oliveira (2001), as estruturas de membrana compõem um sistema construtivo constituído pela membrana estrutural que efetivamente cobre a área de interesse e, também, pela estrutura de suporte. Existem vários tipos de estruturas de membrana, entretanto, de acordo com a tecnologia empregada na protensão, estas estruturas podem ser classificadas em dois tipos básicos: as estruturas de membrana

protendida por cabos, ou tensoestruturas, e as estruturas pneumáticas, que podem ser melhor explicadas a seguir.

3.1.1. Estrutura Pneumática

Segundo Adriano Soares de Assis Filho et al. (2004), as estruturas pneumáticas se desenvolveram paralelamente às estruturas em matérias plásticas. Elas utilizam ao mesmo tempo a borracha sintética e os envelopes em matéria plástica. Esse tipo de estrutura parece uma técnica totalmente nova, mas na realidade, é uma longa tradição que vai das velas de barco aos pneus de carro, passando pelos aerostatos e os dirigíveis. Ela é bastante versátil, podendo ser utilizadas em grandes câmaras frigoríficas, quadras de tênis (Figura 25), piscinas cobertas (Figura 26), tendas pneumáticas, hangares para frutas com isolamento térmico e mesmo um hospital militar atendendo a todas as especificações de isolamento sonoro, térmico e climático.

Figura 25: Quadra de tênis com cobertura inflável.



Fonte: ASSIS FILHO et al., 2004.
Acesso em: 10.08.2014

Figura 26: Piscina com cobertura inflável.



Fonte: <http://www.infla.com.br/>
Acesso em 10.08.2014

Envelope flexível esticado sob pressão exercida geralmente pelo ar, a estrutura inflável toma na maioria das vezes a forma da bolha de sabão, de esfera. Mas é possível dar outras formas, como do cone, por exemplo. Este sistema permite vencer grandes vãos livres, sem o uso de colunas internas, tesouras ou tirantes, com isso, possibilita o total aproveitamento do espaço. Galpões infláveis são produzidos com tecidos de fibra de poliéster de alta tenacidade, acabamento laqueado revestido de PVC aditivado, com grande resistência a cargas de tração formando um conjunto autoextinguível. Uma das principais aplicações dos Galpões Infláveis é a armazenagem industrial, que pode ser permanente ou transitória, pois são montados rapidamente, quando necessário, desmontados e recolocados em seguida, de acordo com a conveniência (ASSIS FILHO et al., 2004).

Assis Filho et al. (2004) define a estrutura inflável como uma membrana pneumática sustentada por ar pressurizado no interior de elementos de construção inflados, os quais

são moldados para suportar cargas de uma forma tradicional, enquanto o volume encerrado de ar de construção se mantém à pressão atmosférica normal.

De acordo com Bruna Ferreira (2011) as estruturas pneumáticas se desenvolveram inicialmente como técnica militar, assim como quase toda tecnologia utilizada nos dias de hoje, paralelamente às estruturas de matérias plásticas a partir de 1910 pelo trabalho do Engenheiro inglês Frederick W. Lanchester¹⁶. Porém somente a partir de 1948 é que passa a ser aplicada efetivamente na engenharia civil.

A arquitetura inflável teve destaque na Exposição mundial de Osaka em 1970 (Figura 27), um pavilhão inteiramente feito com estrutura pneumática, uma edificação de caráter temporário construída com a estrutura mais eficiente em termos de temporalidade. Pôde-se ver, com efeito, em Osaka cinco balões cogumelos servindo de snack-bars, ora abertos, ora fechados por um jogo de cabos e de pressão de ar. Por outro lado, o pavilhão Fuji, que abrigava um auditório, representava a mais importante construção pneumática então realizada (ASSIS FILHO et al., 2004).

Figura 27: Pavilhão dos EUA, OSAKA - 1970.



Fonte: <http://portalarquitetonico.com.br/>. Acesso em: 10.08.2014

O arquiteto Hans-Walter Muller¹⁷ especializou-se nos "volumes infláveis" e realizou numerosas construções com essa técnica (Figura 28), um dos exemplos é a igreja no Val-d'Oise, o teatro para a Fundação Maeght em Saint-Paul-de-Vence, halls de exposição, casa particular.

¹⁶ Engenheiro e inventor inglês nascido em Londres, pioneiro do automóvel e da aerodinâmica na Inglaterra (1896) como também do emprego de estruturas pneumáticas na engenharia civil ao registrar a primeira patente neste tipo de estruturas (1917).

¹⁷ Hans-Walter Müller nasceu em Worms em 1935, é um engenheiro alemão e arquiteto, reconhecido mundialmente pelos seus projetos de estruturas arquitetônicas infláveis.

Figura 28: Estrutura inflável do arquiteto Hans-Walter Muller
– Parque Ibirapuera, SP.



Fonte: <http://www.bijari.com.br/>.
Acesso em: 10.08.2014.

No que se refere à fabricação desse tipo de sistema - por ser composta de tecido e rede de cabos - quase todos os tecidos das estruturas infláveis construídas hoje em dia são sintéticos. As fibras mais comuns usadas para a membrana são de fibras de vidro ou poliéster. O primeiro tipo é forte e durável, mas deteriora quando exposto à umidade. Já o segundo tipo é mais barato, porém não é tão forte e deteriora quando exposto à luz do sol. Borracha de silicone e teflon são geralmente usadas para cobrir estes materiais (Figura 29). O tecido não é feito em uma peça só, e sim em folhas, normalmente de 12' de largura variando no comprimento. O mais fácil e mais comum método de montá-lo é o *e'lap joint*¹⁸, onde duas partes de tecido são transpassadas em três polegadas e colocado filme de teflon entre elas. A junção é então aquecida, que passa a ficar mais grossa que o tecido quando terminado o aquecimento, tornando-se assim à prova de ar e água (ASSIS FILHO et al., 2004).

Figura 29: Tecido das estruturas infláveis.



Fonte: ASSIS FILHO et al., 2004.

¹⁸ É uma técnica de unir dois pedaços de material em conjunto, sobrepondo-os. Geralmente é utilizada materiais como madeira, plástico ou metal.

Já em relação aos cabos, segundo Assis Filho et al. (2004), geralmente estes são feitos do aço, porque têm um custo baixo, são resistentes e têm boa durabilidade, como pode ser visto na Figura 30. Os cabos de fibra de vidro são mais fortes e mais duros, mas são mais caros e degradam quando expostos à luz ultravioleta.

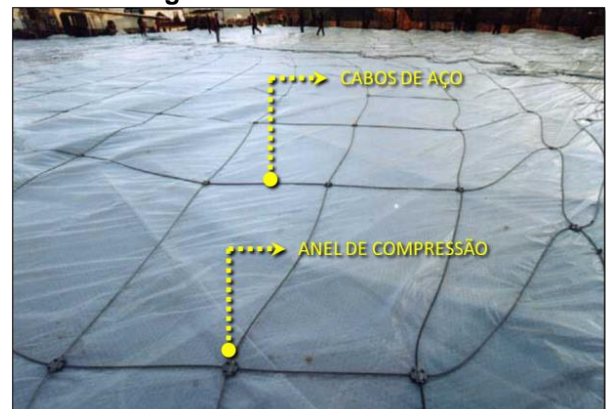
Quanto ao funcionamento dessas estruturas, Assis Filho et al. (2004) explica que a pressão do ar é usada para suportar e estabilizar as estruturas infláveis. Quando o ar é colocado sob pressão, exerce uma força uniforme em todos os sentidos, esta força é usada para suportar a cobertura. Os cabos não suportam a tela, elas apenas a seguram. A tela, por sua vez, unida pelos cabos nos painéis tem como resultado uma membrana híbrida, a qual transfere a tensão da tela aos cabos. Um anel de compressão que resista à tensão une os cabos como pode ser visto na Figura 31. A forma mais básica é ovalada de perfil baixo, as de perfil elevado podem usar uma ou duas redes de cabos de maneira que a tela se ajuste sozinha.

Figura 30: Cabos da estrutura inflável.



Fonte: ASSIS FILHO et al., 2004.
Acesso em: 10.08.2014

Figura 31: Rede de cabos.



Fonte: ASSIS FILHO et al., 2004.
Acesso em: 10.08.2014.

O sistema de inflar é preconcebido para dar estabilidade e sustentação à estrutura. É um completo e independente sistema protegido do ambiente exterior. São motores elétricos e pressurizadores que funcionam de acordo com a demanda, ou seja, a quantidade de ar perdida pelas aberturas. No caso de uma emergência, como falta de energia elétrica, são instalados geradores, que começam a funcionar automaticamente ao detectar uma falha. A diferença de pressão entre a parte interna e externa é muito pequena, cerca de 0,3%. Esta diferença é dificilmente detectada pelo corpo humano. A localização e o tamanho dos compressores de ar quente são determinados conforme a temperatura externa e o tamanho da própria estrutura. As camadas podem suportar grandes diferenças de temperaturas, neve do lado de fora e temperatura agradável dentro das estruturas.

Dependendo das condições atmosféricas, os compressores de ar podem trabalhar em regime de economia, em certos períodos, o que ajuda a reduzir em até 50% os gastos de energia (ASSIS FILHO et al., 2004).

Figura 32: Estrutura inflável.



Fonte: ASSIS FILHO et al., 2004.

No que diz respeito às propriedades acústicas, Assis Filho et al. (2004), ressalta que existem dois problemas que devem ser considerados durante o projeto de estruturas infláveis: o tempo longo de reverberação causada pela falta de materiais absorventes; e o eco causado pelo telhado de forma geométrica dado. Já em relação às propriedades térmicas, o fato da estrutura possuir três camadas facilita a manutenção da temperatura interna desejada, tanto em climas frios como em climas quentes, contribuindo para a redução das despesas com climatização. As propriedades solares térmicas das estruturas são muito eficientes. A transparência da tela pode variar entre 6% e 13%, permitindo que a luz do dia seja reduzida ou até eliminada.

A ventilação é garantida por meio de ventiladores, acionados mecanicamente por motores elétricos ou a diesel e aberturas na parte superior, o ar interno pode ser completamente renovado em média a cada 15 minutos. A iluminação pode ser feita de acordo com a necessidade ou o orçamento. O sistema de iluminação pode ser integrado à cobertura, ser flexível e de diversos tamanhos. A locação dos dispositivos elétricos de iluminação pode ser feito de várias maneiras e mudado facilmente sem maiores dificuldades ou despesas (ASSIS FILHO et al., 2004).

Por fim é importante destacar as vantagens e desvantagens desse tipo de estrutura. Quanto às vantagens:

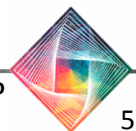
- Permitem vencer grandes vãos livres, sem o uso de colunas internas, tesouras ou tirantes e conseqüentemente, possibilita o total aproveitamento do espaço;



- Com o auxílio de ventiladores, acionados mecanicamente por motores elétricos ou a diesel e aberturas na parte superior, o ar interno é completamente renovado em média a cada 15 minutos;
- A iluminação pode ser feita de acordo com a necessidade ou o orçamento;
- O sistema de iluminação pode ser integrado à cobertura, ser flexível e de diversos tamanhos;
- Baixo custo, flexibilidade de uso e facilidade de montar e desmontar;
- Não requer muito espaço para armazenamento enquanto desmontado;
- São protegidas da poluição. A camada externa não retém sujeira. Mesmo assim, ela pode ser retirada de tempos em tempos para limpeza. Porém, os materiais usados nessas construções parecem sempre novos;
- Durabilidade média de 15 anos. Entretanto, existem estruturas que recebem boa manutenção e estão em uso há mais de 25 anos;
- Segurança e Estabilidade: o cabo de aço oferece uma dinâmica especial, mesmo em situações meteorológicas críticas;
- Podem ser feitas em diversos tamanhos e formas, além disso, são montadas rapidamente, quando necessário, desmontadas e recolocadas em seguida, de acordo com a conveniência.
- Montagem em dois ou três dias e pode ser retirada sem deixar nenhum vestígio;
- Com relação à economia, comparando-se os custos de um telhado convencional ao de uma Estrutura Inflável, os custos são mais baixos na segunda opção. No cálculo por metro quadrado, é ainda mais evidente a economia que se faz. Mesmo a economia vinda de uma construção de alvenaria de baixo custo não supera as da estrutura inflável no preço total do projeto.

Já em relação às desvantagens desse sistema, a estrutura inflável é frequentemente incompatível a diversos tipos de terrenos. Uma vez inflada, a estrutura é inflexível em termos físicos (a não ser que seja esvaziada). Além disso, é limitada a expansão através de adição de módulos e apresenta certa dificuldade na colocação das aberturas, em alguns casos é necessária constante ventilação. Outro aspecto negativo é o risco de falha e ruptura das membranas.

Através da pesquisa realizada o que pode-se concluir é que este tipo de estrutura é uma boa opção no que se refere a itinerância devido a sua praticidade, montagem e desmontagem e forma de armazenamento. Além disso, em relação a diversidade de uso que pode ser dada às estruturas infláveis, esta é uma ótima alternativa para ser utilizada



como planetário na proposta arquitetônica que será desenvolvida e como cobertura a ser montada ocasionalmente para proteger a estrutura principal em caso de previsão de chuvas.

3.1.2. Tensoestruturas

Segundo Glauce Lílian Alves de Albuquerque (2013, p. 71), a princípio as tensoestruturas foram pensadas para serem transitórias, uma vez que foram originadas da primitiva tenda nômade, evoluindo a partir do “toldo”. No entanto, sua durabilidade acabou por fazer que esse sistema fosse adotado também para construções permanentes. Os avanços tecnológicos permitiram uma melhoria na qualidade dos materiais usados.

De acordo com Eliana Ferreira Nunes (2008, p.22), as estruturas tensionadas ou tensoestruturas, denominadas também como estruturas de membrana, correspondem a uma tipologia de estrutura espacial em metal, que utiliza cabos tensionados cuja cobertura é, em geral, tecido ou membrana. São consideradas estruturas leves, delgadas, móveis e bastante resistente à tração. Devido a sua leveza e por vencerem grandes vãos, elas permitem ao projetista diversas composições plásticas, como pode ser visto na Figura 33 e Figura 34.

Figura 33: Exemplo de estrutura tensionada - Igreja Batista Central, Fortaleza.



Fonte: <http://www.tecnostaff.com.br/>. Acesso em 05.08.2014.

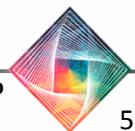
Figura 34: Exemplo de estrutura tensionada - Estádio Moses Mabhida.



Fonte: <http://arcoweb.com.br/>. Acesso em: 05.08.2014.

Além da durabilidade, outra vantagem desse sistema é a adaptabilidade, que permite sua remoção e reinstalação de acordo com as necessidades do usuário (ALBUQUERQUE, 2013, p. 72). Como afirma Vinícius Maia Barreto de Oliveira (2003), alguns fatores que influenciam a forma plástica do conjunto é a maneira que será montada, desmontada e remontada, o transporte das peças, sua modulação e dimensões.

Essas estruturas tiveram um grande desenvolvimento após a 2ª guerra, nos anos 50, entretanto as referências a estas formas estruturais são encontradas nas primeiras épocas da civilização e datam de 40.000 anos na Ucrânia, destacando-se as tendas – feitas



de pele de animais e ossos – como uma das primeiras formas espontâneas de habitações construídas pelo homem, tendo definido tipologias construtivas que permitiam variações e adaptações, sendo modificadas, aos poucos, de acordo com as necessidades de cada época. Porém, apenas com a invenção do laço e da tecelagem foi possível construir as primeiras estruturas em tensão: as tendas de tecido, as redes de pesca e as velas (NUNES, 2008, p.7).

Foi somente no século XIX que os construtores passaram a dominar técnicas mais adequadas de execução das coberturas tensionadas, cuja difusão tornou-se mais intensa no século XX, despertando o interesse por parte de arquitetos como Le Corbusier (que na década de 30, projetou pavilhões em tensoestruturas) e Frei Otto (experimentos realizados no início da década de 50). As tensoestruturas são, portanto, compostas por peças industrializadas, e em cuja produção se destacam como pontos diferenciais: a logística de fabricação, a execução, a montagem (e desmontagem), o transporte e a modulação (ALBUQUERQUE, 2013, p. 7). Desta forma, Bruno Scalise Elias (2002) destaca como principais características das estruturas tensionadas:

- **DESMONTABILIDADE:** permite aos projetistas o aproveitamento/remontagem da estrutura e sua reciclagem em função da flexibilidade do sistema;
- **TRANSLUCIDEZ:** o espaço resultante desse sistema dispõe de uma iluminação natural difusa;
- **LEVEZA ESTRUTURAL:** seu peso é menor do que o de uma estrutura convencional;
- **VARIABILIDADE FORMAL E GEOMÉTRICA:** características possíveis, caso o projetista domine os conhecimentos técnicos específicos;
- **POSSIBILIDADE DE VENCER GRANDES VÃOS COM UMA ESTRUTURA DELGADA;**
- **EVOCAÇÃO SIMBÓLICA:** dependendo da forma, estas remetem às tendas primitivas ou às velas de navios;
- **RELAÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO:** mesmo que a sofisticação tecnológica implique em altos custos iniciais de investimento, sua durabilidade, desmontabilidade e flexibilidade justificam o custo.

De acordo com as características mencionadas acima, Nunes (2008, p. 22) classifica as tensoestruturas em três grupos: de caráter permanente, temporárias e conversíveis e retráteis. A primeira delas associa a construção convencional a elementos das estruturas móveis, é o caso da cobertura usada na Feira de Ananindeua no Pará (Figura 35) e do aeroporto de Denver/EUA (Figura 36).

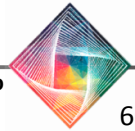


Figura 35: Feira de Ananindeua – Pará.



Fonte: <http://meiadoisnove.blogspot.com.br/>.
Acesso em: 05.08.2014.

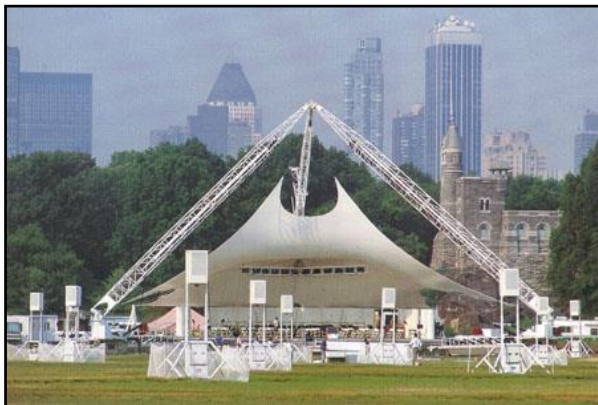
Figura 36: Aeroporto de Denver - EUA.



Fonte: <http://www.espacoturismo.com/>.
Acesso em: 05.08.2014.

Já as segundas, as temporárias, são uma intervenção reversível no ambiente, permitem a máxima flexibilização do espaço, e são projetadas para serem remontadas e transportadas conforme o interesse. Essa flexibilização é alcançada devido à precisão da modulação, padronização e leveza dos componentes, além das capacidades de ajustes e intercambialidade das conexões. Essas características são importantes e essenciais para estruturas usadas em situações de emergência, podem ser usadas também para eventos temporários, conforme as imagens abaixo (NUNES, 2008, p.25).

Figura 37: Music Pavilion, Nova York, USA.



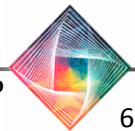
Fonte: <http://www.tensinet.com/>.
Acesso em: 05.08.2014.

Figura 38: Palco do Rock in Rio 2000.



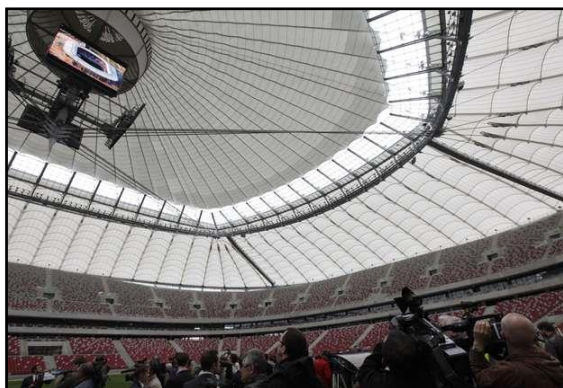
Fonte: <http://rockclub.wordpress.com/>.
Acesso em: 05.08.2014.

Por fim, as conversíveis e retráteis associam o caráter temporário e permanente em sua configuração espacial, são aquelas feitas de maneira que sua forma possa ser alterada quando necessária e em relativo espaço de tempo (NUNES, 2008, p.27). Utilizam os mecanismos de dobras (membrana afixada e estrutura de tesouras) ou deslizamento (membranas afixadas em cabos afixados em roldanas que correm sobre os trilhos) e



possibilitam a experiência do espaço aberto e fechado (Figura 39 e Figura 40). É ideal para locais com grandes variações climáticas (ALBUQUERQUE, 2013, p. 75).

Figura 39: Cobertura retrátil.



Fonte: <http://goldaarquitetura.blogspot.com.br/>.
Acesso em: 05.08.2014.

Figura 40: Umbrellas – Prophet's Mosque, Medina, Arábia Saudita.



Fonte: <http://www.metalica.com.br/>.
Acesso em: 05.08.2014.

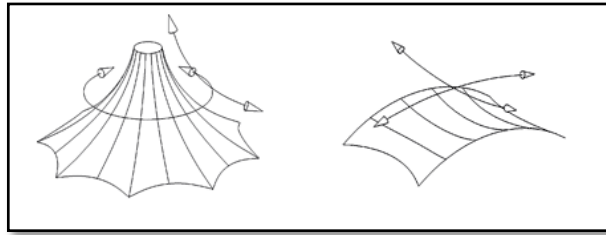
Vale ressaltar que independente do grupo a que pertençam, sejam elas permanentes, retráteis ou temporárias, as chamadas arquiteturas têxteis permitem inúmeras variações plásticas, dando liberdade ao arquiteto para propor diversos arranjos compositivos.

Segundo Sasquia Hiziru Obata (2008 apud, ALBUQUERQUE, 2013, p. 76), no que se refere às “formas” dos sistemas estruturais e seus apoios, estes podem ser classificados em quatro tipos: sistemas que se apoiam através de cabos, aqueles que utilizam sistema pneumático, aquelas em forma de arco e as tendas propriamente ditas.

A TENSOR (2013), empresa de desenvolvimento de projetos de tensoestruturas, as classifica ainda quanto à curvatura e quanto à geometria.

As tensoestruturas em dupla curvatura podem ser classificadas em sinclásticas e anticlásticas (Figura 41). As curvaturas ditas sinclásticas possuem sempre mesmo sinal. Por exemplo, uma esfera, um balão inflável ou uma cúpula semiesférica. As anticlásticas têm curvaturas de sinais contrários como no caso do parabolóide hiperbólico.

Figura 41: Tendas sinclásticas e anticlásticas.



Fonte: <http://tensorestruturas.com/informacoes-tecnicas/>. Acesso em 14.11.2014.

Quanto à geometria as estruturas ainda são classificadas como parabolóides hiperbólicos, tendas cônicas ou multicônicas, suportadas por arcos (Figura 42) e onduladas ou plissadas (TENSOR, 2013). Um aspecto importante que vale ser destacado é que as tendas suportadas por arcos geralmente não são produzidas em séries. Eles se adequam a construção, cobrindo o espaço com muita leveza e para isso querem cálculos específicos para seu dimensionamento. As tendas onduladas ou plissadas apresentam igual leveza estética as anteriores (ALBUQUERQUE, 2013, p.78).

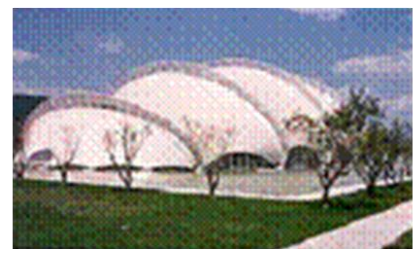
Figura 42: Classificação das tendas quanto à estrutura.



Parabolóides hiperbólico



Tendas cônicas ou multi-cônicas

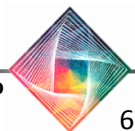


Suportadas por arcos

Fonte: <http://tensorestruturas.com/informacoes-tecnicas/>. Acesso em: 05.08.2014.

De acordo com Paulo André Brasil Barroso [199-?], engenheiro civil consultor de estruturas metálicas desde 1975, apesar da simplicidade da ideia, a descrição da geometria e o cálculo das tensões e deformações de sistemas estruturais dessa natureza, só pode ser efetuado com precisão por métodos computacionais sofisticados. Em relação à fabricação, o mesmo sistema computacional, após ter gerado os resultados das informações geométricas, é integralmente utilizado para o procedimento de planejamento e otimização da fabricação e corte do tecido. Este é dividido em grandes faixas que são posteriormente tecidas e costuradas entre si por processos de selagem especial.

No que se refere à montagem, Barroso [199-?] afirma que a instalação de estruturas em membrana, é bastante simples, requerendo, porém, mão de obra bastante



especializada. Áreas da ordem de 2.000 a 3.000m² podem ser montadas em menos de duas semanas, dependendo do tipo de suportes projetados.

Por fim, o engenheiro civil ressalta que as coberturas tensionadas em tecidos apresentam grandes vantagens em comparação com outros sistemas mais convencionais, uma delas é a simplicidade na concepção, além da beleza arquitetônica, dependendo do tipo de tecido aplicado é um excelente isolante térmico e acústico, durabilidade e resistência a intempérie e facilidade no transporte e montagem. Em relação às desvantagens desse sistema, uma delas é a falta de conforto térmico, além disso, a facilidade de montagem e desmontagem pode ser ilusória, visto que emprega alta tecnologia, tanto em termos de métodos construtivos quanto em termos de materiais, requerendo mão de obra especializada.

Em suma, o que pode-se concluir através das leituras feitas sobre estruturas tensionadas é que este tipo de sistema é bastante complexo e requer conhecimentos técnicos específicos. Além disso, para ser utilizado como cobertura do museu de ciências a ser projetado, devido à permeabilidade que este sistema proporciona, deixaria o espaço muito vulnerável, o que não é interessante por causa da utilização de experimentos que necessitam de certa segurança.

3.2. ESTRUTURAS RÍGIDAS

3.2.1. Contêiner

Novas técnicas e materiais têm surgido a cada dia na Arquitetura Contemporânea, inovações que buscam os mais diversos focos desde o barateamento de custo, melhoria do conforto e a sustentabilidade. Dentro deste quadro surgiu a Arquitetura em contêiner que se apresenta com força e personalidade no cenário arquitetônico atual.

De acordo com Gabriela Vieira Loss et al. (2009), o contêiner é, primordialmente, uma caixa, construída em aço, alumínio ou fibra, criada para o transporte de mercadorias e suficientemente forte para resistir ao uso constante, como pode ser visto na Figura 43. É identificado com marcas do proprietário e local de registro, número, tamanho, tipo, bem como definição de espaço e peso máximo que pode comportar. Com o comércio internacional e a globalização, o número de contêineres utilizados pelas empresas de transporte marítimo é cada vez maior. Não se sabe ao certo onde iniciou o conceito de reaproveitar contêineres como residências modulares, mas já existem muitos projetos deste tipo, especialmente nos Estados Unidos, Japão e alguns países da Europa (Figura 44).

Figura 43: Containers.



Fonte: <http://www.sebenzaworld.com/>. Acesso em: 10.08.2014

Figura 44: Residência em container - EUA.



Fonte: <http://inovax.wordpress.com/>. Acesso em: 10.08.2014

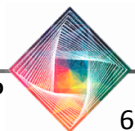
Segundo Loss et al. (2009), o contêiner é um sistema de transporte responsável pela movimentação de 95% da carga geral hoje conduzida pela frota mercante mundial, atualmente é visto não só em todos os portos e adjacências, mas também em caminhões, nas estradas e em longas fileiras de vagões em ferrovias. Segundo André Brandão (2012), atualmente, após determinado tempo de uso, eles se tornam inutilizáveis gerando um “cemitério de containers” abandonados. Ou acontece como nos EUA e Europa, onde mandá-los de volta gera custos consideráveis compensando mais, a compra de novos na Ásia. Com a atual discussão sobre meio ambiente, construções sustentáveis, materiais desperdiçados que geram poluição, energia solar, reciclagem, etc, os contêineres surgiram como uma alternativa construtiva, benéfica ao homem e à natureza, aliados a uma arquitetura moderna e criativa.

Juliana Fuzzeto (2010) afirma que a tendência se firmou nos Estados Unidos e em países da Europa. Mas há pouco tempo acaba de chegar ao Brasil, onde encontrou um espaço pouco explorado no que se refere à mecanização e pré fabricação na construção. Este tipo de sistema construtivo também pode atender a demanda por construções de baixo custo de catástrofes naturais, servindo de alojamentos temporários para grandes populações, mostrando a versatilidade da proposta. Ponto inicial para soluções de moradias para estudantes universitários como pode ser visto na Figura 45.

Figura 45: Vila universitária - Holanda.



Fonte: <http://arquiteturaeconceito.blogspot.com.br/2010/03/casas-containers.html>
Acesso em: 05.08.2014.



Através de pesquisas realizadas na internet foi possível constatar que existem diversos tipos de containers. A CBF Cargo é uma empresa responsável por transporte de cargas e fornece as seguintes informações sobre os tipos existentes:

- Flat RACK 20' e Flat RACK 40'

São utilizados especialmente para cargas com peso e largura extra e que não seriam comportadas em contêineres normais.

- High Clube 40'

Usado para carga geral não perecível de baixa relação peso/volume.

- Open Top 20' e Open Top 40'

Contêiner com lona removível no teto. Especialmente desenvolvido para cargas com excesso de altura.

- Plataform 20' e Plataform 40'

Especialmente para cargas com excesso de pesos de dimensões tanto nas laterais quanto na altura.

- Refeer 20'

Containers com refrigeração própria que pode ser ligado em redes elétricas para manter o produto no seu interior sob temperatura controlada.

- Standart 20' e Standart 40'

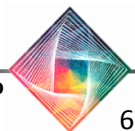
São usados para qualquer tipo de carga. Possui vários locais para peação de carga tanto lateralmente quanto no piso e teto.

- Tank Container 20'

Utilizado para transportes de líquidos de qualquer tipo, desde alimentícios até aditivos e diversos materiais químicos.

- Ventilated 20'

São utilizados para cargas perecíveis que precisam de renovação do ar para preservarem suas características.



As unidades de medidas utilizadas para a padronização das dimensões dos contêineres são pés (') e polegadas ("). As medidas dos contêineres referem-se sempre às suas medidas externas e o seu tamanho está associado sempre ao seu comprimento. Podem apresentar-se em diversos comprimentos e alturas, porém, com apenas uma largura.

Quanto aos tipos, podem variar de totalmente fechados a totalmente abertos, passando pelos contêineres com capacidade para controle de temperatura e tanques. As capacidades volumétricas são medidas em metros cúbicos (m³) ou pés cúbicos (*cubic feet*). Quanto à capacidade em peso, são definidos em quilogramas e libras (medida inglesa).

Os contentores são modulares, e os de 20' (vinte pés) são considerados como um módulo, sendo denominados TEU - *Twenty Feet or Equivalent Unit* - unidade de vinte pés ou equivalente, e são considerados o padrão para a definição de tamanho de navios porta-contêineres.

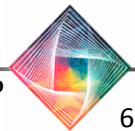
O quadro abaixo mostra as características de cada tipo de contêiner apresentado anteriormente.

Quadro 1: Tipos e dimensões dos contêineres.

Tipo	Comprimento (Pés)	Dim. Externa CxLxA (mm)	Dim. Interna CxLxA (mm)	Capacidade Peso/Volume t/m ³
Dry Box	20'	6.058x2.438x2.591	5.900x2.352x2.395	21,6/33,2
Dry Box	40'	12.192x2.438x2.591	12.022x2.352x2.395	26,5/67,7
Dry/High Cube	40'	12.192x2.438x2.896	12.022x2.352x2.696	26,3/76,2
Reefer	20'	6.058x2.438x2.591	5.498x2.270x2.267	25,4/28,3
Reefer	40'	12.192x2.438x2.591	11.151x2.225x2.169	26,0/55,0
Open Top	20'	6.058x2.438x2.591	5.900x2.352x2.395	21,6/3,2
Open Top	40'	12.192x2.438x2.591	12.020x2.350x2.342	26,5/67,7
Flat Rack	20'	6.058x2.438x2.591	5.798x2.408x2.336	21,6/33,2
Flat Rack	40'	12.192x2.438x2.591	12.092x2.404x2.002	26,5/67,7
Plataform	20'	6.058x2.438	6.020x2.413	21,6/33,2
Plataform	40'	12.192x2.438	12.150x2.290	26,5/67,7
Tank	20'	6.058x2.438x2.591	-x-	19/23 mil l

Fonte: <http://www.braziliancargoline.com.br/ver/43/1/Containeres.htm>.
Acesso em: 10.08.2014.

Apesar de haver diversos usos para os contêineres atualmente, o modo de obtenção não varia muito. Na realidade baseia-se na pré-fabricação e venda por empresas especializadas, que vai variar de acordo com a finalidade que será dada a este. Se a finalidade for voltada para o uso humanizado do contêiner, não necessariamente para moradia, mas algo de caráter provisório, em geral para canteiro de obras ou trabalhos semelhantes de período curto a médio, é preciso procurar empresas especializadas na pré-fabricação de contêineres tipo escritório, banheiro, sala de reuniões, etc. Estas empresas podem vender ou alugar, segundo a necessidade de cada um (LOSS et al., 2009).

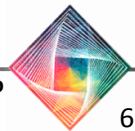


De acordo com Loss et al. (2009), neste tipo de uso não há preocupação estética, apenas a preocupação de aproveitamento de espaço, de acordo com o padrão de tamanho do contêiner comprado e/ou alugado, além das questões de instalações elétricas e hidráulicas. Na pré-fabricação deste tipo é possível escolher padrões que vão desde o tamanho, passando por quantidade de divisões internas, quantidade de portas e janelas, até a quantidade de tomadas e lâmpadas. Quando se trata de construção de casas, bares, lojas, etc., a forma de obtenção do contentor e como ele é tratado variam um pouco. Existem muitas empresas que vem se especializando nesta área e dentre elas, há as que reutilizam contêineres que não servem mais para transporte ou às vezes para aluguel e há aquelas que também produzem padrões que servirão como módulos de projeto e construção. É importante ressaltar que para projetos de moradias ou lojas deve haver a preocupação com as questões acústicas, térmicas e estéticas, logo, há aí um tratamento melhor no acabamento. O único padrão que pode existir é o tamanho, caso não seja feito o reaproveitamento, os demais detalhes variam de acordo com o desejo do cliente; sendo assim, a quantidade, o posicionamento e as modificações dos contêineres é o que causará o efeito de obra arquitetônica.

Em relação às técnicas construtivas, segundo Loss et al. (2009), todos os contentores podem ser combinados com estruturas mais largas, simplificando o design, transporte e planejamento, podem ser empilhados até 12 unidades quando vazios. A estrutura do container é em aço galvanizado, e suas peças estruturais podem ser revistas a cada ano. O aço galvanizado só enferruja se houver rompimento da camada de galvanização. Caso isto ocorra, deverá ser efetuado tratamento com *primer*¹⁹ e pintura anti-corrosiva do local afetado. Tomando-se estas precauções a estrutura pode ter uma vida útil de até 20 anos.

A fundação da edificação em contêiner pode ser um piso compactado ou em concreto magro. Devido ao ser caráter autoportante, as estruturas de base, teto e colunas são montadas primeiro e os fechamentos são colocados posteriormente. As paredes e tetos são afixados com parafusos autobrocantes e podem ser em painéis isotérmicos de poliuretano expandido, madeira, chapa de aço, placas de pvc, gessos acartonado, etc. Os pisos, por sua vez, podem ser em placas emborrachadas,

¹⁹ Primer é uma tinta especial para preparação de superfícies. É universal em todos os esquemas de pintura onde é considerada um dos seus mais importantes constituintes, permite à camada de acabamento aderir melhor do que quando fosse a única usada.



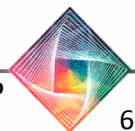
madeira, laminados, porcelanatos e outros, são assentados sobre um tablado de compensado naval e afixados com cola de contato ou cola a base de poliuretano. Já as portas e janelas podem ser em alumínio, aço, madeira, etc. São afixadas com arrebites de aço. O isolamento térmico e acústico podem ser melhorados pelo uso de revestimentos apropriados (painel isotérmico) ou pelo preenchimento, entre as paredes de chapa e o revestimento a ser aplicado, com lã de vidro ou rocha, isopor, etc (LOSS et al., 2009).

Por serem fabricados com um material bom condutor de calor (aço), é necessário forrar o contêiner com um isolante térmico. Hoje, no mercado de isolamentos, existem aqueles que não agridem a natureza e são feitos com materiais recicláveis, como o caso o Isosoft²⁰, feito de garrafa PET. O aço do contêiner também deve ser jateado com um abrasivo e repintado com uma tinta não tóxica antes de ser habitável, a fim de evitar probabilidades de contaminação em detrimento das cargas que o container transportou durante sua vida marítima. A reforma de um contêiner pode precisar de cortes no aço e soldagem, o que exige mão-de-obra especializada, porém, mesmo com esses custos extras, esse tipo de construção ainda é mais vantajosa. (LOSS et al., 2009).

Em relação às vantagens na utilização dos contêineres Loss et al. (2009) pontua as seguintes:

- Obra limpa que gera um percentual mínimo de resíduos e economia de recursos naturais que não são utilizados para a estrutura da casa, como areia, tijolo, cimento, água, ferro, e outros.
- Medida interna é relativamente boa para um ambiente, principalmente se for combinado com outros;
- São resistentes e capazes de suportar impactos pois foram desenvolvidos para um transporte marítimo que é altamente crítico. Apesar da parede ter espessura de apenas 2 mm, sua construção ondulada lhes garante uma força imensa, para ter uma ideia, podem transportar dez vezes mais o seu próprio peso e ainda serem empilhados;
- São leves, com isso podem ser facilmente transportados para qualquer lugar;
- Dependendo, em apenas um dia, os serviços de terraplanagem e limpeza do terreno são totalmente executados.

²⁰ Isosoft é um isolante termo-acústico ecologicamente correto, é uma lã produzida pela combinação de processos com variados tipos de fibras, cada qual com suas características específicas de isolamento térmico e acústico, fazendo com que o produto atenda às mais variadas e rigorosas exigências de conforto ambiental nos projetos arquitetônicos.



- O projeto respeita ao máximo o relevo natural do terreno, evitando interferências no solo e no lençol freático. Mais de 85% do terreno fica permeável, contribuindo para absorção da água das chuvas.
- Em projetos que utilizam contêineres são utilizadas janelas e aberturas para evitar o uso de ar condicionado, um dos grandes consumidores de energia elétrica.
- A estrutura é muito forte, pois é projetada para resistir às diversas intempéries e suportar grandes cargas, sua vida útil em construções pode durar até 90 anos.
- O aço utilizado é resistente à corrosão, em média, basta pintar a cada cinco anos;
- Podem ser facilmente levantados sobre estacas acima do nível do solo, útil principalmente em áreas com risco de inundação ou com dificuldades para aterrar/ fazer piso;
- Seu desenho modular facilita a construção e/ ou montagem, permitindo diversas configurações.

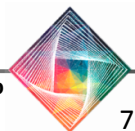
Em contrapartida, no que se refere às desvantagens desse sistema construtivo Loss et al., (2009) destaca o conforto térmico e acústico. No entanto, já existem tecnologias que resolvem tanto o problema de desconforto térmico quanto o acústico dentro destes ambientes.

Em se tratado de custos, empresas dos Estados Unidos cobram cerca de US\$ 1100,00 o metro quadrado já instalado, incluindo as tecnologias de conforto ambiental e acústico, ou seja, cerca de R\$ 1910,00. Enquanto em uma casa popular de alvenaria se gasta em média R\$ 500,00 por metro quadrado, $\frac{1}{4}$ do valor da habitação em contêiner (LOSS et al., 2009).

Por fim, o que pode-se inferir da pesquisa realizada é que o contêiner é um material bastante rígido, rebatendo isto para o projeto a ser desenvolvido, seria uma boa solução para transportar os experimentos com segurança. No entanto, para ser empregado diretamente nos pavilhões, seria necessário usar um número considerável de contêineres aderindo às dimensões padronizadas, exigindo maior quantidade de caminhões para transportar a estrutura.

3.2.2. Sistema construtivo em PVC (Policloreto de vinil)

O sistema construtivo em PVC é inovador e versátil e proporciona uma nova maneira de projetar e construir. De acordo com a APeMEC - Associação de Pequenas e Médias empresas de Construção Civil do estado de São Paulo (2013), a tecnologia foi

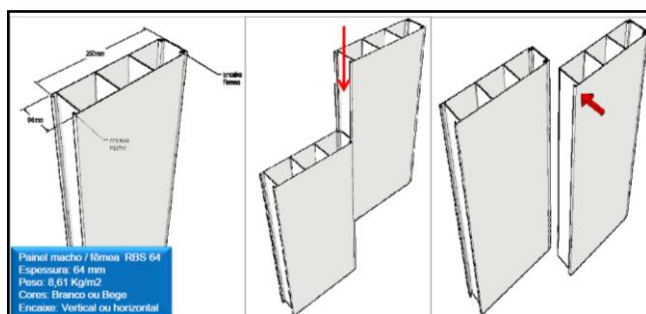


desenvolvida pela *Royal Group Technologies*²¹, no início da década de 80, no Canadá. Chegou ao Brasil, em 1998, com a construção de uma escola no município de Macaé, no Rio de Janeiro e, hoje, soma mais de 500.000 m² de área construída nos mais diversos tipos de projetos, de casas populares do programa “Minha Casa, Minha Vida” a pavilhões industriais, passando por edifícios, lojas, escolas, e residências de alto padrão. É, portanto, um sistema construtivo totalmente industrializado e compatível com qualquer projeto. Formado por perfis leves e modulares de PVC, de simples encaixe, o sistema ainda pode ser preenchido com concreto e aço, resultando em um produto de elevada resistência e com inúmeras qualidades construtivas. Oferece alta produtividade, uma vez que facilita a administração de materiais, mão-de-obra e transporte. Além do PVC ser um produto reciclável, ele proporciona uma construção rápida e limpa, evita desperdícios e reduz o impacto.

Utilizado em edificações de até cinco pavimentos, é uma solução de uso diversificado, independente da região, do clima e da topografia. Possui aplicações tanto em construções para uso privado quanto de interesse público e social. Esse sistema construtivo possui três espessuras de paredes: 64; 100 e 150 mm. Os painéis podem ser preenchidos com: poliuretano expandido; poliestireno em barras; concreto leve; concreto estrutural; areia; solocimento; brita; etc., ou simplesmente ficarem ocos com uma estrutura de madeira interna, sendo esta última o sistema mais adequado para construções desmontáveis (APeMEC, 2013).

A Royal do Brasil Technologies S.A. disponibiliza informações sobre esse sistema em seu site e mostra que o encaixe, ocorre de forma simples e rápida como pode ser observado na Figura 46.

Figura 46: Encaixe dos painéis de PVC.

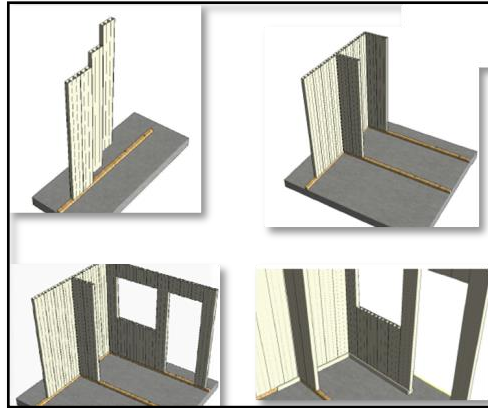


Fonte: <http://www.concretopvc.com.br/>.
Acesso em 13.08.2014.

²¹ A Royal Group Technologies é líder mundial em extrusão avançada de polímeros reforçados.

É possível montar muitos metros lineares de parede por hora. Devido a existência de muitas peças para montagem como esquinas, conectores, divisórias internas, etc. esse sistema é bastante prático. Com os mesmos painéis cortados em diferentes medidas, monta-se os peitoris e vergas das janelas e portas. O rodapé serve como guia de montagem, além de ser acabamento (Figura 47).

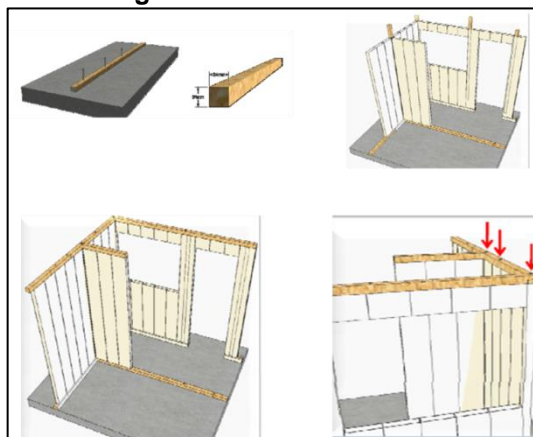
Figura 47: Montagem dos painéis de PVC.



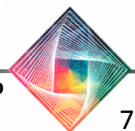
Fonte: <http://www.concretopvc.com.br/>. Acesso em: 13.08.2014

Como pode ser visto na Figura 48, quanto à estrutura, deve-se fixar uma guia de madeira no chão com pregos de aço, e/ou buchas e parafusos. São inseridas colunas de madeira nos espaços ociosos dos painéis de PVC. Estas peças têm a mesma dimensão de altura dos painéis. A distribuição e quantidade de guias e colunas dependem de cada projeto, devendo-se colocar os montantes verticais de acordo com a necessidade estrutural. Habitualmente, são inseridos ao lado de cada abertura, nos cruzamentos de paredes e nas esquinas. O ideal é utilizar o mesmo tipo de sarrafo para criar uma cinta de amarração no topo de todas as paredes. A cinta de amarração, por sua vez, será parafusada e/ou pregada nas colunas (sarrafos) existentes dentro dos painéis.

Figura 48: Estrutura - PVC.

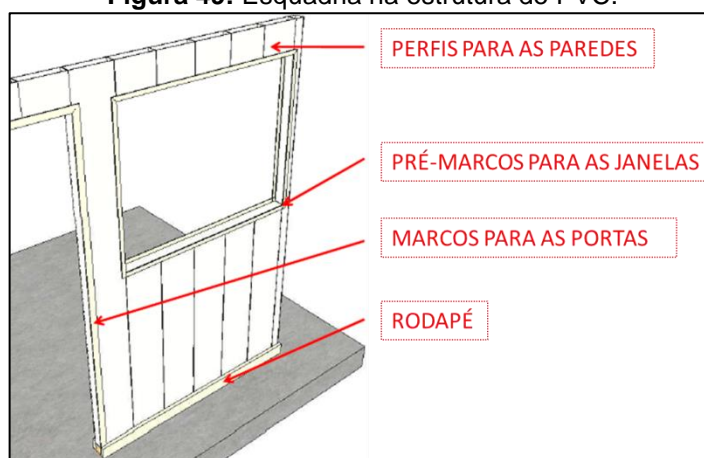


Fonte: <http://www.concretopvc.com.br/>.
Acesso em 13.08.2014.



Os perfis para as paredes são entregues cortados na altura especificada no projeto. As peças para o peitoril e as vergas, por sua vez, são entregues montadas em placas. Os pré-marcos para as janelas são de simples encaixe e possuem uma aba para vedação mecânica. Estes perfis são entregues usinados e prontos para instalar. Os marcos para as portas possuem batente e reforço de aço interno para a montagem de dobradiças. São entregues para serem colocados durante a montagem das paredes. Os rodapés e rodafornos são orçados à parte (Figura 49).

Figura 49: Esquadria na estrutura de PVC.

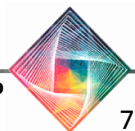


Fonte: <http://www.concretopvc.com.br/>. Acesso em: 13.08.2014.

Nota: Editado pela autora.

Após a montagem da cinta de amarração, monta-se a estrutura da cobertura. A combinação das paredes com as colunas de madeira internas é muito resistente, suportando diferentes tipos de coberturas (telhas de barro ou fibrocimento). O peso leve dos painéis permite diminuir notavelmente a infraestrutura e ferramentas utilizadas na obra. É possível montar muitos metros lineares de parede em uma jornada com apenas pequenos andaimes e escadas comuns. O sistema dispensa guindastes e precisa de pouco espaço para a montagem. Como os painéis são muito leves, podem ser carregados a mão até o local de montagem, sem a utilização de caminhões pesados que necessitam de boas vias e terrenos sólidos e nivelados para entrar na obra.

De acordo com as informações disponíveis no site da *Royal do Brasil Technologies S.A.*, o PVC é um material resistente à intempéries (sol, chuva, vento e maresia), à ação de fungos, bactérias e roedores e também à maioria de reagentes químicos. Além disso, é um bom isolante térmico, elétrico e acústico. Esse material é sólido e resistente à choques, é impermeável a gases e líquidos e possui um longo ciclo de vida, superior a 100 anos. Se destaca por ser um material versátil, ambientalmente correto e por ser reciclável.

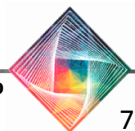


Outra vantagem desse sistema construtivo apresentada pela *Royal do Brasil Technologies S.A.*, é a fácil adaptação a qualquer projeto, além disso, 97% de redução de desperdícios e entulho, economia de até 73% no consumo de água na obra e 75% no consumo de energia, redução de até 7% de área construída e ganho de produtividade em até 40%. Além desses aspectos positivos o PVC ainda apresenta:

- Acabamentos brilhantes em varias cores;
- Alta resistência à poluição, ventos e calor;
- Montagem sem estruturas adicionais;
- Não precisa revestimentos nem pinturas;
- Testes e Laudos no Brasil e em alguns países;
- Produto limpo e de fácil limpeza;
- Leve e fácil de manusear durante a montagem;
- Adequação da mão-de-obra;
- Alta velocidade de construção;
- Redução de acidentes de trabalho;
- Longa vida útil;
- Possibilidade de ampliação;
- Transporte simples, em um baú é possível conduzir todo o material para projetos de grandes áreas;
- Não há necessidade de guindastes nem aparelhos especiais pois os perfis são leves e de fácil manuseio.
- Ideal para obras de difícil acesso ou com problemas de logística;
- Todo o PVC é entregue classificado e codificado segundo os desenhos do projeto.

A desvantagem dos painéis de PVC é o custo, segundo Wilson Novaes (2011), o material encarece até 20% a obra. Enquanto o metro quadrado em uma construção convencional custaria R\$ 1 mil, com a tecnologia de PVC, ele sairia R\$ 1,2 mil, contudo a avaliação positiva é de que o preço maior na fase de obra compensa depois que o imóvel fica pronto, pois o gasto com manutenção é quase zero, uma vez que as paredes não precisam ser pintadas, bastando lavá-las com água e sabão, além de ter uma garantia de coloração de 30 anos.

Pode-se concluir então que o PVC é uma boa opção para ser utilizada como sistema estrutural do museu itinerante, pois ao mesmo tempo em que é uma estrutura rígida, ou seja, protegerá os experimentos guardados em seu interior, é também um sistema



leve, podendo ser facilmente montado e desmontado. Além disso, em relação ao projeto arquitetônico, este sistema permite uma maior liberdade de composições.

3.2.3. Estruturas em madeira

O uso da madeira como material de construção é bastante antigo e sua aplicação variou de acordo com cada civilização. Fatores como o clima, características do solo e culturas determinaram variadas técnicas construtivas no uso deste sistema construtivo. No oriente, a arquitetura em madeira está associada ao conceito de uma construção leve, capaz de resistir aos terremotos. Os elementos construtivos, como vigas e pilares, tinham ligações feitas por encaixes e as construções chinesas possuíam grande precisão geométrica. As técnicas construtivas chinesas serviram de inspiração para os japoneses, que as aperfeiçoaram (ESTRUTURAS..., 2011).

Após a Revolução Industrial houve um declínio nas construções de madeira devido ao surgimento de novos materiais, como aço e concreto. No entanto, neste mesmo período, alguns países como Estados Unidos e Canadá, países esses que possuíam grandes reservas de madeira, passaram a utilizá-la para construção numa escala industrial (ESTRUTURAS..., 2011).

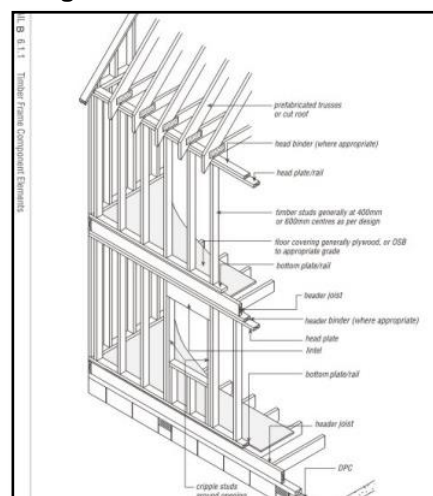
No início do século XIX houve uma grande mudança no modo de construir com madeira, quando se inicia a produção industrial de pregos e as serrarias passam a ser acionadas por máquinas a vapor. Em 1852 surgiu a proposta construtiva conhecida como *Balloon Framing*, como pode ser visto na Figura 50, que consiste em construções leves, onde a estrutura da parede é portante com pequenos pilaretes inseridos a cada 60 cm.

Figura 50: Técnica construtiva *Balloon Framing*.

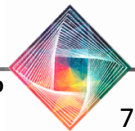


Fonte: <https://www.flickr.com/>. Acesso em: 14.08.2014.

Figura 51: Platform Construction.



Fonte: <http://www.woodspect.ie/>. Acesso em: 14.08.14



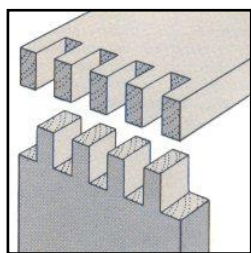
Esta técnica foi modificada no final dos anos 60 e início dos anos 70, quando jovens arquitetos americanos buscavam inovação tecnológica na construção de habitações unifamiliares de baixo custo, mas com alto valor arquitetônico. O arquiteto Franky Gehry foi considerado um dos percussores desta técnica, que recebe o nome de *Platform Construction*²² como pode ser vista na Figura 51 (ESTRUTURAS, 2011).

No Brasil, devido à sua extensão territorial e ao grande número de reservas florestais, era esperado que visse na madeira um grande potencial construtivo, mas isso não acontece por vários fatores que vão desde a forte tradição em alvenaria, até a falta de valorização da madeira como material de construção. (ESTRUTURAS..., 2011).

Atualmente, há tendências muito diversas quanto ao uso da madeira, com muita tecnologia sendo empregada em estudos, pesquisa e produção. Sua utilização pode ser vista mesmo nas mais antigas cabanas e palafitas. Dada sua maleabilidade e fácil obtenção, foi um dos primeiros materiais a ser manuseado e transformado pelo ser humano, acompanhando fielmente a sucessão de civilizações, até os dias de hoje. (ESTRUTURAS..., 2011).

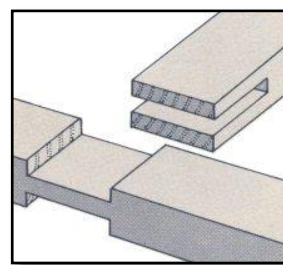
A madeira pode ser utilizada inteira, maciça, sendo apenas esculpida, entretanto o uso dessa técnica requer a poda de árvores muito grandes. Outro método de trabalhar este material é utilizá-lo com encaixes do tipo sambladura (macho e fêmea) como por exemplo na Figura 52 e na Figura 53, técnica milenar empregada em várias partes do mundo, sendo característica na arquitetura vernacular²³ medieval de países nórdicos como Dinamarca, Inglaterra e Alemanha. (ESTRUTURAS..., 2011).

Figura 52: Sambladura com espiga múltipla.



Fonte: http://livroevt2.no.sapo.pt/central/materiais_materias_primas/madeiras/madeiras.htm.
Acesso em: 16.08.2014.

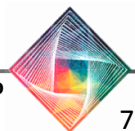
Figura 53: Sambladura em T com espiga engasgada.



Fonte: http://livroevt2.no.sapo.pt/central/materiais_materias_primas/madeiras/madeiras. Acesso em:
16.08.2014.

²² Técnica construtiva que utiliza o primeiro nível como plataforma para construir o próximo andar.

²³ Arquitetura Vernacular é aquela produzida com materiais locais, técnicas construtivas tradicionais, tipologia regional e adequada ao ambiente onde está inserida.



Por volta do século XIX começou a se empregar a madeira laminada, isto é, diversas pranchas (tábuas) unidas mecanicamente com parafusos e braçadeiras. Porém em 1906 foi desenvolvida a cola de caseína, derivada do leite. Foi quando o mestre carpinteiro suíço, Otto Hetzer, teve a ideia de substituir as junções metálicas pela cola. O resultado foi formidável, um produto de alta resistência e leve, formado por tábuas de madeira unidas longitudinalmente e depois coladas umas sobre as outras (ESTRUTURAS..., 2011).

O desenvolvimento seguinte desse sistema se deu após 1940, com o aparecimento das colas sintéticas. A madeira é um material constantemente empregado na construção civil, de forma temporária, na instalação do canteiro de obras, nos andaimes, nos escoramentos e nas fôrmas de concreto. Enquanto a demanda desta técnica aumentou em todo o mundo, houve uma redução das madeiras de alta qualidade e grande diâmetro. Isso, combinado com as preocupações ambientais e as mudanças nas práticas de gestão florestal, tornou o custo da madeira maciça cada vez mais alto e seu uso mais restrito. É nesse contexto que a aplicação da madeira laminada colada se mostra triunfante, pela facilidade de poder utilizar várias pequenas peças em vez de grandes troncos como exigem outras técnicas (ESTRUTURAS..., 2011).

Como material estrutural, a madeira normalmente se encontra em diferentes formas, tais como: madeira em tora; serrada; laminada colada; compensada e madeiras reconstituídas. O comportamento estrutural desses diferentes tipos de madeira está relacionado com o arranjo da estrutura interna, que dependendo da forma final do produto resulta em maior ou menor grau de anisotropia²⁴. Normalmente, as madeiras reconstituídas têm propriedades isotrópicas²⁵ o que garante seu excelente desempenho estrutural, diversificando seu emprego nas construções. Portanto, sua aplicação como material estrutural exige um domínio do conhecimento da estrutura interna dos diferentes tipos de madeira para orientar as técnicas de detalhamento das ligações e de regiões especiais das estruturas, garantindo-se a segurança e durabilidade das construções com este tipo de material (ESTRUTURAS..., 2011).

Para melhor compreensão dos diferentes métodos construtivos utilizados atualmente para construção de estruturas de madeira, estes foram divididos em três

²⁴ Anisotropia é a característica que uma substância possui em que certa propriedade física varia com a direção. A madeira é um exemplo de material anisotrópico com as suas propriedades mecânicas a dependerem da disposição das suas fibras.

²⁵ A isotropia é a propriedade que caracteriza as substâncias que possuem as mesmas particularidades físicas independentemente da direção considerada.

grandes grupos: madeira maciça (serrada e seções circulares), madeira laminada colada, sistemas de painéis estruturais.

- Madeira maciça

O uso de madeira maciça no Brasil para fins estruturais divide-se em nativas e exóticas (Figura 54). De modo geral, as espécies nativas são de maior densidade e, por consequência, menos vulneráveis a ataques de pragas e de maior resistência mecânica, enquanto as exóticas são mais usadas e apresentam menor resistência mecânica e maior vulnerabilidade a pragas. Devido a estas características, que reduzem sensivelmente seu valor de produção, as madeiras nativas são mais utilizadas para fins estruturais do que as exóticas. Normalmente, os vãos utilizados em peças maciças únicas (vigas e espigões) não ultrapassam 6m. Desta forma, para vencer grandes vãos com esta madeira, normalmente utilizam-se sistemas de muitas peças tais como treliças e tesouras. (ESTRUTURAS..., 2011).

Figura 54: Madeira maciça.



<http://www.cliquearquitectura.com.br/>. Acesso em: 14.08.14

- Madeira laminada colada

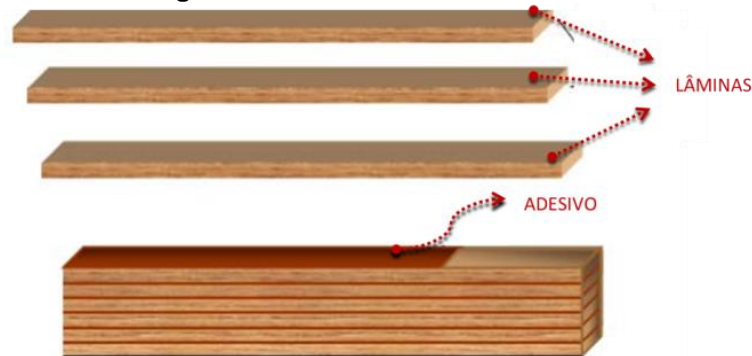
Carlo Alberto Szucs et al. (2008) define madeira laminada colada como:

Peças de madeira reconstituídas a partir de lâminas de madeira (tábuas), que são de dimensões relativamente reduzidas se comparadas às dimensões de peça final assim constituída. Essas lâminas, que são unidas por colagem, ficam dispostas de tal maneira que as suas fibras fiquem paralelas entre si (p. 164).

A escolha da madeira laminada colada pode ser de fundamental importância principalmente quando se tratar de estruturas que ficarão expostas a um meio corrosivo, ou então, quando existir o risco de incêndio. Isso se deve ao fato de que a madeira devido à sua grande inércia química, não apresenta problema de deterioração quando aplicada em meio corrosivo (SZUCS et al., 2008, p. 165).

A imagem abaixo mostra como é formada a madeira laminada colada.

Figura 55: Madeira Laminada Colada.



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfEJIAD/madeira-laminada-colada>.
Acesso em: 15.04.14. **Nota:** Editado pela autora.

Este tipo de madeira permite a produção de elementos de grandes dimensões. No Brasil, as espécies utilizadas para produção deste tipo de sistema estrutural são o Pinus radiata e os Eucaliptus de baixa e média densidade, além de algumas madeiras nativas de média e baixa densidade como o Cedro, Angelim Pedra e Imbuia. Atualmente existem poucas empresas especializadas nesse tipo de técnica, o adesivo estrutural utilizado para a união das peças é o principal entrave para a produção. Existem adesivos a base de solventes que atendem as exigências de estabilidade, mas que são altamente nocivas para o meio ambiente e para a saúde dos operários que o manuseiam. Há também adesivos estruturais a base d'água, importados, que não apresentam os riscos dos adesivos a base de solventes, mas que, por serem importados, aumentam significativamente o custo do produto final (ESTRUTURAS..., 2011).

Em relação ao uso, a madeira laminada colada pode ser empregada nos mesmos casos da madeira maciça e ainda em estruturas com geometrias complexas e curvas (Figura 56 e Figura 57). O aproveitamento da madeira laminada colada é incrivelmente superior ao da madeira nativa porque as peças são feitas sob medida e as tábuas curtas podem ser emendadas, por meio de *finger joint*²⁶, para produzir novas peças. O detalhamento das estruturas de madeira laminada colada seguem os mesmos princípios da madeira maciça devendo, sempre, ficar isolados da umidade do solo e chuva (ESTRUTURAS..., 2011).

²⁶ Técnica utilizada para formar longas peças de madeira sem nó. É também amplamente usada para o reaproveitamento de pedaços de madeira.

Figura 56: Aplicação da madeira laminada colada – Haras Polana.



Fonte: <http://madeiraestrutural.wordpress.com/>.
Acesso em: 14.08.14.

Figura 57: Centre Pompidou Metz.



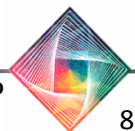
Fonte: http://estruturasdemadeira.blogspot.com.br
/. Acesso em: 14.08.14.

Segundo Szucs et al. (2008) são inúmeras as possibilidades arquitetônicas de aplicação da madeira laminada colada. No entanto, no que se refere ao Brasil, é reconhecível que a forma mais conhecida está apenas na composição de arcos. Por outro viés, em países onde o emprego dessa técnica é bastante difundido, as estruturas de madeira laminada colada são bastante conhecidas pela sua característica de vencer grandes vãos. No que diz respeito à fabricação industrial, no Brasil são poucas as indústrias que trabalham com esse sistema estrutural, porém, é vasto o campo de aplicação e imensa as possibilidades dos projetistas explorarem esteticamente a sua composição estrutural. Em outros países a técnica tem sido aplicada sob as mais variadas formas: edifícios, estrutura na forma de suporte de viadutos, coberturas de grandes vãos na forma de casca fina, estádios olímpicos, etc.

- Sistema de painéis estruturais – *Wood Frame*

Segundo Julio César Molina e Carlito Calil Junior (2010) *wood frame* consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de piso, parede e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais, com a finalidade de aumentar o conforto térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e contra o fogo. Essa tecnologia é bastante comum nos Estados Unidos, utilizada em 95% das casas construídas.

O *wood frame* permite a construção de casas de até cinco pavimentos. Além disso, este sistema de construção permite estilos de arquitetura dos mais variados e tradicionais à arquitetura futurística. A madeira é utilizada, neste caso, principalmente como estrutura interna de paredes e pisos, proporcionando leveza e rápida execução, pois os sistemas e



subsistemas são industrializados e montados por equipes especializadas, em momentos definidos da obra, e de forma independente (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

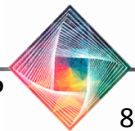
De acordo com Laurilan Gonçalves Souza (2012, p.10) o método *wood frame*, que consiste em um esqueleto de ripas de madeira, foi desenvolvido a partir de inovações nas maquinarias e serrarias mecânicas, que permitiram obter seções de madeira muito finas e com maior rapidez. A madeira é aplicada em forma de perfis montantes com duas polegadas de largura com seção que pode variar de 04 (quatro) a 12 (doze) polegadas. Desse modo, a introdução de técnicas industrializadas permitiu uma construção mais barata, capaz de ser facilmente montada e desmontada, substituindo o emprego dos carpinteiros por mão de obra não especializada.

Em países da América do Norte, Ásia e Europa, como Canadá, EUA, Japão e Alemanha, sistemas de casas em *wood frame*, são amplamente adotados. A tecnologia desenvolvida pelos alemães, por exemplo, consiste na industrialização dos painéis de parede, de piso e cobertura, com excelente controle de qualidade e permite a construção de casas com mais de 200 m² em apenas 60 dias, sendo necessário apenas um único dia para montagem. O tempo da obra é pelo menos 25% menor que na alvenaria comum (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2012).

Segundo Souza (2012, p. 11) esta técnica está disponível no Brasil há 14 anos, só agora começa a se disseminar, sobretudo em regiões com boa oferta de madeira reflorestada, como é o caso do Paraná e do Espírito Santo. Segundo a LP Brasil Building Products²⁷, em entrevista à revista *Téchne*, apesar de o Wood frame ser utilizado em outros países, a atual norma brasileira NBR 7190:1997 - Projeto de Estruturas de Madeira - não apresenta critérios muito apropriados para o dimensionamento dessas estruturas leves, pois considera em suas especificações dimensões mínimas para elementos estruturais considerando-se a segurança de estruturas isostáticas e de treliças. Assim, é necessário observar normas de outros países nesse dimensionamento.

No Brasil, o que impede o crescimento das técnicas alternativas é a sua tímida divulgação e muita insegurança quanto ao sistema, justamente por falta de conhecimento da técnica, por falta da normatização e da mentalidade de que o uso da madeira gera o desmatamento e conseqüente desastre ecológico.

²⁷ LP Building Products é um dos principais fornecedores de materiais para construção civil, produz painéis OSB, fabrica e comercializa uma linha completa de produtos para a construção *framing*.



De acordo com Molina e Calil Junior (2012), já existem iniciativas para introduzir o sistema *wood frame* como mais uma alternativa para a construção industrializada mostrando que é possível erguer edificações de qualidade rapidamente e sem desperdício.

De acordo com Joana D'arc Vieira Carvalho (2007), em geral, a madeira apresenta diversas vantagens, tais como:

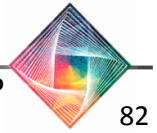
- Elevada resistência mecânica (tração e compressão);
- Durabilidade;
- Versatilidade de uso - pode ser produzida em peças com dimensões estruturais que podem ser rapidamente desdobradas em peças pequenas, de uma delicadeza excepcional;
- Reutilizável;
- Baixa massa específica;
- Boa elasticidade;
- Baixa condutibilidade térmica;
- Isolante dielétrico;
- Baixo custo;
- Facilmente cortada nas dimensões exigidas;
- Material natural de fácil obtenção e renovável;
- Grande diversidade de tipos.

No que diz respeito às desvantagens, segundo Carvalho (2007), a madeira é um material anisotrópico, apresenta limitações dimensionais, ou seja, tamanhos padronizados, além disso, apresenta características como a combustibilidade, deterioração, resistência unidirecional, retratilidade (alteração dimensional de acordo com a umidade e temperatura), higroscopicidade (absorve e devolve muita umidade) e vulnerabilidade, pois é um material bastante propenso à ação dos agentes externos, e a sua durabilidade é limitada quando não são tomadas medidas preventivas.

Sendo assim, pode-se concluir que a madeira é um material que precisa constantemente de manutenção, não sendo a melhor alternativa para estruturas provisórias, uma vez que estas estruturas ficam muito tempo expostas às intempéries.

3.2.4. Estrutura Metálica e Light Steel Framing

Desde o século XVIII, quando se iniciou a utilização de estruturas metálicas na construção civil até os dias atuais, o aço tem possibilitado aos arquitetos,



engenheiros e construtores, soluções arrojadas, eficientes e de alta qualidade. A arquitetura em aço sempre esteve associada à ideia de modernidade, inovação e vanguarda, traduzida em obras de grande expressão arquitetônica e que invariavelmente traziam o aço aparente (BLAT ESTRUTURAS METÁLICAS, [200-?]).

No entanto, vale ressaltar que as vantagens na utilização de sistemas construtivos em aço vão muito além da linguagem estética de expressão marcante, redução do tempo de construção, racionalização no uso de materiais e mão de obra e aumento da produtividade, sendo assim, passaram a ser fatores chave para o sucesso de qualquer empreendimento. A utilização do aço pode ser percebida em diversas obras como: edifícios de escritórios e apartamentos, residências, habitações populares, pontes, passarelas, viadutos, galpões, supermercados, shopping centers, lojas, postos de gasolina, aeroportos e terminais rodoviários, ginásios esportivos, torres de transmissão, etc.

De acordo com Conrado Sanches Domarascki e Lucas Sato Fagiani (2009, p. 36) o aço tem sido utilizado como material de várias aplicações, com alto desempenho e adaptável às mais severas condições de serviço. Pelas suas características, tem substituído outros materiais em vários setores industriais.

Produzido no parque siderúrgico brasileiro e integrado com outros componentes industrializados, o aço agora, empregado no sistema *Steel Frame*, substitui com vantagens técnicas, econômicas e ambientais, materiais como tijolos, madeiras, vigas e pilares de concreto. Tal fato proporciona um salto qualitativo no processo produtivo e posiciona a indústria nacional de construção civil de uma forma mais competitiva frente a um mercado globalizado (HERNANDES, 2009 apud DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

Segundo Domarascki e Fagiani (2009), o sistema construtivo *Steel Frame* tem sido muito utilizado em diversos países, principalmente nos Estados Unidos e na Inglaterra. O mesmo passou a ser utilizado em substituição à madeira, sistema em escassez que era bastante usual na época. No Brasil, a aplicação do sistema *Light Steel Framing*, somente teve início no final da década de 90, desde então, vem ganhando projeção no mercado, encontrando-se em várias regiões do país diversos tipos de construções.

Os perfis formados a frio de paredes finas ganharam grande aplicabilidade, substituindo a madeira nas construções principalmente devido aos baixos preços, a qualidade homogênea, as similaridades com o sistema de *Wood Frame*, o alto desempenho estrutural, o baixo peso, a produção em massa, a facilidade de pré-fabricação, entre outros

(DOMARASCKI; FAGINI, 2009). A Figura 58 ilustra uma edificação sendo construída utilizando o sistema *Steel Frame*.

Figura 58: Construção em *Steel Frame*.



Fonte: <http://arquitetandocomafabi.blogspot.com.br/>. Acesso em: 14.08.14

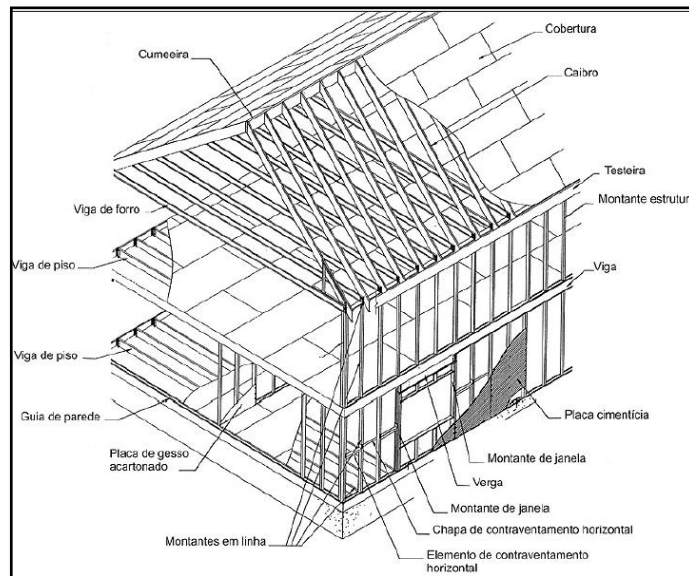
Segundo Ana Meires Jorge de Sousa e Natália T. B. Soares Martins (2009), a aplicação desse sistema permite a redução de custo através da otimização do tempo de fabricação e montagem da estrutura, pois permite a execução de diversas etapas concomitantemente, ou seja, enquanto as fundações são executadas no canteiro de obra, os painéis das paredes podem ser confeccionados na fábrica. Outra característica inerente ao sistema é a diminuição do carregamento na fundação, possibilitando um barateamento desta etapa devido ao baixo peso da estrutura metálica.

Alguns cuidados devem ser tomados para o melhor uso deste tipo de estrutura. Assim, deve-se evitar usá-la em locais com empoçamento de água, garantir a passagem de ar suficiente por todas as faces dos perfis para manter uma melhor secagem dos mesmos, prevenir a corrosão galvânica não deixando outros metais em contato direto com o aço e evitar que as peças fiquem semi-enterradas ou semi-submersas. Os projetos da construção podem usar estas estruturas aparentes ou não, em caso de estrutura aparente é preciso mais atenção aos sistemas de ligação a serem utilizados. Para garantir a funcionalidade e rapidez da obra com estrutura metálica, os sistemas de ligação devem ser compatíveis com o tipo de aço usado. Estas ligações podem ser chapas, soldadas, parafusadas ou qualquer outra desde que a resistência mecânica seja a mesma do aço o qual elas estão ligando (GUABIAÇO, [200-?]).

Quanto à estrutura, o sistema *Steel Frame* utiliza perfis dobrados a frio, e as chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95mm. O sistema *Steel Frame* é composto basicamente por três tipos de subestruturas: os pisos estruturais, as paredes estruturais e o sistema de cobertura (DOMARASCKI; FAGIANI,

2009). A Figura 59 apresenta uma ilustração básica de cada uma dessas subestruturas componentes do sistema.

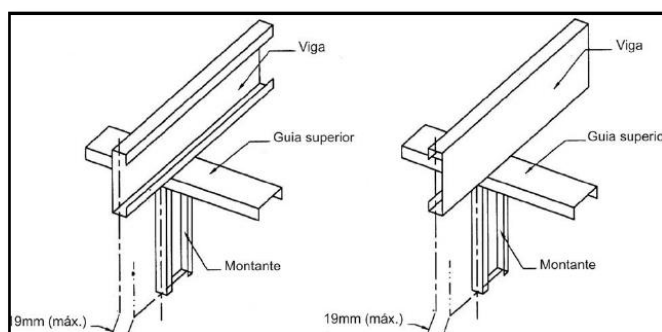
Figura 59: Subestruturas do sistema steel frame.



Fonte: DOMARASCKI; FAGIANI, 2009.

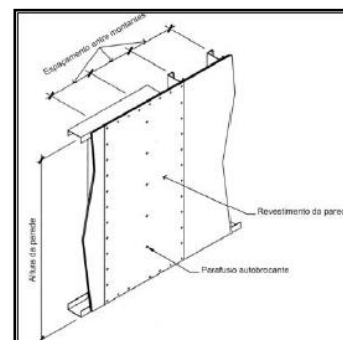
Segundo Domarascki e Fagiani (2009), as subestruturas de piso são basicamente compostas por vigas apoiadas sobre as paredes estruturais, vencendo os vãos entre elas (Figura 60). Outra subestrutura é a parede estrutural, que é basicamente composta por montantes que suportam as vigas do piso. No entanto, os detalhes construtivos para esses elementos são inúmeros, sempre ligados à arquitetura das edificações contendo aberturas de janela, portas e ventilação (Figura 61).

Figura 60: Vigas apoiadas sobre paredes centrais.



Fonte: DOMARASCKI; FAGIANI, 2009.

Figura 61: Conexão dos elementos estruturais com o revestimento.



Fonte: DOMARASCKI; FAGIANI, 2009.

Por fim, tem-se a subestrutura de cobertura. De acordo com Domarascki e Fagiani (2009), basicamente, essas subestruturas são compostas de treliças e/ou caibros vencendo os vãos de telhado. Os perfis são fixados entre si, através de parafusos autobrocantes,

compondo painéis de paredes, lajes de piso/forro e estrutura de telhado, como pode ser observado na Figura 62. Constituindo assim, um conjunto monolítico de grande resistência e apto a absorver as cargas e esforços solicitados pela edificação e agentes da natureza como vento e chuva.

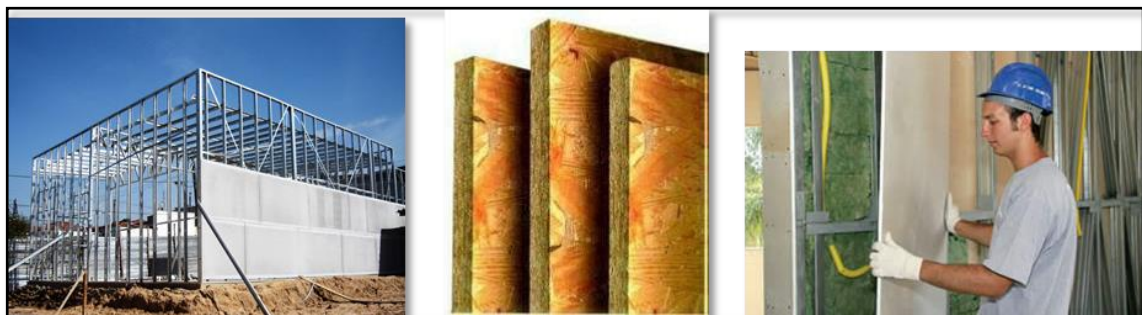
Figura 62: Construção em steel frame.



Fonte: DOMARASCKI; FAGIANI, 2009.

No que se refere ao fechamento e revestimento, atualmente, se utiliza mais três tipos de painéis: as placas cimentícias, os painéis de madeira, comercialmente denominados OSB²⁸, e as placas de gesso acartonado, conforme pode ser observadas na Figura 63 (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

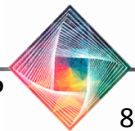
Figura 63: Fechamento com placa cimentícia, OSB, gesso acartonado.



Fonte: <http://feniximportacao.com.br/>. Acesso em: 14.08.14.

As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, desse sistema construtivo, conforme mostra a Figura 64, são as mesmas utilizadas em edificações convencionais e

²⁸ O OSB (Oriented Strand Board) é um painel estrutural de tiras de madeira orientadas perpendicularmente, em diversas camadas, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez.



apresentam o igual desempenho, não variando em razão do sistema construtivo. Assim, os materiais empregados e princípios de projeto também são os mesmos aplicados em edificações convencionais e, portanto, as considerações para projeto, dimensionamento e uso das propriedades dos materiais não divergem do tratamento tradicional nessas instalações.

Figura 64: Steel frame com instalações elétricas e hidráulicas.



Fonte: DOMARASCKI; FAGIANI, 2009.

Em relação às vantagens, Domarascki e Fagiani (2009), afirma que o *Steel Frame* reduz em 1/3 os prazos de construção quando comparada com o método convencional; o alívio nas fundações, devido ao reduzido peso e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional; desempenho acústico através da instalação da lã de rocha e lã de vidro entre as paredes e forro; facilita a manutenção de instalações hidráulica, elétrica, ar condicionado, gás; custos diretos e indiretos menores, devido aos prazos reduzidos e inexistência de perdas comuns nas construções convencionais; liberdade no projeto arquitetônico; rapidez no processo de montagem; maior aproveitamento do espaço interno; precisão construtiva.

Além disso, o aço é um material que pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem nunca perder suas características básicas de qualidade e resistência. Não por acaso, o aço, em suas várias formas, é o material mais reciclado em todo o mundo, e devido as suas características naturais, não sofre o ataque de cupins. A estrutura do telhado do sistema *Light Steel Framing* é em aço galvanizado, descartando qualquer necessidade de tratamento e despesas de manutenção. Devido à sua comprovada resistência, o aço é capaz de vencer grandes vãos, eliminando colunas e paredes intermediárias, com isso, oferece maiores espaços e confere flexibilidade na concepção e execução de projetos (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).



As estruturas metálicas podem ser demontadas e reaproveitadas com menor geração de rejeitos. É menos agressiva ao meio ambiente pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e a poluição sonora geradas pelas serras e outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

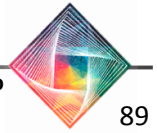
Em relação as desvantagens das estruturas metálicas, segundo Érika Murashige (2005), a corrosão e a baixa resistência do material em situação de incêndio são as mais desfavoráveis. Tanto as proteções contra corrosão quanto os revestimentos de proteção contra incêndio encarecem o preço final da estrutura.

Com base nas informações aqui relatadas, pode-se concluir que a estrutura metálica é um sistema construtivo possível de ser utilizado no projeto a ser desenvolvido, pois é bastante utilizado em construções temporárias devido a rapidez no processo de montagem, leveza, flexibilidade e maior aproveitamento do espaço interno, no entanto o maior entrave é com relação a corrosão, embora esse problema seja facilmente resolvido.

Diante da pesquisa realizada foi elaborado um quadro resumo das possíveis opções de sistema construtivo a ser utilizado na proposta arquitetônica a ser desenvolvida, levando em consideração as principais características de cada sistema:

OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

TIPO	ESTRUTURA DE MEMBRANA		ESTRUTURAS RÍGIDAS			
CRITÉRIOS	ESTRUTURA PNEUMÁTICA	TENSOESTRUTURAS	CONTAINER	PVC	MADEIRA	EST. METÁLICA
TÉCNICA	Envelope flexível esticado sob pressão exercida geralmente pelo ar. Composta por tecido e rede de cabos.	Estrutura de metal que utiliza cabos tensionados cuja cobertura é, em geral, tecido ou membrana.	Caixa em aço, alumínio ou vidro.	Perfis leves e modulares de PVC.	Madeira maciça, madeira laminada colada, sistemas de painéis estruturais.	Perfis de aço.
VANTAGENS	Vencer grandes vãos livres; baixo custo; flexibilidade de uso; facilidade de montar e desmontar; não requer muito espaço para armazenamento quando desmontado; durabilidade média de 15 anos; diversos tamanhos e formas.	Leveza; desmontabilidade; bastante resistente à tração; adaptabilidade; translucidez; variabilidade formal e geométrica; possibilidade de vencer grandes vãos com uma estrutura delgada.	Obra limpa; medida interna relativamente boa para um ambiente; São resistentes; leveza; Baixo custo; permite diversas configurações.	Construção rápida e limpa; Leveza; facilidade de montagem; resistente à intempéries, fungos e bactérias; bom isolante térmico, elétrico e acústico	Elevada resistência mecânica; durabilidade; versatilidade de uso; baixa massa específica; boa elasticidade; baixo custo; grande diversidade de tipos.	Reduz 1/3 os prazos de construção; custo de 20% a 30% por m ² inferior ao sistema convencional; liberdade de projeto; rapidez de montagem; precisão construtiva.
DESvantagens	Frequentemente incompatível a diversos terrenos; uma vez inflado a estrutura é inflexível em termos físicos; dificuldade na colocação de aberturas; risco de falha e ruptura das membranas.	Falta de conforto térmico; dificuldade de montagem de desmontagem devido a alta tecnologia tanto em termos de métodos construtivos quanto de materiais, requerendo mão de obra especializada.	Conforto térmico e acústico.	Custo, encarecendo até 20% a obra.	Material anisotrópico; limitações dimensionais; combustibilidade; deterioração; retratibilidade; vulnerabilidade.	Corrosão; baixa resistência do material em situação de incêndio.
DESMONTÁVEL	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
ARTICULÁVEL	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
RAPIDEZ NA CONSTRUÇÃO	Dependendo do tamanho da estrutura, de dois a três dias.	Áreas de 2.000 a 3.000m ² podem ser montadas em menos de duas semanas dependendo do tipo de suportes projetados.	O sistema pode ser transportado já em sua configuração construída final. Redução em 1/3 dos prazos da construção, quando comparado ao sistema convencional.	É possível montar muitos metros lineares de parede por hora.	O sistema wood frame permite construir edificações de 200m ² em 60 dias.	O sistema pode ser transportado já em sua configuração construída final. Redução em 1/3 dos prazos da construção, quando comparado ao sistema convencional
APLICAÇÕES	Quadras de tênis, piscinas cobertas, grandes câmaras frigoríficas, tendas pneumáticas, isolamento térmico, hospital militar.	Igreja, feiras livres, estádios, eventos temporários, palco de shows, etc.	Lojas, residências, bares, restaurantes, alojamentos temporários, etc.	Escolas, casas, lojas, edifícios, pavilhões industriais, etc.	Casas, igrejas, pontes, hotéis, canteiro de obras.	Edifícios de escritórios, apartamentos, residências.



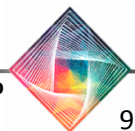
Analisando os aspectos pertinentes à escolha das estruturas, chegou-se a conclusão que um sistema combinado de estrutura de PVC e metálica para as vedações e metálica (complementada por placas cimentícias) para o piso e fundações tem as melhores características de resistência, leveza, portabilidade e desmontabilidade para as necessidades do projeto de uma estação de ciência e cultura itinerante.

ESTUDOS DE REFERÊNCIA

4. ESTUDOS DIRETOS

5. ESTUDOS INDIRETOS

PARTE II



ESTUDOS DE REFERÊNCIA

Os estudos de referência aqui apresentados têm função de auxiliar na elaboração da proposta arquitetônica de um equipamento público de uso educacional / cultural voltado para o público em idade escolar. Para tanto, foram realizados estudos diretos e indiretos em diferentes equipamentos, buscando sempre uma conexão com a temática abordada, esteja ela relacionada ao uso, ao público alvo da proposta, ao programa de necessidades, ou mesmo características formais que fossem interessantes para a elaboração do novo equipamento.

Para a realização da proposta de um anteprojeto de uma estação de ciências e cultura itinerante, foram realizados quatro estudos de referência, sendo dois estudos diretos, relacionados à funcionalidade e quatro estudos indiretos referentes ao aspecto estrutural.

4. ESTUDOS DIRETOS

No que diz respeito aos estudos diretos, foram realizadas visitas a locais previamente escolhidos com a finalidade de avaliar o ambiente construído. Estas foram documentadas através de fotos e conversas informais com profissionais que trabalham nos locais visitados. A partir disso foi feita a análise de aspectos que possam servir para o aperfeiçoamento da presente proposta arquitetônica, sendo assim, observou-se os seguintes itens: caracterização do estabelecimento, ocupação do lote e área, proposta projetual, cômodos-chave, usos e fluxos.

Como não foi encontrado na nossa região um equipamento com o mesmo uso a ser proposto e aproveitando a oportunidade de ir a São Paulo, foi possível visitar o Catavento Cultural e Educacional e o Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo (Parque Cientec) para realização dos estudos diretos. Além das visitas aos estabelecimentos citados, foi marcado um encontro com os bolsistas do PET-física do departamento de física teórica e experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para a demonstração de alguns experimentos.

4.1. CATAVENTO CULTURAL E EDUCACIONAL

- Caracterização da Instituição

Inaugurado em março de 2009 pelas secretarias de cultura e educação da cidade, o Catavento Cultural e Educacional está situado no Palácio das Indústrias (Figura 65), antiga sede da Prefeitura. Atualmente o local é administrado pela Organização Social Catavento Cultural e Educacional, sob a supervisão da Secretaria da Cultura.

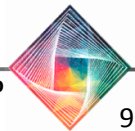


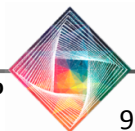
Figura 65: Palácio das Indústrias - SP.



Fonte: <http://chimbica91.files.wordpress.com/>
Acesso em: 28.07.14.

Segundo Priscila Zanganatto Mafra (2011), os principais objetivos do Catavento são: apresentar à população infantil, juvenil e, também, aos adultos, conhecimentos científicos e culturais, aprimorando o desenvolvimento sócio-cultural da população ao criar e gerir atividades culturais e educacionais que promovam o conhecimento geral, a ciência, o espírito criativo, a saúde e as boas atitudes sociais entre crianças e jovens, por meio de instalações interativas e diversificadas; desenvolver estudos e pesquisas sobre crianças e jovens; promover atividades educacionais na comunidade, em conjunto com entidades públicas e privadas, e manter intercâmbio com outras instituições que atuam no âmbito da educação, cultura e arte; e realizar, incentivar, patrocinar e promover eventos, simpósios, treinamentos, cursos e exposições, contribuindo para o desenvolvimento da infância e da juventude, despertando o interesse pela ciência e melhorando o comportamento social.

O espaço está aberto para o público de terça a domingo, inclusive aos feriados, e visitas em grupo, com mais de 12 opções de roteiros temáticos, podem ser agendadas mediante o preenchimento do formulário disponível no site oficial. Vale ressaltar que não é preciso agendar visita, mas escolas (públicas e particulares) contam com um programa especial e visita monitorada com roteiro que atenda ao currículo escolar das diferentes séries. Os ingressos custam de R\$ 3 (meia) a R\$ 6, mas aos sábados a entrada é franca. Segundo informações cedidas pelo setor administrativo do museu, o número de visitantes é alto, em média o Catavento Cultural e Educacional recebe cerca de 2.000 visitantes por dia, aproximadamente 730.000 por ano.



- Ocupação no lote/área

O Catavento está situado no Palácio das Indústrias, antiga sede da Prefeitura, no Parque D. Pedro II, no centro da cidade de São Paulo, entre a Av. do Estado e a Av. Mercúrio (Figura 66), em frente à Casa das Retortas e próximo ao Mercado Municipal.

Figura 66: Localização do Catavento Cultural e Educacional.



Fonte: Google Maps²⁹, 2011.

Nota: Reelaborado pela autora.

O entorno do Catavento Educacional e Cultural é bem servido de transporte público, localizado próximo à estação de metrô Pedro II e ao terminal de ônibus do Parque Dom Pedro II. Em relação aos acessos, o Museu é cercado por grades e apresenta duas entradas situadas na Avenida Mercúrio, uma para pedestres e outra para veículos, esta última dá acesso ao estacionamento do estabelecimento.

Durante a visita ao local foi possível perceber que a região apresenta um número considerável de moradores de rua e usuários de drogas, tornando assim o trânsito de pedestres pouco seguro.

A edificação apresenta grandes recuos, sendo boa parte deles utilizados para estacionamento e exposição. Quanto à mata vegetativa, esta se concentra em maior quantidade na orientação oeste do terreno, sendo possível também perceber um pouco ao sul e a nordeste em um pátio central da edificação.

²⁹ Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Catavento+Cultural+e+Educacional/@-23.54418,-46.627818,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x94ce58fe6597b5ab:0xb5320d52c494e282>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

- Proposta Projetual

Ao chegar ao Catavento Cultural e Educacional o visitante tem um impacto: vislumbra a opulência do 'Palácio das Indústrias', edifício onde está instalado. Essa construção histórica foi erigida durante 13 anos, de 1911 a 1924, quando São Paulo tinha apenas cerca de 100 mil habitantes, e representou um considerável esforço da Cidade.

Figura 67: Palácio das Indústrias - década de 50.



Fonte: <http://www.motocustom.com.br/>
Acesso em: 28.07.14.

Idealizado como Palácio das Indústrias - nome que na época incluía também a agricultura e a pecuária, pois São Paulo já despontava como centro de produção -, foi também Palácio de Exposições, mas com o desenvolvimento acelerado de São Paulo, passou a outros usos. Em 1947, foi cedido à Assembleia Constituinte do Estado e, mais tarde, à Assembleia Legislativa, período em que os pavilhões foram descaracterizados, através de reformas. Na década de 70 sediou a Secretaria de Segurança Pública. Passou por um processo de restaurado com projeto da arquiteta Lina Bo Bard e também funcionou como sede da Prefeitura de São Paulo de 1992 a 2004. Tombado pelo Patrimônio Histórico, atualmente, o Governo do Estado de São Paulo dedicou ao Catavento, um fim nobre e apropriado, retornando assim à sua finalidade original, exposições, agora para a educação e cultura (CATAVENTO..., [199-?]).

Aproveitando a enorme área disponível com a retificação do Tamanduateí, foi projetado por Domiziano Rossi com a colaboração dos arquitetos Ramos de Azevedo e Ricardo Severo. O edifício, destinado a abrigar exposições agrícolas, industriais e comerciais, foi construído, em estilo eclético, por iniciativa da Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado. Suas instalações, distribuídas em um pavilhão central com vários pavimentos, torres, alas e jardins interligados por galerias (Figura 68), abrigariam museus, salas para exposições, conferências e festas e, ainda, laboratórios e setor administrativo (SÃO PAULO, [entre 2006 e 2014]).

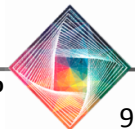
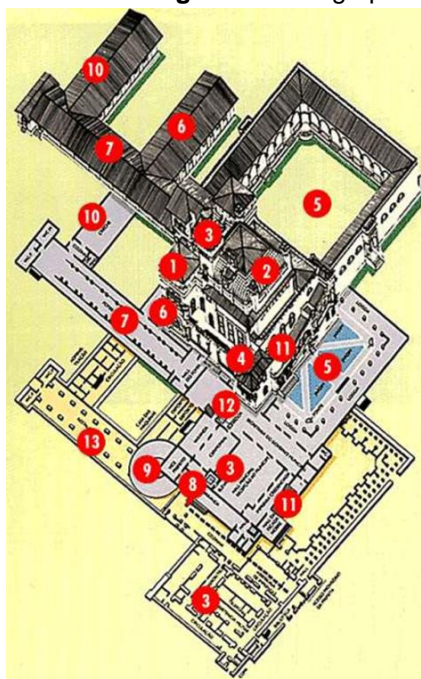


Figura 68: Antiga planta baixa do Palácio das Indústrias



LEGENDA:

ANDAR SUPERIOR

1. *Gabinete do Prefeito* - sala de trabalho e apartamento para estar, closet e banheiro. Com vista para a praça.
2. *Salão Azul* - espaço para solenidades, atos e audiências públicas. Capacidade para 110 pessoas sentadas.
3. *Torre Principal* - ostenta em sua cúpula um globo luminoso. Elevador privativo. Mirante.
4. *Conjunto de Esculturas "Progresso"* - alegoria para o trabalho na terra.

TÉRREO

5. *Claustro* - de inspiração moura, possui quatro fontes e um poço no centro dos jardins. Acesso público para passeio.
6. *Auditório* - capacidade para 450 pessoas. Cabine de cinema e tradução simultânea. Camarins subterrâneos.
7. *Foyer/Exposições* - espaço para mostras culturais.
8. *Entrada Principal* - acesso público para o hall principal, onde fica o serviço de recepção e Atendimento ao Cidadão.
9. *Fonte circular* - em frente ao gabinete do vice-prefeito e do apartamento do prefeito.
10. *Creche* - instalações e refeitório para cem crianças, filhos de funcionários.
11. *Escada Nobre* - acesso para os eventos do Salão Azul.
12. *Secretaria do Governo Municipal*.

SUBSOLO

13. *Futuro Restaurante "Cave do Palácio"* - em meio aos arcos de tijolos, que sustentam a construção, está prevista a construção de um restaurante aberto ao público com a capacidade para mil refeições/dia. À noite, transforma-se em bar e choperia.

Fonte: http://www.prodiam.sp.gov.br/pal_ind/pl_plant.htm
Acesso em: 28.07.14.

Essa construção é tombada pelo patrimônio histórico, apresenta estrutura metálica importada no seu prédio principal, que é bem visível no sótão. Utiliza tijolo aparente como principal acabamento e tem inúmeros elementos decorativos, uns ligados à produção, como touros, e outros não, como cachorros, e seteiras em vários cumes de muradas. Agregaram-se um verdadeiro claustro, e, depois, uma longa galeria, com dois anexos mantendo uma certa semelhança de estilo. A área total, incluindo varandas cobertas, é de cerca de 8.000m².

- Cômodos Chaves

As instalações do museu estão divididas em quatro seções: Uma sobre o Universo, do espaço sideral à Terra. A segunda, a Vida, do primeiro ser vivo até o homem. Segue-se o Engenho, com as criações do homem dentro da ciência. E a Sociedade, que mostra os problemas da convivência organizada do homem. Possui uma área de exposição de 4.000m² com 250 instalações que incluem um laboratório de química (Figura 69), um auditório para 180 pessoas (Figura 70), um miniplanetário e um cinema em 3D que entretém crianças, jovens e adultos de todos os gostos, pois em cada um dos ambientes, o visitante tem a possibilidade de interagir com o tema, seja com jogos eletrônicos, filmes em 3D ou exposições.

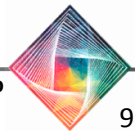


Figura 69: Laboratório de química - Museu Catavento.



Fonte: <http://www.bayerjovens.com.br/>.
Acesso em: 28.07.14.

Figura 70: Auditório - Museu Catavento.



Fonte: <http://www.visitesaopaulo.com/>
Acesso em: 28.07.14.

No nível térreo, estão localizadas as seções *Universo*, *Vida* e *Engenho*. Enquanto que no pavimento superior encontra-se a seção *Sociedade*. Esta disposição pode ser observada na Figura 71.

Figura 71: Planta Baixa Atual do Catavento Cultural e Educacional.



Fonte: CATAVENTO..., [2014?].
Nota: Editado pela autora.

Na seção “Universo”, como pode ser observada na Figura 72 e Figura 73, o espectador verá projeções, painéis e experiências sobre o sistema solar, estrelas, sobre Sol (Figura 74) e sobre o planeta Terra. Uma das principais atrações desta seção é uma balança que mostra o peso da pessoa nos 8 planetas do Sistema Solar. No miniplanetário,

observam-se constelações como o Cruzeiro do Sul. Além disso, os visitantes podem tocar ainda um pedaço de meteorito de 8 quilos que teria 4,5 bilhões de anos. Há também um espaço voltado para as paisagens terrestres com uma maquete que mostra o relevo e a vegetação do planeta Terra.

Figura 72: Seção Universo.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 73: Vista da seção Universo.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 74: Representação do Sol.



Fonte: Acervo Próprio da autora, 2014.

Figura 75: Espaço sobre Astronomia.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Na seção Vida (Figura 76), temas como biomas (Figura 77) e diversidade, fotossíntese, teoria da evolução, corpo humano e genoma humano, vacinas, entre outros estão expostos. Para as crianças, essa seção apresenta como atrações principais um aquário que abriga o peixe palhaço (Figura 78), que constantemente é lembrado pelos monitores como sendo o peixe do filme “Procurando Nemo”, o terrário de bichos-paus e o quadro com 700 borboletas da Amazônia (Figura 79). Já os adolescentes vão se entreter com os games que identificam os cantos dos pássaros. Os adultos provavelmente terão interesse nas réplicas do corpo humano e nos vídeos sobre Darwin. Neste ambiente há um painel sobre Darwin e a evolução das espécies, além da abordagem do desenvolvimento de vacinas com o veneno de cobras. O espaço reservado para o Genoma Humano (Figura 81) expõe a evolução das pesquisas e foi concebido com o apoio da Faculdade de Medicina da USP. Os usuários podem visualizar as células por meio de microscópios.

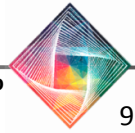


Figura 76: Seção “Vida”.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 77: Sala com exposição sobre biomas.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 78: Aquário da seção "Vida".



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 79: Quadro com borboletas.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 80: Árvore da vida.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 81: Exposição sobre células e genoma.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Na visita ao local foi possível perceber que a seção “Engenho” é onde as crianças mais interagem e passam a maior parte do tempo (Figura 82, Figura 83, Figura 84). O público brinca com os experimentos de Física e aprende os princípios da Mecânica, Som, Óptica, Eletromagnetismo, Calor, entre outros. Neste ambiente os experimentos estão distribuídos de acordo com o conteúdo abordado como pode-se observar na

Figura 86. Dentre as diversas atrações desta seção tem a bicicleta que marca a quantidade de energia gerada de acordo com a rapidez com que se pedala (Figura 85), um

balão que sobe com o calor (Figura 87), o gerador de energia estática que faz os cabelos ficar em pé (Figura 88), dentre outras.

Figura 82: Seção "Engenho".



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 83: Experimentos de Ilusão de óptica.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 84: Experimentos da seção "Engenho".



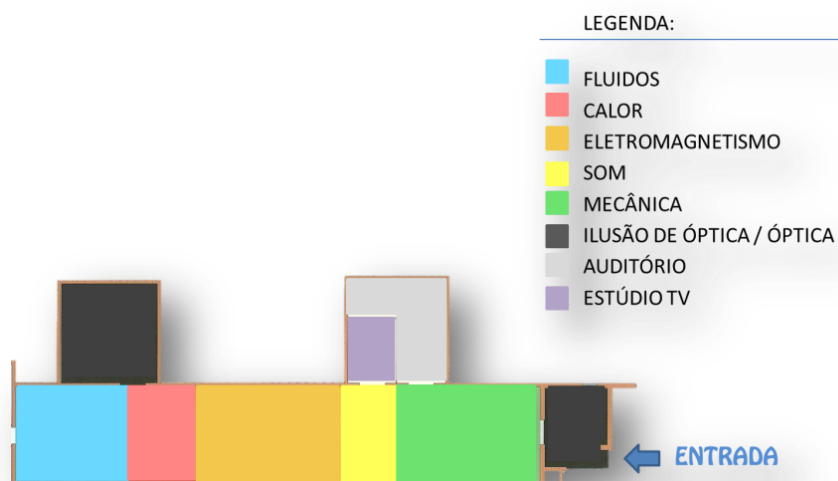
Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 85: Experimento da bicicleta.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 86: Zoneamento da seção "Engenho".



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

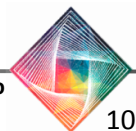


Figura 87: Balão - experimento sobre calor.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

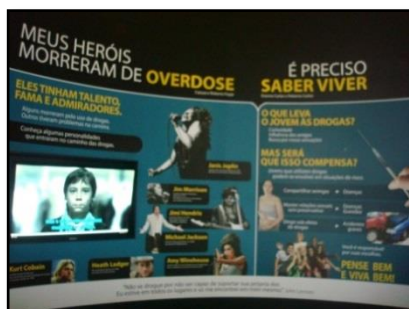
Figura 88: Experimento sobre eletromagnetismo.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Por fim na seção Sociedade, temas como política, história, nanotecnologia, química e suas aplicações no dia a dia, sustentabilidade, preservação do Meio Ambiente, Passeio Digital (tecnologia 3D), Estúdio de TV, doenças, sexualidade, drogas e educação são abordados. Nesta seção é dado um enfoque mais crítico aos fatos histórico-sociais. Há vídeos que narram estes acontecimentos e jogos interativos. No espaço sobre educação personalidades como Anísio Teixeira tem sua trajetória brevemente tratada em vídeo. Há também o espaço reservado à Nanoaventura, que por meio de jogos ensina ao público conceitos de Nanociência e de Nanotecnologia. No ambiente sobre drogas, há um imenso mural com personalidades que foram vítimas do consumo de álcool, substâncias entorpecentes e medicamentos, como Michael Jackson e Amy Whitehouse (Figura 89). É possível perceber que a exposição sobre os efeitos dessas substâncias é plenamente abordada, sobretudo, porque o público que frequenta o Museu é majoritariamente formado por adolescentes. As questões ambientais também são tratadas no espaço *Preservando a Terra*, no qual o público pode aprender sobre os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente em grandes painéis e vídeos. Uma das principais atrações desta seção é a parede de escalada (Figura 90). No alto, há imagens de grandes nomes da história, que, ao serem tocadas, disparam uma gravação revelando trechos de sua biografia.

Figura 89: Painéis sobre drogas.

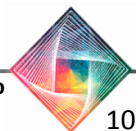


Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 90: Parede de escalada.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.



No jardim fora do prédio ainda é possível conferir as atrações da Fundação Museu da Tecnologia de São Paulo, que teve seu acervo transferido para o Catavento no início de 2011. Dentre os 36 objetos de pequeno e grande porte, as principais atrações, como podem ser vistas na Figura 91 e na Figura 92 são a locomotiva Dübs (fabricada em 1888 na Inglaterra) e o avião DC-3 (1936) que foi utilizado como cargueiro militar na Segunda Guerra Mundial. Além das exposições, 1.000m² são exclusivos da Unidade de Aperfeiçoamento do Professor, espaço que visa aprimorar o ensino de ciências, atendendo objetivos da Secretaria de Educação do Estado e do Catavento.

Figura 91: Locomotiva no exterior do museu.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 92: Exposição externa.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

- Usos e fluxos

Como pode ser visto na Figura 93, o edifício apresenta uma entrada principal, pela varanda frontal, e uma entrada para grupos, pela varanda lateral, ambas irão dar acesso a recepção / bilheteria, onde é possível comprar os ingressos. O início da visita ocorre pela seção Universo, porém os ambientes são todos interligados. Um Hall central direciona o usuário para o ambiente do “planeta terra” ou “biomas”. O acesso ao pavimento superior se dá pela escada localizada na lateral do prédio ou elevadores para portadores de necessidades especiais. Existe um acesso restrito para a área administrativa, onde só é permitida a entrada de componentes do corpo funcional do estabelecimento.

A seção Vida dá acesso a lanchonete que possui um espaço com mesas, porém o número não é suficiente para a quantidade de usuários. Além disso, por ser o único local destinado à alimentação, apresenta grandes filas, comprometendo assim o tempo destinado à visita.

Além das salas de exposições, o Catavento Cultural e Educacional também promove workshops, palestras, bate-papos e apresentações teatrais, sempre relacionados ao tema do conhecimento, da ciência e da tecnologia.

Figura 93: Acesso e fluxos do Catavento Cultral e Educacional.



Fonte: CATAVENTO..., [2014?].

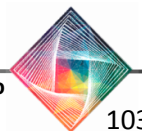
Nota: Editado pela autora.

- Aspectos Complementares

Quanto a segurança contra incêndios, há extintores espalhados em pontos estratégicos. A respeito da acessibilidade para deficientes, há elevadores que conduzem para o pavimento superior, onde encontra-se a seção Sociedade. As placas explicativas também são escritas em braile para que os deficientes visuais possam compreender as exposições. Além disso, a Secretaria de Estado da Cultura de São Paulo criou um roteiro específico para atendimento a pessoas com deficiências físicas, intelectuais, visuais e auditivas, com adaptação do conteúdo abordado a cada tipo de necessidade. Segundo Aline Campana, gerente de visitação do Catavento, a ideia é que as pessoas que têm deficiência recebam atenção de acordo com as circunstâncias, para que possam fazer parte do todo. O objetivo é inseri-las no contexto do Catavento e possibilitar que elas usufruam de todas as possibilidades que o espaço oferece.

Com relação à comunicação visual dos espaços, o museu é muito bem sinalizado. Todos os experimentos apresentam painéis explicativos, além disso, é muito fácil se localizar dentro do museu através da sinalização. Os andares apresentam grandes banners com um mapa das instalações, sendo possível ver onde o usuário se encontra e por onde ele pode continuar a visita.

Algumas instalações são autoexplicativas, outras necessitam da ajuda de monitores que interagem nas atividades, organizando jogos, demonstrando experimentos,



manipulando engenhocas, organizando o cinema 3D, complementando a experiência do aprendizado com simpatia e competência.

Em relação aos ambientes foi possível perceber o uso constante das cores fortes como forma de atrair a atenção das pessoas. Quanto aos mobiliários, percebe-se a utilização de *puffs*, os quais são distribuídos em algumas salas permitindo assim que o usuário possa sentar para apreciar a exposição ou até mesmo descansar para continuar a visita ou esperar as crianças enquanto elas se divertem.

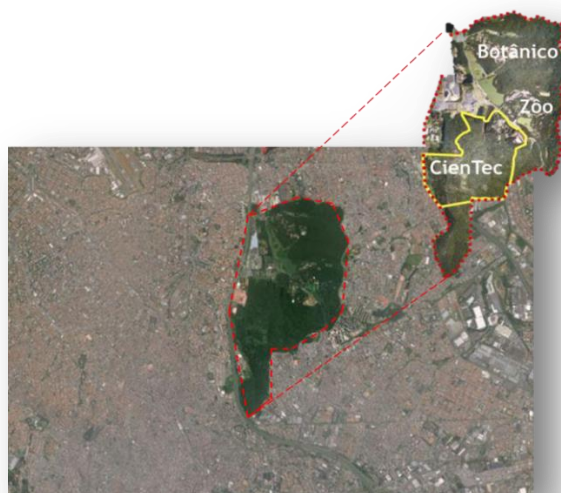
Em visita *in loco* pôde-se perceber que tanto o prédio quanto os ambientes internos estão bem conservados e a exposição é muito bem organizada.

4.2. PARQUE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

- Caracterização do estabelecimento

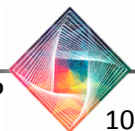
O Parque de Ciências e Tecnologia da Universidade de São Paulo (Parque CienTec) está situado dentro do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, conhecido como Parque do Estado, junto ao Jardim Botânico, ao Jardim Zoológico, e ao Observatório de São Paulo, na Zona Sul do município de São Paulo/SP. Localizado na Avenida Miguel Stéfano, 4.200 no bairro Água Funda, na zona sul de São Paulo (Figura 94).

Figura 94: Localização do Parque Cientec.



Fonte: Google Maps³⁰, 2014
Nota: Reelaborado pelo autor, 2014.

³⁰ Disponível em: <<https://maps.google.com.br/maps?t=h&ll=-23.648936,-46.6195454&spn=0.0226721,0.0330012&cid=4321782438837974745&q=Parque+de+Ci%C3%AAnci+a+e+Tecnologia+da+USP&output=classic&dg=opt>> . Acesso em: 02 ago. 2014.

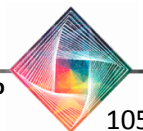


No coração da metrópole de São Paulo, o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), apresenta 543 hectares de mata atlântica preservada, sendo cerca de 1/3 desse patrimônio natural pertencente à Universidade de São Paulo (USP). Essa área de 141 hectares foi sede do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) durante quase 30 anos, até que em 14 de dezembro de 2001 o magnífico reitor da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. Adolpho José Melfi, oficiou a criação do Parque de Ciência e Tecnologia da USP, órgão vinculado à pró-reitoria de cultura e extensão universitária (MANTOVANI; MASSAMBANI, 2004).

Segundo Marta Silvia Maria Mantovani e Oswaldo Massambani (2004) o objetivo do Parque CienTec é participar do desenvolvimento sócio-econômico do país, divulgando a ciência e a tecnologia junto à população de forma descontraída, divertida e interessante, visando despertar nos mais jovens a vocação em seus mais variados temas; desmistificar o fantasma dos conceitos científicos abstratos e de seus simbolismos utilizando uma linguagem simples e exemplos do cotidiano. Promover a conscientização para o respeito pela natureza, em toda sua plenitude, reconquistando os valores esquecidos. Desta forma, sua principal missão é promover o reconhecimento, a valorização e a preservação do patrimônio cultural científico da Universidade de São Paulo, por meio da articulação entre sociedade, cultura, ciência e tecnologia, garantindo acessibilidade e sustentabilidade ambiental. Assim, oferece entretenimento educativo para crianças, jovens e adultos, por meio de diferentes passeios, demonstrações e experiências.

O Parque CienTec é aberto para escolas agendadas e visitantes em geral e para pesquisadores que queiram realizar trabalhos de campo em diversas áreas, como astronomia, meteorologia, educação, ecologia, entre outras.

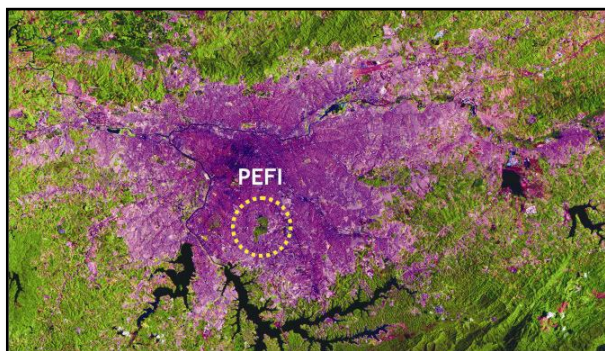
Seu funcionamento ocorre de segunda a sexta das 8:30h às 17:00h e aos sábados das 9:00h às 16:00h. Em caso de grupos com mais de 15 pessoas, deve-se agendar o horário com o setor responsável do Parque. Os grupos espontâneos também podem visitar o parque, sem necessidade de agendamento. Em relação ao quadro de funcionários, o estabelecimento apresenta dois funcionários no setor da direção, três no setor administrativo, seis no setor educativo / cultural, três no setor financeiro e quinze no setor operacional, além dos monitores que são responsáveis por guiar e auxiliar os visitantes. De acordo com João Sidor, chefe de serviços operacionais, atualmente existem cerca de 30 monitores, os quais são alunos de diferentes cursos da Universidade de São Paulo.



- Ocupação lote/área

O Parque CienTec está localizado no interior do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), um parque urbano com cerca de 540 hectares, totalmente inserido na mancha metropolitana, como pode-se observar na Figura 95. Em seu entorno se encontram bairros habitacionais, como Jabaquara e Água Funda, e outros municípios, como São Bernardo e Diadema.

Figura 95: Mancha urbana da metrópole de São Paulo.



Fonte: MASSABKI, 2012.

É responsável por mais de 10% das áreas verdes da capital paulista. Apresenta situação bastante diferenciada em relação aos demais parques do País, pois é na verdade composto por diversas instituições: Parque de Ciência e Tecnologia da USP, Instituto de Botânica (e Jardim Botânico), Zoológico, Secretaria da Agricultura, Hospital Psiquiátrico, Centro de Exposições Imigrantes, Centro de Esporte, Cultura e Lazer, integrados, para sua gestão, no Conselho de Defesa do PEFI (CONDEPEFI).

Um quarto de toda a área pertence ao CienTec – são 141 hectares, das quais cerca de 120 são de mata. Segundo Paulo Henrique Bernardelli Massabki (2012) é uma área bastante problemática, com grandes pressões de invasão e degradação na sua fronteira sul, através do lançamento de esgoto e entulho, da construção de sub-habitações, do plantio de hortas e da realização de atividades ilegais como consumo de drogas e rituais com sacrifício de animais.

Os 21 hectares antropizados estão classificados no Plano de Manejo - em vigor desde 2008 - como “Zona de Patrimônio Histórico e Cultural” (SÃO PAULO, 2008, p. 5). Da área de mata, aproximadamente metade está na “Zona Primitiva”, e a outra metade se insere na “Zona de Recuperação”.

O parque apresenta edifícios históricos, da década de 1930 e 40, para os quais existe um projeto de restauro. Estes não são uma simples série de edifícios semelhantes,

mas um conjunto no qual os prédios estão relacionados entre si segundo determinados critérios.

De acordo com Mantovani e Massambani (2004, p. 14), os edifícios foram construídos sobre um sítio elevado, alguns na parte mais alta, outros ao seu redor, sempre obedecendo a determinados critérios geométricos, desta forma, foram organizados segundo um traçado regulador (Figura 96). As edificações foram divididas em duas áreas distintas: uma destinada aos laboratórios e outra para atividades de apoio. A área de laboratórios foi instalada no ponto mais alto, ao redor de uma figura geométrica retangular plana, com o caráter de uma plataforma. Ao seu redor, tangenciando a linha externa, foram erguidos os edifícios para instalação dos telescópios, com suas cúpulas e abóbodas com cobertura metálica e com partes móveis, para passagem dos instrumentos. Os prédios foram implantados de forma que tinham apenas uma única face reta, voltada para a plataforma, no mesmo nível desta, dispendo-se as outras faces em planos mais baixos. Ao mesmo tempo, os edifícios foram alinhados segundo os pontos cardeais, sendo o acesso do conjunto voltado para o norte.

Na Figura 96 pode-se observar na imagem da esquerda, o projeto original da implantação do parque, cujo traçado regulador é bastante evidente. Na imagem do centro, a foto aérea do conjunto concluído. E a imagem da direita, uma foto aérea de 2002, com a inclusão de edifícios construídos ao longo da ocupação da área.

Figura 96: Evolução da implantação, desde o projeto até os dias atuais.



Fonte: MASSABKI, 2012.

Na área das atividades de apoio foram construídos dois edifícios. O maior deles é destinado a administração. O outro foi destinado de início às acomodações do diretor, que deveria residir no local, por se tratar de um bairro longe da cidade e ser necessário trabalho noturno. Havia ainda dois edifícios de menor porte, com o mesmo caráter e outros mais afastados, de apoio às atividades de manutenção e operação, como oficinas, residências de

funcionários, etc. Mas estes últimos não se integravam ao traçado regulador, que organizava apenas os locais de atividades mais importantes, onde as obras recebiam tratamento arquitetônico mais apurado. Além destes havia ainda o conjunto da portaria, com alojamento e estruturas monumentais para os portões (Figura 97 e Figura 98).

Figura 97: Conjunto das edificações.



Fonte: MANTOVANI; MASSAMBANI (2004).

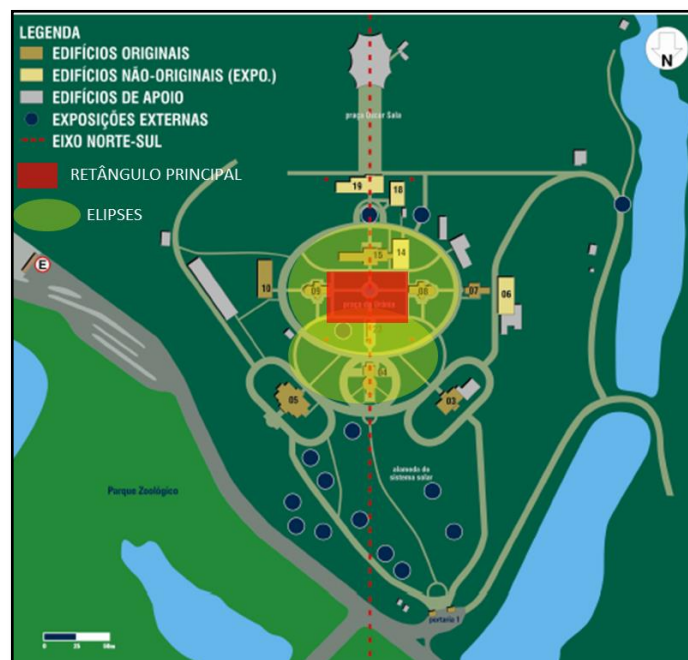
Figura 98: Maquete do Parque Cientec.



Fonte: Acervo Próprio da autora, 2014.

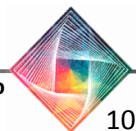
As vias de acesso formavam outro desenho geométrico, obedecendo a um traçado regulador, baseado em uma grande elipse, que organizava os dois edifícios principais da área da administração e uma outra elipse incompleta, mais ao fundo, como pode ser visto na Figura 99. Essas elipses, por sua vez, foram traçadas com base nos eixos reguladores do retângulo principal, na parte mais alta.

Figura 99: Implantação do Parque Cientec.



Fonte: MASSABKI, 2012.

Nota: Editado pela autora, 20014.



Este conjunto era ainda balizado por algumas pirâmides, alinhadas com os eixos de observação dos telescópios das partes dos laboratórios dos lados leste e oeste, norte e sul, com cobertura em abóbadas, de tal maneira que, em orifícios retangulares, nas partes mais elevadas de seus corpos, permitiam a aferição dos instrumentos, em linha horizontal. Desse modo, com o traçado definido, todos os grupos de edificações estavam integrados, segundo determinados critérios geométricos.

- Proposta Projetual

O complexo do observatório astronômico de São Paulo, idealizado e projetado pelo engenheiro Alypio Leme de Oliveira, desenvolvido segundo a linguagem art-déco³¹, mereceu o reconhecimento do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico e Artístico, Arqueológico e Turístico da Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo (CODEPHAAT).

Segundo Mantovani e Massambani (2004, p.22) os edifícios foram projetados segundo uma linguagem arquitetônica coerente, de modo a formar um conjunto. A linguagem arquitetônica adotada era a do art-déco (Figura 100), que entrou em uso mais frequente em São Paulo nos anos 30, como uma simplificação da arquitetura moderna, evidenciando o uso do concreto armado. No caso do IAG, o uso do concreto era mais destacado, pela presença de lajes planas em partes das coberturas, para permitir observações astronômicas.

Figura 100: Exemplo de Arquitetura art-déco.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 101: Vista do interior do Parque.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

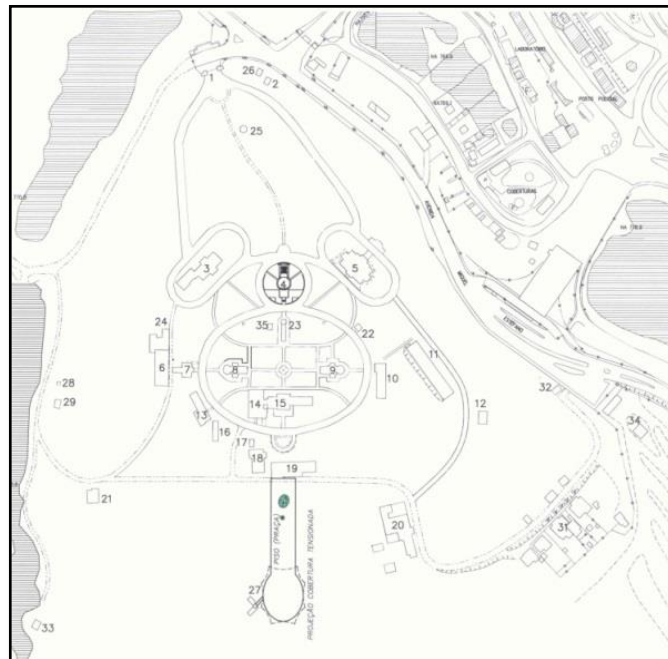
A geometrização, característica do art-déco, era reforçada pelo destaque dado às formas das cúpulas e abóbadas (Figura 101), destinadas a abrigar os equipamentos

³¹ Movimento popular internacional de *design* que durou de 1925 até 1939, afetando as artes decorativas, a arquitetura, *design* de interiores e desenho industrial, assim como as artes visuais, a moda, a pintura, as artes gráficas e cinema. Este movimento foi, de certa forma, uma mistura de vários estilos (ecletismo) e movimentos do início do século XX, incluindo construtivismo, cubismo, modernismo, bauhaus, *art nouveau* e futurismo.

técnicos, nas bordas da plataforma central. Essas partes eram construídas com estruturas de madeira e recobertas com elementos metálicos, o que as destacava ainda mais fortemente, quando vistas à distância.

A Figura 102 mostra a localização dos edifícios, os quais estão numerados para melhor identificação.

Figura 102: Localização dos edifícios.



Fonte: Acervo do Parque Cientec.

O edifício 01 funciona como portaria; o edifício 03 é a antiga residência do diretor que, com o projeto de restauro, provavelmente será adaptado internamente, transformando-se em alojamento para pesquisadores ou visitantes; o edifício 04 teve sua cúpula original removida, mas uma nova cúpula já foi refeita, semelhante a anterior, restaurando a sua forma original. Consideradas suas dimensões (quase 10 metro de diâmetro), decidiu-se adaptá-lo para a instalação de um planetário, de acordo com o programa (Figura 103).

Figura 103: Edifícios 01, 03 e 04 do conjunto do Parque Cientec



Edifício 01 - Portaria

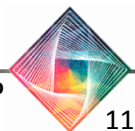


Edifício 03 - Residência do Diretor



Edifício 04 - Planetário

Fonte: Acervo do Parque Cientec / Acervo próprio da autora, 2014.



O edifício 05 (Figura 104) é o prédio da administração, é o que está mais bem conservado. Por suas características mais refinadas, deverá ser destinado a usos semelhantes aos originais, que não levem a desgaste. O edifício 07 (Figura 105) será reconstituído em sua forma original na parte da frente, conservando um anexo na parte dos fundos, construído no passado para melhorar sua estabilidade. A parte superior será usada como refeitório e vestiário para os funcionários. Já a parte inferior, como oficina de montagem de exposições.

Figura 104: Edifício 05 – Administração.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 105: Edifício 07 – Exposições.

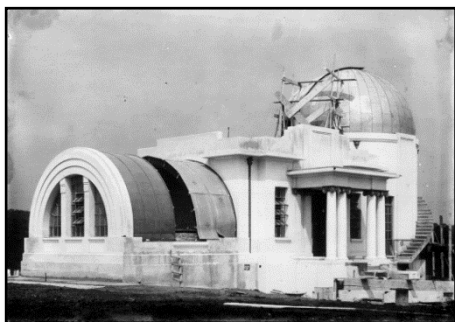


Fonte: Acervo do Parque Cientec.

O edifício 07 será reconstituído em sua forma original na parte da frente, conservando um anexo na parte dos fundos, construído no passado para melhorar sua estabilidade. A parte superior será usada como refeitório e vestiário para os funcionários. Já a parte inferior, como oficina de montagem de exposições.

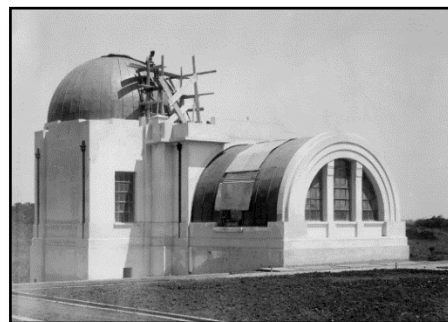
Os edifícios 08 e 09 (Figura 106 e Figura 107) são quase idênticos, um deles conserva a cúpula com seu telescópio. Em ambos, as abóbodas estão com avarias e devem ser restauradas ou refeitas. A previsão é que sejam usadas como locais de pequenas exposições e projeções de vídeos sobre assunto científicos e tecnológicos. Pelo menos em um deles, com condições ambientais mais favoráveis, poderá ser instalada uma videoteca, para atender à demanda e permitir a guarda de cópias de vídeos e CD-ROOM que são produzidos com frequência em São Paulo e tendem a se dispersar.

Figura 106: Edifício 08.



Fonte: Acervo do Parque Cientec.

Figura 107: Edifício 09.



Fonte: Acervo do Parque Cientec.

O edifício 10 (Figura 108), Bernardo Clauzet, será reconstituído com a forma original, sendo adaptado para um auditório. Já o edifício 15 (Figura 108) foi o que mais sofreu com as reformas do passado, alterando completamente sua parte interna, por este motivo optou-se por localizar aí a parte de recepção aos visitantes, bem como os sanitários e a lanchonete, para atender ao público, pois sua posição no conjunto fica mais próxima ao acesso para o estacionamento. Por fim, o edifício 23, cuja cúpula foi removida para a instalação de uma antena, será reconstruído.

Figura 108: Edifícios 10, 15 e 23 do conjunto do Parque Cientec.



Edifício 10 - Auditório



Edifício 15



Edifício 23

Fonte: Acervo do Parque Cientec / Acervo próprio da autora, 2014.

- Cômodos-Chave / Atividades Realizadas

Neste caso, podem ser considerados como cômodos-chaves as áreas destinadas à realização de atividades, um deles é o planetário digital, instalado em uma sala com cinquenta lugares, sendo dois deles para pessoas com necessidades especiais. Em sua programação, o Planetário tem projeções importadas traduzidas para o português, além de produções próprias.

Um dos edifícios do Parque CienTec abriga a exposição de física, que conta com mais de quarenta aparatos interativos para demonstrações (Figura 109), os quais são operados pelos visitantes acompanhados pelos mediadores. Os aparelhos maiores, como o giroscópio humano (Figura 110) e a concha acústica, estão distribuídos pelos jardins do CienTec. Os menores, apelidados de brinquedos de física, estão concentrados em um prédio próprio. Um fato interessante destes brinquedos de física é que eles são transportados para exposições em outros lugares, geralmente escolas, e o móvel que ficam expostos são os mesmos que os transportam, um baú de madeira com dimensões específicas para cada experimento.

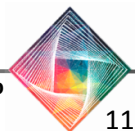


Figura 109: Exposição de física.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 110: Giroscópio.



Fonte: <http://www.panoramio.com/>

A Exposição Interativa de Matemática, situada em outro edifício do Parque (Figura 111), é uma réplica da exposição francesa *Maths 2000* (*Museu Cité des Sciences et l'Industrie La Villete*, Paris) e completada com apoio do Instituto de Matemática e Estatística da USP, com cerca de cem experimentos interativos, que exploram os fundamentos da matemática com abordagens para todas as idades. Os experimentos ficam espalhados em mesas, sendo que cada mesa aborda conteúdos com nível de complexidade diferente, atendendo a todas as faixas etárias. Segundo um dos monitores da exposição, os usuários se divertem bastante e ficam entretidos com os experimentos. Em relação ao mobiliário, cada mesa possui um painel explicativo sobre o conteúdo dos experimentos, plaquinhas explicativas sobre o seu funcionamento e dois bancos que podem ser movidos para formar diferentes arranjos, de acordo com a dinâmica de cada grupo, sendo assim os usuários ficam bastante à vontade.

Figura 111: Exposição de matemática.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

A Alameda Solar é uma instalação ao ar livre, entre a portaria principal do Parque CienTec e o Planetário. Consiste no conjunto de esculturas artísticas ilustrativas que representam o Sistema Solar completo, a Lua, a Terra em três períodos geológicos diferentes. É oferecida aos alunos do ensino fundamental, médio e também ao público em geral.

Figura 112: Alameda solar.



Fonte: <http://www.usp.br/espacoaberto/>. Acesso em: 28.07.14.

No Espaço Geofísica é possível descobrir porque a Terra é um planeta vivo. Através de palestras pode-se conhecer a estrutura interna do planeta, terremotos, vulcões, descobrir como os continentes se deslocam, o que é geofísica e um breve relato das atividades desenvolvidas pelo geofísico. A atividade é voltada para alunos a partir da 5ª série, universitários e público em geral.

Além dessas atividades, o Parque CienTec oferece observações astronômicas noturnas às quartas-feiras à noite, em luneta Zeiss e em telescópios portáteis modernos, acompanhadas por astrônomo (Figura 113). Durante o dia, o Parque oferece observações de manchas solares em equipamentos portáteis e na luneta Zeiss.

Figura 113: Observações astronômicas.



Fonte: <http://transformandocidadao.com.br/>. Acesso em: 28.07.14.

A nave espacial virtual é uma atividade especialmente voltada para o público infantil. Os pilotos controlam a nave em estações de comando, enquanto observam projeções 3D de filmes e jogos interativos. A Gruta Digital é uma sala de projeção 3D, que proporciona sensação de imersão, com filmes voltados principalmente à astronomia.

O Parque abriga ainda a estação meteorológica mais antiga em atividade no Estado de São Paulo, onde os visitantes entram em contato com a meteorologia e conhecem um

importante acervo de equipamentos e registros históricos (Figura 114). O museu de Meteorologia também abriga peças, fotos e curiosidades, como um tijolo deformado que foi atingido por um granizo.

Figura 114: Estação meteorológica.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 115: Museu de meteorologia.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Algumas das nascentes do Riacho do Ipiranga estão na área de mata do Parque CienTec e abastecem um lago artificial, na área do mesmo. Esta riqueza permite discutir o ciclo da água e a importância da qualidade desta e de seu uso racional. Além disso, Nas trilhas na mata, os visitantes podem entrar em contato com a natureza e conhecer a biodiversidade local.

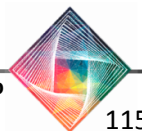
O laboratório de ótica consiste em uma oficina em que é mostrado o princípio da formação de imagens por refração utilizando experimentos simples que visam o entendimento da formação de imagens pelo olho humano. Desta forma, através de uma experiência é possível o usuário fazer fotografias usando apenas uma lata furada e papel fotográfico.

Na parte externa do parque há equipamentos interativos para demonstrar a conversão de energia solar, eólica, hidráulica e mecânica em energia elétrica e calor.

- Usos e fluxos

O parque CienTec apresenta um único acesso, tanto de pedestres quanto de veículos. Em seu interior há estacionamento para veículos, o mesmo é compartilhado com o Zoológico. Ao adentrar o parque, o usuário pode circular livremente pelos caminhos e áreas verdes e visitar os edifícios com as exposições, fazendo assim seu próprio roteiro. No entanto, como o parque é muito grande, para não se perder, é sempre recomendado o auxílio de um funcionário.

Alguns lugares são restritos, só podendo ter acesso junto a um monitor, é o caso da estação meteorológica (cercado), onde os equipamentos estão em constante funcionamento, sendo assim, não é permitida a entrada de visitantes.



Para a realização das atividades no espaço geofísica exige-se a presença de dois professores ou monitores, assim como na astronomia. Em relação às trilhas, há dois roteiros regulares. A Trilha Educativa, que contorna o lago e a Trilha do Reflorestamento, mais longa que leva até trechos de mata primária.

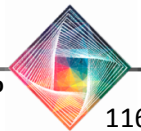
- Aspectos Complementares

Quanto à segurança contra incêndios, há extintores espalhados em pontos estratégicos. A boa sinalização visual de um estabelecimento é aquela que permite o usuário se localizar com facilidade. No entanto, quanto a este aspecto, foi possível perceber algumas placas de sinalização, porém não muito claras, principalmente devido a enorme área que o parque abrange, deixando assim o usuário perdido. Desta forma, seria interessante uma melhor sinalização. Na exposição de matemática as experiências apresentavam painéis com o nome da experiência e explicações, já na exposição de física, não foi possível verificar isso, desta forma, a explicação do experimento fica a cargo apenas do monitor. Além disso, no trajeto de ida ao parque percebeu-se pouca sinalização indicando como chegar ao local.

O Parque CienTec ainda é desconhecido pelo público e pouco divulgado, mesmo estando bem em frente ao zoológico, local bastante visitado, ainda é considerado um ambiente tranquilo. Como a visita ao local foi realizada durante o período de férias escolar o parque estava muito calmo, e alguns prédios encontraram-se fechados. Outros foram possíveis ser abertos para a realização do estudo de referência. Além disso, na exposição de matemática percebeu-se que os experimentos estavam desordenados, cujas plaquinhas explicativas encontravam-se trocadas nas mesas, não correspondendo ao respectivo experimento.

O Parque CienTec oferece ônibus às escolas para proporcionar a visita ao local, uma vez que, um fator que condicionava a ida dos alunos ao parque era a falta de recursos para aluguel do transporte. Além disso, o parque tinha um programa de ciência móvel, mas segundo informações dos funcionários este não existe mais. Não foi possível obter mais informações a cerca deste programa, pois a pessoa responsável encontrava-se de férias no dia da visita.

Em relação às edificações notou-se que elas encontram-se bastante deterioradas. Segundo João Sidor, chefe de serviços operacionais e responsável pelo acompanhamento da visita, isso é bastante visível, porém, ainda não foi solucionado devido às questões burocráticas que envolvem um processo de restauração.



4.3. REFLEXÕES ACERCA DOS ESTUDOS DIRETOS

Tanto no Parque CienTec quanto no Catavento Cultural e Educacional foi possível perceber um grande número de experimentos que podem ser transportados. Desta forma, foi feito um quadro (Apêndice A) listando os experimentos encontrados nos dois estudos. O quadro apresenta o nome do experimento, estudo de referência no qual foi encontrado, o conteúdo abordado, a descrição, se é desmontável ou não e o seu porte. O porte foi classificado como pequeno, médio e grande: os de pequeno porte são aqueles possíveis de expor em cima de uma bancada; os de médio porte são em sua maioria desmontáveis; e os de grande porte são os maiores e não desmontáveis. A elaboração deste quadro ajudará a escolher quais serão utilizados na proposta arquitetônica. Embora os dois estudos apresentem um tamanho muito maior do que será proposto, estes foram importantes para compreender o funcionamento de um museu de ciências e tecnologia e auxiliar na definição do programa de necessidades e pré-dimensionamento.

Durante a visita ao espaço Catavento, por ser muito mais frequentado do que o Parque CienTec, uma das coisas que mais chamou a atenção foi ver as crianças empolgadas e se divertindo com os experimentos, fazendo novas descobertas.

Por fim, foi possível perceber que manter um equipamento para este fim não é tão simples, requer alguns cuidados especiais além de ser bastante oneroso, sendo essencial a existência de parcerias com organizações interessadas, sejam elas públicas ou privadas. Esta constatação evidencia a justificativa de utilizar uma estrutura itinerante apresentada no início do trabalho.

5. ESTUDOS INDIRETOS

Os estudos indiretos foram realizados através de informações disponíveis em revistas e sites da internet virtualmente. Foram escolhidos quatro estudos nos quais foram avaliados principalmente os aspectos estruturais para poderem ser aplicados no projeto.

5.1. CUBO MÁGICO

O Cubo Mágico foi a proposta ganhadora do concurso *Circuito Culturarte 2009*, promovido pela Pró-reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis (Proex) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em parceria com o curso de Arquitetura e Urbanismo. “Baixo custo”, “flexibilidade de montagem” e “integração com o entorno” eram as três premissas base do concurso para um espaço multiuso para Universidade de

Uberlândia. Os criadores do projeto foram estudantes do terceiro período da Universidade e a arquiteta Mairla Melo.

De acordo com Simone Sayegh (2012) o projeto consiste em uma estrutura cúbica metálica e articulável, de medida padrão que pode apresentar diferentes configurações para atender a programas específicos, neste caso, deveria atender a apresentações musicais e de teatro, exposição de obras e projeções de imagens (Figura 116).

O módulo básico (Figura 117) possui dimensões de 3 m x 3 m x 3 m, construído em perfis de aço do tipo "I" de 7,5 cm x 16 cm nas vigas, e do tipo "caixa" de 10 cm x 10 cm nos pilares. A escolha do material da estrutura deveu-se ao menor desgaste do metal nas montagens e desmontagens sucessivas - ainda que, hoje, o grupo tivesse optado por estruturas mais leves, como as de alumínio (SAYEGH, 2012, p. 32).

Figura 116: Cubo Mágico - Integração com o entorno.



Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 32.

Figura 117: Unidade Cubo Mágico.



Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 32.

Assim como a estrutura, os fechamentos são industrializados, e foram os elementos que demandaram um detalhamento maior de projeto, pois apresentam tipologias distintas de painéis flexíveis que atendem a diferentes usos (Figura 118 e Figura 119). Dentre elas, painéis com eixos verticais pivotantes formados por uma chapa de MDF, que apresentam recortes que servem como próprio mobiliário do módulo, levando em consideração a ergonomia e plasticidade (Figura 120 e Figura 121); painel do tipo camarão, formado por três chapas de MDF articuladas que correm em trilhos na vertical ou horizontal; além do painel sobe/desce de tela metálica expandida ou de policarbonato, que funciona como fechamento total ou, quando abertos, como prolongamento da cobertura (Figura 122) (SAYEGH, 2012, p.32).

Figura 118: Diferentes configurações dos módulos.



Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 35.

Figura 119: Flexibilidade dos painéis de vedação.



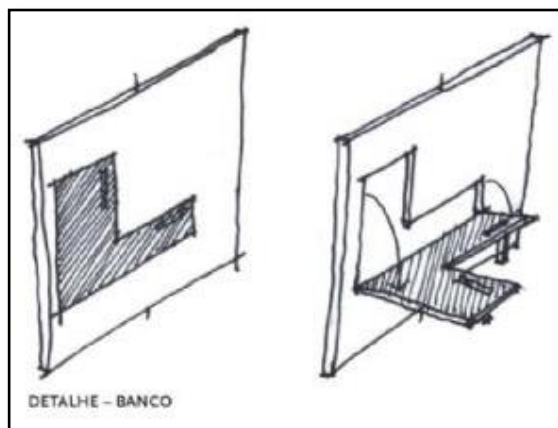
Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 33.

Figura 120: Recorte no painel que serve de mobiliário.



Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 35.

Figura 121: Detalhe do mobiliário no painel.



Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 34.

Figura 122: Painel sobe/desce de tela metálica.

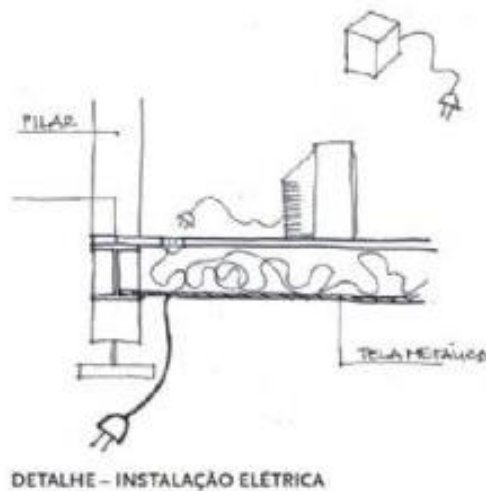


Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 34.

Como os módulos foram pensados para atender manifestações artísticas diversas como teatro, dança e música, o projeto também contempla o uso de cortinas presas à tela metálica embutida na placa de cobertura. Em relação à estrutura, os encaixes pilar-viga são formados por um sistema de parafusos que unem chapas metálicas soldadas nos perfis. Já os fechamentos, que apresentam dimensões semelhantes, são encaixados com eixos pivotantes nos requadros metálicos (SAYEGH, 2012, p.33).

Segundo Sayegh (2012, p. 33), por se tratar de uma construção seca e desmontável, utilizou-se no piso placas cimentícias e na cobertura, telhas termoacústicas. As instalações hidráulicas e elétricas (Figura 123), por sua vez, correm dentro dos perfis-caixas dos pilares. A energia elétrica é fornecida por um plugue na base dos pilares de cada módulo, onde pode ser acoplado um sistema externo de fornecimento, uma simples extensão. As lâmpadas ficam acima da tela metálica expandida do forro, no perfil metálico que sustenta as telhas de cobertura.

Figura 123: Esquema da instalação elétrica.

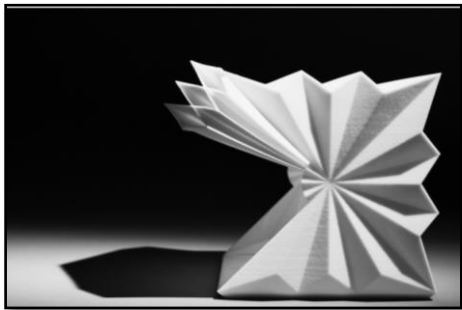


Fonte: Revista AU. Ano 27 Nº 216. Março 2012. p. 34.

A forma modulada facilita a montagem de uma malha quadriculada. O espaço necessário é montado de acordo com o preenchimento ou não dessa malha, formando cheios e vazios de acordo com o programa ou com o terreno. Também para sanar imperfeições no solo, foi desenvolvido um sistema de rosca embutido que regula a altura dos pilares, semelhante ao empregado em andaimes (SAYEGH, 2012, p. 34).

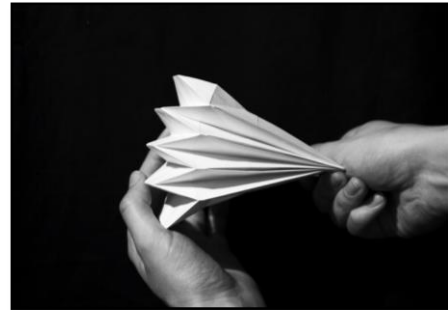
De acordo com Féres (2014), a forma geométrica de dobramento simples é baseada no conceito de origami japonês (Figura 127 e Figura 128). Deste modo, o quiosque é uma caixa escultural compacta que se transforma quando abre. O mecanismo de abertura é concebido como um sistema de contrapeso simples controlado por manivela, instalado para possibilitar a abertura da fachada frontal do volume, que, quando totalmente estendida, funciona também como um toldo, além disso, o quiosque possui um sistema de vincos e dobradiças em painéis de alumínio que lhe permite expandir e contrair como uma sanfona (Figura 129 e Figura 130).

Figura 127: Diagrama - quiosque aberto.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

Figura 128: Sistema de abertura baseado no origami.



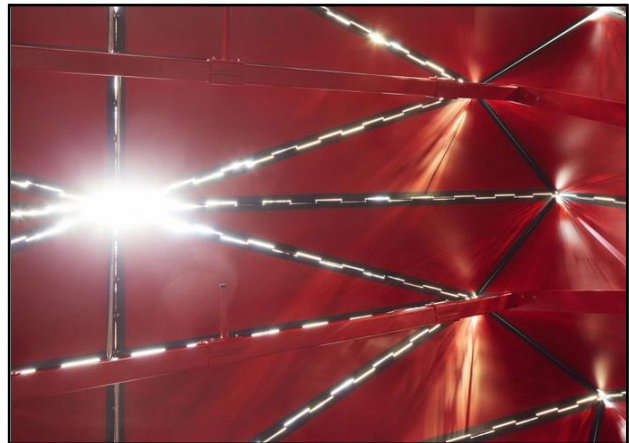
Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14.

Figura 129: Vincos e Dobradiças da estrutura.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

Figura 130: Dobradiças.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14.

O design é eficiente e funcional, com características compactas, robustas, duráveis e de fácil manutenção, à prova de vandalismo. Já o interior, pode ser adaptado para atender as necessidades dos lojistas. Segundo André Montejorge (2014), a ideia é que ele sirva para as mais variadas funções; desde a óbvia venda de lanches e cafés até como lugar para DJ's

tocarem em eventos. O espaço interno é de 1,95 x 3,00 metros e a estrutura é revestida com uma película de compensado coberta por uma membrana à prova de água. Uma outra camada cria um espaço vazio que serve de isolamento para reduzir o calor do sol. A estrutura é extremamente leve e portátil e foi testada pela *Entech Environmental Technology Ltd* (Figura 131 e Figura 132).

Figura 131: Transporte dos quiosques.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

Figura 132: Quiosque em fase de teste.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

Figura 133: Fabricação do quiosque.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

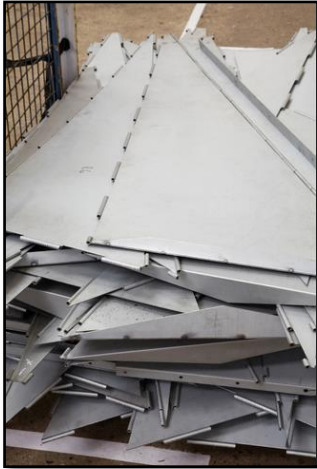
Figura 134: Mecanismo de funcionamento.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

O que pode ser destacado neste projeto é o sistema de aberturas, ou seja, a utilização das dobradiças (Figura 135) e o sistema de transporte, por se tratar de uma estrutura portátil. No entanto, os módulos são transportados já prontos, necessitando assim de guincho para sua locação no terreno, fator limitante no projeto que opte por tal alternativa (Figura 136). Além disso, é importante destacar também, a diversidade de uso que os quiosques possibilitam, podendo ser utilizados para os mais variados fins.

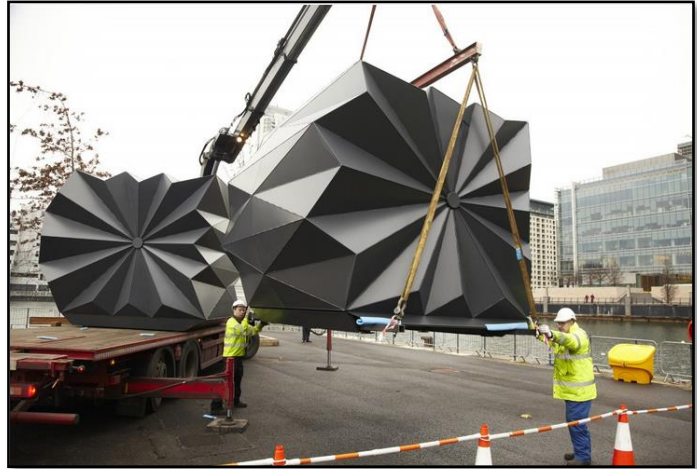
Figura 135: Sistema de dobradiças.



Fonte:

<http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

Figura 136: Transporte utilizando guinchos.



Fonte: <http://www.archdaily.com/474940/kiosk-make-make-architects/>. Acesso em: 17.10.14

5.3. LOOP CHAIR

A *Loop Chair* (Figura 137) é uma cadeira idealizada pelo designer israelense Boaz Mendel, composta por sete painéis de madeira de tamanhos diferentes ligados por dobradiças simples (Figura 138). Devido à sua flexibilidade, pode alterar a posição dos elementos e formar 12 modelos diferentes, variando de cadeira, banco, prateleira ou mesa (Figura 139).

Figura 137: Loop Chair.



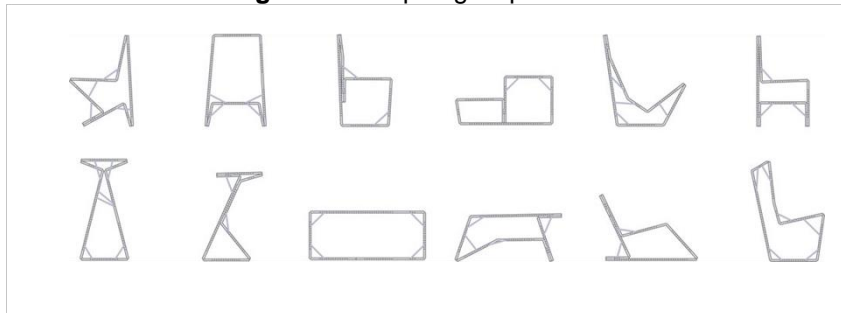
Fonte: <http://www.designboom.com/design/boaz-mendel-loop-chair/>. Acesso em: 18.10.14.

Figura 138: Sistema de dobradiças simples.



Fonte: <http://www.designboom.com/design/boaz-mendel-loop-chair/>. Acesso em: 18.10.14.

Figura 139: Tipologias possíveis.



Fonte: <http://boaz.designgroup.co.il/home/loop-chair>. Acesso em: 18.10.14.

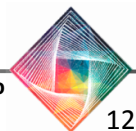
De acordo com Ana Lisa Alperovich (2012), ao dobrar os painéis através das dobradiças com a ajuda de conectores metálicos especiais é possível produzir uma peça diferente de móvel em cada estado diferente. Cada posição dobrável tem uma função definida, e é possível, ir de uma cadeira de televisão a um banco; de uma escada a uma *chaise-longue*; de uma estante para uma mesa de café - tudo com grande facilidade e de acordo com as próprias necessidades pessoais.

Os conectores vêm num estojo (Figura 140), que não só serve para o armazenamento das barras que não estão em uso, mas também como o "manual de instruções" para o conjunto dos diferentes formatos. Os 12 estados possíveis para o produto estão impressos nesse estojo, tudo que tem a fazer é imitar a forma e colocar os conectores nos orifícios correspondentes (ALPEROVICH, 2012).

Figura 140: Estojo com conectores metálicos.



Fonte: <http://www.designboom.com/design/boaz-mendel-loop-chair/>. Acesso em: 18.10.14.



Apesar de se tratar de uma cadeira, ou seja, um móvel, o mecanismo adotado de dobradiças simples, o travamento através de conectores metálicos e as chapas perfuradas utilizadas nesse estudo são possíveis de serem aplicados em uma estrutura maior, levando em consideração as proporções adotadas, por este motivo esta referencia foi significativa para o desenvolvimento do projeto.

5.4. SISTEMA OASIdehor

De acordo com as informações do catálogo da *Star Progetti nel mondo*, o sistema OASIdehor, bastante utilizado em países da Europa, é construído com módulos/painéis removíveis ou fixos, disponíveis em diferentes tamanhos, formas e cores. Estes módulos permitem criar ambientes externos personalizados, que podem ser modificados ao longo do tempo. O sistema OASIdehor cria uma espécie de barreira para fumantes e não fumantes, protege de ventos, ruídos, gases de escapamento de carros e furtos (Figura 141 e Figura 142) .

Figura 141: Sistema OASIdehor em restaurante.



Fonte: <http://www.terrassen-vanhoof.be/indexFR.html>.
Acesso em: 18.10.14.

Figura 142: Painel.



Fonte: <http://www.vlaemynck.com/>
Acesso em: 18.10.14.

As soluções técnicas, facilidade de instalação e flexibilidade do sistema, são as características mais peculiares, pois são montados e desmontados muito rapidamente, necessitando apenas de poucos minutos. O material e o acabamento dos painéis permitem suportar severas condições meteorológicas e são bastante resistentes (Figura 143). Todos os componentes e elementos de fixação são em aço inoxidável, os painéis que possuem vidro, são de vidro temperado com espessura elevada, garantindo assim a segurança (Figura 144).

Figura 143: Material e acabamento dos painéis.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>.
Acesso em: 18.10.14.

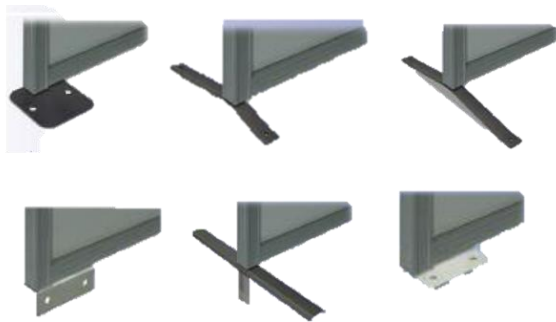
Figura 144: Módulos com vidro.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>.
Acesso em: 19.10.14.

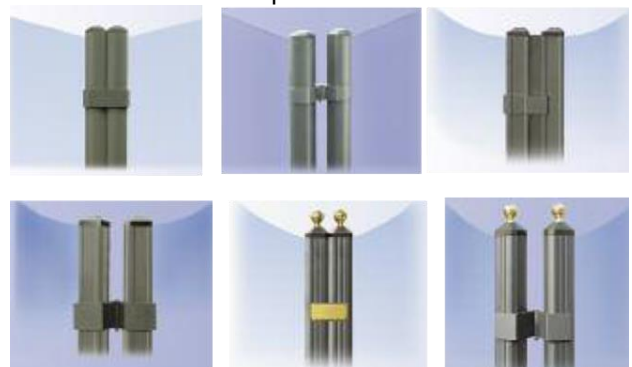
O sistema OASIdehor possui várias linhas, modelos variados, com bordas arredondadas, retos, entre outros. Além disso, possui também uma infinidade de suportes para a sua montagem, tanto para a base, para que sejam instalados em diferentes tipos de terreno (Figura 145), quanto para o encaixe dos painéis, dispondo um ao lado do outro, a 90° ou dobradiças que permitem fazer curvas (Figura 146). É possível ainda criar portas e aberturas em qualquer posição, de acordo com o projeto e modificá-las quando necessário.

Figura 145: Variedade de suporte para fixação no piso.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>.
Acesso em: 19.10.14.

Figura 146: Conectores para montagem dos painéis.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>.
Acesso em: 19.10.14.

Em relação à manutenção, não há complicações, os painéis podem ser limpos com spray de água, uma vez que os componentes não enferrujam. A estabilidade dos módulos tem sido verificada por meio de vários testes.

Os painéis estão disponíveis nas alturas de 1,50m e 1,80m, embora outras medidas possam ser encomendadas. OASIdehor desenvolveu recentemente novas formas de design e novas soluções técnicas que atendam as crescentes exigências de arquitetos, é possível

remover o módulo superior com vidro e colocar vasos com flores (Figura 147 e Figura 148). Assim é garantida tanto uma circulação de ar quanto uma solução estética atraente.

Figura 147: Remoção da parte superior do painel.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>. Acesso em: 19.10.14.

Figura 148: Utilização de vasos nos módulos.



Fonte: <http://sm-grupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>. Acesso em: 19.10.14

O que se destaca neste estudo de referência é a construção através de módulos, o sistema de montagem que é feito por meio de conectores e os suportes para fixação no piso, garantindo assim a estabilidade de estrutura.

5.5. REFLEXÕES ACERCA DOS ESTUDOS INDIRETOS

Os estudos indiretos foram realizados após a escolha do material a ser utilizado para o desenvolvimento do projeto (sistema construtivo em PVC) e enquanto pensava-se nas soluções para as articulações, fixações e demais necessidades. Por este motivo, foi feita uma pesquisa na internet de projetos ou soluções semelhantes de funcionamento do sistema que pudesse ser aplicado na estrutura do projeto. É o caso da utilização da estrutura metálica e fechamento visto no estudo do Cubo Mágico, bem como o apoio com sapatas reguláveis para o nivelamento de acordo com o terreno a ser implantado; o sistema de dobradiças no estudo do Quiosque Origami; a estrutura dobrável da Loop Chair, que funciona a base de dobradiças e travamento com peças metálicas; e por fim, a fixação no piso dos painéis do sistema OASIdehor, que se assemelha aos painéis de PVC que serão empregados na estrutura do Museu de Ciência e Tecnologia Itinerante.

O PROJETO ARQUITETÔNICO

**6. O RIO GRANDE DO NORTE E SUAS
CARACTERÍSTICAS BIOCLIMÁTICAS**

7. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

**8. O METAPROJETO 9. PROPOSTA
ARQUITETÔNICA**

10. POSSIBILIDADES DE USO

PARTE III

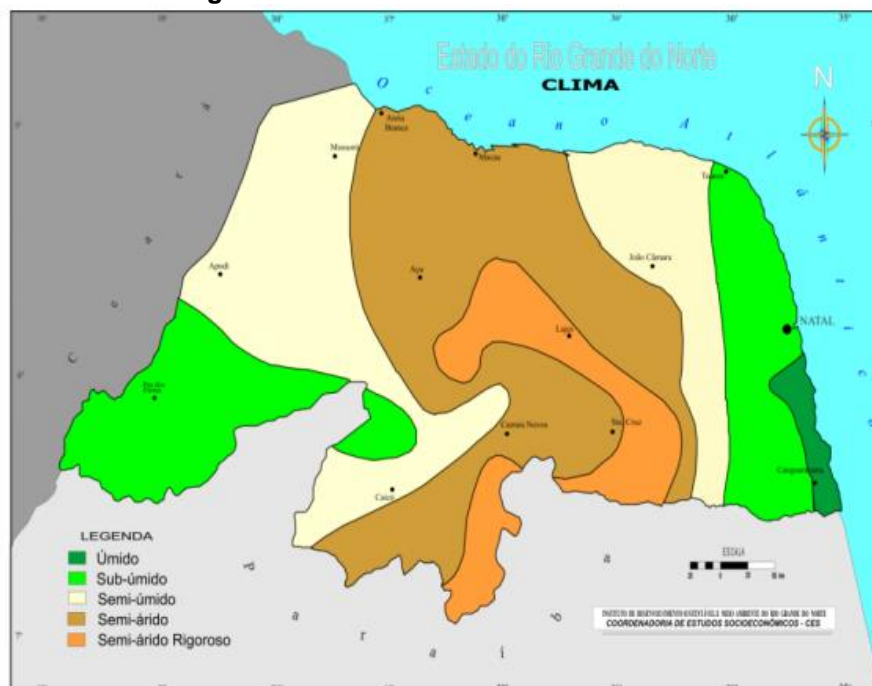
O PROJETO ARQUITETÔNICO

Este capítulo descreve o processo projetual com todos os procedimentos e decisões adotadas para a concretização do projeto arquitetônico do museu de ciência e tecnologia itinerante, considerando o contexto e os argumentos expressos no referencial teórico. O processo projetual ocorreu simultaneamente às pesquisas conceituais e estudos de referência realizados, e teve como diretrizes a modulação, flexibilidade e itinerância. O tópico a seguir caracterizará os tipos climáticos do Estado do Rio Grande do Norte (escolhido como universo de estudo deste trabalho) e merece destaque pois para atender as questões de conforto ambiental é essencial considerá-los desde o início do processo projetual.

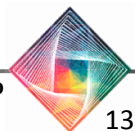
6. O RIO GRANDE DO NORTE E SUAS CARACTERÍSTICAS BIOCLIMÁTICAS

O Rio Grande do Norte está situado próximo ao Equador, o que lhe confere características climáticas bem específicas, como o verão seco e a presença do sol durante a maior parte do ano. Segundo os autores do Atlas – Rio Grande do Norte – Estudo Geo-Histórico e Cultural, José Lacerda Alves Felipe, Edilson Alves de Carvalho e Aristotelina P. Barreto Rocha (2010), nos anos em que as chuvas caem com regularidade, como foi o caso dos anos de 2006 e 2010 e levando-se em consideração entre os diversos fatores climáticos, apenas as médias anuais de precipitações e as isoietas por estas determinadas, o território do Rio Grande do Norte pode ser dividido em cinco tipos climáticos:

Figura 149: Climas do Rio Grande do Norte.



Fonte: IDEMA. Disponível em: <http://www.seplan.rn.gov.br>. Acesso em: 12.11.14.



- Clima úmido - abrange uma pequena área do litoral do Estado que vai do Município de Baía Formosa ao de Nísia Floresta, onde a média anual de chuvas fica acima de 1.200 milímetros. Esse clima, na classificação de KOPPEN³², equivale ao tropical chuvoso, com verão seco e com a estação chuvosa prolongando-se até os meses de julho/agosto (IDEMA, [2011?])

- Clima sub-úmido - esse clima vai do litoral de Parnamirim/Natal até o litoral de Touros, abrange também trechos da região serrana de Luís Gomes, Martins, Portalegre e as partes mais elevadas da Serra João do Vale. As médias pluviométricas anuais situam-se entre 800 e 1.200 milímetros de chuvas. Equivale na classificação de KOPPEN ao clima tropical chuvoso, com inverno seco e com a estação chuvosa prolongando-se até o mês de julho (IDEMA, [2011?])

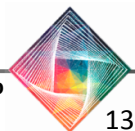
- Clima sub-úmido - seco esse tipo de clima abrange áreas da Chapada do Apodi e das Serras de Santana, São Bernardo e Serra Negra do Norte. As médias de precipitação situam-se entre 600 e 800 milímetros de chuvas por ano. Na classificação de KOPPEN esse clima equivale à transição entre o Tropical Típico (Aw) e o Semi-árido (Bs) (IDEMA, [2011?]).

- Clima semiárido esse clima abrange o Vale do Açu, parte do Seridó e do Sertão Central e o litoral que vai de São Miguel do Gostoso ao município de Areia Branca. Portanto, é o de maior abrangência no território estadual. Neste clima as médias de precipitação variam de 400 a 600 milímetros de chuvas por ano. Na Classificação de KOPPEN equivale ao clima semi-árido (Bs) (IDEMA, [2011?]).

- Clima semiárido intenso é o clima mais seco do Estado, pois a média anual fica em torno 400 de milímetros de chuvas. Esse tipo climático equivale na classificação de KOPPEN ao Clima-Árido (Bw) e abrangem os territórios municipais de Equador, Parelhas e Carnaúba dos Dantas no Seridó e São Tomé, Lajes, Pedro Avelino, Fernando Pedrosa, Angicos e Afonso Bezerra (IDEMA, [2011?]).

O livro “Roteiro para construir no Nordeste” de Armando de Holanda (2010) sugere preceitos gerais para construção de edificações confortáveis termicamente na região Nordeste do Brasil, tirando proveito da circulação de ar e radiação solar naturais. As indicações contidas no livro são ideais para os tipos climáticos encontrados no Rio Grande do Norte. Neste caso, para se obter um ambiente confortável tecnicamente é necessário sombrear e permitir a circulação de vento a partir do emprego de materiais na cobertura com bom desempenho térmico e que permita a circulação de ar, uso de elementos vazados para

³² Classificação Climática de KOPPEN: Sistema de classificação climática global dos tipos climáticos mais utilizados na geografia, climatologia e ecologia, dividindo os climas em cinco grandes grupos e diversos tipos e subtipos.



vedação, proteção das aberturas da radiação solar direta, entre outros. Portanto, os aspectos bioclimáticos aqui apresentados e as sugestões sugeridas por Holanda (2010) foram fundamentais para as estratégias de conforto ambiental adotadas no projeto.

7. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

A estrutura desmontável e itinerante apresentada nesta pesquisa pode ser aplicada a diversos usos, sendo, portanto considerada flexível. No caso deste trabalho, o uso escolhido para a definição de diretrizes projetuais como a caracterização do público alvo, programa de necessidades, pré-dimensionamento e o desenvolvimento do anteprojeto em si, considerando os argumentos expressos no referencial teórico e na justificativa do tema escolhido, foi um museu de ciência e tecnologia.

Como o universo de estudo são as cidades de pequeno e médio porte do interior do Rio Grande do Norte serão propostas três tipos de exposições: uma pequena; uma média e uma grande, que atenderão as demandas de cada cidade. Devido à predominância da infraestrutura rodoviária no estado, foi determinado que o transporte da estrutura será feito em caminhões. Dentre os tipos de veículo pesquisados, foi escolhido o caminhão truck baú (Quadro 2).

Quadro 2: Pesos bruto por tipo de caminhão.
















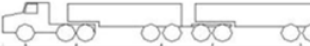



Figura	Tipo de Caminhão	Peso Bruto máximo
	Toco	16.000 kg
	Truck	23.000 kg
	Carreta 2 eixos	33.000 kg
	Carreta Baú	41.500 kg
	Carreta 3 eixos	41.500 kg
	Carreta Cavalo Truckado	45.000 kg
	Carreta Cavalo Truckado Baú	45.000 kg
	Bi-trem(Treminhão) - 7 eixos	57.000 kg

Fonte: <http://www.internationalforeigntrade.com/>. Acesso em: 09.11.14.

Nota: Editado pela autora.

Após escolhido o tipo de caminhão, para atender os três diferentes portes de exposições, decidiu-se então modular o tamanho do baú. Baseados nas dimensões de contêineres e no comprimento máximo do caminhão truck (14,0m) (Quadro 3), foram definidos dois tamanhos, um com comprimento do baú de 6,05m e o outro com 12,10m. A exposição pequena será transportada em um caminhão trucado com 6,05m; a média em um caminhão de 12,10m; e a grande seria a junção dos dois caminhões, um de 6,05m e o de 12,10m (Figura 150).

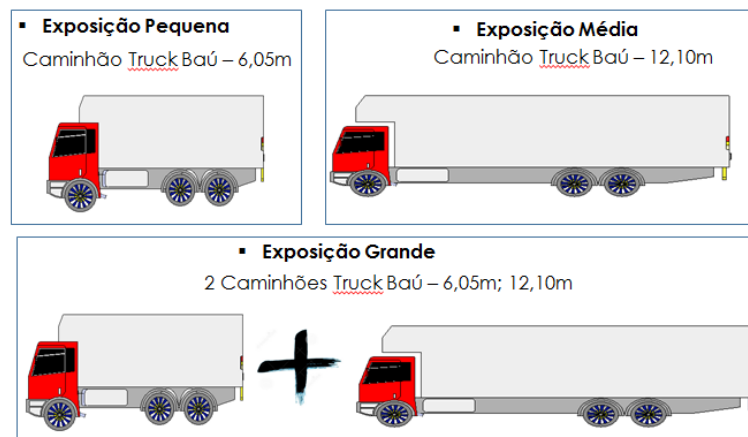
Quadro 3: Pesos e dimensões de caminhões.

Principais Configurações de Veículos Usadas no País	Peso Máximo Permitido por Eixo	PBT	PBT + Tolerância de 5%	CMT mínima *****	Comprimento mínimo	Comprimento máximo	Precisa de AET
	6+10	16,0t	16,800t	16,0t	-	14,0m	não
	6+17	23,0t	24,150t	23,0t	-	14,0m	não
	6+10+17	33,0t	34,65t	33,0t	vide nota *	18,15m	não
	6+17+20	43,0t	45,150t	43,0t	vide nota *	18,15m	não
	6+10+25,5	41,5t	43,575t	41,5t	vide nota *	18,15m	não
	6+10+30	46,0t*	48,300t	46,0t	17,50m	18,15m	não
	6+17+25,5	48,5t*	50,925t	48,5t	17,50m	18,15m	não
	6+17+10+17	50,0t*	52,500t	50,0t	17,50m	18,15m	não
	6+17+30	53,0t*	55,650t	53,0t	17,50m	18,15m	não
	6+10+10+10	36,0t	37,800t	36,0t	17,50m	19,80m	não
	6+10+10+17	43,0t	45,150t	43,0t	17,50m	19,80m	não
	6+17+10+10	43,0t	45,150t	43,0t	17,50m	19,80m	não
	6+17+10+17	50,0t	52,500t	50,0t	17,50m	19,80m	não
	6+17+10+10+10+10	63,0t	66,150t	66,150t	25,0m**	30,0m	sim
	6+17+17+17	57,0t	59,850t	59,850t	17,50m	19,80m	não***
	6+17+17+17+17	74,0t	77,700t	77,700t	25,0m**	30,0m	sim
	6+17+17+17+17	74,0t	77,700t	77,700t	25,0m**	30,0m	sim
	6+17+17+25,5	65,5t	68,775t	68,775t	25,0m**	30,0m	sim
	6+17+25,5+25,5	74,0t *****	77,700t	74,0t	25,0m**	30,0m	sim

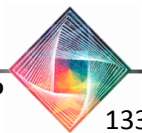
Fonte: http://www.docstoc.com/docs/90053258/leis_balanca. Acesso em: 09.11.14.

Nota: Editado pela autora.

Figura 150: Dimensões do caminhão de acordo com porte da exposição.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



Por se tratar de um projeto móvel, o mesmo pode ser implantado em qualquer espaço público que se adeque ao tamanho da exposição a ser montada. Para a realização do trabalho foi sugerida a implantação em um campo de futebol, pois é uma área livre presente na maioria das cidades e suporta todos os tamanhos de exposições propostas.

Em função da adoção de um sistema modular, recomendado por Hélio Adão Greven e Alexandra Staudt Follmann Baldauf (2007), foi escolhida a exposição pequena para detalhar o sistema construtivo, cujos módulos constituintes repetem-se (com pequenas alterações formais) nos formatos médio e grande.

8. O METAPROJETO

Este item apresenta informações que orientam a fase de concepção projetual, contendo os experimentos que integrarão cada tipo de exposição e suas dimensões aproximadas apresentadas no tópico a seguir.

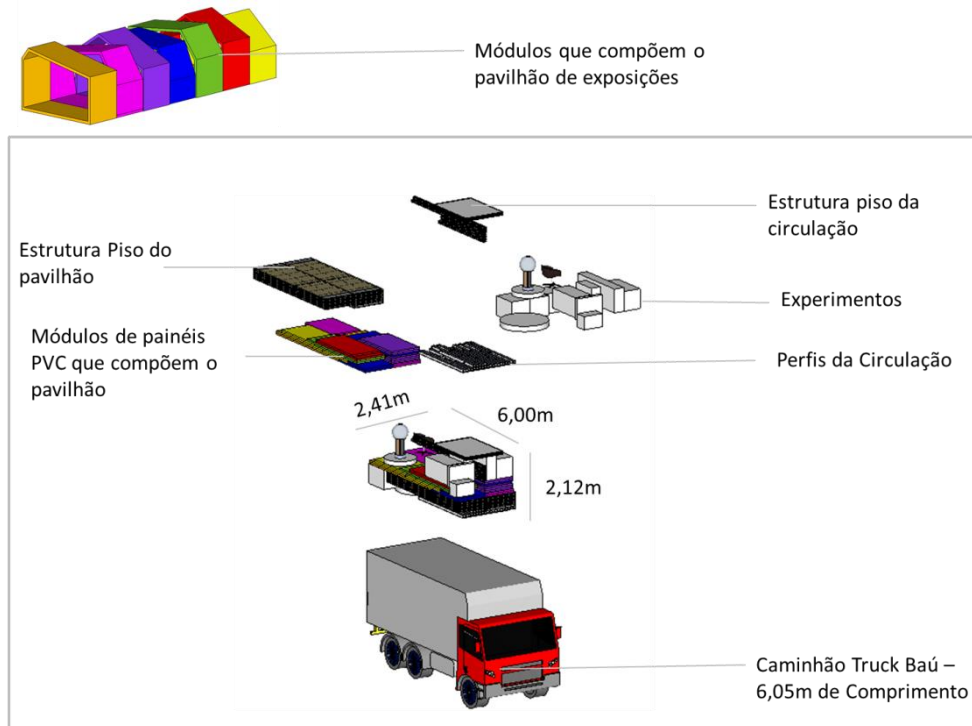
8.1. PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

O programa de necessidades lista quais os experimentos e atividades irão compor cada tipo de exposição do museu itinerante. A elaboração deste baseia-se no referencial teórico, nos estudos de referência e no tipo de transporte.

Em relação a escolha dos experimentos, tentou-se mesclar ao máximo as áreas de conhecimento envolvidas: física, química, matemática, biologia; e o conteúdo abordado. Além disso, foram selecionados os mais interativos e que estimulam a curiosidade das crianças, no intuito de despertá-las para questionamentos, não só dos fenômenos naturais que fazem parte do nosso cotidiano, mas também para atualizá-las acerca de alguns dos novos aparatos tecnológicos que hoje fazem parte da vida na sociedade contemporânea. Para a exposição pequena foram escolhidos predominantemente experimentos de pequeno porte, ocupando assim menos espaço no caminhão. Já na exposição média, além dos de pequeno porte foram escolhidos também experimentos de médio porte.

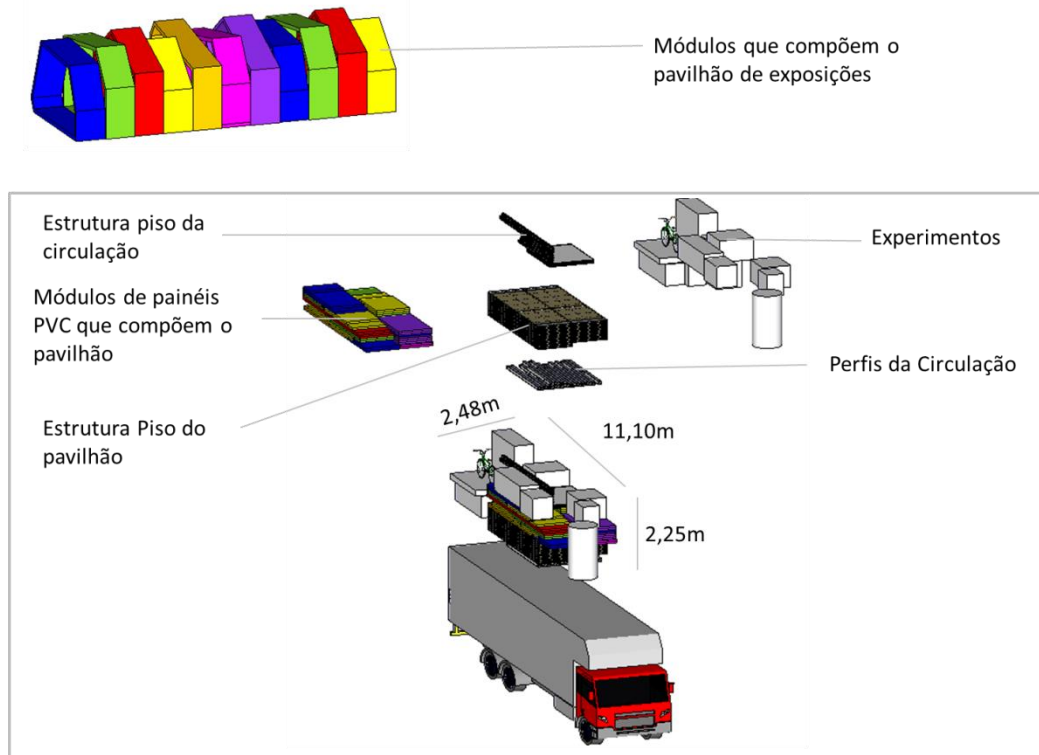
Um grande condicionante para a quantidade de experimentos de cada exposição foi o transporte, devido a capacidade dos caminhões em função das dimensões adotadas. O caminhão pequeno apresenta um volume do baú de aproximadamente 33,00m³, já o caminhão maior comporta um volume de 67,10m³. Foi necessário então pensar como a exposição seria transportada e compactada nos caminhões (Figura 151 e Figura 152), considerando o espaço ocupado pelas peças da estrutura e dos experimentos, os quais serão transportados em caixotes que também funcionam como bancadas de exposição.

Figura 151: Exposição pequena compactada no caminhão de 6,05m.

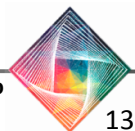


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 152: Exposição média compactada no caminhão de 12,10m.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



O Quadro 4 e o Quadro 5 mostram os experimentos escolhidos para cada exposição, separados por área de conhecimento, e seu volume aproximado. Esse dimensionamento foi baseado nos estudos de referência realizados, no entanto, vale ressaltar que as proporções dos experimentos podem variar, como foi visto nos estudos do Parque Cientec - USP e do Catavento Cultural e Educacional dimensões diferentes para o mesmo experimento, o importante é que seja mantido o conteúdo abordado por cada um. As imagens e detalhes dos experimentos podem ser vistas no Apêndice A deste trabalho.

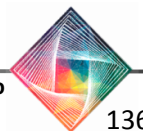
Além dos experimentos também foi dimensionado os ambientes que funcionarão no interior do caminhão enquanto a exposição estiver montada.

- Exposição pequena

Quadro 4: Programa de necessidades e pré-dimensionamento exposição pequena

PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO – CAMINHÃO 6,05m			
ÁREA DE CONHECIMENTO	AMBIENTES / EXPERIMENTOS	QUANT.	VOLUME (m³) / ÁREA (m²)
Matemática	Jogo da velha	01	0,39 m ³
	Teorema de Pitágoras	01	0,39 m ³
	Anamorfose	01	0,39 m ³
	Estruturas Rígidas	01	0,39 m ³
Biologia	Microscopia	01	0,60 m ³
Física - Mecânica	Criança pode levantar adulto?	01	0,90 m ³
	Banco de pregos	01	0,18 m ³
	Cadeira giratória	01	3,75 m ³
Física - Fluídos	Natureza esperta	01	0,75 m ³
Física - Eletromagnetismo	Como funciona uma pilha	01	0,48 m ³
	Arrepie os cabelos	01	2,07 m ³
Física- Óptica	Olho Humano	01	0,60 m ³
Mecânica	Laboratório de Robótica	01	7,50m ²
Ciência da Computação	Realidade Virtual	01	10,30m ²

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



- Exposição Média

Quadro 5: Programa de necessidades e pré-dimensionamento exposição média.

PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO – CAMINHÃO 12,10m			
ÁREA DE CONHECIMENTO	AMBIENTES / EXPERIMENTOS	QUANT.	VOLUME (m³) / ÁREA (m²)
Matemática	Poliedros	01	0,43m ³
	Cada vez mais complexo	01	0,43m ³
	Cubos	01	0,43m ³
	Estruturas Rígidas	01	0,43m ³
	Fractais Coloridos	01	0,43m ³
Física - Mecânica	Efeito centrífuga em ação	01	1,50m ³
	Movimento elegante: como a bola volta para o trem	01	1,36m ³
	Colisões elásticas	01	0,36m ³
Física - Calor	Quente ou frio?	01	0,67m ³
	Bicicleta	01	3,36m ³
Física - Som	Tambor	01	2,25m ³
	Vamos ver o som?	01	2,02m ³
Física - Magnetismo	Magnetismo cria eletricidade	01	0,75m ³
Física - Óptica	Cinema: da ação a imaginação	01	1,80m ³
	Laboratório de óptica	01	9,00m ²
Mecânica	Laboratório de Robótica	01	13,20m ²
Ciência da Computação	Realidade Virtual	01	10,30m ²
Astronomia	Telescópio	01	-
	Planetário	01	20,00m ²

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

A exposição grande engloba todos os experimentos e atividades da exposição pequena e da média, uma vez que a maior mostra é a junção das duas menores.

9. PROPOSTA ARQUITETÔNICA

Neste item serão apresentados o conceito do projeto, a descrição do partido arquitetônico, a evolução do processo projetual até a concepção final e os sistemas e materiais adotados.

9.1. DEFINIÇÃO DO CONCEITO

Tendo em vista todos os conceitos apresentados de museu interativo, educação científica para crianças e jovens, educação não formal, arquitetura efêmera / itinerante, flexibilidade, modulação, bem como os estudos de referência realizados; e após pesquisas e análises sobre o tema, definiram-se diretrizes que levaram à elaboração de um conceito de projeto central para a proposta. São elas:

- **Uso de cores:** Criação de um projeto colorido.
- **Viagem para outro mundo:** Despertar a sensação de estar sendo transportado para uma realidade onírica, um mundo de fantasias;
- **Interatividade:** Ambientes lúdicos que permitam os usuários tocar em um objeto, sentir e experimentar, suscitando assim a curiosidade;
- **Espaço intuitivo, livre:** Criação de ambientes convidativos que deixem as crianças à vontade e induza ao uso;
- **Princípios da matemática:** Exploração dos princípios geométricos na volumetria (simetria, jogo de volumes – cheios e vazios -, proporção...)

Após a definição das diretrizes, procurou-se conceituar o projeto em algo que sintetizasse todas as diretrizes expostas acima. Após uma análise detalhada, definiu-se o conceito geral do projeto em uma única palavra: **Caleidoscópio**.

O caleidoscópio é um objeto óptico formado por um tubo de cartão ou de metal, com pequenos fragmentos de vidro colorido ao fundo, que através do reflexo da luz exterior em um jogo de espelhos inclinados dispostos longitudinalmente, produzem a cada movimento diferentes combinações de efeitos visuais (Figura 155 e Figura 156).

As imagens abaixo ilustram este objeto óptico e as vistas de um caleidoscópio multicolorido.

Figura 153: Caleidoscópio.



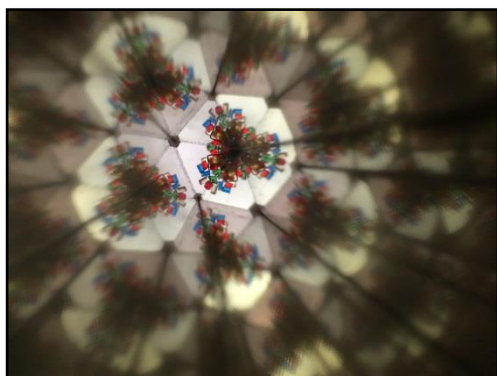
Fonte: <http://dorasantoro.blogspot.com.br>.
Acesso em: 21.08.14.

Figura 154: Utilização de um caleidoscópio.



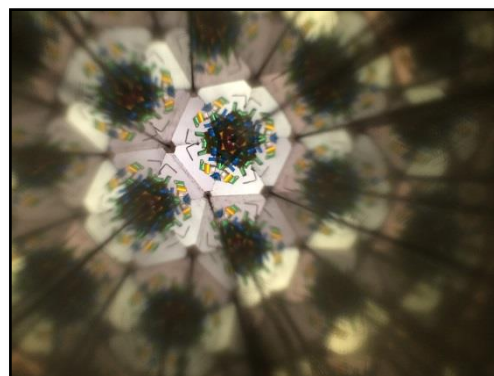
Fonte: <http://artesanato.culturamix.com>.
Acesso em: 22.08.14.

Figura 155: Padrões de cor e forma formados pelo espelho do caleidoscópio.



Fonte: Acervo próprio da autora, 2014.

Figura 156: Visão de um caleidoscópio multicolorido.



Fonte: Acervo Próprio da autora, 2014.

Levando em consideração o uso das cores, geometria produzidas pelas várias combinações, bem como a utilização dos princípios da matemática a partir dos fractais³³ formados nas imagens proporcionadas por este objeto óptico, a intenção de trabalhar com uma arquitetura interativa, além das diretrizes já apresentadas, o conceito geral para o projeto se mostrou fidedigno com o que pretende-se alcançar como resultado final.

9.2. DEFINIÇÃO DO PARTIDO ARQUITETÔNICO

Carlos A. C. Lemos (2003, p. 41) define partido arquitetônico como “uma consequência formal derivada de uma série de condicionantes ou de determinantes; seria o resultado físico da intervenção sugerida.” Assim, para o autor, os principais determinantes ou condicionadores são: a técnica construtiva; o clima; as condições físicas e topográficas do sítio onde intervém; o programa de necessidades; e a legislação regulamentadora/normas. Segundo Elvan Silva (1998), o partido é expresso normalmente através de esboços, esquemas e modelos volumétricos, ou ainda, através da linguagem verbal.

Sendo assim, o partido arquitetônico da proposta desenvolvida foi condicionado pelo caráter itinerante do projeto e baseou-se nas diretrizes definidas para alcançar o conceito geral: “Caleidoscópio”. Desta forma, pode ser definido, em termos volumétricos

³³ Um fractal é definido pela propriedade de auto-similaridade, isto é, apresenta as mesmas características para diferentes variações em escala e tamanho. Assim sendo, partes do fractal –seja ele uma estrutura, um objeto ou um conjunto de dados – são similares, exata ou estatisticamente, ao fractal como um todo (SCHROEDER, 1991). A ciência dos fractais apresenta estruturas geométricas de grande complexidade e beleza infinita, ligadas às formas da natureza, ao desenvolvimento da vida e à própria compreensão do universo. São imagens de objetos abstratos que possuem o caráter de onipresença por terem as características do todo infinitamente multiplicadas dentro de cada parte, escapando assim, da compreensão em sua totalidade pela mente humana (A GEOMETRIA..., 1994).

(Figura 157), como blocos modulares leves e desmontáveis de PVC e estrutura metálica, com ângulos e inclinações diversas, formando combinações variadas.

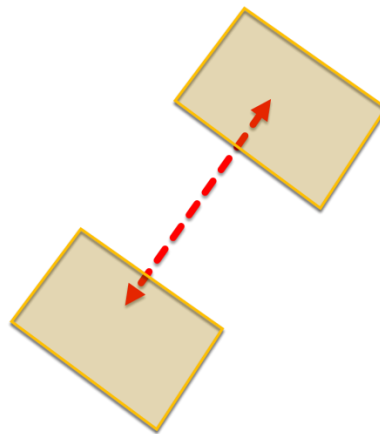
Figura 157: Representação volumétrica do partido



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

O arranjo espacial (Figura 158) da mostra de ciência e tecnologia é formado pelo pavilhão de exposições e pelo caminhão, que além de servir como meio de transporte dos equipamentos e peças, seu interior é utilizado também para realização de atividades enquanto a estrutura estiver montada. Assim, entre o pavilhão e o caminhão há uma ligação permitindo que o usuário permaneça na atmosfera lúdica proposta pelos ambientes.

Figura 158: Esquema ilustrado o Partido Arquitetônico.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3. DESENVOLVIMENTO DO ANTEPROJETO

Após definidos o conceito geral da proposta e o partido arquitetônico, as próximas etapas do processo projetual serão apresentadas neste item, este item que descreverá a evolução da proposta arquitetônica, mostrando a evolução volumétrica, do sistema

construtivo, a justificativa para as soluções adotadas e as possibilidades de uso para a estrutura flexível.

Para alcançar o objetivo final, primeiramente, foram desenvolvidas propostas volumétricas partindo dos conceitos estabelecidos; após a definição básica da volumetria passou-se a refletir sobre a montagem e desmontagem da estrutura desenvolvendo articulações para o seu funcionamento.

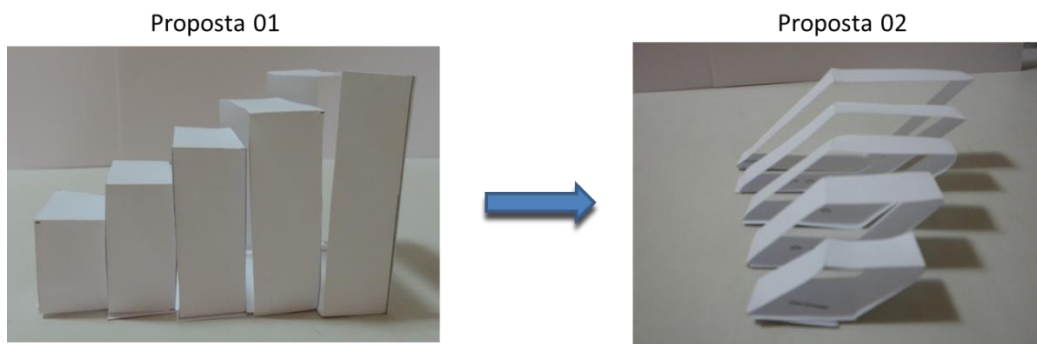
9.3.1. Evolução da forma

A volumetria do museu itinerante foi o primeiro ponto a ser desenvolvido, tanto a do pavilhão de exposições quanto a da passarela que o interliga ao caminhão. À medida que idealizava-se um volume, pensava-se também como seria sua montagem e desmontagem. Primeiramente será apresentado o estudo volumétrico do pavilhão e posteriormente o da passarela.

Para o pavilhão foram desenvolvidos oito diferentes estudos (Figura 160), cada uma das quais apresentando-se como uma evolução da anterior, todas, entretanto, se justificam no conceito adotado – Caleidoscópio.

A primeira proposta de volumetria (Figura 159) se apresenta como uma estrutura retrátil, formada por prismas retangulares de base quadrada escalonados onde cada módulo se encaixa no outro. Para facilitar a montagem, essa estrutura seria transportada pronta, e deslizaria sobre um trilho. Como evolução da primeira proposta a volumetria 02 (Figura 159) apresenta os módulos distorcidos, uma vez que na solução anterior seria necessário que o último módulo tivesse um pé-direito relativamente elevado para encaixar os módulos menores, não sendo possível transportar a estrutura pronta no caminhão.

Figura 159: Evolução da proposta - Proposta 01 e 02

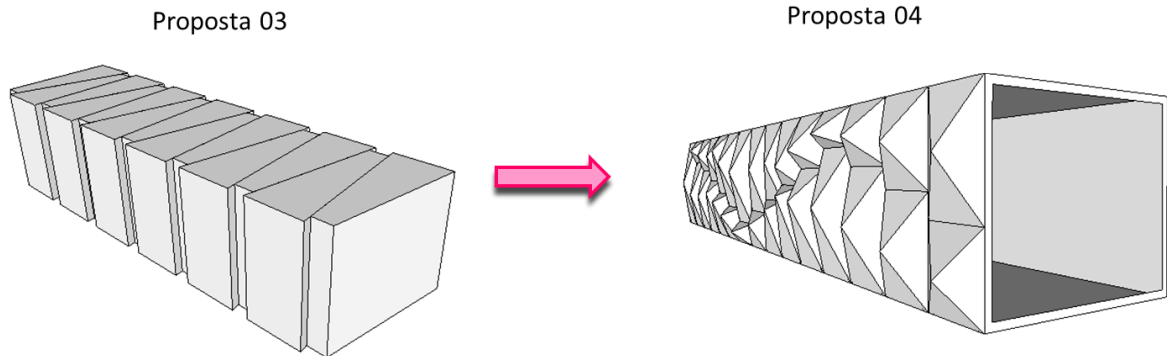


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Já na volumetria 03 (Figura 160), tentando utilizar o jogo de volumes como rebatimento da diretriz conceitual mencionada anteriormente, são propostos módulos com

formatos triangulares que se invertem. Apropriando-se ainda mais do jogo de volumes, na volumetria 04 (Figura 160), são adicionados triângulos nas fachadas laterais fazendo alusão aos triângulos espelhados que formam a parte interna do caleidoscópio.

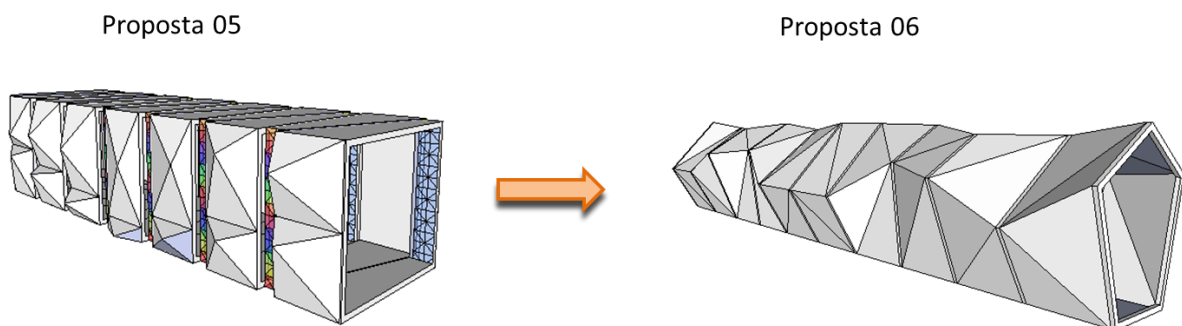
Figura 160: Evolução da proposta – Proposta 03 e 04.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

A fim de tornar um pouco mais permeável a estrutura e permitir o reflexo da luz exterior no ambiente interno, remetendo a luz que incide nos espelhos para a formação das imagens do caleidoscópio, na volumetria 05 (Figura 161) os módulos foram afastados e separados por um painel de policarbonato colorido. A volumetria 06 (Figura 161) apresenta uma estrutura sanfonada, ou seja, a combinação entre o PVC e a estrutura tensionada.

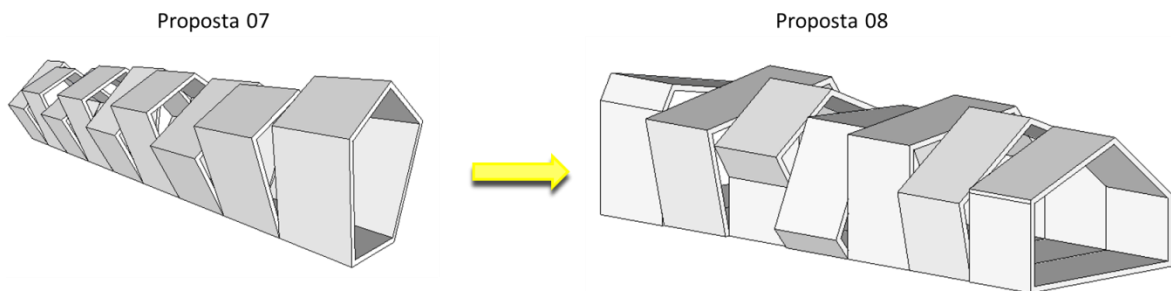
Figura 161: Evolução da proposta - proposta 05 e 06.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Por sua vez, o estudo 07 (Figura 162), propõe os mesmo módulos do estudo anterior, porém, utilizando apenas a estrutura rígida, favorecendo assim a ventilação natural. Na proposta volumétrica final (08) (Figura 162), há um aumento na largura do pavilhão para melhorar o fluxo de pessoas no seu interior, além disso, a variação dos módulos dá mais movimento à estrutura, sendo uma proposta fiel ao conceito adotado.

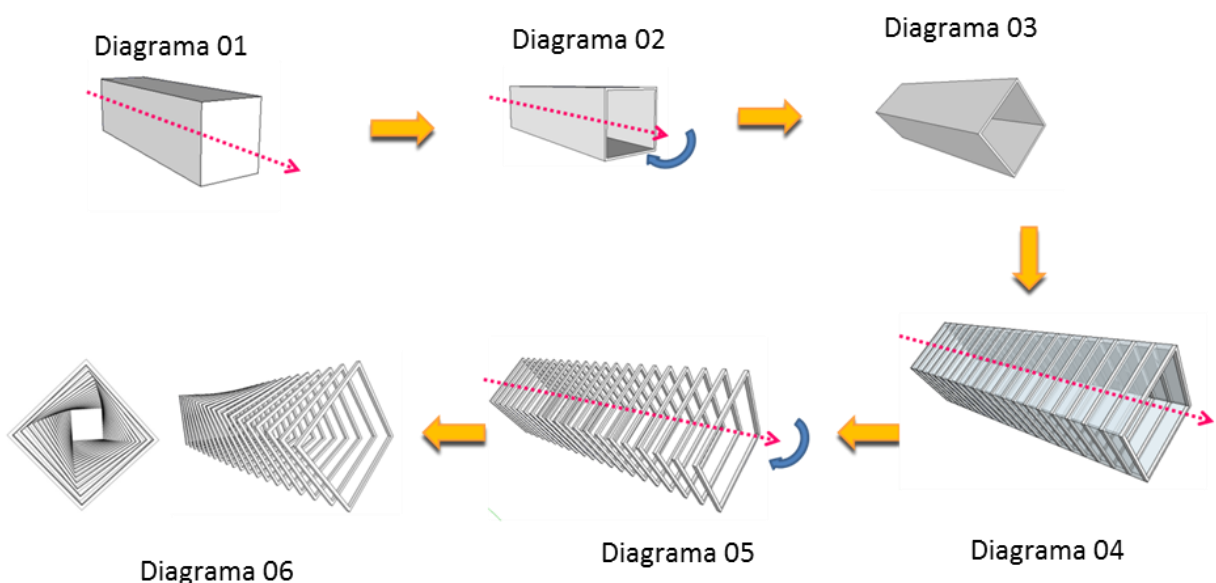
Figura 162: Evolução da proposta - Proposta 07 e 08.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Em relação ao estudo volumétrico da passarela (Figura 163), primeiramente pensou-se como interligar os dois espaços – o pavilhão e o caminhão - de forma harmônica. A ideia inicial foi fazer essa conexão através de um túnel que transportaria o usuário para uma realidade de outro mundo, sem muito contato com o meio externo, sendo assim, a primeira proposta foi um prisma retangular (diagrama 01). Ao imitar o movimento de rotação feito com o caleidoscópio para a formação de variadas imagens, na segunda solução foi feito o mesmo com o prisma proposto (diagrama 02 e 03). A fim de criar um efeito visual interessante, esse prisma foi separado em pórticos (diagrama 04), o primeiro deles foi rotacionado a 45° (diagrama 05) ficando com um formato semelhante ao último módulo do pavilhão dando assim uma continuidade à estrutura, o pórtico seguinte, por sua vez, foi rotacionado a 10° do anterior e assim se sucederam (diagrama 06) até completar toda a dimensão da rampa que liga o pavilhão ao caminhão.

Figura 163: Diagrama da evolução formal da passarela.

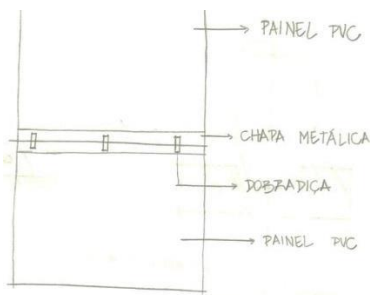


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.2. Evolução do sistema construtivo

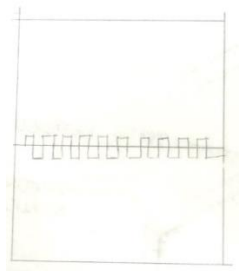
Após a prévia definição da volumetria passou-se a resolver o sistema de montagem da estrutura. Como foi dito na análise do sistema construtivo, os materiais utilizados serão a estrutura metálica e o PVC. Para a construção do modelo proposto foi pensado para o módulo do pavilhão uma estrutura dobrável. Inicialmente cogitou-se a possibilidade de utilizar dobradiças pontuais (Figura 164) ao longo da dimensão dos painéis de PVC, semelhante as que são empregadas em contêineres, porém, para distribuir melhor o peso dos painéis pensou-se em um sistema de encaixe macho-fêmea entre eles (Figura 165), para isso, não seriam permitidos cortes aleatórios do painel. A fim de uma solução mais simples, foi proposta então, uma dobradiça metálica contínua ao longo da estrutura (Figura 166).

Figura 164: Croqui da dobradiça pontual.



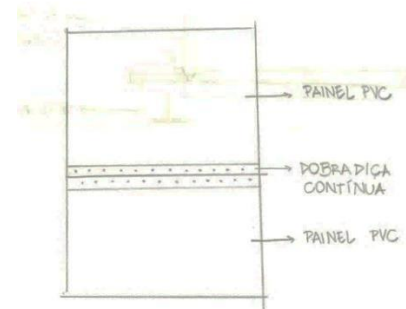
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 165: Croqui do Encaixe macho-fêmea os painéis de PVC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

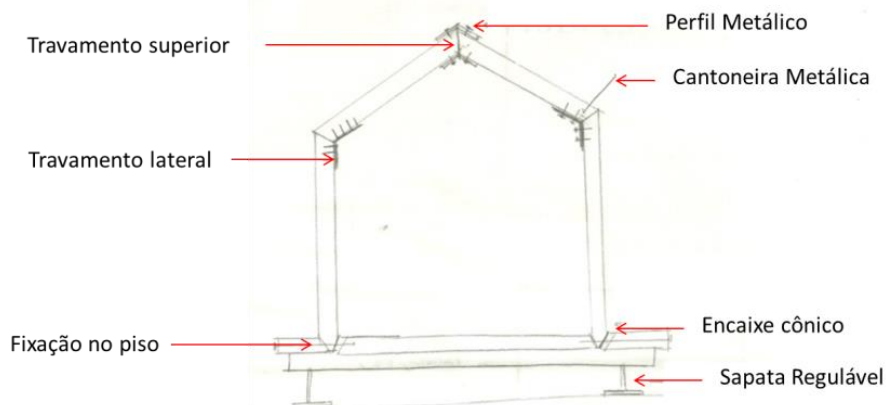
Figura 166: Croqui da dobradiça contínua.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Ao adotar um sistema dobrável, é necessário fazer o travamento da estrutura, desta forma, deve-se pensar como os painéis de pvc irão se fixar no piso, como será o travamento da parte superior do módulo e o travamento lateral (Figura 167).

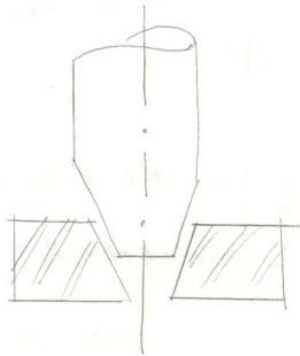
Figura 167: Croqui das articulações do sistema construtivo proposto.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

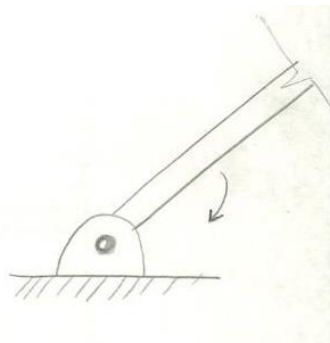
Para a fixação no piso, a primeira solução adotada foi um encaixe cônico (Figura 168) entre uma peça metálica fixa na extremidade do painel de PVC e o piso, essa peça seria travada por um pino. Posteriormente, pensou-se em um travamento articulável (Figura 169), e por fim, chegou-se a solução de um perfil U metálico parafusado no piso (Figura 170).

Figura 168: Encaixe cônico.



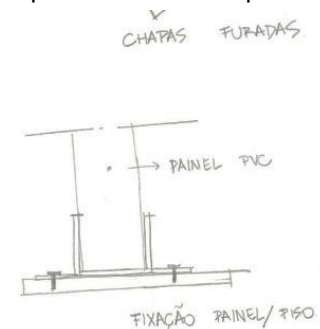
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 169: Croqui da fixação articulável do módulo de PVC no piso.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

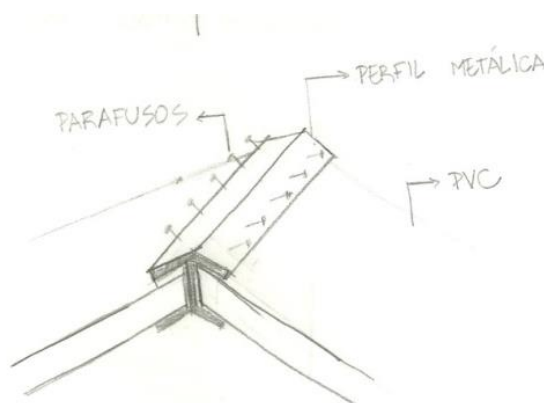
Figura 170: Croqui da fixação do painel de PVC no piso.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Uma opção inicial para o travamento da parte superior da estrutura foi um perfil metálico como pode ser visto na Figura 171, parafusado no painel de PVC. Devido às diferentes angulações dos painéis de PVC que compõem os módulos, essa solução tornou-se inviável.

Figura 171: Opção para travamento da estrutura.

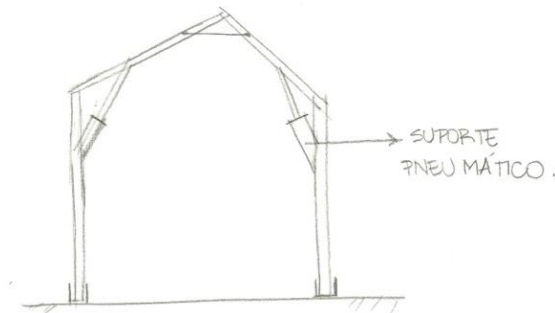


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Para o travamento lateral da estrutura foi proposto inicialmente um suporte pneumático (Figura 172) que auxiliaria no processo de montagem na estrutura, diminuindo o esforço realizado para levantar o painel. No entanto, o suporte impediria que a estrutura fosse fechada completamente. Outra solução para o travamento lateral foi chapas metálicas

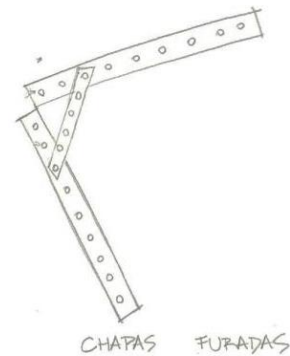
furadas que seriam parafusadas no painel de PVC, assim como funciona no caso do estudo de referência apresentado, Loop Chair.

Figura 172: Croqui do travamento da estrutura com suporte pneumático.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 173: Croqui do travamento da estrutura com chapas furadas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Após analisar várias possibilidades determinou-se uma solução final, que será melhor detalhada no tópico posterior.

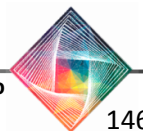
Figura 174: Módulo base - solução final do sistema construtivo adotado.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.3. Sistemas e Materiais adotados para o pavilhão de exposições

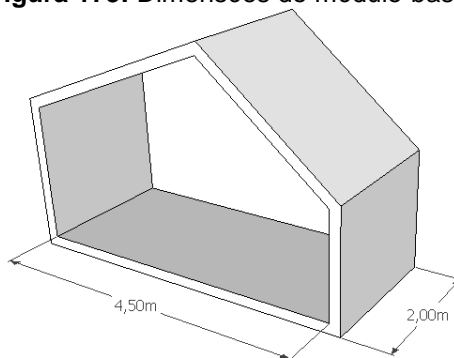
Ao pesquisar sobre os materiais que poderiam ser aplicados à essa estrutura, conforme foi apresentado ao longo desta pesquisa, verificou-se que uma das soluções mais adequadas para um projeto desmontável e itinerante é o PVC e a estrutura metálica. Trata-se de um solução leve, indicada nos casos onde há necessidade de adaptações, ampliações, mudança de uso, admitindo diversas montagens e desmontagens sem desgaste do material.



Para a construção do modelo proposto seria necessário o cálculo estrutural a partir de um profissional de engenharia para determinar as dimensões adequadas das peças empregadas na estrutura do projeto, e a produção de um protótipo para confirmar que o sistema funciona, no entanto, devido ao tempo reduzido para a realização do presente trabalho, este se ateve a proposição de um sistema contrutivo e detalhamento dos seus elementos baseado no conhecimento empírico da autora e com o auxílio de um Engenheiro Mecânico³⁴. Como mostrado no item anterior, pensou-se em várias possibilidades de articulação para a estrutura até a definição da que seria utilizada, isso demandou bastante tempo no processo projetual. Para o detalhamento da estrutura, foi escolhido um módulo-base do pavilhão e um pórtico da passarela, embora os demais módulos e pórticos tenham angulações diferentes, a mesma técnica se aplica a todos eles, apenas com ajustes das peças.

Para definição do sistema modular do projeto, conforme recomendando por Greve; Bauldauf (2007), para concepção de uma estrutura racional, foi utilizado inicialmente um módulo-base de 4,50 x 2,00m para estrutura do pavilhão, que definiria as dimensões dos módulos de piso, como mostrado na Figura 175.

Figura 175: Dimensões do módulo-base.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

No entanto, foi escolhido o *Painel Wall*³⁵ como solução de piso, o qual é composto de miolo de madeira laminada ou sarrafeada, contraplacado em ambas as faces por lâminas

³⁴ Professor Doutor em Engenharia Mecânica João Telésforo Nóbrega de Medeiros, associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Elementos de Máquinas, atuando principalmente nos seguintes temas: tribologia, desgaste e projetos de máquinas.

³⁵ Painel fabricado no Brasil pela empresa Eternit. Disponível em: <<http://www.eternit.com.br/produtos/solucoes-construtivas/painel-wall/painel-wall2>>. Acesso em 15.11.14

de madeira, e externamente por placas cimentícias CRFS (Cimento Reforçado com Fio Sintético) prensadas. Ao analisar as medidas de fabricação do *Painel Wall* (Figura 176), decidiu-se então, modificar as dimensões estabelecidas anteriormente e defini-las baseadas na junção de duas placas de *Painel Wall*, uma de 1,20 x 2,10m e a outra de 1,20 x 2,75m, totalizando um vão de 4,85m, ideal para montar a exposição com os experimentos nas laterais do módulo e um corredor central de 1,80m para o fluxo de pessoas (Figura 177). A escolha da dimensão do *Painel Wall* também foi motivada pela recomendação de instalação do fabricante, que propõe a fixação no sentido do comprimento transversal às vigas de apoio, de forma que as juntas não coincidam, deixando-se uma junta de dilatação entre os painéis de 3mm.

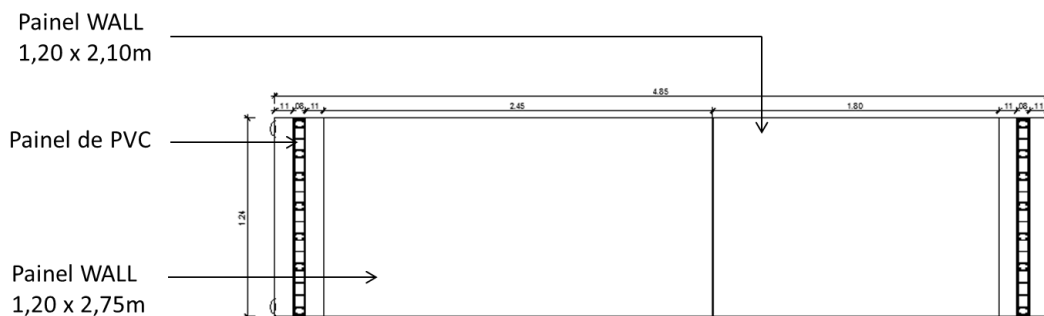
Figura 176: Dimensões e peso das placas de *Painel Wall*.



Dimensões				
Espessura (mm)	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m ²)	Peso (kg)/m ²
40	1,20	2,10*	2,52	32,00
	1,20	2,50	3,00	32,00
	1,20	2,75	3,30	32,00
	1,20	3,05	3,66	32,00
	1,20	2,10*	2,52	37,51
55	1,20	2,50	3,00	37,51
	1,20	2,75	3,30	37,51
	1,20	3,05	3,66	37,51
	1,20	3,05	3,66	37,51

Fonte: <http://www.eternit.com.br/produtos/solucoes-construtivas/painel-wall/painel-wall2>. Acesso em: 10.11.14. Nota: Editado pela autora.

Figura 177: Planta baixa do módulo-base.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Após escolher o tipo de piso do módulo, este norteará a definição dos demais elementos da montagem, cujos detalhamentos estão nas pranchas em anexo, segundo a ordem estabelecida pelo Quadro 6.

Quadro 6: Lista de detalhes desenvolvidos no projeto.

	Nomenclatura	Prancha Nº
Piso	Estrutura do piso	07
	Chapa metálica 01 (piso)	12
	Cantoneira de piso	12
Vedação/ cobertura	Painel de PVC	09
	Chapa metálica 02 (trava)	12
	Chapa metálica 03 (trava)	12

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Solução de Piso

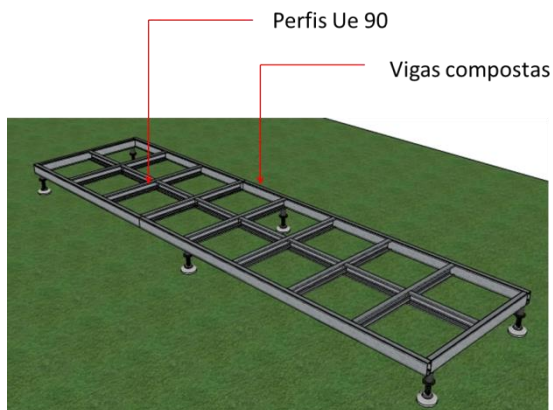
O sistema proposto pode ser implantado em qualquer terreno, desta forma, para sanar inclinações e variações de cota no solo foi desenvolvido um sistema de rosca – sapatas reguláveis – que nivela a estrutura, semelhante ao empregado em andaimes. Para apoiar os painéis de piso e conferir resistência ao módulo, foi desenvolvida uma base metálica, cuja estrutura será uma malha composta por perfis de aço galvanizado para *Steel Framing* (Figura 178) - montantes enrijecidos e guias - por este motivo utilizou-se uma modulação de 0,60m como pode ser vista na Figura 179.

Figura 178: Tipos de perfis Steel Framing.



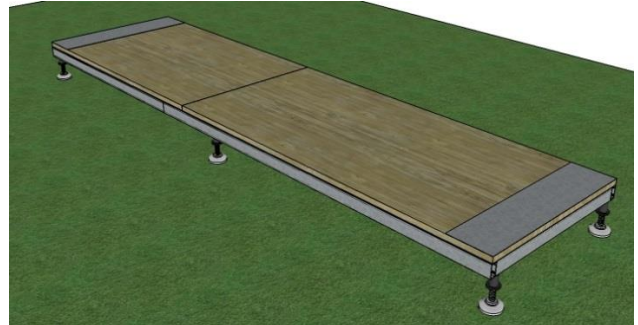
Fonte: <http://www.algemetalurgica.com.br/new/home.php>. Acesso em: 10.11.14.

Figura 179: Estrutura de piso.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

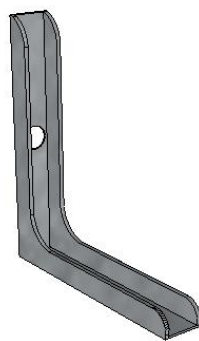
Figura 180: Estrutura de piso com *Painel Wall*.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

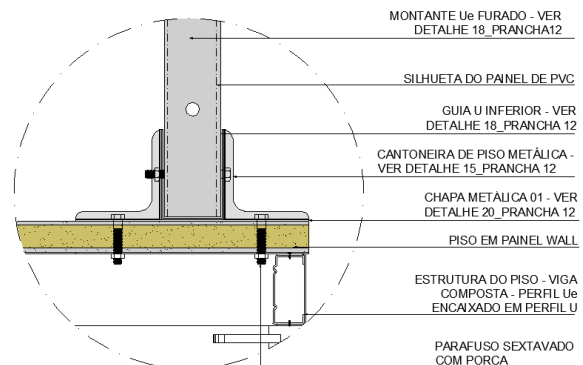
As extremidades da malha metálica apresentam vigas compostas, um perfil U encaixado em um montante U enrijecido, já as peças intermediárias são montantes U enrijecidos 90 (Figura 179). Essa estrutura metálica receberá as placas de *Painel Wall* que serão parafusadas nos perfis metálicos da base (Figura 180). No *Painel Wall* serão parafusadas cantoneiras metálicas (Figura 181) para fixação dos painéis de PVC no piso. Para não parafusar diretamente no PVC, este receberá uma moldura metálica composta verticalmente por montantes U enrijecidos e na parte inferior e superior por guias (Figura 182).

Figura 181: Cantoneira metálica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 182: Corte esquemático ilustrando a fixação do painel de PVC no piso.



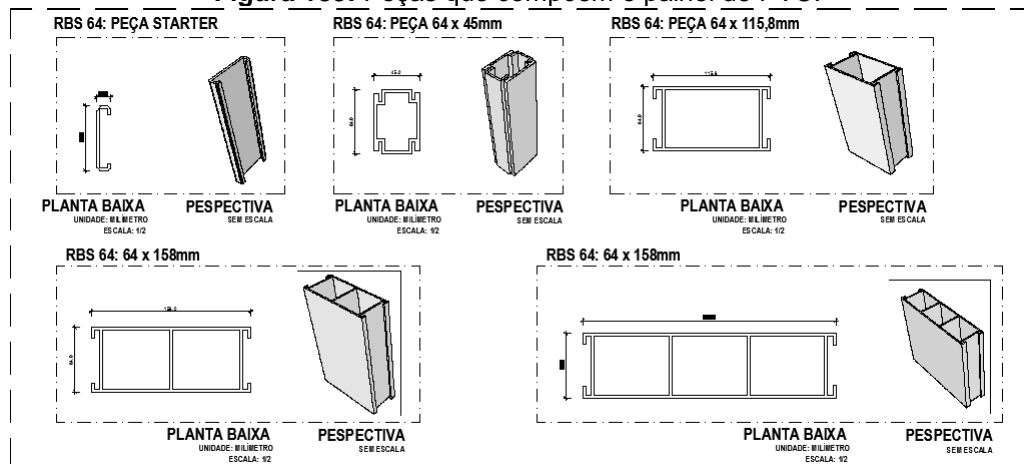
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Solução de Vedação e Cobertura

Para a estrutura desmontável e itinerante proposta, os painéis de PVC foram escolhidos por atenderem às diretrizes de leveza, facilidade de manutenção e rapidez de montagem. Desta forma, utilizou-se o sistema construtivo desenvolvido pela Royal do Brasil Technologies S.A., (o qual já foi explicado na seção destinada às análises do sistema

construtivo). Esse sistema é constituído por painéis ocos encaixados verticalmente. As peças são produzidas em três espessuras, 64mm, 100mm, 150mm, escolheu-se a de 64mm por ser mais leve. No caso da estrutura proposta neste trabalho, os fechamentos laterais e coberturas dos módulos serão feitas por painéis de PVC, os quais são uma composição das peças propostas por esse sistema, conforme pode ser visto na Figura 183. Para a composição dos painéis serão utilizadas 02 peças starter, 07 peças 64mm x 45mm, 01 peça 64mm x 120mm, 04 peças 64mm x 158mm e 01 peça 64mm x 250mm.

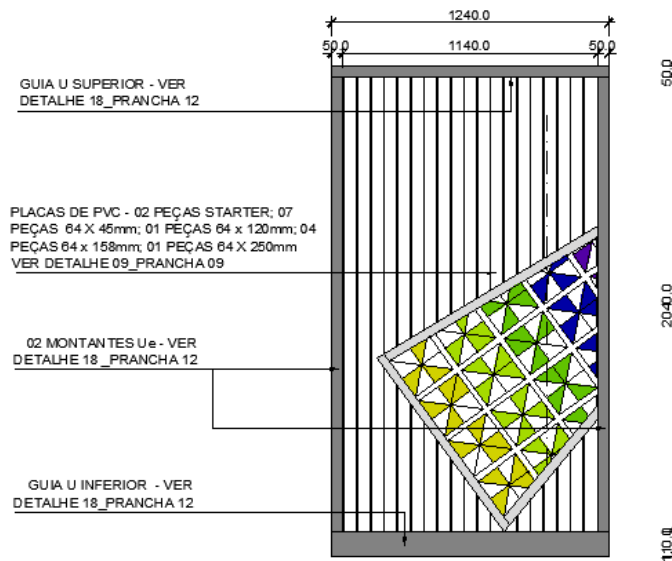
Figura 183: Peças que compõem o painel de PVC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Como esclarecido anteriormente, o painel formado pelas peças de PVC receberá uma estrutura metálica, montantes na delimitação lateral do painel e guias nas extremidades superior e inferior, para fixação no piso e na articulação do painel de cobertura (Figura 184).

Figura 184: Vista Frontal do fechamento lateral do módulo-base.

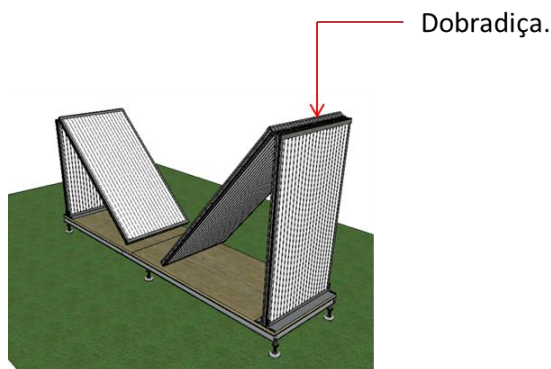


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Os painéis de PVC que compõem o fechamento lateral do módulo serão recortados para encaixe de painéis triangulares de alucobond e policarbonato colorido, que permitirá a entrada da luz natural, criando assim um efeito visual tanto externamente, pela composição de todos os módulos do pavilhão, quanto internamente pela reflexão da cor do policarbonato.

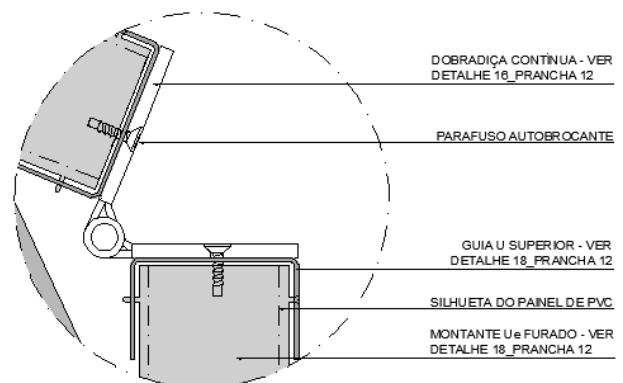
O painel de vedação lateral e o painel de cobertura são dobráveis (Figura 185), movimento permitido por uma dobradiça metálica contínua, parafusada na guia superior do primeiro e na guia inferior do segundo, conforme pode ser visto na Figura 186.

Figura 185: Articulação do painel lateral e de cobertura.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

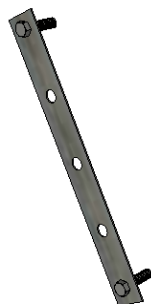
Figura 186: Detalhe da articulação.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

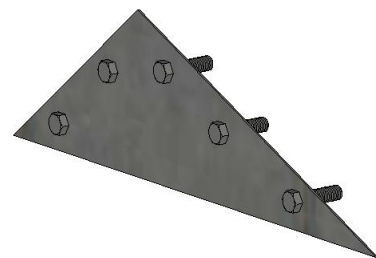
O travamento lateral da estrutura, entre o painel de vedação e o de cobertura, é feito através de uma chapa metálica furada (Figura 187), parafusada no montante estrutural do painel que também é furado. Já o travamento superior, entre os dois painéis que compõem a cobertura, será feito através de uma chapa metálica triangular parafusada (Figura 188).

Figura 187: Chapa parafusada no painel de vedação e o de cobertura.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 188: Chapa metálica parafusada nos painéis que formam a cobertura.

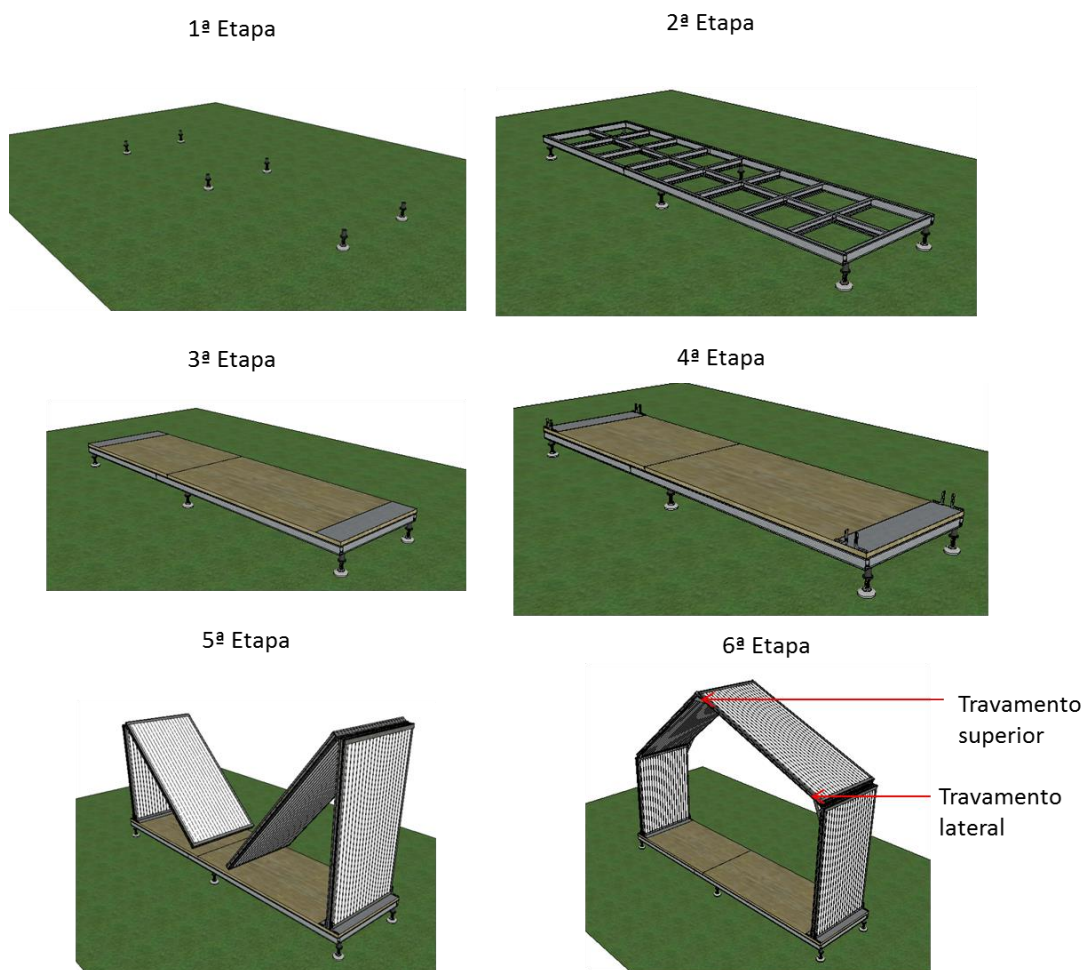


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Montagem do módulo-base do pavilhão

Em síntese, o processo de montagem do módulo-base segue a lógica mostrada na Figura 189. Inicialmente são montadas as sapatas reguláveis, posteriormente a estrutura metálica do piso que receberá o *Painel Wall*, vale ressaltar que a estrutura metálica e o painel serão transportados montados. Em seguida são parafusadas no piso as cantoneiras metálicas, que por sua vez serão parafusadas nos painéis laterais, por fim são colocadas as chapas travando a estrutura em cima e lateralmente.

Figura 189: Esquema de montagem do módulo-base.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Sistema Hidráulico

Como o museu itinerante proposto não apresenta banheiros, para suprir essa necessidade é sugerida a utilização de banheiros químicos (Figura 190). Desta forma, o uso de água na estrutura se restringe apenas a realização de poucos experimentos, não sendo necessário um sistema hidráulico. Assim, o abastecimento de água é feito através de barris plásticos (Figura 191).

Figura 190: Banheiro químico.



Fonte: <http://www.teraambiental.com.br/>. Acesso em: 15.11.14.

Figura 191: Barril plástico para água.



Fonte: <http://coisas.rechena.com/tag/barril-de-chuva/>. Acesso em 15.11.14.

- Sistema Elétrico

Todos os módulos deverão conter instalações elétricas, cuja alimentação dependerá da infraestrutura e tecnologia disponível no local da instalação da estrutura para o museu de ciência e tecnologia. Poderá ser feita através de rede elétrica, de gerador ou ainda através da instalação de baterias par ao funcionamento de células fotovoltaicas (sistema de captação de energia solar), com placas dispostas na parte superior do caminhão. A fiação deverá estar embutida em canaletas aparentes (Figura 192 e Figura 193) fixadas na cantoneira de piso proposta no sistema construtivo.

Figura 192: Canaletas em PVC.



Fonte: <http://grupomasalupri.com.br>. Acesso em 15.11.14.

Figura 193: Instalação elétrica aparente com eletrodutos de PVC.



Fonte: <http://www.fazfacil.com.br/>. Acesso em 15.11.14.

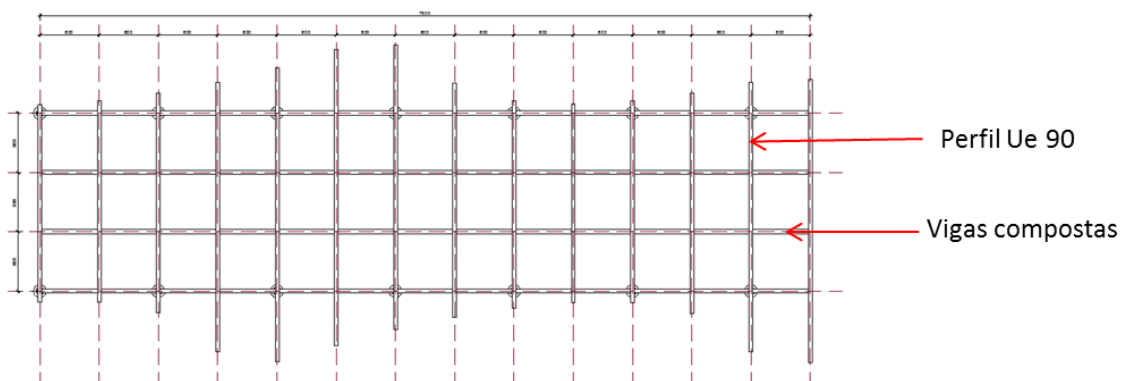
9.3.4. Sistemas e materiais adotados para a passarela.

- Solução de piso

A solução de piso adotada para a passarela assemelhasse a do pavilhão, a diferença é que ao invés de utilizar as placas de *Painel Wall* serão utilizadas placas de compensado naval por se tratar de uma área que não recebe tanto carregamento, como o peso dos experimentos, possuindo apenas função de passagem. A estrutura de piso, que receberá o compensado naval, também será composta pelos mesmos perfis de aço

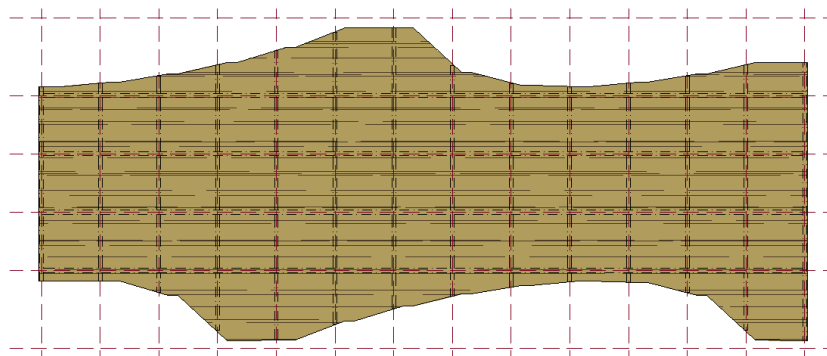
galvanizado para *Steel Framing*, espaçados a 60cm, no entanto, como o formato do piso da passarela é irregular devido as rotações dos pórticos, a estrutura de piso não é transportada pronta, sendo necessário montar no local (Figura 194). Para facilitar a montagem, os perfis não são encaixados como na estrutura do piso do módulo do pavilhão, no caso da passarela, os perfis são sobrepostos (Figura 196). A estrutura apresenta quatro vigas compostas (perfil U encaixado em perfil U enrijecido) e sobre essas vigas serão parafusados perfis U enrijecidos que receberão as placas de compensado naval (Figura 195).

Figura 194: Estrutura de piso da passarela.



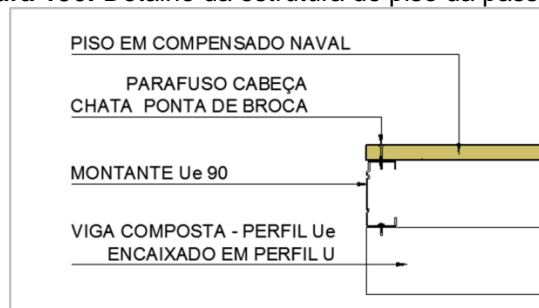
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 195: Compensado naval sobre a estrutura metálica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

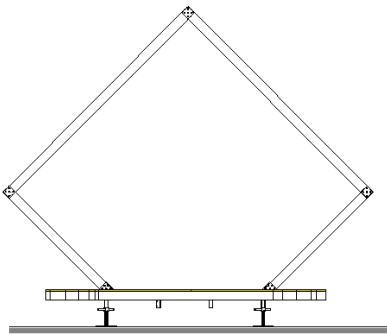
Figura 196: Detalhe da estrutura de piso da passarela.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

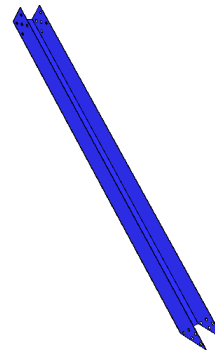
Os pórticos que compõem a passarela (Figura 197) são formados por perfis U de alumínio (Figura 198), material escolhido pela sua leveza, que se encaixam uns nos outros e são parafusados, estes receberão pintura eletrostática fazendo composição colorida. Para a fixação dos pórticos no piso, utilizou-se uma chapa metálica (Figura 199) que será parafusada no perfil U do pórtico e na placa de compensado naval. Para não deixar o movimento vertical dos pórticos apenas nesta peça fixada na parte inferior do mesmo, entre eles passará um cabo de aço colocado à altura de 0,92m e 0,70m, propostas pela NBR 9050.

Figura 197: Vista Frontal do pórtico que compõe a passarela.



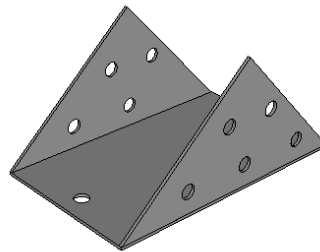
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 198: Perfil U metálico que forma o pórtico da passarela.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 199: Chapa metálica para fixação do pórtico no piso.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.5. Memorial Justificativo

Neste item serão justificadas algumas decisões tomadas durante o processo projetual, além disso, apresentará a explicação das atividades realizadas no museu de ciência e tecnologia.

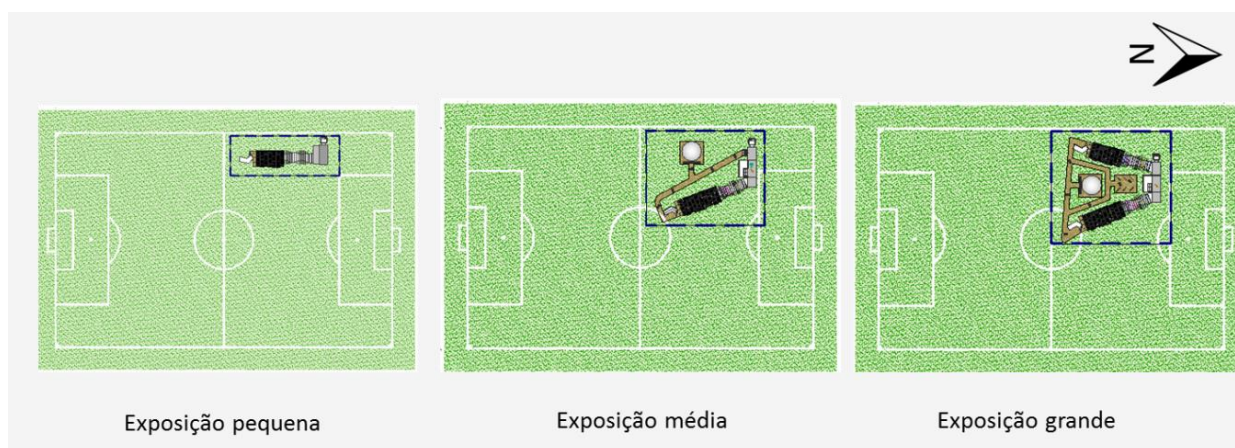
Foi escolhido o nome fictício *Museu Vivo* para o projeto uma vez que “vivo” significa algo que tem vida, animado, ligeiro. No nome do museu a palavra “vivo” foi empregada por

duas razões: para ressaltar o caráter itinerante da estrutura, que recebeu vida e está em constante movimento, se locomovendo para vários destinos; e para enfatizar a interatividade do mesmo, pois os usuários podem sentir e tocar todos os experimentos.

9.3.5.1. Implantação

Uma arquitetura itinerante busca a comunicação com usuários e lugares diferentes, dependendo do seu deslocamento, o vínculo entre o elemento arquitetônico e o meio que se insere continua importante. Deste modo, embora seja uma estrutura móvel, para exercício projetual foi implantada em um campo de futebol. A orientação ideal de um campo de futebol é no sentido norte-sul, logo, o museu de ciência e tecnologia foi orientado de forma que as maiores fachadas ficassem no sentido leste-oeste e a entrada voltada para o sul, assim a fachada lateral composta por painéis totalmente verticais sem inclinações fica voltada para o oeste, proporcionando assim maior sombreamento ao pavilhão (Figura 200). Além disso, esta orientação favorece a ventilação natural, uma vez que os ventos predominantes vêm do sudeste. É importante ressaltar que esta orientação é para os três tipos de exposições.

Figura 200: Implantações dos três tipos de exposições.

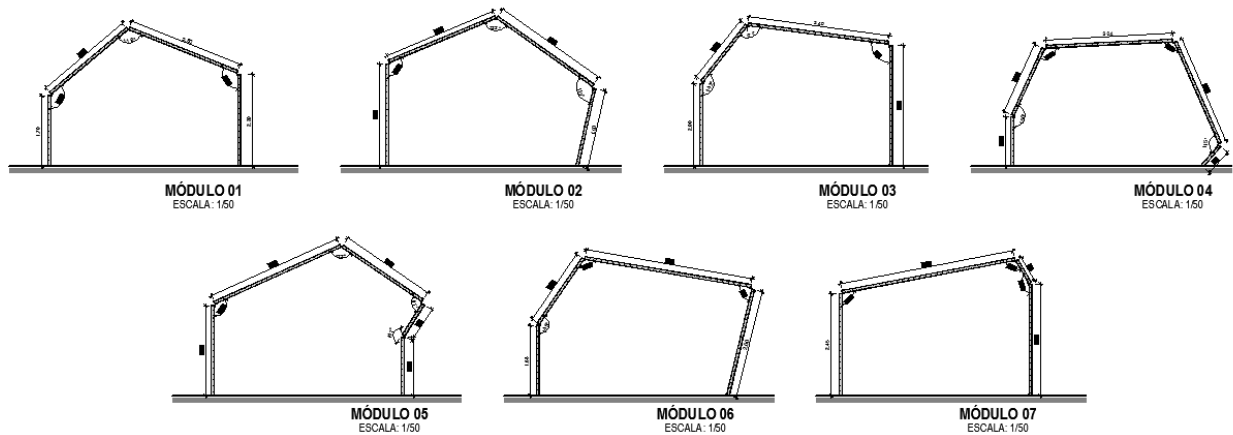


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.5.2. Plantas Baixas

As plantas baixas das exposições foram pensadas com o intuito de criar um circuito que desperte a curiosidade do usuário e ao percorrer ele possa descobrir sempre coisas novas. Para a composição das exposições pensou-se em sete variações para o módulo (Figura 201), que formam a exposição pequena. Na exposição média e grande alguns desses módulos se repetem.

Figura 201: Vista frontal dos módulos.



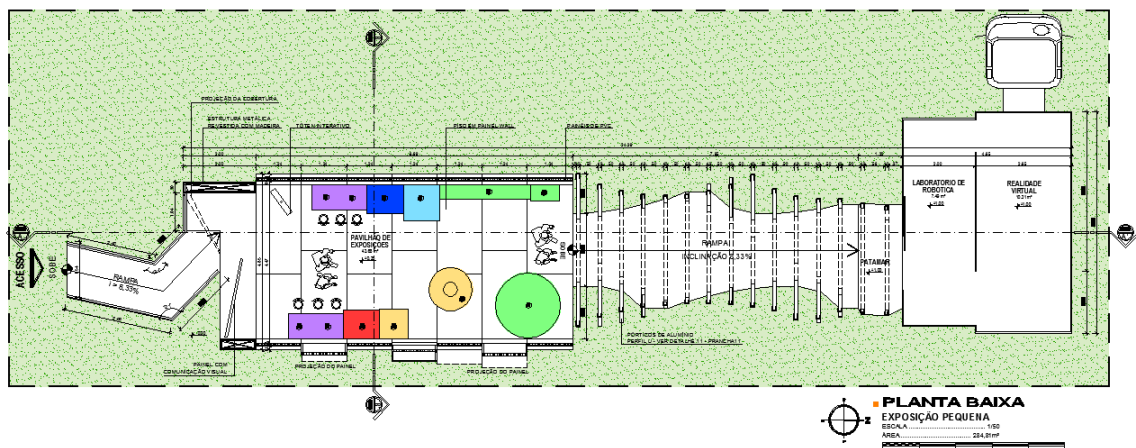
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

O acesso à exposição se dá através de uma rampa e para marcar a entrada/saída da mostra, na fachada frontal há um pórtico diferente dos demais módulos, composto por uma estrutura metálica revestida de madeira. O material do guarda corpo utilizado na rampa foi o acrílico para não causar muito impacto na fachada frontal.

- Exposição Pequena

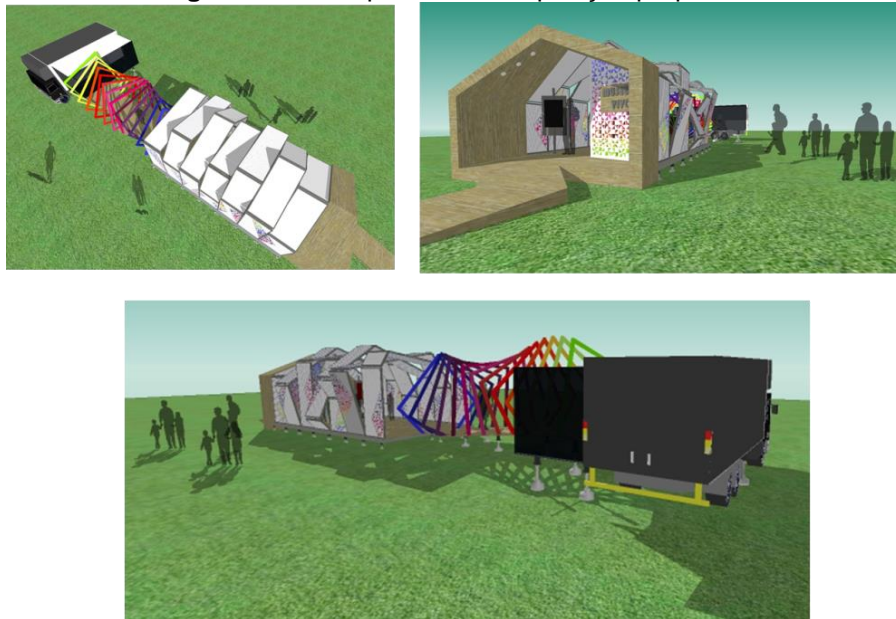
Como foi explicada no capítulo do programa de necessidades e pré-dimensionamento, a estrutura pequena é transportada pelo caminhão de 6,05m. O pavilhão é composto por sete módulos e a exposição montada ocupa uma área de aproximadamente 284, 81m² (Figura 202 e Figura 203). No interior do caminhão foi projetado um laboratório de robótica e um ambiente de realidade virtual.

Figura 202: Planta Baixa exposição pequena.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 203: Perspectivas da exposição pequena.

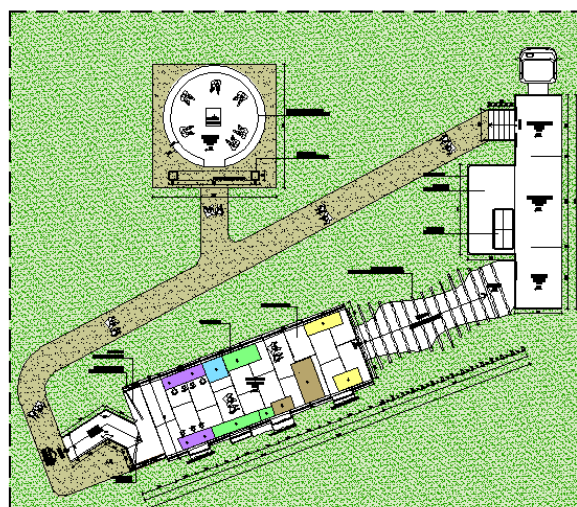


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- **Exposição Média**

A exposição média é composta por dez módulos e ocupa uma área de aproximadamente 547,92m² (Figura 204). Além do pavilhão de exposições e das atividades desenvolvidas no caminhão (laboratório de óptica, laboratório de robótica e realidade virtual), é proposto um planetário inflável e o telescópio. Na planta dessa exposição o circuito inicia pelo pavilhão, passando pela passarela com os pórticos, seguindo pelos ambientes internos no caminhão e finalizando no planetário. Para delimitação do circuito faz-se uso de tapetes e placas indicativas.

Figura 204: Planta Baixa exposição média.



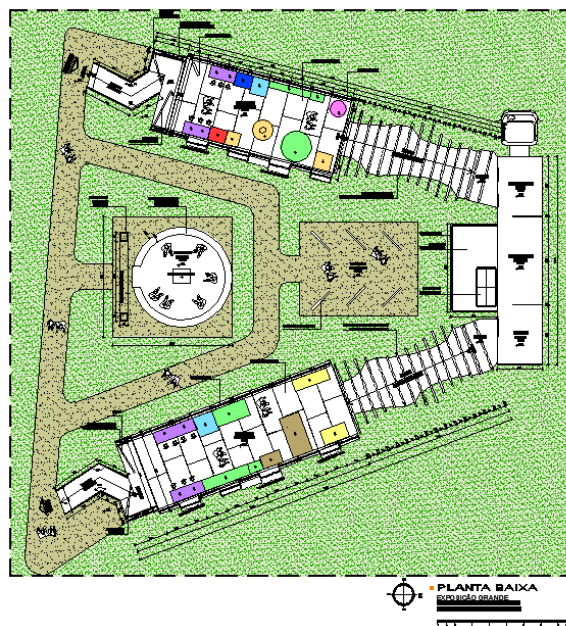
PLANTA BAIXA
EXPOSIÇÃO MÉDIA

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Exposição Grande

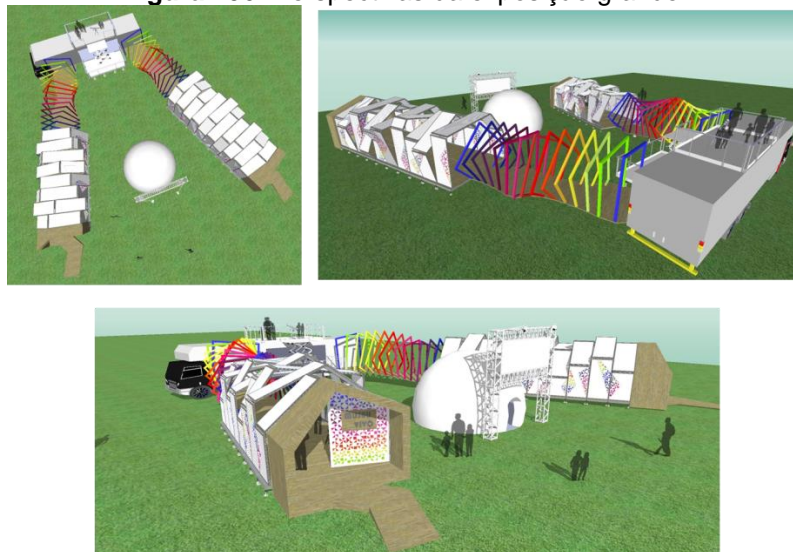
Por ser a junção da exposição pequena com a média, a exposição grande é composta por dezessete módulos e ocupa uma área aproximada de 824,47m² (Figura 205 e Figura 206). Além do pavilhão de exposições, planetário e telescópio, esse porte de exposição propõe uma área destinada a exposições de painéis, cujo tema pode variar de acordo com o interesse do público. O circuito dessa exposição inicia-se no primeiro pavilhão, passa pelos ambientes do caminhão, posteriormente segue para o segundo pavilhão, em seguida o usuário vai para a exposição dos painéis e termina no planetário.

Figura 205: Planta baixa da exposição grande.

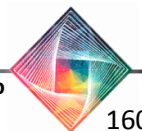


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 206: Perspectivas da exposição grande.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



9.3.5.3. Acessibilidade

A norma técnica NBR 9050:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, estabelece critérios e parâmetros técnicos aplicáveis a projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade. Segue abaixo o Quadro 7 com alguns dos critérios e parâmetros utilizados na elaboração do projeto.

Quadro 7: Parâmetros de acessibilidade da NBR 9050.

PARÂMETROS DE ACESSIBILIDADE UTILIZADOS NO PROJETO	
PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS	Considera-se como módulo de referência a projeção de 0,80m por 1,20m no piso para pessoa utilizando cadeira de rodas. Para pessoas em cadeira de rodas é preferencial o deslocamento em linha reta.
	Largura mínima para circulação de pessoas em cadeira de rodas: - 0,90 para uma pessoa em cadeira de roda; - 1,20 a 1,50m para uma pessoa e 1 pedestre; - 1,50 a 1,80m para duas pessoas em cadeira de rodas.
	Área de manobra sem deslocamento para pessoas em cadeira de rodas: - 1,20 x 1,20m para rotação de 90°; - 1,50 x 1,20m para rotação de 180°; - ø 1,50m para rotação de 360°.
	As portas devem ter vão livre mínimo de 0,80m e altura de 2,10m.
ACESSOS E CIRCULAÇÕES	Larguras mínimas de corredores: - 0,90m para corredores de uso comum com extensão até 4,00m; - 1,20m para corredores de uso comum com extensão até 10,00m; - 1,50m para corredores com extensão superior a 10,00m; - 1,50m para corredores de uso público; - maior que 1,50m para grandes fluxos de pessoas.
	Desníveis devem ser evitados. - Desníveis de até 5mm não demandam tratamento especial; - Desníveis entre 5 e 15mm usar rampa de inclinação máxima de 50%.
	As rampas devem ter inclinação máxima de até 8,33%. Devem ser previstos patamares: - No início e no término das rampas com dimensão longitudinal mínima recomendável de 1,50m e mínima admissível de 1,20m; - Entre os segmentos de rampa com dimensão longitudinal mínima de 1,20m sendo recomendável 1,50m.
	Corrimãos: - Devem ser instalados em ambos os lados em escadas e rampas; - Devem ter largura entre 3,0 e 4,5cm, distantes no mínimo 4cm da parede; - Altura de 0,92 para corrimãos em escadas; - Altura de 0,92 e 0,70m para corrimãos em rampas.

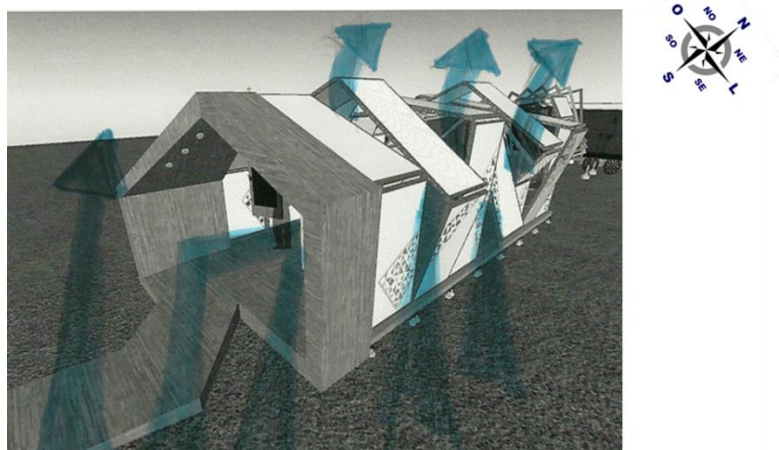
Fonte: NBR 9050.

Nota: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.5.4. Conforto Ambiental do Pavilhão

É possível visualizar, em todo o projeto diversas estratégias projetuais aplicadas com o intuito de obter maior conforto térmico no pavilhão de exposições. Essas soluções são observadas através do projeto de sua volumetria, com aberturas criadas a partir da variação formal dos módulos. Para o melhor aproveitamento da ventilação natural e o sombreamento da estrutura, o pavilhão deve ser orientado no sentido norte-sul, com a fachada frontal voltada para sul. Assim, a fachada leste, que apresenta maior variação dos painéis de PVC permitirá a entrada dos ventos, e as aberturas na parte superior propiciará a saída do ar quente. O fluxo da ventilação do pavilhão pode ser visto ser observada no diagrama da abaixo.

Figura 207: Diagrama do fluxo dos ventos no pavilhão.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Outra estratégia adotada para melhorar o conforto térmico do pavilhão é a possibilidade da adoção de um sistema de ventilação mecânica, com a instalação de ventiladores (Figura 208) dispostos ao longo da estrutura. Trata-se de um sistema simples e eficaz que garante a renovação constante do ar no ambiente.

Figura 208: Ventilação mecânica,



Fonte: <http://www.qualitas.ind.br/ventiladores-de-alta-vazao/ventilador-de-alta-vazao-vaq18t4.html>.
Acesso em: 15.11.14

A versatilidade do projeto desenvolvido permite ainda como alternativa a substituição dos painéis de alucobond e policarbonato colorido propostos por brises móveis, cuja direção favorece ainda mais o fluxo dos ventos no interior do pavilhão.

A orientação norte-sul do pavilhão permite ainda o maior sombreamento da parte interna, uma vez que, na fachada oeste não há variação dos painéis laterais, como pode ser visto na Figura 209. Essa estratégia projetual adotada permite tanto a proteção da fachada contra insolação, como também a fixados painéis/cartazes para exposição na parte interna.

Figura 209: Fachada oeste do pavilhão.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

9.3.5.5. Cobertura

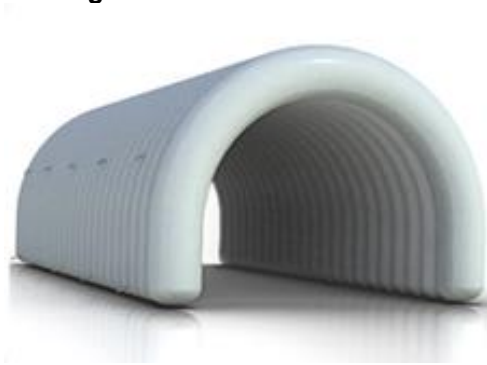
A estrutura proposta para o museu de ciência e tecnologia é bastante permeável, por mais que as chuvas nas cidades do interior do Rio Grande do Norte não sejam tão recorrentes foi pensada em uma cobertura para proteção contra a chuva. Como existe uma limitação de espaço no interior do caminhão, pensou-se em uma solução inflável que cobrisse toda a extensão da estrutura (Figura 210 e Figura 211), assemelhando-se a do planetário, havendo assim uma unidade volumétrica.

Figura 210: Opção de cobertura em caso de chuvas.



Fonte: <http://www.amazoninterart.com/?p=2646>.
Acesso em: 11.11.14.

Figura 211: Cobertura inflável.



Fonte: <http://www.infla.com.br>. Acesso em:
11.11.14.

9.3.5.6. Ambientes projetados no interior do caminhão

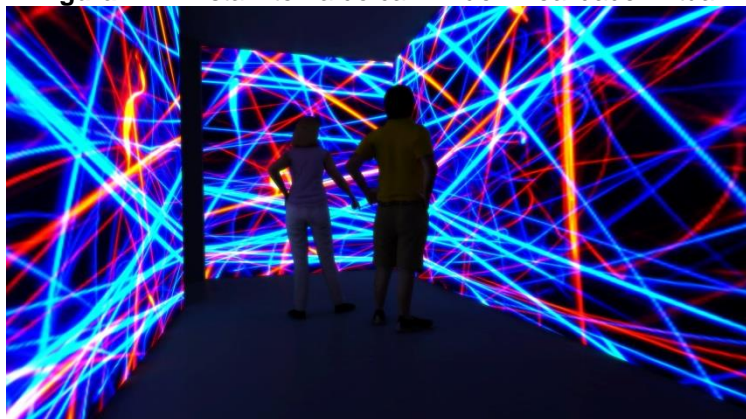
O interior do caminhão foi destinado para a realização de atividades que necessitam de equipamentos mais sofisticados e menor incidência de luz, sendo portando ambientes mais fechados. Assim, foi destinado um espaço para realidade virtual, laboratório de robótica e laboratório de ótica.

Na exposição pequena a lateral do caminhão desliza expandindo assim o espaço interno do caminhão. Já na exposição grande, uma parte da lateral abre onde é fixada uma plataforma pantográfica que dá acesso a área do telescópio.

- Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional. O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Para isso, essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudem na ampliação do sentimento de presença do usuário. Resumidamente a RV é uma simulação do que se vive na plataforma informatizada. Neste projeto ela é aplicada como jogos e simuladores (Figura 212).

Figura 212: Vista interna do caminhão - Realidade Virtual.

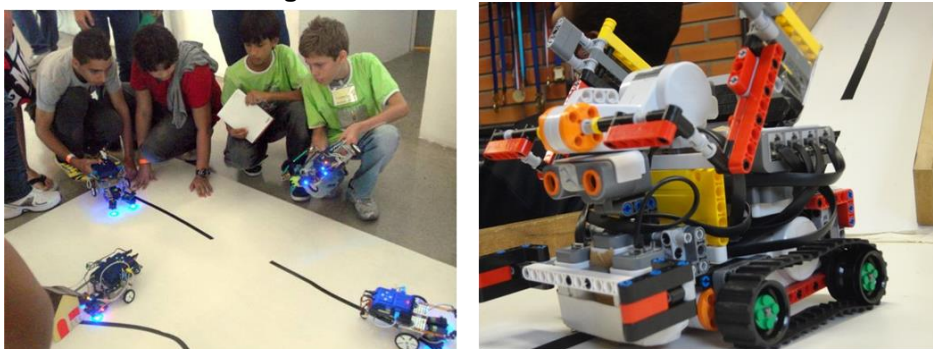


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

- Laboratório de robótica

Neste ambiente trabalha-se temáticas educativas utilizando a Robótica como mediação, através da criação de projetos, construção de protótipos e programação computacional, de maneira disciplinar, desenvolvendo competências e habilidades educacionais, a exemplo da criatividade, o senso de responsabilidade, raciocínio lógico e matemático, percepção visual, coordenação motora, capacidade de concentração, consciência crítica e trabalho em equipe.

Figura 213: Laboratório de robótica.



Fonte: http://espaco-experimental.blogspot.com.br/2011_06_01_archive.html. Acesso em: 11.11.14.

- Laboratório de óptica

O laboratório de óptica é uma sala escura com experimentos e espelhos que causam ilusão de ótica. Nesse ambiente também é mostrado como é formado o arco-íris (Figura 214) e um grande caleidoscópio composto por espelhos inclinados que refletem a imagem da pessoa várias vezes.

Figura 214: Laboratório de óptica.



Fonte: <http://blogdavidulgacaocientifica.blogspot.com.br/>. Acesso em: 11.11.14.

9.3.5.7. Planetário

Tanto na exposição média quanto na grande é proposto um planetário inflável. O planetário é um instrumento óptico-elétrico-mecânico que reproduz o movimento dos corpos celestes. Consta de um conjunto de projetores especiais que lançam a imagem do céu no interior de uma cúpula hemisférica.

Para dimensionar o planetário foi feita uma pesquisa em sites de empresas que alugam este equipamento, viu-se que os domos podem ter capacidade para atender de 35 a 80 pessoas por apresentação, dependendo do tamanho do domo e principalmente do conforto pretendido. As informações quanto às dimensões dos domos e sua capacidade podem ser vistas na (Figura 215). No caso de utilização de cadeiras ou poltronas, a lotação é

reduzida para cerca de 30% da especificada para acomodação diretamente sobre o piso. Para o projeto do museu de ciência e tecnologia, escolheu-se o domo de 5m de diâmetro que possui uma capacidade para 35 pessoas.

Figura 215: Dimensões e capacidades do Planetário inflável.



Diâmetro na Base	6m	6m	7m
Altura Central Sobre-Insuflado	3,3m	4,1m	5,1m
Altura Central em Operação Normal	3,1m	3,8m	4,7m
Altura mínima da entrada vertical	1,62m	1,65m	1,72m
Área para instalação sem pré-entrada	6m x 7m 42m ²	7m x 8m 56m ²	8m x 9m 72m ²
Área para instalação com pré-entrada reta	7m x 7m 49m ²	8m x 9m 72m ²	9m x 10m 90m ²
Área interna plana (m ²)	19,63	28,27	38,48
Capacidade Máxima extrema	45	80	120
Capacidade Máxima sugerida	35	60	80

Fonte: <http://www.asterdomus.com.br/portfolio-view/planetario/>. Acesso em: 11.11.2014.

Nota: Editado pela autora.

9.3.5.8. Telescópio Astronômico

O telescópio é um instrumento que permite estender a capacidade dos olhos humanos de observar e mensurar objetos longínquos. Pois, permite ampliar a capacidade de enxergar longe, através da coleta da luz dos objetos, celestes ou não, da focalização dupla dos raios de luz coletados em uma imagem óptica real e sua ampliação geométrica.

Como este projeto foi pensado para percorrer as cidades do interior do Rio Grande do Norte, onde o nível de poluição é bem menor do que na capital, ou seja, o céu é mais limpo, tem-se então uma visualização melhor. Isso foi o que motivou a utilização do telescópio como atividade do museu de ciência e tecnologia proposto. Desta forma, era preciso que o telescópio ficasse em um lugar que permitisse um ângulo de visão de 360°, por este motivo escolheu a parte superior do caminhão para fazer um mirante e colocá-lo, cujo acesso ocorre por uma plataforma pantográfica. O mirante na parte superior do caminhão além de ter um uso específico, torna-se uma atração convidativa e desperta a curiosidade dos usuários.

10. POSSIBILIDADES DE USO

O projeto do pavilhão proposto neste trabalho, como o próprio título enfatiza, pode ser aplicado a vários usos, por este motivo, se adequa tanto ao conceito de adaptabilidade quanto o de flexibilidade propostos por Groak (1992, apud ESTEVES, 2013).

Sendo assim, além de um Museu de Ciência e Tecnologia (Figura 216) esta estrutura pode ser utilizada para outras atividades como forma de disseminação da cultura, atendendo a manifestações artísticas diversas como teatro, dança, música, artes, etc.

Já existem vários programas de incentivo a leitura através de bibliotecas itinerantes, uso este que se aplicaria facilmente à estrutura proposta neste trabalho, uma vez que o pavilhão poderia ter dispostos baús com acervos bibliográficos, compostos por livros de literatura infantil, infanto-juvenil, romances, policiais, biografias, entre outros e mesas com cadeiras. Além disso, este uso propicia também a realização de oficinas e rodas de leitura.

Outras possibilidades são o uso do pavilhão para exposições de obras de arte (Figura 217) ou outros objetos, ou ainda para apresentações de musicais ou teatro (Figura 218). Nesta última opção o pavilhão receberia um palco e arquibancadas e o caminhão funcionaria como camarim. Além destas sugestões, poderiam surgir outros usos para os quais as características de modularidade e desmontabilidade do sistema construtivo sejam adequadas.

Figura 216: Vista Interna do Museu de Ciência e Tecnologia.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 217: Possibilidade de uso: exposição de artes.



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 218: Possibilidade de uso – Teatro.

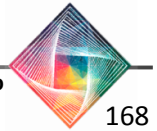


Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Figura 219: Possibilidade de uso - Palco para apresentações



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

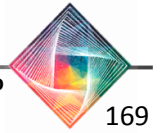
A elaboração do presente trabalho almejou a criação de um sistema construtivo utilizando os conceitos de modulação, flexibilidade e itinerância aplicados a uma estrutura possível de ser utilizada para usos diversificados. Escolheu-se um Museu de Ciência e Tecnologia com o intuito de colaborar para uma maior percepção do papel da ciência e da tecnologia no cotidiano das pessoas. O aspecto itinerante da proposta é uma possibilidade de ampliação do processo de democratização da cultura científica, que é um patrimônio histórico dos museus de ciência, para a inclusão de novos públicos das periferias das cidades do interior.

Projetar um espaço móvel para este uso escolhido foi um desafio. Ao longo do desenvolvimento da proposta foram encontrados obstáculos principalmente para se chegar à solução final do sistema proposto, pois trata-se de uma proposta inovadora e bastante específica que necessita de conhecimentos técnicos. Além disso, outra dificuldade encontrada, embora este trabalho esteja em nível de anteprojeto, foi com relação ao detalhamento e especificação das peças que compõem o sistema, pois esta etapa do processo projetual é pouco explorada no curso, o que aponta a necessidade de maior aprofundamento e melhor abordagem do tema ao longo da graduação, a fim de familiarizar os futuros profissionais de arquitetura com o detalhamento de projetos arquitetônicos.

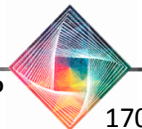
Apesar dos entraves encontrados, acredita-se que o trabalho realizado atendeu plenamente tal propósito, chegou-se, portanto, a uma solução funcional e prática concebendo-se uma estrutura leve e desmontável. Vale ressaltar que, os contratempos não foram considerados motivos para desmotivação, pelo contrário, tornaram o tema mais instigante no intuito de explorá-lo e desenvolvê-lo.

Sendo o TFG a etapa final do curso de Arquitetura e Urbanismo, a transição da vida acadêmica para a profissional, na qual o/a estudante demonstra sua capacidade para enfrentar a demanda concreta da sociedade, acredita-se que este trabalho proporcionou uma aproximação com a realidade do profissional arquiteto e urbanista, que em seu cotidiano se depara com impasses, necessitando buscar soluções para viabilização dos seus projetos.

Mesmo entendendo que qualquer ação adicional para dar continuidade a este TFG e transformá-lo em uma contribuição concreta à sociedade precisaria enfrentar um processo oficial de adequação - pois necessitaria do cálculo estrutural para dimensionamento exato e confirmação das medidas das peças utilizadas no modelo, o que não invalida o projeto realizado, desde que seja mantida a proporcionalidade entre os elementos -, espera-se que



ele possa contribuir de alguma forma para o movimento de interiorização de popularização da ciência e cultura, fortalecendo ainda mais o processo de inserção social.



REFERÊNCIAS

- A GEOMETRIA dos Fractais. **Revista Superinteressante**. 85 ed. São Paulo, p. 22-27, out. 1994. Disponível em: <<http://aumagic.blogspot.com.br/2014/06/a-geometria-dos-fractais.html>>. Acesso em 22 ago. 2014.
- ALBUQUERQUE, Glauce Lílian Alves de. **O Projeto de Arquitetura de espaços temporários com o uso do sistema construtivo remontável**: Um estudo exploratório. 2013. 284 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- ALPEROVICH, Ana Lisa. **Loop**: Multifuncional Piece of Furniture Transforms Into a Chair, Chaise, Bookshelf or Table. 2012. Disponível em: <<http://inhabitat.com/loop-a-multifunctional-piece-of-furniture-that-can-be-a-chair-chaise-bookshelf-or-table/>>. Acesso em: 18 out. 2014.
- APeMEC - Associação de Pequenas e Médias empresas de Construção Civil do estado de São Paulo. **Concreto e PVC, um casamento promissor**. 2013. Disponível em: <http://www.apemec.com.br/view_news.php?id=1140>. Acesso em: 13 ago. 2014.
- ASSIS FILHO, Adriano Soares de et al. **Estruturas Infláveis**. 2004. 20 p. Trabalho apresentado à disciplina de Tecnologia de Edificação I, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-2/estruturas_inflaveis/estruturas_inflaveis.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 10 ago. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5706**: Coordenação Modular da construção. Rio de Janeiro. 1977.
- _____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.
- BARROSO, Paulo André Brasil. Tensoestruturas: Cabos e Membranas. **Portal Metálica**. [S.l.] [199-?]. Disponível em: <<http://www.metlica.com.br/tensoestruturas-cabos-e-membranas>>. Acesso em: 05 ago. 2014.
- BLAT ESTRUTURAS METÁLICAS. **Estruturas Metálicas**. Assis, [200-?]. Disponível em: <<http://www.blatestruturasmetalicas.com.br/conteudo/conteudo.asp?id=6>>. Acesso em 17 ago. 2014.
- BRANDÃO, André. **Habitação Popular**: Containers. 2012. Disponível em: <<http://propostasrq.wordpress.com/tag/tempo-reduzido/>>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- BUENO, Wilson da Costa. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência e Cultura**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, vol. 37, n. 9, p. 1420-1427, set/1995.
- CALDAS, Graça. **Mídia, Educação Científica e Cidadania**: A experiência das revistas Eureka e ABC das águas. In: 9ª Reunião da Red-POP, 2005, Rio de Janeiro. 14 p. Disponível em: <admin.redpop.org/redpopweb/adjuntos/gracacaldas.doc>. Acesso em 05 jun. 2014.
- CALVINO, Italo. **As Cidades Invisíveis**. Tradução Diogo Mainardi. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.



CARNIDE, Sara Joana Ferreira. **Arquiteturas expositivas efêmeras**: pavilhão temporário em Roma. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/2589873341164/Tese.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2014.

CARVALHO, Joana D'arc Vieira. **Dossiê Técnico**: Utilização da Madeira na Construção Civil. Brasília: CDT/UnB, 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTk4>>. Acesso em 17 ago. 2014.

CATAVENTO CULTURAL E EDUCACIONAL. São Paulo: Secretaria da cultura, [199-?]. Disponível em: <<http://www.cataventocultural.org.br/>>. Acesso em 14 nov. 2014.

_____. **Guia de visitação**. São Paulo: Organização social de cultura, [2014?].

CAVALCANTI, Cecília; PERSECHINI, Pedro M. Popularização da Ciência no Brasil. **Jornal da Ciência – SBPC**, [S.l.], 20 ago. 2004. Nº 535. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RNwDfL9ovNwJ:files.petlicenciaturas.webnode.com.br/200000020-71927728c5/Popularizacao%2520da%2520Ciencia%2520no%2520Brasil.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

_____. Museus de Ciência e a popularização do conhecimento no Brasil. **Facts Reports**, Paris, 01 nov. 2011. Disponível em: <<http://factsreports.revues.org/1085>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

CAZELLI, Sibel; COIMBRA, Carlos Alberto Quadros. Avaliação formal na educação não formal. In: Reunião da Associação Brasileira de Avaliação Educacional – ABAVE, 4., 18 a 20 de junho de 2008, Rio de Janeiro - RJ. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ABAVE, 2008. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/omcc/media/EVCV_CAZELLI_COIMBRA_Avalicao_formal_na_educacao_ao_ao_formal.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.

CBF Cargo. Disponível em: <<http://www.cbfcargo.com/ferramentas-containers-maritimos.asp>>. Acesso em 10 ago. 2014.

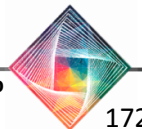
CHAGAS, Isabel. Aprendizagem não formal/formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas. **Revista de Educação**, v. 3, n.1, 17 p. Lisboa, 1993. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/index.html/artigomuseus.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2014.

CHING, F. D. K. **Arquitectura**: forma, espacio y orden. México: GG, 1998.

CÔRTEZ, Helena Sporleder. Mídia e juventude: reflexões (educacionais) sobre a cultura contemporânea. In: CAVALCANTE, M. H. K.; SOUZA, R. A. (Org.). **Culturas juvenis**: dinamizando a escola. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. p. 45-53. Disponível em: <http://www.mundojovem.com.br/arquivos/downloads/livro_culturas_juvenis_apresentacao_e_sumario_2076.pdf>. Acesso em 05 jun. 2014.

DANTAS, Anna Ruth. Educação em crise: RN tem o maior índice de evasão escolar do país. **Tribuna do Norte**, Natal, 20 mai. 2012. Disponível em: <<http://blog.tribunadonorte.com.br/panoramapolitico/educacao-em-crise-rn-tem-o-maior-indice-de-evasao-escolar-do-pais/71462>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos**: Steel Frame, Concreto PVC e sistema convencional. 2009. 76 p.



Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009. Disponível em :
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfqCMAC/estudo-comparativo-dos-sistemas-construtivos-steel-frame-concreto-pvc-sistema-convencional?part=3>>. Acesso em 16 ago. 2014.

ELIAS, Bruno Scalise. Membranas Tensionadas: permanentes ou efêmeras? **Revista Assentamentos Humanos**, Marília, v4, n. 1, p 59-71, 2002. Disponível em:
<http://www.unimar.br/feat/assent_humano4/membranas.htm>. Acesso em: 05 ago. 2014.

ESTEVES, Ana Margarida Correia. **Flexibilidade em Arquitetura: Um Contributo Adicional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído**. 2013. 224 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013. Disponível em:
<<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/24866/1/F%20L%20E%20X%20I%20B%20I%20L%20I%20D%20A%20D%20E%20M%20ARQUITECTURA%20-%20Margarida%20Esteves.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

ESTRUTURAS de Madeira. 2011. Disponível em:
<<https://pef2603g03.wordpress.com/2011/06/12/metodos-construtivos/>>. Acesso em 16 ago. 2014.

FELIPE, José Lacerda Alves; CARVALHO, Edilson Aldes de; ROCHA, Aristotelina P. Barreto. **Atlas do Rio Grande do Norte: Espaço Geo-Histórico Cultural**. Natal: Grafset, 2010. Disponível em: <<http://www.estantevirtual.com.br/q/jose-lacerda-alves-felipe-e-outros-atlas-rio-grande-do-norte-espaco-geo-historico-e-cultural>>. Acesso em 15 nov 2014.

FÉRES, Giuliano. Quiosque Origami. **Revista Zupi**, São Paulo, fev. 2014. Seção Arquitetura & Design News. Disponível em: <<http://www.zupi.com.br/quiosque-origami/>>. Acesso em: 18 out. 2014.

FERREIRA, Bruna. **Arquitetura Efêmera**. [S.I.], 2011. Disponível em:
<<http://portalarquitetonico.com.br/arquitetura-efemera-parte-2-de-3/>>. Acesso em 09 ago. 2014.

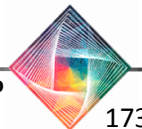
_____. **Arquitetura Efêmera – Parte 1 de 3**. [S.I.], 13 mar. 2011. Disponível em:
<<http://portalarquitetonico.com.br/arquitetura-efemera-parte-1-de-3/>>. Acesso em 12 abr. 2014.

FERREIRA, José Ribamar; SOARES, Marcus; OLIVEIRA, Miguel de. Ciência Móvel: Um Museu de Ciências Itinerante. In: Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad”, 10., 2007, San José, Costa Rica. **Resumos...** San José: Fundação Cientec, 2007. Disponível em: <http://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-JoseRibamar.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2014.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Museu da Vida – Ciência Móvel**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=304>>. Acesso em 11 nov. 2014.

FUZETTO, Juliana. Casas Containers. **Arquitetura e Conceito**. Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://arquiteturaeconceito.blogspot.com.br/2010/03/casas-containers.html>>. Acesso em 05 ago. 2014.

GADOTTI, Moacir. A questão da educação formal/não formal. In: Séminaire de l'IDE - Droit à l'éducation : solution à tous les problèmes ou problème sans solution?, 11., 2005, Sion



(Suíça). **Anais eletrônicos...** Sion: IDE, 2005. 11 p. Disponível em: <www.virtual.ufc.br/.../Educacao_Formal_Nao_Formal_2005.pd>. Acesso em: 05 jun. 2014.

GOMES, Isaltina Maria de Azevedo Mello; HOLZBACH, Ariane Diniz. A identidade da ciência nas revistas semanais de informação - uma construção discursiva. In: V Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão da UFPE, 5., 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2005.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil:** Uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007. 72 p. – (Coleção Habitare, 9). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/colecao10/livro_completo.pdf>. Acesso em: 20 maio 2014.

GUABIAÇO. Estruturas metálicas, pré-moldados e concreto usinado. Guabiruba, [200-?] Disponível em: <<http://guabiaco.com.br/estruturas-metalicas.php>>. Acesso em 17 ago. 2014.

HAMDÍ, Nabeel. Housing without houses: participation, flexibility, enablement. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 194 p. Disponível em: <<http://bookdir.info/?p=490659>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

HOLANDA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste: Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados.** Recife: UFPE, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios, 2008.** Rio de Janeiro, 2008, 29 v. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2008/brasilpnaad2008.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014

IDEMA -INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do Rio Grande do Norte.** Natal: SEPLAN, [2001?]. Disponível em: <<http://www.seplan.rn.gov.br/arquivos/download/PERFIL%20DO%20RN.pdf>>.

ISRAEL, Karina Pinheiro. **Informação e Tecnologia nos Museus Interativos do Contemporâneo.** 2011. 18 p. Trabalho de conclusão do curso de pós-graduação em cultura, mídia e informação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.usp.br/celacc/ojs/index.php/blacc/article/viewFile/285/292>>. Acesso em 09 abr. 2014.

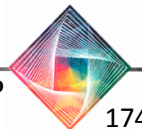
KRONENBURG, Robert. **Potable Architecture.** 3 ed. Architectural Press, 2003. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=fBGUu3mKWZsC&oi=fnd&pg=PR3&dq=portable+architecture&ots=DGMqirFmJ3&sig=96oFVmj1kep3zKtbhrKYiz8GKA#v=onepage&q=portable%20architecture&f=false>>. Acesso em 05 jun. 2014.

LEMOS, Carlos A. C. **O que é Arquitetura?** São Paulo: Brasiliense, 2003. 41 p. (Coleção primeiros passos; 16)

LOSS, Gabriela Vieira et al. **Arquitetura em Container.** 2009. Trabalho Apresentado à disciplina de Tecnologia de Edificação I, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/labcon/arq5661/trabalhos_2009-2/container/index.htm>. Acesso em 10 ago. 2014.

LUCINI, Hugo Camilo. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias.** São Paulo: Pini, 2001.

MAFRA, Priscila Zanganatto. **Museu da Língua Portuguesa:** Fruição e aprendizagem na relação interativa. 2011. 125 p. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da



Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://tede.mackenzie.com.br/tde_arquivos/6/TDE-2012-04-26T112306Z-1420/Publico/Priscila%20Zanganatto%20Mafra.pdf>. Acesso em 14 nov. 2014.

MANTOVANI, Marta Silvia Maria; MASSAMBANI, Oswaldo. **Parque Cientec**: Parque de Ciência e Tecnologia da USP: Restauração do conjunto arquitetônico de importância histórica para abrigar atividades de difusão da ciência e da tecnologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 104 p.

MARTINS JÚNIOR, Albano Soares. **MontaDesmontaRemonta**: Significação dos Sistemas de Montagem. 2008. 137 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-04032010-160503/pt-br.php>> Acesso em: 16 maio 2014.

MASSABKI, Paulo Henrique B. O Parque de Ciência e Tecnologia da USP: Situado na Zona de Patrimônio Histórico e Cultural do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. In: II Seminário Nacional Sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano: Abordagens, Conflitos e Perspectivas nas Cidades Brasileiras, 2012, Natal, RN. **Anais...** Natal, RN : Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2012. Disponível em: <<http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/APP/article/view/3850>>. Acesso em: 28 jul. 2014

MASSARANI, Luisa. **A divulgação Científica no Rio de Janeiro**: Algumas reflexões sobre a década de 20. Rio de Janeiro: UFRJ/ECO, 1998. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Instituto Brasileiro de Informação em C&T (IBICT) e Escola de Comunicação/UFRJ. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <http://www.cciencia.ufrj.br/publicacoes/dissertacoes/Massarani_tese.PDF>. Acesso em: 04 jun. 2014.

MENDONÇA, Janaína. **Cinema Itinerante**. 2011. 105 p. Trabalho Final de Graduação (Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011.

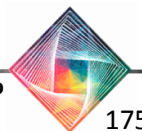
MOLINA, Julio Cesar; CALIL JUNIOR, Carlito. Sistema construtivo em *wood frame* para casas de madeira. **Semina**: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017/0>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

MONASTÉRIO, Clélia Maria Coutinho Teixeira. **O processo de projeto da arquitetura efêmera vinculada a feiras comerciais**. 2006. 248 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000424260>>. Acesso em: 16 maio 2014.

MONTEJORGE, André. **Quiosque de Origami**. 2014. Disponível em: <<http://www.bemlegaus.com/2014/02/quiosque-de-origami.html>>. Acesso em: 18 out. 2014.

MOREIRA, Ildeu de Castro. A inclusão social e popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**. [S.l.], v. 1, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/29/50>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

MURASHIGE, Érika. **Aplicação de estruturas metálicas em residências**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-05/civil-10.pdf>>. Acesso em 17 ago. 2014.



NOVAES, Wilson. **Construção Civil: Casa feita com concreto PVC chega à Bahia.** Bahia, 2011. Disponível em: <<http://www.jequiereporter.com.br/blog/2011/05/19/construcao-civil-casa-feita-com-concreto-pvc-chega-a-bahia/>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

NUNES, Eliana Ferreira. **Tensoestruturas – elementos e cabos metálicos associados a membranas.** 2008. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2261>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

OLIVEIRA, Maria Betânia. **Estudo das estruturas de membrana: uma abordagem integrada do sistema construtivo, do processo de projetar e dos métodos de análise.** 2001. 165 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-06062006-145331/pt-br.php>>. Acesso em 09 ago. 2014.

OLIVEIRA, Mírian. **Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes.** 1999. 376 p. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2220/000270663.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 maio 2014.

OLIVEIRA, Vinícius Maia Barreto de Oliveira. **Análise e Projeto de tensoestruturas têxteis para coberturas.** 2003. 139 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/index.php/component/docman/doc_download/720-vinicius-maia-barreto-de-oliveira-doutorado?Itemid=>>. Acesso em 05 ago. 2014.

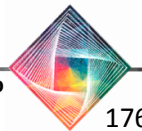
PASQUALI, Antonio. **Comprender la comunicación.** Caracas: Monte Ávila Editores, 1978. Disponível em: <http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/monotematico_75/27_Olmedo_M75.pdf>. Acesso em 05 jun. 2014.

PAZ, Daniel J. Mellado. **Arquitetura efêmera ou transitória: esboços de uma caracterização.** **Vitruvius**, [S.l.], ano 09, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/97>>. Acesso em: 15 maio 2014.

RAICHVARG, Daniel; JACQUES, Jean. **Savants et ignorants - une histoire de la vulgarization des sciences.** Paris: Éditions du Seuil. 1991. Disponível em: <<http://science-societe.fr/daniel-raichvarg-et-jean-jacques-savants-et-ignorants-une-histoire-de-la-vulgarisation-des-sciences-paris-seuil-1991/>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

ROCHA, Jéssica Rocha. **A Cultura Científica de Professores da Educação Básica: a experiência de formação a distância na Universidade Aberta do Brasil – UFMG.** 2013. 346 p. Dissertação (Mestrado em divulgação científica e cultural) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas, 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000920247>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

ROQUEPLO, Philippe. **La partage du savoir.** Paris: Éditions du Seuil, 1974. Disponível em: <<http://trove.nla.gov.au/work/21537345?selectedversion=NBD294667>>. Acesso em: 05 jun. 2014.



ROSSO, Teodoro. **Teoria e Prática da coordenação Modular**. São Paulo: FAUUSP, 1976. 223 p.

ROYAL do Brasil Technologies S.A. **Concreto PVC**. Disponível em: <http://www.concretopvc.com.br/upload/sites_braskem/pt/concreto_pvc/publicacoes/Descricaovo_Canteiros_de_obra.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2014.

SÃO PAULO (Estado). **Parque Estadual Fontes do Ipiranga: Plano de Manejo - Resumo Executivo**. São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.condepefi.sp.gov.br/noticias/plano_manejo/plano_manejo.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2014.

_____. Secretaria da Cultural. **Bem Tombado**: Palácio das Indústrias. São Paulo, [entre 2006 e 2014]. Disponível em: <http://www.cultura.sp.gov.br/portal/site/SEC/menuitem.bb3205c597b9e36c3664eb10e2308ca0/?vgnnextoid=91b6ffbae7ac1210VgnVCM1000002e03c80aRCRD&Id=9ab9d342585bc010VgnVCM2000000301a8c0_____>. Acesso em: 14 nov. 2014.

SAYEGH, Simone. Cubo Mágico. **Au Arquitetura e Urbanismo**. Ano 27. Nº216. Março 2012.

SCANDIUZZI, Fernanda C. **Arquitetura Itinerante: Apropriação de Espaços Públicos**. 2011. 52 p. Trabalho Final de Graduação – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Braz Cubas, Mogi das Cruzes, 2011. Disponível em: <<http://issuu.com/arq.fernanda/docs/itinerante/4>>. Acesso em: 09 abr. 2014.

SCHROEDER, M. **Fractals, chaos, power laws: Minutes from an infinite paradise**. New York, USA: W. H. Freeman and Company, 1991. Disponível em: <http://www.ebook3000.com/Fractals--Chaos--Power-Laws--Minutes-from-an-Infinite-Paradise_130341.html>. Acesso em 21 ago. 2014.

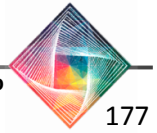
SILVA, Elvan. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

SISTEMA OASIdehor. Disponível em: <<http://smgrupo.com/docs/catalogoOasidehor2011.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2014.

SOUSA, Ana Meires Jorge de; MARTINS, Natália T. B. Soares. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema steel framing na construção de residências em Palmas –TO**. 2009. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Tocantins, 2009. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/97cc241db9bd939e03257170004bcd72/a40b574fe7d0455483257793006ef9c6/\\$FILE/TCC%20%20-%20Light%20Steel%20Framing.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/97cc241db9bd939e03257170004bcd72/a40b574fe7d0455483257793006ef9c6/$FILE/TCC%20%20-%20Light%20Steel%20Framing.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2014.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame. **Especialize IPOG**, Florianópolis, 2012, 120 p. Disponível em: < <http://www.ipog.edu.br/aluno/revista-ipog/download/analise-comparativa-do-custo-de-uma-casa-unifamiliar-nos-sistemas-construtivos-de-alvenaria-madeira-de-lei-e-wood-frame>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

STAR PROGETTI Technologie Applicate Spa. **SistemaOASIdehor**. Disponível em: < <http://www.acrm.be/fr/catalogue/produits/pdf/HORECA%20MAILING%20FR%20R-%20approvato.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.



SZÜCS, Carlos Alberto et al. **Estruturas de Madeira**. Florianópolis: UFSC, 2008. 199 p. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABhbkAB/apostila-estruturas-madeira-ufsc>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

TÉCHNE. **Wood Frame**: construções com perfis e chapas de madeira. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/161/imprime182186.asp>>. Acesso em 16 ago. 2014.


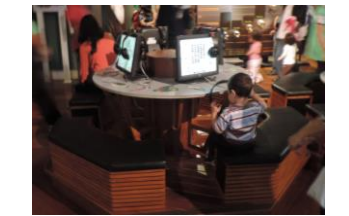

TENSOR - Estruturas especiais e Tecnologia. **Informações técnicas**. Fortaleza, 2013. Disponível em:<<http://tensorestruturas.com/>>. Acesso em: 05 ago. 2014.





The background features a complex geometric pattern of overlapping triangles and a grid of thin white lines. The color palette is a vibrant rainbow gradient, transitioning from dark blue and purple on the left, through teal, green, yellow, and orange, to bright red and pink on the right. The overall effect is a dynamic, multi-colored mosaic.






APÊNDICES





APÊNDICE A – QUADRO DOS EXPERIMENTOS ENCONTRADOS NOS ESTUDOS DE REFERÊNCIA





QUADRO DE EXPERIMENTOS






BIOLOGIA						
ESTUDO DE REFERÊNCIA	NOME DO EXPERIMENTO	CONTEÚDO ABORDADO	DESCRIÇÃO	DESMONTÁVEL	PORTE DO EXPERIMENTO	IMAGEM
Catavento Cultural e Educacional	Bancada de observação com jogos	Animais vertebrados	Conhecer os animais vertebrados de perto através de lupas. Além de jogos interativos.	Sim	Pequeno	
	Ouçá o canto dos Pássaros do Brasil	Animais vertebrados	Jogo Interativo sobre o canto dos pássaros. Ouça o canto e conheça mais sobre as aves brasileiras	Sim	Pequeno	
FÍSICA						
ESTUDO DE REFERÊNCIA	NOME DO EXPERIMENTO	CONTEÚDO ABORDADO	DESCRIÇÃO	DESMONTÁVEL	PORTE DO EXPERIMENTO	IMAGEM
Catavento Cultural e Educacional	Cinema: Da imagem à Ação	Ilusão de óptica	Girar o “carrossel” e olhar para as imagens que aparecem nos espelhos. Elas parecem se movimentar! Este é o princípio do cinema. Várias fotografias são projetadas sequencialmente numa tela de forma que temos a impressão de movimento.	Não	Médio	





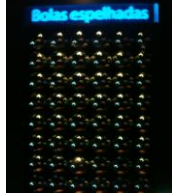
Catavento Cultural e Educacional	Disco de Benham	Ilusão de óptica	Criando cor onde não existe nenhuma! Assim que os discos branco e preto começam a girar, é possível ver luzes de cores pastéis, chamadas cores subjetivas.	Não	Médio	
	Ilusão da espiral		Observa-se o centro da espiral girar até parar, posteriormente olha para a palma da mão. Vai ver a imagem da mão distorcida. Isso ocorre porque existem em nosso corpo células especializadas na percepção do movimento. O movimento da espiral leva algumas destas células a se adaptarem. Quando o movimento é interrompido e olha-se para a palma da mão, percebe-se a continuação do padrão do movimento registrado na "memória" das células.	Não	Médio	
	Dois objetos pesam menos que um		Primeiramente, com uma das mãos levanta-se só o cilindro de cima por alguns segundos. Com a mesma mão, segurando só o de baixo, levanta-se os dois cilindros. Parece que o peso dos dois cilindros é menor do que de um cilindro. Isso ocorre porque o cérebro intuitivamente esperava o dobro do peso de um só. Mas o cilindro de baixo é muito mais leve que o de cima.	Não	Médio	
	Quadros de ilusão de óptica		As ilusões de óptica podem surgir naturalmente ou serem criadas por astúcias visuais específicas que demonstram certas hipóteses sobre o funcionamento do sistema visual humano.	Não	Pequeno	






Catavento Cultural e Educacional	Arco Romano	Mecânica	Estrutura conhecida como Arco Romano. Cada uma das peças verdes é solta e apoia-se nas peças adjacentes, distribuindo a força até o solo. Como resultado pode-se subir na ponte mesmo quando se tira a sustentação (estrutura metálica em preto) abaixo dela.	Sim	Grande	
	A criança pode levantar o adulto?		Uma pessoa senta na cadeira, a outra abaixa a alavanca. Não conseguiu? Deve-se puxar o cabo da alavanca e tentar novamente. Isso acontece porque o esforço para levantar pesos depende da força exercida. Quanto maior a distância, menor o esforço.	Não	Médio	
	Super Pulo		Erguer as três bolas e soltar. A bola menor vai subir bem mais do que a altura de lançamento. A bola de baixo transfere a energia do impacto da queda para a bola de cima. Essa energia, em uma bola menor, causa bem mais velocidade.	Sim	Pequeno	
	Levante um bloco de 100kg		Puxar a corrente e deslocar o bloco. O bloco de 100 kg está ligado a um sistema de engrenagens conhecido como talha. A talha multiplica a força, porém reduz o deslocamento. A pessoa puxa muita corrente para uma pequena elevação do bloco.	Sim	Médio	
	Cadeira giratória / Giroscópio		Sentar na cadeira, deixar pernas e braços esticados e pedir para alguém girar. Experimentar fechar os braços e pernas. A pessoa girará mais rápido, pois quanto maior a concentração de massa perto do centro, mais rápido será o movimento. Outra forma de experimento é girar a roda enquanto está no suporte, com a roda em movimento, sentar-se na cadeira e inclinar a roda para um dos lados. A cadeira irá se movimentar.	Não	Médio	






Catavento Cultural e Educacional	Tubos Sonoros		Ouvir o som através das extremidades dos tubos. O ar, ao passar pelo tubo, vibra e emite som. Quanto maior for o tubo, mais grave será o som. Os tubos emitem as seguintes notas musicais: Dó, Ré Mi, Fá, Só, Lá, Si, Dó.	Sim	Grande	
	Vamos ver o som?	Som	Escolher uma frequência de som para o aut falante: (som grave – comprimento de onda 3m; som médio – comprimento de onda 1,5m; som agudo – comprimento de onda 1m). O som se propaga por vibrações no ar. As bolas de isopor, por serem leves, acompanham esta vibração. Cada frequência de som provoca uma organização diferente das bolas, seguindo o seu formato. Por isso, pode-se “ver” o som.	Não	Médio	
	Tambor		Bater no tambor para ver as fitas balançarem.	Sim	Médio	
	O atrito eletriza	Eletromagnetismo	1 - Esfregar com força o feltro no plástico branco durante 5 segundos; 2 – Segurando pelo cabo preto, colocar o disco metálico sobre o plástico branco; 3 - Encostar os dedos no disco metálico durante 2 segundos; 4 – Suspender o disco metálico segurando pelo cabo preto e aproximar a mão da borda do disco metálico sem tocá-lo. A pessoa levará um pequeno choque.	Sim	Pequeno	







Catavento Cultural e Educacional	Arrepie os cabelos	Eletromagnetismo	É uma máquina eletrostática que produz o efeito de arrepiar os cabelos de quem tocar a cúpula, isolado da terra, pois o cabelo fica eletrizado com cargas da mesma polaridade, que consequentemente se repelem.	Não	Médio	
	Corrente elétrica só em materiais condutores		Corrente elétrica é movimento de elétrons. Em alguns materiais seus elétrons se movem: os condutores. Em outros materiais ele não se movem: os isolantes. Quando o fio toca o material condutor, a corrente passa e a lâmpada acende. Quando o fio toca o material isolante, a corrente não passa e a lâmpada não acende.	Sim	Pequeno	
	Como funciona uma pilha		Dentro de uma pilha tem um material que cede elétrons e outro que recebe elétrons. Quando os metais são conectados, os elétrons se movimentam gerando corrente elétrica. No experimento, deve-se manter as duas mãos nas placas (cobre e zinco). O circuito se fecha e o ponteiro se move. O corpo da pessoa faz a conexão entre os metais, permitindo o movimento dos elétrons.	Não	Pequeno	
	Motor ou gerador?		A mesma máquina pode funcionar como motor ou gerado apenas girando a manivela.	Não	Pequeno	

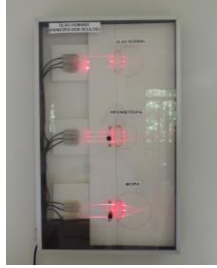
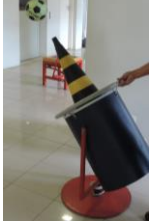



Catavento Cultural e Educacional	Imãs Flutuantes	Eletromagnetismo	Subir na plataforma com um imã na mão e soltá-lo dentro de um tubo metálico. Observar a queda do imã. Percebe-se que o imã não é atraído pelo tubo metálico. Ao cair o imã induz uma corrente elétrica nas paredes do tubo. Essa corrente cria um campo magnético contrário ao campo do imã. A interação entre os dois campos desacelera a queda do imã.	Sim	Médio	
	Quente ou frio?	Calor	Posicionar as mãos conforme a ilustração no experimento. Esperar em torno de 30 segundos até que a mão esquerda fique fria e a direita quente. Depois, posicionar as mãos no cilindro do meio. A mão que está mais fria que o cilindro ganha calor. E a que está mais quente que o cilindro perde calor.	Sim	Pequeno	
	Câmera que capta Calor		O visitante deve se posicionar na frente de uma câmera que capta calor e se ver no monitor. Cada cor corresponde a uma temperatura diferente.	Sim	Médio	
	Rastros Invisíveis		Colocar uma mão sobre a placa de madeira e outra mão sobre a placa de metal. Após alguns segundos, retirar as duas mãos e olhar para o monitor (mostra imagem de uma câmera que capta calor). A pessoa verá a marca da mão na imagem da madeira e nada verá na imagem do metal. O metal, bom condutor, distribui o calor rapidamente. A madeira, isolante, demora a esfriar.	Sim	Médio	
	Qual equipamento gasta mais energia?		Todos os equipamentos são ligados na tomada. Mas alguns gastam mais energia elétrica do que outros. Comparar através das barras iluminadas que representa 100 Watts cada.	Não	Pequeno	





Catavento Cultural e Educacional	Tamanhos iguais, pesos diferentes	Densidade	Quanto maiores e mais unidos os átomos, mais denso é o material. Logo, os blocos mais pesados são mais densos.	Sim	Pequeno	
	Paredes de Sabão	Fluidos	Puxar a corda. Na bolha de sabão surgem várias cores. A luz do ambiente se decompõe ao encontrar a fina camada de água da bolha de sabão. Como a espessura da bolha não é uniforme, a luz se decompõe de maneira diferente.	Não	Grande	
	Entre numa bolha de sabão		Posicionar-se no centro da circunferência e puxar a corda sempre com a mesma velocidade. O formato da bolha não é cilíndrico. A bolha de sabão procura menor superfície possível. Esse formato é chamado catenóide.	Não	Grande	
	Vasos comunicantes		Os três vasos se comunicam embaixo por um tubo de vidro. Os pontos com a mesma pressão tem o mesmo nível. Na superfície dos líquidos nos vasos a pressão é atmosférica, igual para todos, portanto, eles ficam nivelados.	Não	Pequeno	
	Bolas Espelhadas	Óptica	Fazer movimentos repetitivos em frente às bolas espelhadas. Observar que a imagem da pessoa aparece em todas elas. Se a pessoa apontar para uma bola, a imagem em todas as outras irá apontar para a bola escolhida.	Sim	Pequeno	



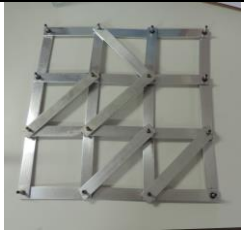


Catavento Cultural e Educacional	Você é o que você vê?	Óptica	Percepção visual através de espelhos côncavos, convexos e suas combinações.	Sim	Médio	
	Decompondo a luz branca: O arco íris		Ilustra de forma clara como é formado o arco íris. Posicionar os prismas de modo que a luz passe por eles e sejam formados os arco – íris no fundo branco.	Não	Médio	
	Chaminé sem fim, poço sem fundo		As luzes coloridas são refletidas por dois espelhos, um no teto e outro no chão. A imagem formada por um espelho é refletida pelo outro, num processo sem fim.	Sim	Médio	
	Caleidoscópico		O princípio físico aplicado no caleidoscópico é encontrado na óptica dos espelhos planos. Uma pessoa situada dentro desse triângulo verá um grande número de imagens de seu corpo em diversas orientações, de frente, de lado, de costas etc.	Sim	Médio	
Catavento Cultural e Educacional / Parque Cientec	Gire com os patinadores	Mecânica	Colocar os pés no círculo preto e segurar no guidão. Deixar o corpo distante da haste metálica e pedir ajuda para girar. Experimentar aproximar aos poucos o corpo da haste metálica. Quanto maior a concentração de massa perto do centro, mais rápido será o movimento.	Não	Médio	






Catavento Cultural e Educacional / Parque Cientec	Efeito Centrífuga em ação	Mecânica	Ao girar, as bolas tendem ir para fora. Como estão contidas em uma grade, elas só conseguem ir para fora se subirem.	Não	Pequeno	
			Ao girar, o líquido tende a ir para fora, formando uma curva. Se girar mais rápido, o líquido forma uma curva mais funda.	Não	Pequeno	
			Toda matéria quando gira, tende a se afastar do centro. Quanto mais "pesada" mais tende a se afastar. Há duas bolas mergulhadas na água. Uma mais e uma menos densa que a água. Quando os cilindros giram, tudo tende a se afastar do centro. Mas a bola amarela, que é mais densa que a água, tende a ficar mais para fora. A bola branca, menos densa que a água, tende a ficar mais para dentro.	Não	Pequeno	
	Escolha 1, 2 ou 3 bolas para lançar. As colisões são praticamente elásticas. Como as massas das bolas são iguais, a quantidade de bolas que sobe é sempre igual a quantidade de bolas lançadas.		Não	Pequeno		
	Banco de pregos		Sente-se no banco de pregos. Quanto maior a área de apoio, menos a pressão. Muitos pregos somam uma grande área. Quanto mais pregos, mais confortável será o banco.	Não	Pequeno	


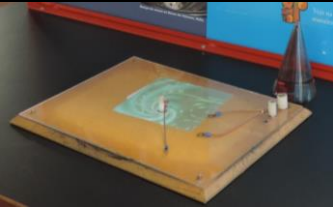


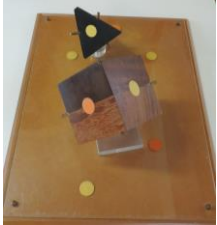
Catavento Cultural e Educacional / Parque Cientec	Movimento elegante: como a bola volta para o trem?	Mecânica	O trem que se desloca em trilhos retilíneos, horizontal e em movimento uniforme. Lança uma bolinha verticalmente para cima. Ora, ela volta exatamente para o trem, após descrever uma trajetória retilínea	Não	Grande	
	Movimento gera eletricidade	Calor	Sentar na bicicleta e girar o botão para um dos lados. Pedalar para acender as lâmpadas, percebendo o esforço necessário. Girar o botão para o outro lado e pedalar novamente. A lâmpada de led é mais eficiente, produz mais luz com menos energia.	Sim	Grande	
	Magnetismo cria Eletricidade	Eletromagnetismo	Quando gira a manivela o ímã gira. Induz corrente elétrica na bobina. A corrente elétrica acende a lâmpada. Essa é uma réplica do primeiro gerador elétrico. O campo magnético do ímã em movimento cria corrente elétrica na bobina que está parada.	Não	Pequeno	
	O segredo do voo	Fluidos	A asa do avião é plana embaixo e curva em cima. Esse formato faz com que a pressão seja maior de baixo para cima do que de cima para baixo.	Não	Pequeno	
	Natureza esperta		Mergulhar uma das formas metálicas na piscina. A bolha de sabão se acomoda na forma metálica menor superfície possível, buscando estabilidade.	Sim	Pequeno	
Parque Cientec	Montanha russa	Mecânica	Nesse experimento pode-se observar que tem duas bolinhas, onde uma é maior que a outra e quando a bolinha é jogada na montanha russa ocorre a energia potencial gravitacional.	Não	Médio	


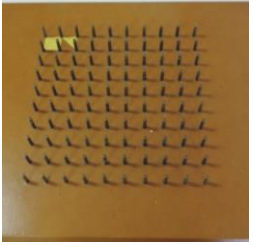



Parque Cientec	Olho Humano	Óptica	Observa-se a representação do olho humano e o princípio do óculos. No olho normal, vê-se três linhas retas em direção a um ponto do olho, quando tem-se catarata ou miopia, as linhas presentes são cruzadas, por isso usa-se lentes ou óculos para se corrigir a linha. Na miopia, esse cruzamento acontece antes de chegar ao olho e, na catarata, o cruzamento acontece depois de passar pela íris.	Não	Médio	
	Cone de Ar	Fluido	Uma ventoinha produz vento que sustenta uma bola leve no ar. A bola fica presa pela corrente de ar e não sai lateralmente. Isso ocorre porque quando o ar entra em movimento, a sua pressão diminui ao passar ao redor da bola. Assim, a bola fica confinada numa região de baixa pressão.	Não	Médio	
	Pêndulo caótico	Eletromagnetismo	O "pêndulo caótico" mostra como a trajetória descrita por um pêndulo sujeito à atração de um único ímã (mais gravidade) tem um movimento previsível. No entanto, quando sujeitos a atração de dois ímãs, torna-se caótica. Este é o conceito-chave da experimento: um sistema caótico é sensível a qualquer interrupção em suas condições iniciais.	Sim	Pequeno	
	Simetrias quebradas	Óptica	Fazer um mosaico com as peças escolhidas, respeitando a regra dos arcos dos círculos: eles sempre devem estar encostados. O mosaico continuará regular se for prolongado infinitamente?	Não	Pequeno	
	Através do espelho	Óptica	Escolher um caleidoscópio para reproduzir, por reflexão em seu interior, um desses mosaicos. Os mosaicos islâmicos são repetições infinitas de um mesmo motivo. O motivo é desenhado em um triângulo, que por reflexão em espelho vai se reproduzir, transformando-se em quadrado, hexágono ou qualquer outro polígono com número par de lados.	Não	Pequeno	

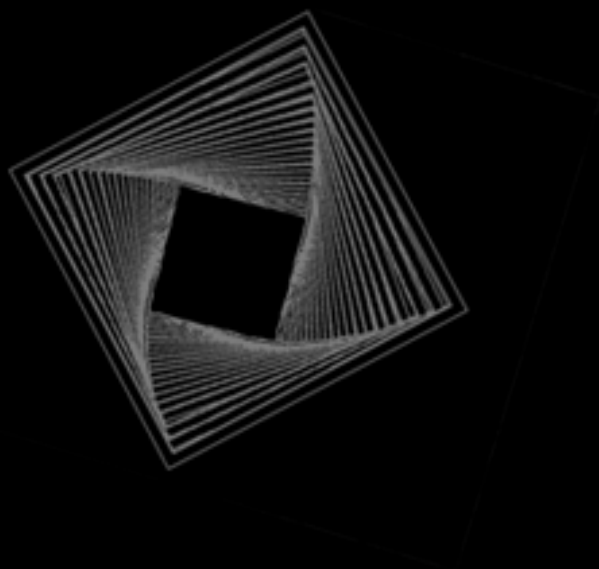
Parque Cientec	Giratório	Força gravitacional	É um simulador de falta de gravidade que permite a sensação de flutuar no espaço, como acontece com os astronautas. O movimento combinado de dois anéis permite a sensação de peso zero.	Não	Grande	
MATEMÁTICA						
ESTUDO DE REFERÊNCIA	NOME DO EXPERIMENTO	CONTEÚDO ABORDADO	DESCRIÇÃO	DESMONTÁVEL	PORTE DO EXPERIMENTO	IMAGEM
Catavento Cultural e Educacional / Parque Cientec	Anamorfofos	Perspectiva	A anamorfose é uma técnica de distorção de projeção que causa uma ilusão, uma deformação de uma imagem, que pode ser reconstituída com o uso de algum espelho, aparelho ou escolha de um ponto de vista específico.	Não	Pequeno	
Parque Cientec	Perspectiva	Perspectiva	Olhar o topo da haste e encontrar o ponto de vista que foi desenhado o cubo através do quadriculado. Albrecht Durer foi o primeiro a mostrar como desenhar, de modo automático, um determinado objeto. Utilizando o topo de uma haste para fixar o ponto de vista, basta determinar os pontos de encontro do quadriculado com as linhas que unem o objeto ao topo da haste.	Sim	Pequeno	
	Um mundo de curvas	Geometria	Todos os mapas são falsos. Qual o caminho mais curto para ir de Paris à Tóquio? Com a ajuda de um elástico, comparar o trajeto no mapa plano com o trajeto no globo.	Sim	Pequeno	

Parque Cientec	Uma oportunidade em duas?	Probabilidade	Escolher uma das garrafas, virar e deixar cair duas bolas no gargalo. A pessoa tem mais chance de obter duas bolas da mesma cor, ou duas bolas de cores diferentes? O cálculo da probabilidade é um dos instrumentos matemáticos mais utilizados nos campos em que se procura encontrar modelos para fenômenos imprevisíveis ou complexos.	Sim	Pequeno	
	Formas estranhas	Fita de Mobius	Há duas formas de juntar as duas pontas dessa fita. Em cada caso, quantas faces há? Quantas bordas? Quantas fitas você obterá dividindo a mesma fita em duas? A topologia se interessa pelas propriedades de objetos que se conservam mesmo quando os objetos sofrem deformações.	Não	Pequeno	
	Estruturas Rígidas	Estabilidade de estruturas	Colocar o menor número de diagonais necessárias para tornar a armação rígida. Para tornar uma armação rígida, é necessário pensar muito bem na colocação das diagonais, como num andaime ou na estrutura de uma casa.	Sim	Pequeno	
	Como medir superfícies	Geometria	Com um quebra cabeça é possível transformar um triângulo num quadrado. Com o outro, pode fazer uma cruz virar um quadrado. Isso acontece porque todo polígono pode ser dividido em pedaços que, reunidos, reconstituem um quadrado ou qualquer outro polígono com a mesma área.	Sim	Pequeno	
	Qual é o mais denso?	Densidade	Um quilo de café em grão e um quilo de café moído, qual deles ocupa o menor volume? Observar os cubos cheios de bolinha e responder. A densidade de empilhamento de objetos é a razão entre o volume desses objetos e o volume do envoltório que o contém.	Sim	Pequeno	

Parque Cientec	Fractais coloridos	Fractais	Escolher um dos dois números: 2 ou 3. Para cada círculo do triângulo dividir o valor pelo número escolhido. O resto dessa divisão indica a cor da ficha que deve ser colocado sobre o círculo. Surgirá um desenho fractal. Lembrar que 1 dividido por 3 tem resto 1, e que 2 dividido por 3 tem resto 2.	Não	Pequeno	
	Poliedros	Geometria	Relação dos poliedros com as formas da natureza.	Não	Pequeno	
	Jogo da velha no cilindro		No jogo da velha usual o objetivo é colocar três peças alinhadas, e há oito maneiras de fazê-lo. Colocando dois lados paralelos do quadrado, obtem-se um cilindro. Vence quem alinhar três peças primeiro. Há mais ou menos possibilidades de vencer?	Não	Pequeno	
	Jogo da Velha com 3 e 4 andares		No jogo da velha usual o objetivo é colocar três peças alinhadas, e há oito maneiras de fazê-lo. Nesse jogo também vence quem colocar três (ou quatro) peças primeiro, com a diferença que as peças podem estar em andares diferentes. Há mais maneiras de vencer. Quantas são?	Sim	Pequeno	
	Cubos		Quantos cubinhos são necessários para construir o cubo? Observar a foto e tentar construir o cubo da imagem.	Sim	Pequeno	

Parque Cientec	Teorema de Pitágoras	Geometria	Na figura, a área do quadrado maior é igual à soma das áreas dos quadrados menores. Girar com delicadeza o disco e verificar o teorema de Pitágoras.	Não	Pequeno	
	Cônicas e Curvas		Que curva cada experimento mostra? Circunferência, elipse, parábola ou hipérbole. Através do desenho é possível observar quais os tipos de curva.	Sim	Pequeno	
	Teorema de Pitágoras		Utilizando 8 peças, verificar a exatidão do teorema de Pitágoras. Para isso, preencher o quadrado grande com peças da mesma cor, e depois cada um dos dois quadrados menores com peças de mesma cor.	Sim	Pequeno	
	Cada vez mais complexo	Algoritmos	O reboque do carrinho está dividido em duas partes. Com os blocos de madeira, tentar preencher cada um dos comportamentos sem deixar espaços vazios. Uma dica: começar pelo compartimento pequeno, utilizando apenas peças grandes e três cubos pequenos.	Sim	Pequeno	
	Simetria no Espaço	Simetria	Pegar um dos dois objetos, recolocá-los no suporte numa posição qualquer. Tentar fazê-lo coincidir com as cores do suporte, girando-o em torno de um de seus três eixos de rotação. É importante respeitar a direção dos eixos.	Sim	Pequeno	

Parque Cientec	De Pitágoras a Fermat	Geometria	Com oito blocos de madeira, fazer três cubos: um de aresta 3, um de aresta 4 e um de aresta 5.	Sim	Pequeno	
	Pregos para medir		Desenhar com um elástico um polígono sobre os pregos. Quantos pregos estão encostados no elástico? E quantos estão em seu interior? Fazer o seguinte cálculo: metade do primeiro número, mais o segundo número, menos 1. A área do polígono é igual a esse resultado multiplicado pela área do quadradinho.	Não	Pequeno	
	Superfície regradas		Girar a parte superior de cada objeto, assim, é possível obter diferentes superfícies regradas.	Não	Pequeno	
	Um problema, uma teoria	Teoria dos grafos	Com 27 cubinhos, construir um cubo grande contendo um caminho que utilize o menor número possível de circuitos retos.	Sim	Pequeno	
HISTÓRIA						
ESTUDO DE REFERÊNCIA	NOME DO EXPERIMENTO	CONTEÚDO ABORDADO	DESCRIÇÃO	DESMONTÁVEL	PORTE DO EXPERIMENTO	IMAGEM
Espaço Catavento	Monte de sábios	Personagens da História da Humanidade	Aproximar-se dos retratos e anima-los: eles contarão sobre as suas grandes descobertas, aventuras, desafios e sobre sua vida. Subir a parede de escalada ou entrar no túnel e conhecer alguns dos homens e mulheres marcantes da história.	Não	Grande	



Estação de Ciências e Cultura Itinerante:
anteprojeto de um pavilhão desmontável de uso múltiplo

LARISSA FAGUNDES DE SOUZA PINHEIRO
2014.2