

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

GABRIELLA VELOSO LEANDRO

**CENTRO CIENTÍFICO E PARQUE URBANO NA CIDADE DE
PALMAS – TO.**

**PALMAS - TO
2021**

GABRIELLA VELOSO LEANDRO

**CENTRO CIENTÍFICO E PARQUE URBANO NA CIDADE DE
PALMAS – TO.**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de
Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal
do Tocantins - UFT, como requisito à obtenção do
grau de Bacharel.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sarah Afonso Rodvalho

**PALMAS - TO
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

L437c Leandro, Gabriella Veloso.
Centro científico e parque urbano na cidade de Palmas - TO. / Gabriella Veloso Leandro. – Palmas, TO, 2021.
160 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Arquitetura e Urbanismo, 2021.
Orientadora : Prof.ª Dr.ª Sarah Afonso Rodvalho

1. Arte e ciência. 2. Parque urbano. 3. Projeto arquitetônico. 4. Centro de ciências. I. Título

CDD 720

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

GABRIELLA VELOSO LEANDRO

**CENTRO CIENTÍFICO E PARQUE URBANO NA CIDADE DE
PALMAS – TO.**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de
Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do
Tocantins - UFT, como requisito à obtenção do grau
de Bacharel.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sarah Afonso Rodovalho

Data da aprovação: 15 de setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Sarah Afonso Rodovalho, Orientadora - CAU/UFT

Prof. Eber Nunes Ferreira, Examinador - CAU/UFT

Me. Renato Silva Reis, Examinador - CAU

Arquitetura e Urbanismo – UFT

**PALMAS - TO
2021**

AGRADECIMENTOS

Durante toda a sua vida, estudara o universo, mas desprezara sua mais clara mensagem: para criaturas pequenas como nós, a vastidão só é suportável através do amor. (SAGAN, 1985, p. 412).

Durante essa trajetória de graduação, estive rodeada de diversas pessoas de grande importância para a minha vida. Sou muito grata a todos que estiveram comigo, seja por cinco minutos ou por todos esses anos. Em especial, agradeço aos meus pais, Thania e Geraldo, que me estimulam todos os dias, apoiam os meus sonhos e se preocupam comigo como ninguém. Ao meu pai, que é uma fonte de sabedoria e desde sempre me inspira a ser uma pessoa justa e compreensiva. À minha mãe, que me ensina com seus próprios exemplos a ser uma mulher forte e determinada, mas também compassiva e alegre. Muito obrigada pelas conversas no quintal. Vocês são minha maior fonte de motivação e eu jamais chegaria aqui sem vocês.

Sou imensamente grata pela minha irmãzinha, Iasmmin, que não faz ideia do quão grande realmente é. Essa criatura única cuja imaginação não encontra limites e transborda para todos os lados; que me ensina diariamente a ser livre dentro da própria cabeça. Um enorme agradecimento à pessoa com quem escolhi compartilhar essa vida, Luis Felipe, que não só me ensina algo a cada conversa, como me estimula todos os dias a me autoconhecer. Obrigada por me ouvir sem se preocupar com o quanto eu me perco; por me apresentar novos mundos, conscientes e inconscientes; por estar comigo nos momentos mais difíceis e nos mais felizes da minha vida. Você é capaz de conquistar o mundo com poucas palavras.

Aos meus avós, Geraldo e Vilma, muito obrigada por me mostrarem todos os dias o valor inestimável da família e por sempre fazerem questão de estarem presentes nos momentos mais importantes da minha vida. Fico muito feliz de poder compartilhar mais um com vocês. Vovô, obrigada por todas as longas conversas sentados na porta da rua, nas cadeiras de macarrão. Vovó, obrigada por sempre ter cuidado de mim e por ser a pessoa mais verdadeiramente bondosa que existe.

Aos meus primos, Claudinho, Hugo, Manu e Evelyn, obrigada por acolherem as minhas loucuras, que claramente estão nos genes. À minha querida prima Thallyta, por sempre me ajudar tanto e por me levar em diversas aventuras inesquecíveis. O amor que temos uma pela outra é incondicional. Aos amigos com quem eu sei que posso contar: Debrinha, Brunim, Brubs, Lea, Fonso, Carol, Iso e Maju. Se qualquer um desses nomes não estivesse aqui, eu não seria a pessoa que sou hoje.

RESUMO

Os campos da ciência são frequentemente negligenciados, por mais que a sociedade dependa deles. É evidente que uma das causas para isso é a quão afastada do conhecimento científico grande parte das pessoas se encontram. Os equipamentos urbanos voltados para o ensino científico são capazes de realizar essa aproximação necessária com a população, como é o caso dos Centros de Ciências. No entanto, isso só se faz possível através da união entre os campos da arte e da ciência. Assim, esse trabalho traz como proposta primordial o desenvolvimento do projeto arquitetônico de um Centro de Ciências, à luz de conceitos tecnológicos e subjetivos. Esse edifício se insere no esquema de um Parque das Artes e das Ciências.

Palavras-chave: arte e ciência; parque; projeto arquitetônico; centro de ciências.

ABSTRACT

The fields of science are frequently neglected, even though society depends on them. It is evident that one of the causes for this is how most part of the people are distant from scientific knowledge. Scientific urban equipment are capable of accomplishing this approximation with the population, as it happens at the Science Centers. However, that is only possible through the union between the fields of arts and sciences. Thus, this paper has as its main proposal the development of the architectonic project of a Science Center, under the enlightenment of technological and subjective concepts. This building is inserted on the scheme of a Park of Arts and Sciences.

Key-words: arts and sciences. park. architectonic project. science centers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Centros científicos na região Norte.....	19
Figura 2: Centro de Pesquisa Canguçu.....	20
Figura 3: Acomodação do público no Festival PMW Rock, em 2017, no estacionamento da Praia da Graciosa.	22
Figura 4: Imagem capturada dos Pilares da Criação, destacando a luz emitida por hidrogênio.	
Figura 5: Imagem oficial dos Pilares da Criação, após colorida.	28
Figura 6: <i>La Sagrada Familia</i> , projeto de Antoni Gaudí.	29
Figura 7: Museu de Arte Contemporânea de Niterói, projeto de Oscar Niemeyer.	30
Figura 8: Casa Farnsworth, projeto de Mies van de Rohe.....	30
Figura 9: <i>Biosphere</i> , projeto de Buckminster Fuller.	31
Figura 10: <i>Witte Museum</i> , Estados Unidos.....	36
Figura 11: <i>Witte Museum</i> , Estados Unidos.....	36
Figura 12: Museu Corpus, na Holanda.	37
Figura 13: Museu Corpus, na Holanda.	37
Figura 14: Galeria de Arte Digital do SESI-FIESP, São Paulo.....	42
Figura 15: <i>Forty Part Motet</i> , no Instituto Inhotin, em Minas Gerais.	43
Figura 16: Oficina de arte durante o SEMANAU, na UFT.....	43
Figura 17: <i>Universe of Water Particles</i> , no Mori <i>Building</i> , em Tóquio.....	44
Figura 18: <i>Forest of Flowers and People</i> , no Mori <i>Building</i> , em Tóquio.....	45
Figura 19: <i>Aerial Climbing</i> , no Mori <i>Building</i> , em Tóquio.	45
Figura 20: Imagem panorâmica da Cidade das Artes e Ciências.	49
Figura 21: Mapa da Cidade das Artes e Ciências.....	49
Figura 22: <i>Salón Arquerías</i> , no Museu de Ciências Príncipe Felipe.....	50
Figura 23: Setorização do pavimento térreo do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	51
Figura 24: Setorização do 1º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	51
Figura 25: <i>Calle Mayor</i> , no Museu de Ciências Príncipe Felipe.....	52
Figura 26: <i>Calle Mayor</i> , no Museu de Ciências Príncipe Felipe.....	52
Figura 27: Setorização do 2º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	53
Figura 28: Setorização do 3º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	53
Figura 29: Museu de Ciências Príncipe Felipe.	54
Figura 30: Elementos construtivos do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	55
Figura 31: Elementos construtivos do Museu de Ciências Príncipe Felipe.	55
Figura 32: Esquema de setores do edifício <i>Hemisfêric</i>	56

Figura 33: Croquis de Santiago Calatrava para a concepção do <i>Hemisfêric</i>	57
Figura 34: Hemisfêric, na Cidade de Artes e Ciências.	57
Figura 35: Esquema de composição de elementos do <i>Hemisfêric</i> . Ainda a ser editado.	58
Figura 36: Concepção formal do Planetário de Xangai.	60
Figura 37: O Óculo, no Planetário de Xangai.	61
Figura 38: Hall de entrada do Planetário de Xangai.	61
Figura 39: Planta Baixa do nível térreo do Planetário de Xangai.	62
Figura 40: Planta Baixa do subsolo do Planetário de Xangai.	63
Figura 41: Corte explicativo do <i>skyline</i> , no Planetário de Xangai.	63
Figura 42: Planta baixa do segundo nível do Planetário de Xangai.	64
Figura 43: Perspectiva do Planetário de Xangai.	64
Figura 44: Planta baixa do terceiro nível do Planetário de Xangai.	65
Figura 45: Perspectiva com entorno do Planetário de Xangai.	66
Figura 46: Construção do Planetário de Xangai, em 2018.	66
Figura 47: Vista aérea da Estação Cabo Branco Ciência, Cultura e Arte, em João Pessoa.	68
Figura 48: Edifício principal da Estação Cabo Branco.	69
Figura 49: Planta baixa do terceiro pavimento da Estação Cabo Branco.	70
Figura 50: Xilogravura de José Costa na Estação Cabo Branco.	70
Figura 51: Museu <i>Loop of Wisdom</i>	72
Figura 52: Museu <i>Loop of Wisdom</i>	73
Figura 53: Elementos sutis na cobertura do Museu <i>Loop of Wisdom</i>	74
Figura 54: Fachada envidraçada do Museu <i>Loop of Wisdom</i>	75
Figura 55: Planta Baixa do Museu <i>Loop of Wisdom</i>	75
Figura 56: Estudos de Buckminster Fuller a respeito do tetraedro.	76
Figura 57: <i>Biosphere</i> , projeto de Buckminster Fuller.	77
Figura 58: <i>Mars Science City</i> , projeto de BIG.	78
Figura 59: Planetário Prof. Aristóteles Orsini, em São Paulo.	79
Figura 60: Corte do Planetário Prof. Aristóteles Orsini.	80
Figura 61: Detalhamento do Planetário Prof. Aristóteles Orsini.	80
Figura 62: Planetário Galileo Galilei.	81
Figura 63: Corte do Planetário Galileo Galilei.	82
Figura 64: Planta Baixa do Planetário Galileo Galilei.	82
Figura 65: Funcionograma do Parque das Artes e das Ciências.	87
Figura 66: Imagens de satélite da ALC NO-13, de 2002 a 2020.	100

Figura 67: Pistas de <i>motocross</i> na ALC NO-13.	101
Figura 68: Diretrizes de projeto.....	103
Figura 69: Croquis (concepções de partido).....	111
Figura 70: Modelagens 3D no SketchUp (concepções de partido).	111
Figura 71: Ideia-base escolhida para o partido arquitetônico.....	112
Figura 72: Sombreamento da forma durante o solstício de inverno e de verão.	113
Figura 73: Resultado final do Centro de Ciências.....	114
Figura 74: Exemplo de banheiro sem gênero na Universidade de Oregon, Estados Unidos.	116
Figura 75: Pilares metálicos utilizados no projeto.....	118
Figura 76: Conexões entre pilares e vigas metálicas.....	119
Figura 77: Viga metálica tipo I - VS.	119
Figura 78: Viga vagon.	120
Figura 79: Exemplo de vigas vagon.	120
Figura 80: Laje de concreto com EPS.	121
Figura 81: Laje nervurada.....	121
Figura 82: Cúpula geodésica invertida.	122
Figura 83: Cúpula invertida em perspectiva.....	122
Figura 84: Estrutura metálica da cúpula com anéis de borda destacados em vermelho.....	123
Figura 85: Sistema de fixação <i>Spider Glass</i>	124
Figura 86: <i>Spider Glass</i> na cúpula invertida.	124
Figura 87: Inclinações na cúpula geodésica.	125
Figura 88: Camadas do telhado verde.	126
Figura 89: Nervuras de uma folha. Figura 90: Diagrama de Voronoi.....	127
Figura 91: Modelos de brise voronoi.....	128
Figura 92: Sobreposição de modelos de brise.	129
Figura 93: Brise Voronoi com brise vegetal.....	129
Figura 94: Hera unha-de-gato.....	130
Figura 95: Elementos do brise vegetal com o brise Voronoi.	131
Figura 96: Sistema de irrigação da fachada.....	131
Figura 97: Sombreamento da cúpula.	132
Figura 98: Sombreamento da cúpula.	132
Figura 99: Exemplo de MLC em grelhas.	133
Figura 100: Pergolado em MLC.....	133
Figura 101: <i>Allamanda catártica</i>	134

Figura 102: *Thunbergia grandiflora*..... 134

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Caracterização da cidade de Palmas – TO	98
Mapa 2: Caracterização do entorno da ALC NO-13	99
Mapa 3: Caracterização da ALC NO-13	102
Mapa 4: Diretrizes de projeto	105

LISTA DE SIGLAS

AAP – Área Ambientalmente Protegida

ABCMC – Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência

ACM – Material Composto de Alumínio

ALC – Área de Lazer e Cultura

APP – Área de Proteção Permanente

AVU – Área Verde Urbana

BIG – Bjarke Ingels Group

BIM – Building Information Modelling (Modelagem de Informações da Construção)

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

DML – Depósito de Material de Limpeza

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFTO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

JPL – Jet Propulsion Laboratory

MLC – Madeira Laminada Colada

NASA – National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço)

PcD – Pessoa com Deficiência

PVDF – Fluoreto de Polivinilideno

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Nacional

SEMANAU – Semana Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo

SSTM – Shanghai Science and Technology Museum

UFT – Universidade Federal do Tocantins

Unitins – Universidade Estadual do Tocantins

USP – Universidade de São Paulo

VUC – Veículo Urbano de Carga

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	16
OBJETIVO GERAL	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
METODOLOGIA.....	24
ESTRUTURA DO TRABALHO	24
1 ARTES E CIÊNCIAS.....	27
1.1 A ARQUITETURA COMO ELO ENTRE A ARTE E A CIÊNCIA	29
2 OS CENTROS DE CIÊNCIAS	33
2.1 O QUE SÃO CENTROS DE CIÊNCIAS?.....	33
2.2 A EDUCAÇÃO POPULAR NOS CENTROS DE CIÊNCIAS	34
2.3 AS EXPOSIÇÕES CIENTÍFICAS COMO ARTE E CIÊNCIA	35
3 FATORES RELEVANTES AO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	38
3.1 FUNCIONAMENTO E ESPACIALIDADE.....	38
3.2 A ERA DIGITAL.....	41
4 ESTUDO DE CORRELATOS.....	47
4.1 CIDADE DAS ARTES E CIÊNCIAS, ESPANHA.....	47
4.1.1 <i>Museu de les Ciències Príncipe Felipe</i>	50
4.1.2 <i>Hemisfêric</i>	56
4.2 PLANETÁRIO DE XANGAI, CHINA.....	60
4.3 ESTAÇÃO CABO BRANCO, BRASIL	68
4.4 MUSEU <i>LOOP OF WISDOM</i> , CHINA	72
4.5 PLANETÁRIOS	76
4.5.1 <i>Domos geodésicos e Buckminster Fuller</i>	76
4.5.2 <i>Planetário Prof. Aristóteles Orsini, em São Paulo</i>	79
4.5.3 <i>Planetário Galileo Galilei, na Argentina</i>	81
4.6 CONCLUSÕES	83
5 PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	87
5.1 PARQUE DAS ARTES E DAS CIÊNCIAS	89
5.2 CENTRO DE CIÊNCIAS	91
6 ANÁLISE DO LUGAR.....	96

6.1	ESCOLHA DO LUGAR.....	96
6.2	ANÁLISE DO ENTORNO	98
6.3	ANÁLISE DO TERRENO	99
7	DIRETRIZES DE PROJETO.....	103
8	PARQUE DAS ARTES E DAS CIÊNCIAS.....	106
9	CENTRO DE CIÊNCIAS.....	110
9.1	PARTIDO ARQUITETÔNICO	110
9.2	FORMA-FUNÇÃO	113
9.3	SOLUÇÕES ESTRUTURAIS E CONSTRUTIVAS	118
	9.3.1 <i>Cúpula geodésica invertida</i>	121
	9.3.2 <i>Telhado verde</i>	125
9.4	SOLUÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO	127
	9.4.1 <i>Brise Voronoi</i>	127
	9.4.2 <i>Cúpula geodésica invertida</i>	132
	9.4.3 <i>Pergolado</i>	133
9.5	SOLUÇÕES PAISAGÍSTICAS.....	135
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
	REFERÊNCIAS	140

APRESENTAÇÃO

Eu sempre gostei de observar o mundo por lentes diferentes. Quando criança, eu era fascinada pelos múltiplos mundos que existiam dentro de um caleidoscópio. Parecia surreal um objeto que fazia com que aquelas formas mudassem a cada movimento, destruindo uma para fazer outra surgir. Ainda muito pequena, quando morava em Goiânia (GO), fui a um planetário através de uma excursão da escola. Aquela experiência mudaria para sempre a pequena Gabriella. Nunca esqueci a sensação de parecer estar flutuando e sendo sugada por um bilhão de estrelas. Durante os natais seguintes, alguns dos presentes que eu desejava ganhar (e, graças à minha família, que sempre me motivou a ir atrás dos meus sonhos, pude ter) eram binóculos, microscópio e máquina fotográfica.

Mesmo sem entender o que exatamente me movia, em minha adolescência, me tornei completamente apaixonada por astronomia e por cinema. Por muitos anos, sonhei em cursar Astronomia. Jamais havia pensado em Arquitetura e Urbanismo, até o último segundo em que tive que escolher, dentro das opções que se adequavam à minha realidade. Porém, eu não esperava que esse curso mudaria toda a minha forma de enxergar o mundo.

INTRODUÇÃO

Para fazer uma torta de maçãs, precisamos de farinha de trigo, maçãs, uma porção disto, outra daquilo, e do calor do forno. Os ingredientes são formados de moléculas, por exemplo, açúcar e água. As moléculas, por sua vez, são formadas de átomos, carbono, oxigênio, hidrogênio e alguns outros. De onde vêm estes átomos? Exceto pelo hidrogênio, todos são formados nas estrelas [...]. Se você quiser fazer uma torta de maçã do zero, terá primeiro que inventar o universo. (SAGAN, 1980, p. 218).

A ciência está presente no dia a dia de todos. No entanto, por mais evidente que seja, a mesma ainda é negligenciada em diversos âmbitos. Para Carl Sagan (1990, p. 1), “vivemos em uma sociedade extremamente dependente da ciência e tecnologia, em que dificilmente alguém sabe alguma coisa sobre ciência e tecnologia. Isto é uma clara prescrição para o desastre”. Um dos principais motivos para essa negligência é a distância, tanto espacial, quanto social, entre as pessoas e o estímulo à busca pelo conhecimento científico.

É essencial que haja equipamentos urbanos científicos acessíveis em todo o Brasil, pois estes possuem grande relevância no estímulo ao conhecimento através do lazer, como será possível perceber adiante neste trabalho. Como afirma Miguel Nicolelis¹ em sua aula magna para a Universidade de São Paulo (USP), “defender a pesquisa científica é uma questão de soberania nacional. Os países que renunciam a ela, renunciam à sua própria independência como nação” (TV Grabois, YouTube, 2017).

As instituições de ensino superior são equipamentos educacionais importantes para o desenvolvimento de uma região, pois contribuem em peso com a pesquisa e divulgação científica. O estado do Tocantins conta com três universidades públicas, sendo elas: a Universidade Federal do Tocantins (UFT), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) e a Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS). Embora todos os câmpus dessas faculdades somem mais de vinte unidades, o panorama da divulgação científica tocaninense não é tão positivo.

O relatório intitulado *Research in Brazil*, produzido pela equipe de analistas de dados da *Clarivate Analytics* e destinado à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), apresenta dados sobre a pesquisa científica brasileira no período de 2011 a 2016 (CROSS, THOMSON E SINCLAIR, 2017). Ainda que o relatório aponte um grande aumento na produção científica nacional como um todo, quando os estados são

¹ Miguel Nicolelis é um neurocientista brasileiro premiado e reconhecido mundialmente. Foi o primeiro brasileiro a ter um artigo publicado na *Science Magazine*, uma das revistas acadêmicas mais prestigiadas do mundo.

analisados separadamente, um grande problema fica em evidência: a disparidade na atividade de pesquisa entre as regiões do Brasil² (Tabela 1).

A região Norte se destaca negativamente quando se trata do número de documentos científicos publicados em bancos de dados na internet. Dos sete estados da região, cinco se encontram nas últimas posições da tabela, em oposição à região Sudeste, que contém os três melhores estados do Brasil em número de publicações. Além do mais, dentre os 27 estados do país, o Tocantins se situa em 23º lugar, com um número de publicações muito baixo (CROSS *et al.*, 2017, p. 40). Esses dados colocam em evidência uma grande problemática no estímulo à produção científica da região Norte.

Tabela 1: Performance da pesquisa brasileira separada por Estados, 2011-2016.

Estado	Documentos Científicos na Web	Impacto de Citação Normalizado	% Documentos no Top 1%	% Documentos no Top 10%	% Colaborações Industriais	% Colaborações internacionais
São Paulo	111,029	0.88	0.99	7.27	1.02	33.83
Rio de Janeiro	39,996	0.93	1.15	7.80	2.28	37.89
Minas Gerais	36,660	0.76	0.64	5.61	0.79	27.33
Rio Grande do Sul	30,240	0.84	0.85	6.61	1.08	28.38
Paraná	21,858	0.66	0.54	5.14	0.65	23.82
Santa Catarina	12,312	0.84	0.63	6.08	0.89	29.11
Pernambuco	10,589	0.71	0.54	5.18	0.85	26.92
Distrito Federal	10,584	0.94	1.22	6.68	0.94	36.27
Bahia	9,189	0.73	0.78	5.27	0.79	28.11
Ceará	7,559	0.76	0.73	5.97	0.74	28.58
Paraíba	6,276	0.64	0.45	4.70	0.29	20.16
Goiás	5,929	0.73	0.78	5.45	0.94	22.04
Rio Grande do Norte	5,474	0.75	0.62	5.06	0.62	28.64
Pará	5,148	0.81	0.99	5.94	0.70	32.69
Espírito Santo	3,837	0.63	0.60	4.56	1.33	24.68
Amazonas	3,735	0.81	1.12	6.93	0.64	34.40
Mato Grosso do Sul	3,541	0.56	0.34	3.33	0.37	16.83
Mato Grosso	3,209	0.62	0.87	3.99	0.28	19.82
Sergipe	2,658	0.72	0.56	5.38	0.64	24.23
Piauí	2,066	0.53	0.15	3.87	0.19	16.46
Alagoas	1,819	0.71	0.38	6.05	0.44	29.41
Maranhão	1,715	0.73	0.52	4.14	0.35	20.00
Tocantins	900	0.49	0.22	2.56	0.44	19.44
Rondônia	620	0.65	0.48	5.32	0.32	19.19
Acre	452	0.83	1.99	8.41	0.22	27.21
Amapá	391	0.68	0.51	5.37	0.00	23.02
Roraima	349	0.74	1.15	4.87	0.29	19.20

Região Sudeste
 Região Norte

Fonte: CROSS *et al.*, 2017, p. 40. Modificado pela autora.

² É importante esclarecer que essa problemática tem sua fonte em diversas questões de desigualdades socioeconômicas entre os estados do Brasil, no entanto, neste trabalho são apontadas apenas as informações que auxiliarão no desenvolvimento do mesmo.

Em paralelo a isso, é possível analisar a quantidade de equipamentos urbanos voltados para a ciência nas regiões do Brasil. A Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência (ABCMC)³ publicou, em 2015, o “Guia de Centros e Museus de Ciência”, que aponta a existência de 268 centros e museus científicos no país, os quais abrangem também zoológicos, jardins botânicos, parques e jardins zoobotânicos, aquários, planetários e observatórios.

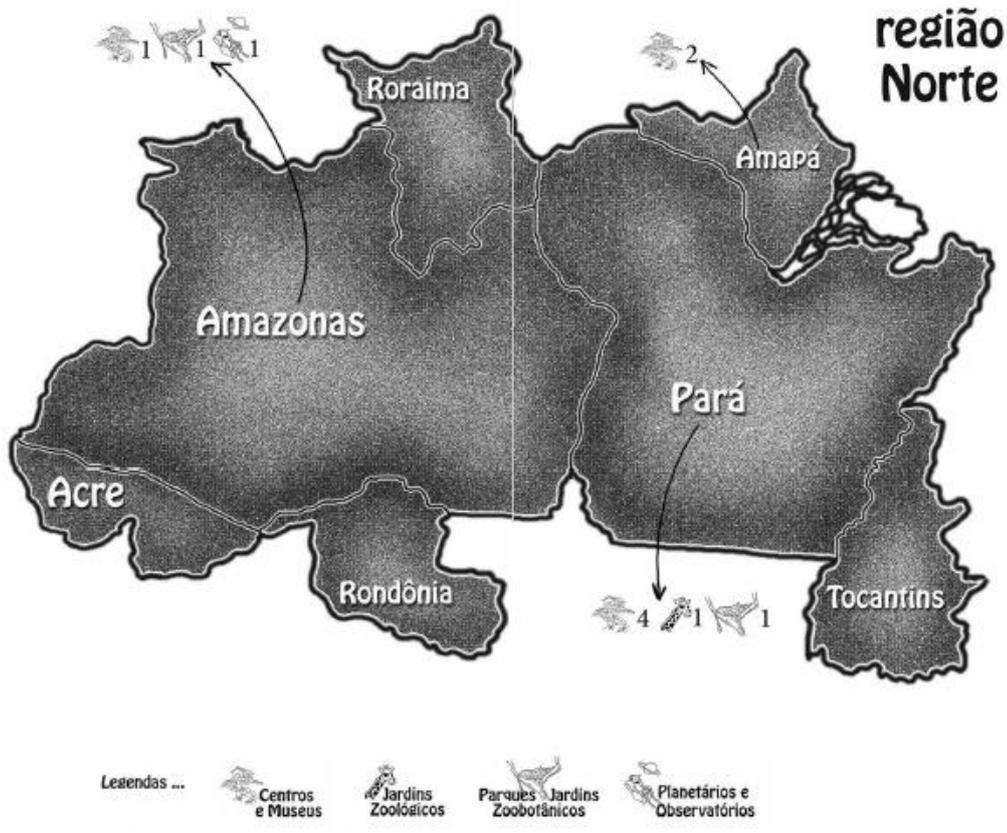
Desde a segunda edição do Guia, de 2009, houve um aumento de 41% do número de instituições incluídas, passando de 190 para 268. Desse total, 155 estão no Sudeste, 44 no Sul, 43 no Nordeste, 15 no Centro-Oeste e 11 no Norte (ABCMC, 2015, p. 5). Como é possível observar, a distribuição é extremamente desigual entre as regiões brasileiras. Os dados expõem a mesma problemática para a qual o relatório da *Clarivate Analytics* aponta: o estímulo ao conhecimento e à produção científica no Brasil tem seu foco no Sudeste, enquanto a região Norte é a mais prejudicada nesse quesito.

É importante destacar que as instituições levadas em consideração no Guia da ABCMC de 2015 são aquelas que colaboram na popularização da ciência e tecnologia no país e que, portanto, atuam como divulgadoras de conhecimento. Tendo isso em vista, a ABCMC informa em seus Guias que, devido à dificuldade de mapeamento em um país tão extenso, é possível que nem todos os espaços científicos tenham sido identificados ou contabilizados (*ibid.*, p. 5). Ademais, nenhum outro documento semelhante foi publicado após 2015 e até a conclusão do presente trabalho.

No Guia da ABCMC, os únicos estados da região Norte em que foram identificados centros científicos são Amazonas, Amapá e Pará, os quais incluem planetários e observatórios, zoológicos, jardins zoobotânicos e centros ou museus (*ibid.*, p. 74) (Figura 1). Um grande destaque é o Museu Paraense Emílio Goeldi, um museu integrado a um parque botânico em uma área de 5,2 hectares, na capital Belém. A instituição é reconhecida internacionalmente por suas pesquisas geográficas, arqueológicas, botânicas, etnológicas, entre outras.

³ A ABCMC surgiu em 2000, a fim de consolidar projetos e possibilitar um intercâmbio maior de recursos e informações entre centros e museus de ciência de todo o Brasil (ABCMC, 2005, p. 7).

Figura 1: Centros científicos na região Norte.

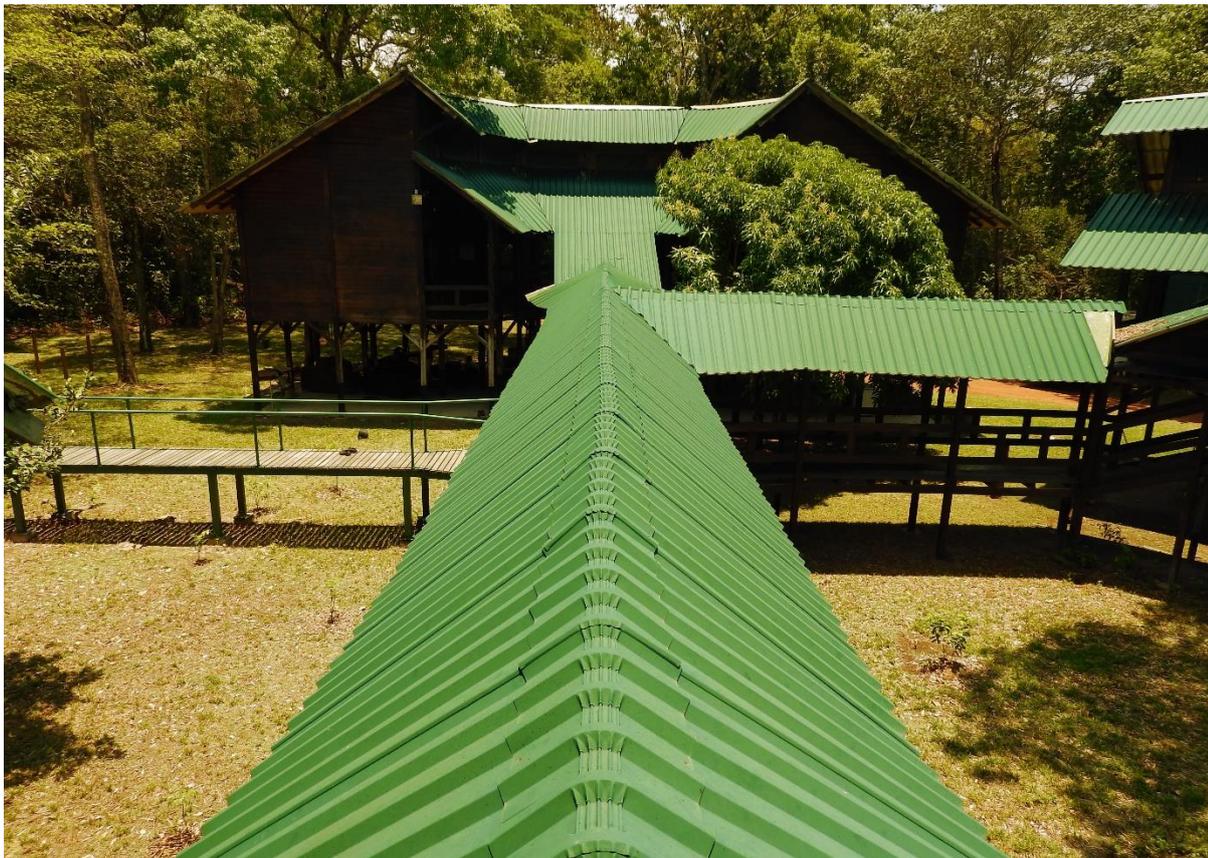


Fonte: Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências, 2015.

O estado do Tocantins, apesar de ser extremamente carente de equipamentos públicos voltados para a ciência e tecnologia, ainda conta com locais restritos que estimulam a pesquisa científica nacional. Um exemplo é o Centro de Pesquisa Canguçu, de responsabilidade da UFT (Figura 2). O Centro fica localizado no município de Pium, em uma Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN) e, portanto, de difícil acesso. O local contribui cedendo seu espaço para pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, como geografia, biologia, astronomia e, principalmente, áreas voltadas para o meio ambiente (UFT, 201-).

Além do mais, o estado possui dois museus pequenos que englobam a ciência em seus acervos ou exposições. Em Porto Nacional, há o Museu de Zoologia e Taxidermia José Hidasí, da Unitins, que atua para incentivar a valorização da biodiversidade animal. O instituto conta ainda com uma coleção restrita a pesquisadores, que podem realizar estudos sobre diversas espécies (SOVERAL, 2016, p. 1). Em Aparecida do Rio Negro, há o Museu de Arte e Ciência, que expõe objetos de diversos países, incluindo livros, mapas, artefatos indígenas e aparelhos científicos. O museu tem como missão recolher, registrar, pesquisar e expor objetos e documentos que constituam dados de expressão na formação histórica, artística e científica da região (SILVA, 20--, p. 1).

Figura 2: Centro de Pesquisa Canguçu.



Fonte: Autora, 2019.

No ano de 2012, especulava-se sobre a construção de um museu de ciências e tecnologia na capital Palmas, chamado Parque Girassol. O local seria um projeto do Estado, e teria o objetivo de envolver os visitantes na história e cultura do Tocantins, incluindo as tradições dos povos indígenas, além de um aquário com peixes da Amazônia (LIMA, 2012, p. 1). O projeto teria como prioridade o foco à educação, ciência e tecnologia, a fim de estimular a pesquisa e criatividade dos estudantes tocantinenses (SANTIAGO, 2012, p. 1). O Parque Girassol foi proposto para ser um ponto turístico, não só nacional, como também internacional (*ibid.*, p. 1), no entanto, o projeto nunca foi implantado.

Ainda que o Tocantins sofra com a falta de investimento em equipamentos de lazer voltados para a ciência e tecnologia, é possível identificar o crescimento do interesse popular nessas áreas do conhecimento. Na capital do estado, nota-se um aumento na ocorrência de eventos voltados ao conhecimento científico e destinados à comunidade.

Um grande exemplo disso é a parceria da Unitins com o *Museum Alliance*, que se trata de um projeto da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), gerenciado pela *Jet Propulsion Laboratory* (JPL). O projeto consiste de um programa de educação informal

(ou seja, que ocorre fora das instituições de ensino) que colabora com diversas organizações e institutos, a fim de encorajar mais pessoas a se interessarem pelo estudo da astronomia de forma descontraída e agradável. Os parceiros do *Museum Alliance* participam de uma constante troca de informações científicas com a NASA, além de organizarem eventos destinados à população local. Esses eventos vão de simples reuniões a céu aberto, até a reprodução de filmes de cunho científico, disponibilizados pela JPL e pela NASA (CHAPMAN, 2016, p. 1).

As ações ocorridas do *Museum Alliance*, em Palmas, foram direcionadas a estudantes e disponíveis a qualquer pessoa interessada. Os encontros envolviam eventos de temática científica, como sessões de “Cine Ciência”, com filmes que exploram o tema da astronomia. Ocorreram ainda debates interdisciplinares, como “Ciência e Direitos Humanos”, “Ciência, Tecnologia e Sociedade” e “Ciência e Filosofia” (SILVA, 2020, p. 1).

Outro exemplo inserido na capital é um encontro para observação celeste que teve início em 2013, também organizado pela Unitins e aberto para a comunidade externa. O projeto “Perigeu: Astronomia ao Alcance de Todos” tem o objetivo de promover conhecimentos básicos da área da Astronomia e popularizar a ciência (BAYMA, 2020, p. 1). Nos encontros já ocorridos, os participantes podiam observar astros celestes através de telescópios. Com o início da pandemia causada pelo novo coronavírus, em 2020, os projetos *Museum Alliance* e Perigeu tiveram suas programações interrompidas.

Quanto ao acesso popular à arte e cultura, a situação do Tocantins é melhor, apesar de não ser tão positiva. A grande maioria dos municípios do estado não possuem equipamentos públicos voltados para a produção e disseminação artística. De 139, apenas cinco contam com a instituição privada Serviço Social do Comércio (SESC), que estimula a divulgação e produção artística no país. Além disso, apenas quatro cidades possuem cinema, sendo que em apenas duas delas ocorre por meio de equipamentos públicos e acessíveis.

A capital do estado conta com um panorama mais otimista, no entanto, ainda carece de estímulo à arte. Palmas possui um Espaço Cultural com disponibilidade espacial para receber pequenos shows e apresentações teatrais, e o mesmo também possui um cinema pequeno e de valor acessível, além do oferecimento de diversas atividades artísticas de baixo ou nenhum custo. A cidade ainda conta com o Teatro de Bolso e o Memorial Coluna Prestes, o Memorial do Tribunal de Contas, o Museu Histórico do Tocantins (conhecido como “Palacinho”) e a Casa Suçupara (G1 TOCANTINS, 2019), sendo que todos são lugares públicos pouco utilizados

pela população. Palmas ainda possui diversos espaços privados com suporte para apresentações artísticas de pequeno porte, além de dois cinemas instalados em shoppings.

Uma das maiores complicações no meio cultural se trata da escassez de locais apropriados para sediar eventos de médio e grande porte, seja festivais de música, feiras, exposições ou outros. Esses eventos eram mais comumente locados em ruas, praças ou estacionamentos de outros locais, todos espaços que não são preparados para receber grandes estruturas e muitas pessoas (Figura 3). Por consequência, as performances e a acomodação do público nos locais eram prejudicadas.

Em maio de 2016, foi inaugurado na capital um lugar voltado para esse tipo de atividade: o Centro de Convenções e Eventos Parque do Povo Arnaud Rodrigues. O espaço tem cerca de dez mil metros quadrados de área construída e conta com palco, camarins, camarotes, dois mezaninos e dois auditórios (JORNAL OPÇÃO, 2016, p. 1). No entanto, mesmo após sua abertura, ainda ocorrem eventos em locais inapropriados.

Figura 3: Acomodação do público no Festival PMW Rock, em 2017, no estacionamento da Praia da Graciosa.



Fonte: Júnior Suzuki, 2017.

Outro fator é que a cidade conta com uma forte presença da comunidade *geek*, que são pessoas que possuem grande interesse e conhecimento em assuntos específicos, seja tecnologia, jogos, filmes, séries, animes, entre outros (CIRIACO, 2018, p. 1). Muitas vezes,

essas pessoas se reúnem em eventos em que há *cosplays*⁴, exposições de desenhos, estandes de venda, apresentações de dança, dinâmicas, competições, entre outros. Em Palmas, esses eventos costumam ocorrer semestralmente ou anualmente e são locados em escolas ou em SESCOs, devido à falta de espaços disponíveis para tal.

Como é possível perceber por meio dessa introdução, a capital do Tocantins se depara com o problema da falta de equipamentos que amparem e estimulem atividades que já são de interesse da população. Além do mais, nota-se que essa questão é parte de uma problemática maior que envolve toda a região Norte do país, a qual carece desses incentivos. Assim, a essência do presente trabalho é a ideia de que o conhecimento científico e o contato com a arte são fundamentais para o desenvolvimento individual e coletivo e, portanto, devem ser incentivados. O espaço físico se encontra como parte essencial desse ideal, pois é capaz de estimular o contato com ideias diferentes, e é a partir disso que nasce o interesse por diversas áreas do conhecimento.

Assim, este trabalho propõe elaborar o projeto de um local que una os anseios artísticos e científicos da região: um complexo de edifícios que se comporta como um Parque das Artes e das Ciências, localizado em Palmas, no Tocantins. O conjunto deverá ser desenvolvido para funcionar como um ponto turístico que é capaz de atender não só à capital, mas a toda a região Norte, além de ser um atrativo para outras localidades.

⁴ *Cosplay* é o ato de se vestir como um personagem e interpretá-lo.

Objetivo Geral

O principal objetivo é elaborar o anteprojeto arquitetônico de um Centro de Ciências inserido em um complexo de Artes, Ciências e Tecnologia, sendo que as demais edificações serão desenvolvidas até a fase de estudos preliminares. O projeto deve ser pensado para se situar na cidade de Palmas, no Tocantins.

Objetivos Específicos

a) Analisar como o potencial artístico e a funcionalidade da arquitetura podem ser simbióticos, por meio de um projeto que contenha soluções criativas para compor sua estrutura, forma e espaços;

b) Entender os centros de ciências por meio do estudo de materiais bibliográficos e da investigação de projetos correlatos;

c) Investigar os elementos relevantes ao projeto arquitetônico de um centro de ciências na era da informação e da tecnologia e aplicá-los no desenvolvimento do anteprojeto.

Metodologia

O método utilizado para a elaboração da presente tese consiste no estudo e análise dos assuntos que tangem a temática escolhida. Dentre os documentos escolhidos para leitura, deu-se prioridade a trabalhos de conclusão de curso; dissertações de mestrado e de doutorado; artigos científicos; livros indicados por professores durante a formação no curso de Arquitetura e Urbanismo e *websites* de informações confiáveis, especialmente da área de arquitetura. A busca por esses documentos foi em sua grande maioria direcionada aos que evidenciam centros de cultura, museus e centros de ciências e tecnologia.

Estrutura do trabalho

O presente trabalho foi estruturado de forma que se possa compreender do que se trata o tema proposto e a sua importância, explorando-o a fim de tornar possível o desenvolvimento do projeto arquitetônico. Dessa forma, o primeiro item de desenvolvimento, “Artes e Ciências”, se dedica a explorar a relação de interdependência entre os campos da arte e da ciência, apontando também como isso se torna evidente através da arquitetura. Por meio desse tópico, é possível entender o porquê de unir os dois campos do conhecimento em um lugar, além de mostrar como o projeto de arquitetura se torna elemento-chave para que isso ocorra de forma satisfatória.

O segundo item, “Os centros de ciências”, se dedica a explicar o que são esses centros e qual a importância deles para a educação popular e para o estímulo à divulgação científica. Ademais, é retomado o assunto do primeiro tópico para explicar como esses centros usufruem da relação entre a arte e a ciência através das exposições educativas.

No terceiro item, “Fatores relevantes ao projeto”, são analisadas soluções de grande importância para o projeto arquitetônico de um centro científico, principalmente sobre a caracterização dos ambientes e organização espacial. Para complementar, é estudado como a tecnologia tem gerado novas formas de exposições e instalações artísticas, o que interfere nos espaços dos museus e centros de ciências.

O quarto item, “Estudo de correlatos”, adentra de forma mais intensiva nas questões arquitetônicas, evidenciando estudos referentes a edifícios que possuem funções e temáticas semelhantes ao que foi proposto para o presente trabalho. Além disso, explora brevemente os planetários e sua estruturação, pois são muito recorrentes em centros de ciências.

No quinto item, é elaborado o programa de necessidades e pré-dimensionamento do Parque das Artes e das Ciências, com base nos estudos realizados previamente e na consulta das normas técnicas necessárias. São também elaborados funciogramas que auxiliam no ordenamento espacial dos ambientes. Nessa seção do trabalho, se fez necessário dividir o programa de necessidades em dois tipos: no primeiro, são apontados os blocos que irão compor o complexo de edifícios, separados por funções principais. No segundo, é feita a distinção dos ambientes que irão compor o edifício principal do Centro de Ciências, o qual é objeto de elaboração do projeto arquitetônico. Destaca-se, ainda, as funções e os aspectos desejados de cada espaço. Um pré-dimensionamento mínimo aproximado é feito em ambas as situações.

O sexto item é destinado à escolha do lugar de implantação do projeto, seguido da análise desse espaço e da região em que se insere. Nesse tópico, são estudadas as leis que incidem sobre o lote escolhido, como o Plano Diretor de Palmas, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, entre outras leis complementares específicas. O resultado dessas análises é evidenciado por meio de mapas esquemáticos elaborados pela autora.

O sétimo item apresenta as diretrizes para elaboração de todo o projeto, do Parque das Artes e Ciências ao edifício do Centro Científico. Nele também é apresentado um mapa que evidencia as principais diretrizes para implantação do Parque. O oitavo item expõe o projeto de implantação do Parque e explica as ideias e soluções adotadas.

O nono item, por sua vez, trata do anteprojeto arquitetônico do Centro de Ciências. É apresentado todo o processo de desenvolvimento projeto, desde a ideia do partido arquitetônico, ao detalhamento do edifício. Aqui, são apresentados os desenhos técnicos e é discorrido sobre as soluções adotadas em relação aos estudos feitos previamente.

Por fim, o desenvolvimento do presente trabalho se resume às seguintes etapas:

1. Pesquisa com finalidade de compreender a relação entre artes e ciências;
2. Pesquisa bibliográfica acerca dos centros de ciências;
3. Estudo acerca dos principais pontos para se projetar centros científicos;
4. Investigação do tema por meio do estudo de correlatos e de elementos que auxiliam no desenvolvimento do projeto arquitetônico;
5. Desenvolvimento do programa de necessidades e pré-dimensionamento;
6. Análise do lugar de implantação do projeto;
7. Diretrizes de projeto;
8. Implantação do Parque das Artes e das Ciências;
9. Anteprojeto arquitetônico do Centro de Ciências.

É importante reiterar que, como este se trata de um trabalho de graduação, se torna inviável elaborar o anteprojeto arquitetônico de todas as edificações idealizadas, o que leva à decisão de desenvolver apenas o bloco principal de exposições, enquanto os demais somente atingirão a fase de estudos preliminares. Dessa forma, as pesquisas desenvolvidas e descritas se referem ao complexo como um todo, no entanto, deu-se maior foco à tipologia do edifício que se comportará essencialmente como centro científico.

1 ARTES E CIÊNCIAS

Ao contrário do que muitos pensam, a arte e a ciência possuem uma relação intrínseca, de interdependência, e não de oposição. A concepção de que uma é produto do pensamento racional e a outra de pensamento irracional é errônea, pois, assim como Ana Mae Barbosa⁵ resume o raciocínio de Vladimir Nabokov⁶, “não é possível existir ciência sem imaginação, nem arte sem fatos” (KIYOMURA, 2019, p. 1).

Ambas as áreas do conhecimento são produtos de manifestações culturais, moldadas de acordo com cada realidade social e individual. O entendimento atual de que a ciência deve ser separada da arte veio dos ideais renascentistas de valorizar a razão como base de todo conhecimento, os quais são refletidos na caracterização do pensamento ocidental. Na realidade, essas áreas têm se desenvolvido em conjunto desde sempre, como é possível observar, por exemplo, no Juramento de Hipócrates⁷, datado do século V a.C., e que se refere à medicina como uma arte (CREMESP, 20--).

Mesmo com distinções, a arte e a ciência ainda se interligam de muitas formas. Por exemplo, alguns cientistas precisam elaborar sua própria hipótese a fim de comprovar uma tese e, para isso, é necessário ter criatividade, o que é facilitado através da interação com outras áreas de conhecimento, incluindo artísticas. Como afirma o astrônomo Phil Plait, “sem imaginação, tudo que podemos fazer é categorizar o mundo. Atribuir nomes e números, estatísticas e categorias. E enquanto esse tipo de coisa é importante no processo científico, não é ciência por si só. Sem a imaginação, a ciência é um dicionário” (PLAIT, 2009, p. 1).

Na astronomia, um campo científico, a arte possui papel fundamental. Os telescópios e câmeras utilizados por profissionais da área, como o famoso Hubble, somente capturam imagens em preto e branco, que apesar de possuírem maior qualidade, são difíceis de serem compreendidas por leigos. É através da colaboração entre artistas digitais e astrônomos que essas fotografias são tratadas e coloridas artificialmente, de acordo com uma lógica específica de cores, para que fiquem o mais realista possível ou atinjam o objetivo visual desejado (MANDELBAUM, 2018, p. 1). Um exemplo é a representação de uma fração da Nebulosa da Águia, em uma foto chamada de “Pilares da Criação”, a qual se tornou uma das

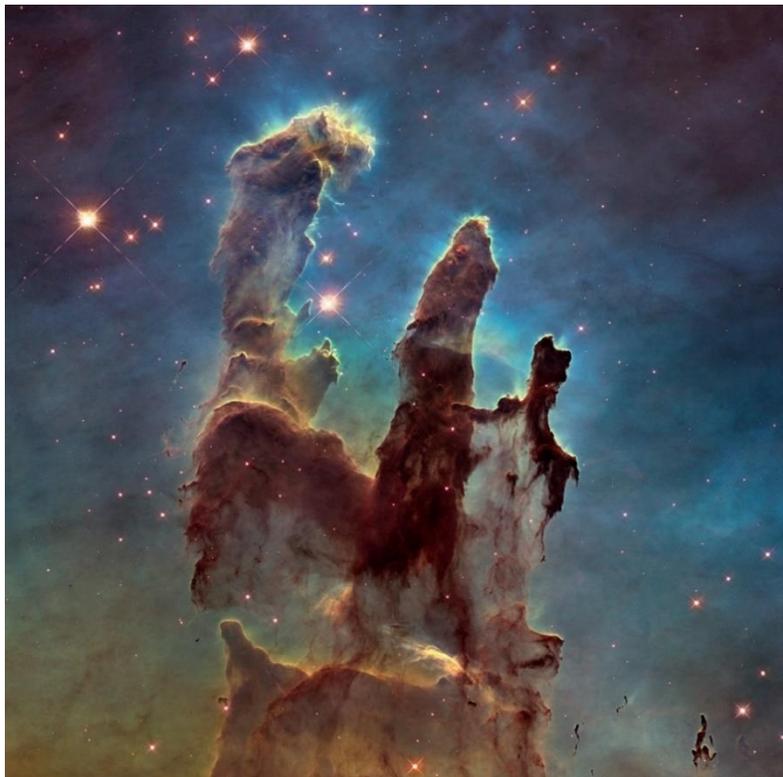
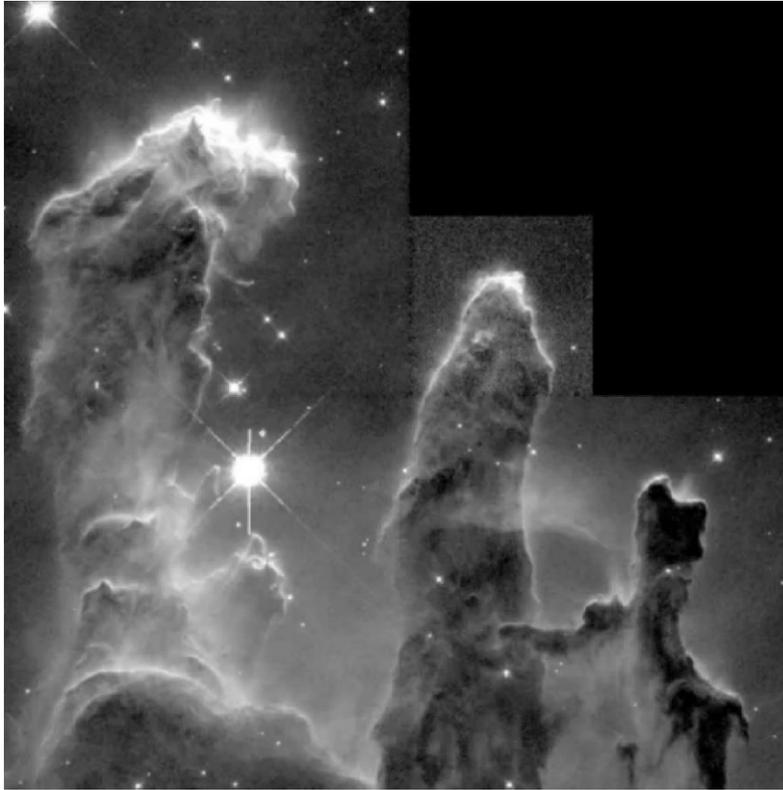
⁵ Ana Mae Barbosa é uma educadora brasileira, pioneira na arte-educação por sua sistematização da Proposta Triangular do Ensino da Arte.

⁶ Vladimir Nabokov foi um escritor russo-americano, autor de obras como *Lolita* (1955) e *Fogo Pálido* (1962).

⁷ Hipócrates (460 a.C. – 377 a.C.) foi um médico grego, considerado por muitos como o “pai da medicina”.

imagens mais conhecidas na astrofotografia (Figura 4 e 5). Devido a essa de integração entre arte e ciência, a astronomia passou a alcançar um maior interesse popular.

Figura 4: Imagem capturada dos Pilares da Criação, destacando a luz emitida por hidrogênio. Figura 5: Imagem oficial dos Pilares da Criação, após colorida.



Fonte: Paul Scowen e NASA (Figura 4). NASA, ESA, e *The Hubble Heritage Team* (Figura 5).

1.1 A arquitetura como elo entre a arte e a ciência

A Arquitetura possui um caráter de destaque enquanto disciplina artística e científica. A área envolve processos de concepção criativa, harmonia visual, o raciocínio lógico da organização de espaços, a física da construção e a química dos materiais. Esse elo não se encontra somente nesses fatores abrangentes, mas também em movimentos culturais e filosóficos que foram capazes de mudar a forma como muitos enxergavam e faziam arquitetura.

A busca pela funcionalidade e pelo visual estão presentes, por exemplo, na obra de Antoni Gaudí, que buscava unir em seus projetos os avanços tecnológicos à liberdade artística. Reconhecido tanto pela criatividade plástica, como pelo conhecimento avançado em tecnologia construtiva, Gaudí foi considerado um gênio. O arquiteto projetou edifícios que exigiam extrema resistência estrutural, a fim de gerar elementos orgânicos e ornamentados (Figura 6).

Figura 6: *La Sagrada Família*, projeto de Antoni Gaudí.



Fonte: *Expiatory Temple of the Sagrada Família* apud ArchDaily.

O mesmo acontece na arquitetura moderna do brasileiro Oscar Niemeyer, que possui clara preferência pelas curvas, e cujas obras se destacam como esculturas nos locais onde se situam (Figura 7). Esse fenômeno não ocorre apenas na arquitetura curvilínea, mas também naquela que une a estética à função por meio da simplicidade formal. Este é o caso de Mies van der Rohe, que utilizava do aço industrial e do vidro para criar espaços amplos e funcionais, cuja beleza é intensificada pela iluminação natural (Figura 8).

Figura 7: Museu de Arte Contemporânea de Niterói, projeto de Oscar Niemeyer.



Fonte: Plataforma Arquitectura *apud* ArchDaily.

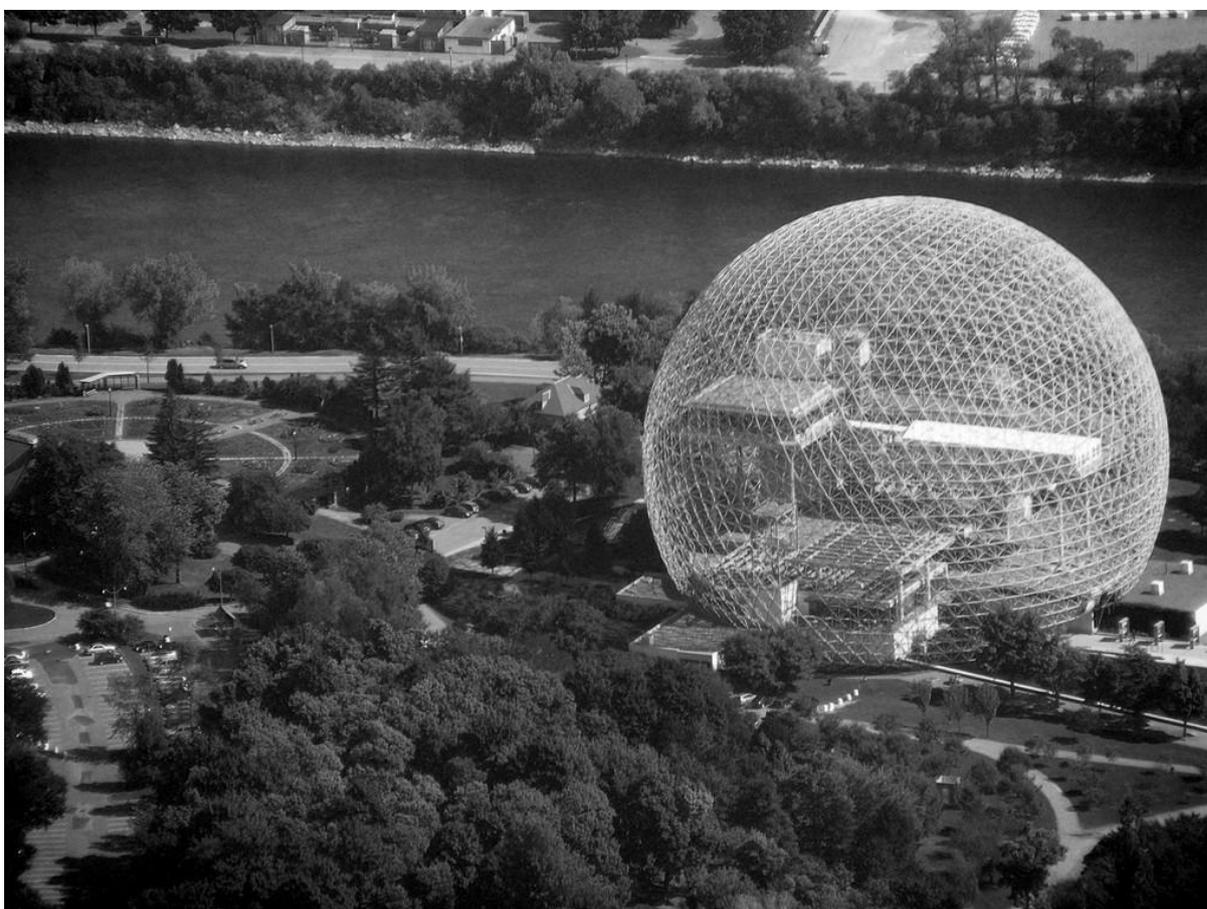
Figura 8: Casa Farnsworth, projeto de Mies van de Rohe.



Fonte: Greg Robbins *apud* ArchDaily.

O arquiteto visionário Buckminster Fuller propunha a união da arte e da ciência como meio para alcançar a sustentabilidade. Ele almejava encontrar um caminho que levasse os tecnólogos a pensarem como poetas e artistas e, assim, mudarem a percepção das pessoas acerca do planeta Terra (DINIZ, 2006, p. 51). Com seus estudos intensivos acerca dos domos geodésicos e de partículas microscópicas (tema abordado no item 4.5.1), Fuller projetou e executou diversas obras que utilizavam desse sistema construtivo sustentável (Figura 9). Essa união entre os campos da arte e ciência se evidenciou até quando dois anos após seu falecimento, foi descoberto um átomo cuja estrutura e alta estabilidade se assemelhava aos domos geodésicos, sendo então batizado de “Buckminster fulereno” (LOCKE, 1996, p. 1).

Figura 9: *Biosphere*, projeto de Buckminster Fuller.



Fonte: *apud* LANGDON, 2016.

A escola de artes Bauhaus, por sua vez, tinha como parte de suas propostas apresentar disciplinas de diversas áreas de forma interligada. Seu fundador, o arquiteto Walter Gropius, entendia os perigos da separação de campos do conhecimento e buscava transpor divisões arbitrárias entre os extremos, a fim de uni-los para o enriquecimento de ambos

(DOMSCHKE, 2007, p. 35). O mesmo declarava “(...) queremos uma arquitetura adequada ao nosso mundo de máquinas, rádios e carros velozes a motor” (*apud* BRAGA, 2004, p. 43).

Este caráter dualístico da Arquitetura é reconhecido até mesmo por correntes de pensamento de outras disciplinas. O filósofo italiano Antônio Banfi, que estudou a gênese dos conceitos de Arte e Ciência, conclui que a arquitetura se define como ambas (BRAGA, 2004, p. 155). O Ativismo Húngaro, um movimento artístico que pregava o fim da distinção entre esses dois campos, reconhecia a Arquitetura como síntese de uma nova ordem, por seu caráter de unir arte, ciência e funcionalidade (*ibid.*, p. 42).

Por fim, as problemáticas discutidas até então levam à proposta de elaborar um complexo de edifícios que se comporte como um parque que englobe os campos das artes e das ciências, e que responda às necessidades culturais e de conhecimento científico do Tocantins e da Região Norte. O foco no centro científico se dá devido à capacidade deste de se mesclar à ciência e à arte (como será possível entender melhor no item 2.3), sendo uma oportunidade de estender essa relação ao edifício em si. Portanto, um dos objetivos desta monografia é demonstrar o potencial tecnológico e artístico da arquitetura através do projeto.

2 OS CENTROS DE CIÊNCIAS

Como o trabalho já vêm introduzindo, optou-se por dar ênfase a apenas um dos edifícios, o que faz com que se torne possível estudar e adentrar em mais detalhes referentes a um deles: o centro científico. Assim, no primeiro subitem, será elucidado o conceito de centro de ciências, e no subitem 2.2, é esclarecida a sua relevância para a sociedade. Em 2.3, entende-se como esses centros mesclam a arte e a ciência através das exposições.

2.1 O que são Centros de Ciências?

Os centros de ciências são lugares que lidam com os processos científicos e tecnológicos. Estes visam a compreensão da ciência pelo público, atraindo a população para o estudo de assuntos científicos através do divertimento e do entusiasmo (MCMANUS, 2009, p. 86 *apud* MASSABKI, 2011, p. 14). Os centros científicos não são focados em objetos exibidos, mas sim na experiência do público por meio da atividade interativa. Dessa forma, o visitante não é situado como mero espectador, e sim como participante.

A diferença entre os museus e os centros de ciências, é que os primeiros são mais abrangentes, pois incluem os convencionais museus de ciências, de indústria, de astronomia, ecomuseus, etc. (LOPES, 2009, *apud* MASSABKI, 2011, p. 16). Há diversos debates sobre reconhecer os centros científicos como museus ou não, por não haver exposição de objetos históricos. Ao presente trabalho, interessa saber que os centros de ciências surgiram a partir dos museus de ciências e, portanto, sua configuração espacial possui diversas semelhanças. Apesar de não exporem coleções históricas, os mesmos dispõem de modelos expositivos que têm a finalidade de demonstrar fenômenos e serem manipulados.

As áreas do conhecimento que costumam ser abordadas em centros de ciências são a física, química, arqueologia, biologia, geologia, astronomia, matemática, engenharia e medicina. Há aqueles que também abrangem as ciências humanas, como psicologia e filosofia. De todo modo, esses locais focam na experiência interativa do indivíduo e na possibilidade de estimular novos aprendizados.

2.2 A educação popular nos Centros de Ciências

A população brasileira passa por diversos problemas de educação, sendo um deles relacionado à alfabetização científica. Esta envolve a conscientização do que é a ciência, o impacto que a mesma possui na sociedade, a habilidade de aplicar o conhecimento científico no cotidiano e a capacidade de entender um texto de jornal ou revista sobre um assunto científico ou tecnológico (HENSLEY, 1991, *apud* MASSABKI, 2011, p.23).

Aprendizados, de modo geral, podem ocorrer das mais diversas maneiras, como em salas de aula (ensino formal), por meio de atividades educativas fora das instituições de ensino (ensino não-formal), e através de interações interpessoais e acontecimentos do cotidiano (ensino informal) (MASSABKI, 2011, p. 22). Os museus e centros de ciências são considerados espaços de ensino informal, por estarem relacionados a atividades de lazer. Alguns autores até mesmo consideram esses locais como meios de ensino formal e não-formal (*ibid.*, p. 23), a depender de qual a relação do visitante com o lugar. De todo modo, há o consenso de que a educação é o objetivo mais importante a ser alcançado por esses centros.

Nesse sentido, há um forte relacionamento entre equipamentos urbanos de cultura e de ciências com as instituições de ensino formal. Os primeiros podem se apresentar como opção de excursões escolares e universitárias, ceder espaços para aulas práticas e interativas, além de contribuir com o ensino, pesquisa e extensão das universidades.

Além do que já foi citado, uma das principais funções dos centros de ciências é a forte atuação na divulgação científica. Esta última, por sua vez, pode ser definida como a “transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência” (BUENO, 1985, *apud* MARANDINO *et al*, 2004, p. 4).

Atualmente, esses centros estão abandonando o modo de ensino tradicional, no qual todos os visitantes são colocados no mesmo patamar de ignorância, despossuídos de qualquer conhecimento prévio sobre os assuntos a serem abordados pelos profissionais que acompanham as exposições. Essa postura está sendo substituída por uma comunicação bidirecional, na qual as experiências prévias do público são consideradas como elementos-chave para favorecer a compreensão de assuntos específicos (MARANDINO, 2008, p. 16).

Como é possível concluir, os centros científicos surgem como equipamentos educativos capazes de auxiliar na alfabetização científica e na divulgação da ciência para a

população geral, pois são abertos a todo tipo de público. Desse modo, a presente monografia visa o estímulo ao conhecimento como parte da opção de lazer da população palmense e daqueles que visitam a cidade, seja por objetivos turísticos ou por meio de excursões com fins educativos. Assim, o equipamento proposto tem a função de complementar a educação formal da região, além de inspirar muitos a ingressarem na carreira científica e a contribuírem com a produção de conhecimento científico regional e nacional.

2.3 As exposições científicas como arte e ciência

Os centros e museus científicos consistem em grande parte de manifestações artísticas através de exposições, as quais devem usar estratégias de comunicação que as tornem simples e acessíveis. Marília Cury divide a exposição entre forma e conteúdo, no qual o conteúdo se trata da informação científica, e a forma engloba as qualidades sensoriais, como a organização, a concepção espacial e o visual dos objetos (CURY, 2006, *apud* MASSABKI, 2011, p. 76). Ambas devem estar em sintonia.

Esta forma de expressão artística é definida pela autora Maria Braga como “arte como suporte de conteúdos científicos”, a qual é utilizada como veículo para o aprendizado de temas da ciência, e que se pode reconhecer ou não quem a produziu (BRAGA, 2004, p. 138). Esta é a mais utilizada nos centros, pois serve como veículo para a sensibilização do público sobre temas da Ciência, sem que haja uma preocupação profunda com a estética (*ibid.*, p. 159). A “arte como suporte” é de grande auxílio na desmistificação de áreas do saber como inacessíveis ao público leigo. Além dessa, há também a “arte exposta”, cujo caráter estético é mais relevante, e a “arte provocadora”, que tem a intenção de estimular reflexões em diversas interpretações possíveis referentes à arte, à ciência, entre outros (*ibid.*, p. 138).

Um exemplo ocorre no *Witte Museum*, nos Estados Unidos, um projeto da equipe de arquitetos e designers *Gallagher & Associates*. O museu histórico e científico contém espaços imersivos e exibições interativas e digitais desenvolvidas por cientistas e artistas, e organizadas de forma que se tornam agradáveis de se conhecer (GALLAGHER & ASSOCIATES, 2017) (Figura 10 e Figura 11). Outro exemplo é o Museu Corpus, na Holanda, cujos ambientes simulam o interior do corpo humano em escala aumentada (CORPUS EXPERIENCE, c2020) (Figura 12 e Figura 13). Esses museus demonstram que o envolvimento da arte com o conhecimento científico pode resultar em espaços criativos e agradáveis, bem como estimular o engajamento consistente do público.

Figura 10: *Witte Museum*, Estados Unidos.



Fonte: *Gallagher & Associates*, 2017.

Figura 11: *Witte Museum*, Estados Unidos.



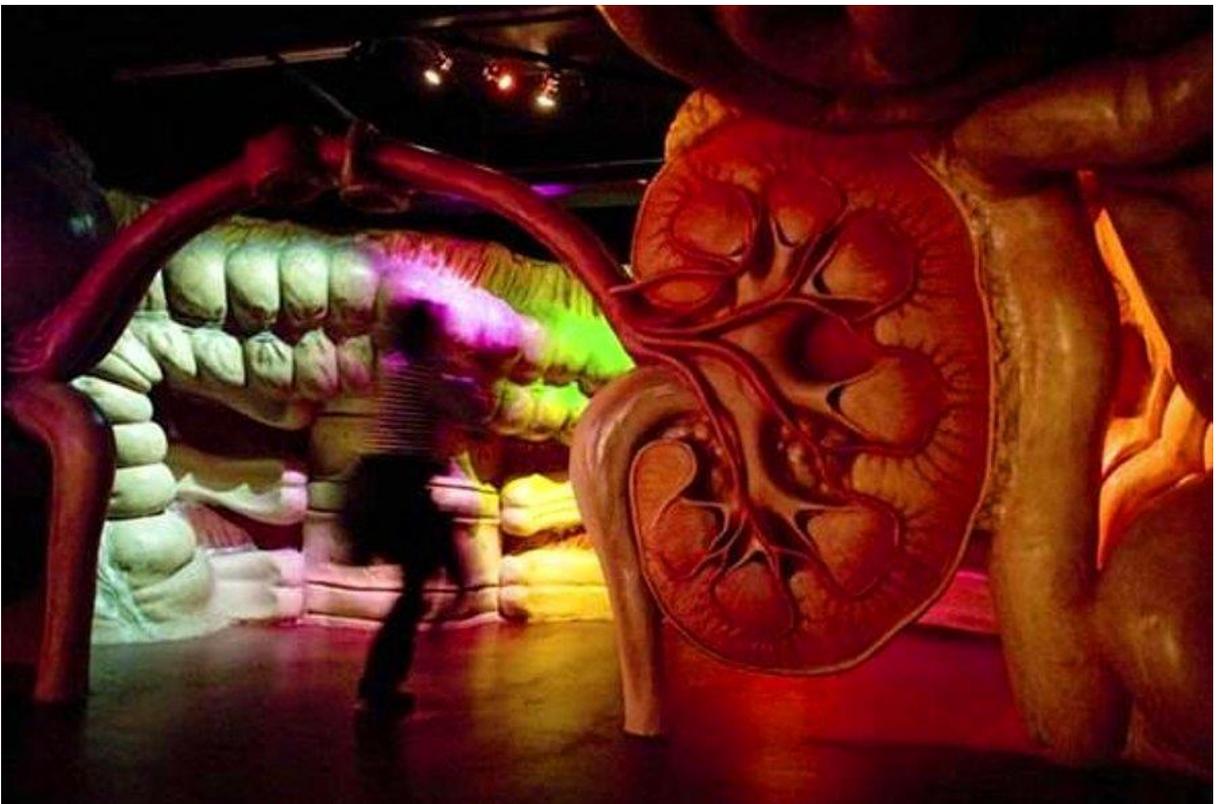
Fonte: *Gallagher & Associates*, 2017.

Figura 12: Museu Corpus, na Holanda.



Fonte: *Corpus Experience*, 2020.

Figura 13: Museu Corpus, na Holanda.



Fonte: *Corpus Experience*, 2020.

3 FATORES RELEVANTES AO PROJETO ARQUITETÔNICO

Os Centros de Ciências passaram a ser estudados com mais frequência nas últimas décadas. Boa parte desses estudos parte da relação que os mesmos possuem com museus e galerias de arte, em uma semelhança que se estende à conformação dos espaços. Dessa forma, o item 3.1 busca sintetizar alguns pontos relevantes para o desenvolvimento do projeto arquitetônico de um centro científico. No item 3.2, explora-se como a tecnologia tem influenciado nas formas de exposições que surgem e, conseqüentemente, nos espaços em que se inserem. A busca por essas informações se deu principalmente através do estudo de livros e de dissertações de mestrado e doutorado referentes ao assunto.

3.1 Funcionamento e espacialidade

Há alguns pontos essenciais para se projetar um Centro de Ciências, como é apresentado nesse tópico. Primeiramente, é importante que os percursos que levam aos edifícios sejam cobertos, tanto para a proteção contra sol e chuva, como para viabilizar a ocorrência de eventos que cobram bilheteria antes do acesso ao interior. O saguão de recepção do centro científico, chamado de *foyer*, é importante para a impressão geral do público. Este deve ser amplo, pois todos passam por lá, e o número de pessoas nele é maior nos horários em que se concentram a maior parte dos fluxos de entradas e saídas (MASSABKI, 2011, p. 131).

O conceito de legibilidade, tratado por Kevin Lynch, diz respeito à “facilidade com a qual as partes podem ser reconhecidas e organizadas numa estrutura coerente” (LYNCH, 1960, p. 13). O mesmo pode ser aplicado em museus e centros de ciências que concentram múltiplos usos em seu interior. A clareza na organização do espaço é importante, principalmente para facilitar o acesso às coleções, informações e serviços oferecidos (BUXTON, 2018, p. 493). Assim, o ideal é que o *foyer* seja um local de onde as pessoas consigam ter uma leitura prévia do centro, logo na entrada.

Devido ao caráter educativo do centro científico, é necessário pensar nas possíveis visitas escolares e excursões. Dessa forma, a região do *foyer*, ou próxima a ela, deve contar com guarda-volumes e ser conectada aos serviços essenciais, como os espaços alimentícios. Recomenda-se, ainda, que o número de sanitários seja maior nessa região, por ser um local que pode restringir acessos (MASSABKI, 2011, p. 135). Na entrada, é preciso haver balcão para realizar o *check-in* e áreas de descanso para que os alunos se acomodem enquanto esse processo

é feito, ou durante seus intervalos. Segundo essa lógica, é preciso também pensar em salas de aula e laboratórios que servirão como apoio aos grupos escolares. Para dimensioná-las, é necessário considerar que as turmas costumam ter até 40 pessoas (*ibid.*, 2011, p. 131).

As áreas de exposição são a parte mais importante do projeto, pois suas dimensões influenciam diretamente nos possíveis arranjos das exposições. Ambientes espaçosos permitem uma maior flexibilidade de organização, e a inserção de pés-direitos altos (acima de sete metros) possibilitam o posicionamento de objetos grandes pendurados no teto, além de provocarem a sensação de amplitude no público. No entanto, para algumas exposições, como de mesa interativa, o ideal é que ocorram em salas menores e de pé-direito baixo (*ibid.*, p. 133).

A luz solar não deve incidir diretamente nos itens de exposição e a radiação ultravioleta deve ser controlada, pois pode causar mudanças químicas em materiais vulneráveis (BUXTON, 2018, p. 496). Além do mais, o excesso de sol reduz a eficiência do sistema de refrigeração por ar-condicionado, resultando em ambientes de temperaturas elevadas e desconfortáveis. Apesar disso, algumas alternativas podem ser utilizadas, como as iluminações zenitais com vidros especiais que bloqueiam parte do espectro da luz, permitindo iluminação natural sem ofuscamento ou calor excessivo (MASSABKI, 2011, p. 132). A luz natural controlada é de suma importância para promover conforto ao público, além de se tratar de uma questão importante no projeto de edifícios sustentáveis.

Em 1961, Jane Jacobs⁸ já falava sobre o mito de que as pessoas não saem à noite (JACOBS, 1961, p. 119). É comum que nessa tipologia de edifício ocorram eventos que se iniciam após as 18 horas, portanto, o Parque das Artes e das Ciências deve ser pensado como um local que se mantém em funcionamento durante a manhã, tarde e noite. Esta decisão se pauta também no fato de que, como se trata de um complexo arquitetônico que ocupa uma área extensa, este possui responsabilidade parcial de promover segurança ao local e seu entorno. Assim, é importante incentivar a circulação de pessoas pela região e, conseqüentemente, estimular a segurança pública através dos “olhos da rua”, como afirma Jacobs:

(...) devem existir olhos para a rua, os olhos daqueles que podemos chamar de proprietários naturais da rua. Os edifícios de uma rua preparada para receber estranhos e garantir a segurança tanto deles quanto dos moradores devem estar voltados para a rua. Eles não podem estar com os fundos ou um lado morto para a rua e deixá-la cega. (...) a calçada deve ter usuários transitando ininterruptamente, tanto para aumentar na rua o número de olhos atentos quanto para induzir um número suficiente de pessoas de dentro dos edifícios da rua a observar as calçadas. (JACOBS, 1961, p. 34).

⁸ Jane Jacobs foi uma escritora e ativista política, reconhecida pela obra *Vida e Morte de Grandes Cidades* (1961).

Museus e centros que funcionam pela noite costumam contar com limitações após certos horários, por exemplo, liberando o acesso de pessoas somente a algumas áreas (como ao térreo). Dessa forma, é importante que no pavimento de acesso sejam locados espaços de exposições, serviços de alimentação e lojas, sendo os dois últimos relevantes como fonte de recursos financeiros (MASSABKI, 2011, p. 135). Além disso, o espaço alimentício é importante devido à característica dos centros de serem locais onde as pessoas costumam passar muitas horas.

Outro elemento relevante, mas não obrigatório, nos centros de ciências atuais, é a presença dos cinemas de tela grande, como aqueles de tecnologia IMAX. Estes costumam ter lotação de por volta de 300 lugares, e também são uma fonte de recurso financeiro importante. Além do mais, há os auditórios, que em centros de tamanho médio (que possuem de 4.500 m² a 9.500 m²), podem apresentar lotação de em torno de 250 lugares. Nesse caso, o *backstage* pode ser simples e ocupar pouco espaço (*ibid.*, p. 136).

É preciso lembrar que as exposições recebidas no centro podem contar com peças de grandes dimensões, portanto, é importante que as circulações do edifício não sejam estreitas. Os elevadores de carga, por exemplo, devem ter acesso facilitado às áreas de exposição (*ibid.*, p. 135). Se possível, é favorável que a circulação de coleções pessoais do museu e a do público sejam mantidas separadas (BUXTON, 2018, p. 492).

Para a manutenção e funcionamento dos elevadores, é preciso locar a casa de máquinas e o poço de elevador. Ademais, como os museus e centros de ciências costumam ter altos gastos de energia, costuma-se aderir a uma subestação com geradores próprios (ANDERSON, 1991 *apud* MASSABKI, 2011, p. 136). É fundamental, também, haver um sistema de combate a incêndios, portanto, deve haver uma casa de bombas, onde se localiza a bomba de incêndio conectada ao sistema de hidrantes (DANILOV, 1982 *apud* MASSABKI, 2011, p. 136-137).

É importante lembrar que vivemos na sociedade do espetáculo⁹, imagética e capitalista, em que os edifícios que se destacam atraem um público maior. Peter Anderson afirma que um edifício marcante atrai “propaganda gratuita”, patrocínios e eventos geradores de renda (ANDERSON, 1991 *apud* MASSABKI, 2011, p. 129). Os recursos financeiros são importantes para que o instituto renove suas programações, faça manutenções constantes e evite

⁹ A Sociedade do Espetáculo (1967) é um livro escrito por Guy Debord, o qual aponta como a sociedade é alienada e manipulada pelas imagens.

que seus espaços se tornem inutilizados. Ainda que isso seja relevante, o principal foco deve ser direcionado à funcionalidade, pois é esta que dita a qualidade dos espaços. No caso de haver situações em que seja preciso escolher entre estética e função, a segunda se sobressai, afinal, a arquitetura deve ser feita pensando nas pessoas que usufruem dela.

3.2 A era digital

Atualmente, não é possível estudar projetos de arquitetura de museus, galerias e centros de exposições sem se deparar com a temática da digitalização dos espaços, principalmente quando se trata de centros de artes, ciências e tecnologia. Para o desenvolvimento do projeto, não é suficiente considerar apenas a relação entre o visitante e o objeto exibido, pois soluções tecnológicas de todo tipo têm sido utilizadas para facilitar a comunicação com o público (BUXTON, 2018, p. 493). Alguns exemplos clássicos são os ambientes de reprodução audiovisual (como os planetários e cinema IMAX), os animatrônicos¹⁰ (muito utilizados em museus de arqueologia) e as telas digitais interativas que funcionam como fontes de informações.

Para além disso, há algumas décadas, o meio de exposições tem englobado uma outra tipologia: a arte digital, ou seja, aquela que é desenvolvida através de computadores ou outras tecnologias digitais. Para a pesquisadora e doutora em arte digital Débora Gasparetto:

Em relação ao termo arte digital, é relevante compreendê-lo como arte-ciência-tecnologia, enquanto produção que envolve comportamentos de computabilidade, interatividade, imersão, tempo real, em obras-projetos-trabalhos que conectam outros campos de conhecimento, em pesquisas envolvendo biotecnologia, nanotecnologia, física, computação, matemática, engenharias, mecânica, robótica, entre outras áreas, interfaceadas pelas mídias digitais (GASPARETTO, 2016, p. 15).

Essa tipologia artística tem ocupado cada vez mais diversos espaços, seja em museus, pavilhões, galerias, e até mesmo nas ruas e em fachadas de prédios. Uma dessas modalidades é a *Media Facade*, que une arte à arquitetura por meio da reprodução de mídias nas fachadas, podendo até mesmo serem controladas pelo público através de dispositivos eletrônicos. Um exemplo ocorre no prédio da Galeria de Arte Digital do SESI-FIESP, em São Paulo, onde estão instaladas mais de 100 mil lâmpadas de LED (SESI-FIESP, 20--) (Figura 14). A principal intenção da *Media Facade* é a apropriação de espaços que costumam ser ocupados

¹⁰ Animatrônicos, ou *animatronics*, são dispositivos robóticos que se movimentam através de motores elétricos.

por publicidades, podendo ocorrer por meio dos artistas e também pelo público (GASPARETTO, 2016, p. 195).

Figura 14: Galeria de Arte Digital do SESI-FIESP, São Paulo.



Fonte: SESI, 20--.

Outro exemplo de exposição digital ocorre em instalações sonoras. É o caso de *Forty Part Motet*, elaborada pela artista Janet Cardiff, em 2001, em que 40 caixas de som são dispostas circularmente em um ambiente. Elas reproduzem a peça *Spem in alium*, de Thomas Tallis (1573), são divididas em oito grupos (da mesma forma que o coro original se organizava) e cada uma emite a voz de um integrante durante 14 minutos (KQED Arts, YouTube, 2015). O espectador pode caminhar por entre as caixas e ouvir cada voz em intensidades diferentes. Roberto Andrés se refere a essa instalação como “arquitetura sonora”, afirmando que “se, tradicionalmente, a arquitetura estabelece diferenciações espaciais pelos elementos construídos no espaço, Cardiff o faz somente pelo som” (ANDRÉS, 2008, p. 136). A instalação tem sido reproduzida em diversos lugares, inclusive pelo Instituto Inhotim, em Minas Gerais (Figura 15).

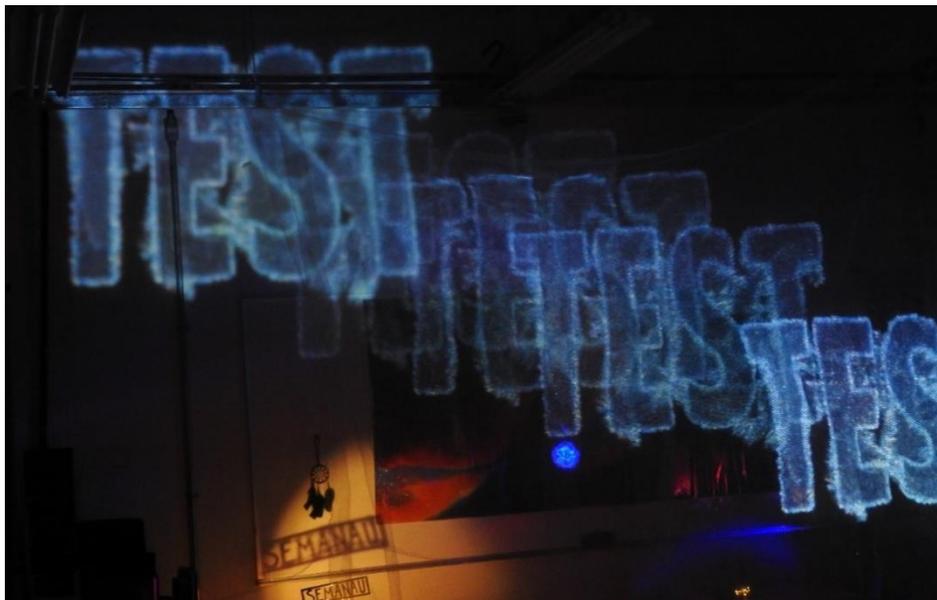
Figura 15: *Forty Part Motet*, no Instituto Inhotin, em Minas Gerais.



Fonte: Aline Pascholati, 2018.

Há inúmeros exemplos dessas exposições digitais, sendo que podem acontecer, por exemplo, com o uso de projetores ou por meio de outras estratégias criativas que envolvem iluminação. Pensando nisso, a autora do presente trabalho, em conjunto com sua então colega de turma Andressa Caroline, desenvolveram uma oficina interativa durante a Semana Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo (SEMANAU), que ocorreu na UFT, em 2018. A atividade consistia de uma instalação de arte com o uso de um projetor e tecidos transparentes, a fim de demonstrar diferentes formas de ocupação dos espaços (Figura 16).

Figura 16: Oficina de arte durante o SEMANAU, na UFT.



Fonte: Autora, 2018.

Um grande marco simbólico dessa digitalização das exposições foi a inauguração do primeiro museu permanente completamente dedicado à arte digital – o *MORI Building DIGITAL ART MUSEUM teamLab Borderless* (ou, resumidamente, *Mori Building*) – que ocorreu em 2018 e fica localizado em Tóquio, no Japão. O local de quase 10.000 m² conta com por volta de 40 trabalhos expositivos, controlados por 520 computadores e 470 projetores, os quais geram uma série de espaços interativos e imersivos (ELEANNA, 2018, p. 1). Nele, a presença do indivíduo interfere na dinâmica da arte, e o mesmo é convidado a explorar seus sentidos (TEAMLAB, 2017) (Figura 17).

Figura 17: *Universe of Water Particles*, no *Mori Building*, em Tóquio.



Fonte: teamLab, 2017.

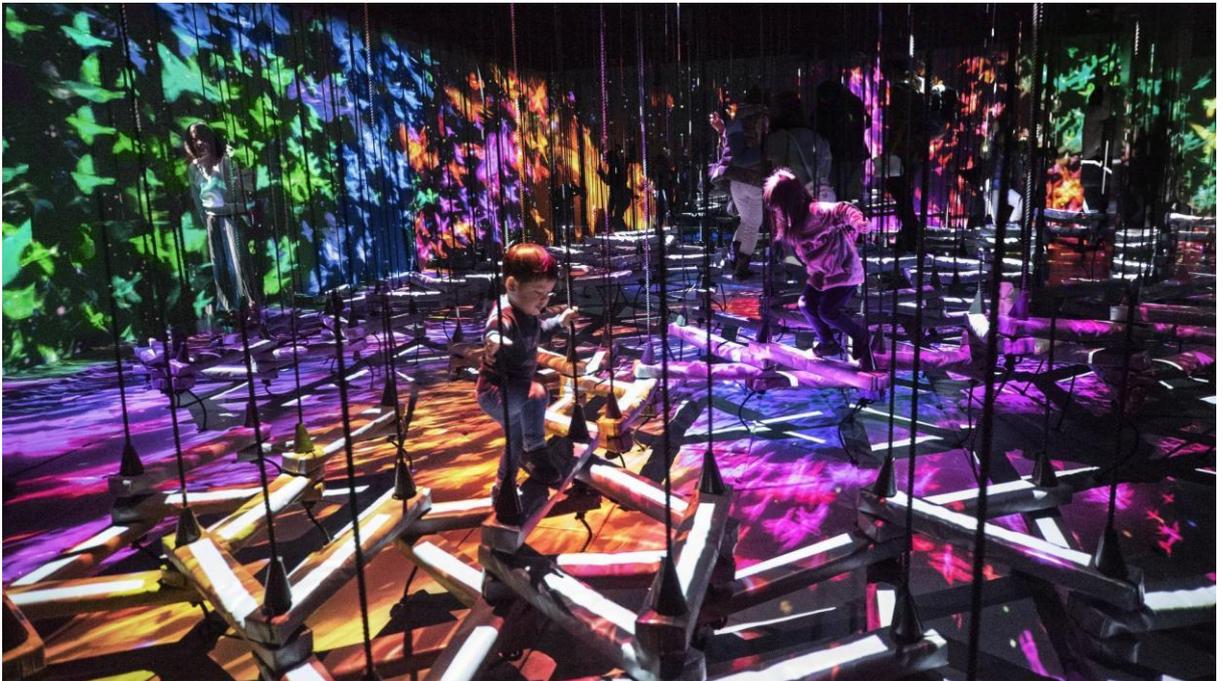
O lugar é chamado de “*Borderless*” (na tradução, “sem fronteiras”) e é considerado como “um museu sem mapa”, pois uma das principais propostas é fazer com que as exposições se interliguem de forma que o visitante se perca, despertando sua vontade de explorar o espaço (*ibid.*) (Figura 18). Além do mais, o *Mori Building* se trata também de um projeto educacional, em que boa parte das exibições focam em espaços criativos direcionados a crianças, a fim de que agucem suas percepções e, em alguns casos, até mesmo habilidades físicas (ELEANNA, 2018, p. 1) (Figura 19).

Figura 18: *Forest of Flowers and People*, no Mori Building, em Tóquio.



Fonte: teamLab, 2017.

Figura 19: *Aerial Climbing*, no Mori Building, em Tóquio.



Fonte: teamLab, 2017.

Levando em consideração que o mundo se encontra na chamada “era digital” ou “era da informação”, um projeto arquitetônico que se volta para a sociedade não deve ignorar isso. Desse modo, o Centro de Ciências a ser elaborado deve contar com ambientes destinados e otimizados para receber exposições de artes digitais. Além do mais, o Parque das Artes e das Ciências deve conter espaços para exposições audiovisuais, como planetário e cinema IMAX. Todos os centros estudados no item a seguir utilizam de diversas dessas soluções tecnológicas.

4 ESTUDO DE CORRELATOS

O projeto arquitetônico é muito importante para a experiência a ser proporcionada pelo centro científico, pois, segundo Martha Marandino, “a aprendizagem pode ocorrer num diálogo constante entre o indivíduo e o ambiente” (MARANDINO, 2005, p. 173). Dessa forma, o principal objetivo deste item é auxiliar na elaboração do programa de necessidades, do pré-dimensionamento e da concepção formal do projeto a ser elaborado.

Para isso, estuda-se projetos que possuem funções e temáticas semelhantes ao que se pretende propor no presente trabalho. Este item discorre, ainda, sobre elementos essenciais que devem compor esse tipo de edificação. As principais fontes de informações utilizadas foram reportagens, trabalhos de graduação, mestrado e doutorado, portais online de arquitetura (como ArchDaily, Vitruvius, Azure e ARCH2O), além dos sites oficiais dos centros referidos.

4.1 Cidade das Artes e Ciências, Espanha

Localizada próximo ao litoral do Mar Mediterrâneo, na cidade de Valência, na Espanha, a Cidade das Artes e Ciências é um complexo arquitetônico voltado para o lazer e disseminação de cultura, ciências e tecnologia (C.A.C., 20--). Inaugurado em 1998, o projeto elaborado por Santiago Calatrava fazia parte de um plano de reurbanização, revitalização e revalorização urbanística, o qual pretendia restaurar uma área industrial negligenciada de Valência, bem como prover um parque linear para a região (ARCH2O, 2016, p. 1).

O produto foi resultado do Concurso Internacional de Ideias, de 1991, que inicialmente previa três edifícios: um museu de ciências, um planetário e uma torre de telecomunicação (que foi posteriormente substituída pela casa de ópera) (TOLA E VOKSHI, 2013, p. 3). Ao longo dos quase dois quilômetros lineares de parque em uma área de 350.000 m² (*ibid.*, p. 3), o projeto se tornou um marco no trabalho do arquiteto Calatrava. Para Herbert Muschamp, um renomado crítico americano de arquitetura:

[...] a aparência do trabalho do Sr. Calatrava se baseia grandemente em suas semelhanças com a arquitetura religiosa. Imaculadamente brancas, acentuadas com traços da leveza Gótica, esses projetos seculares são envoltos com uma aura sagrada. O Museu de Ciências, Planetário e Torres de Telecomunicação, um projeto de 1991 para Valência, Espanha, é até mesmo implantado como uma catedral, completa com nave [museu], coro [planetário] e uma torre que aponta para o céu [torre de telecomunicação]. (MUSCHAMP, 1993, p. 26).

Cada construção possui seu próprio conceito formal, no entanto, foram utilizados os mesmos padrões de materiais, cores e estruturas (DOMINGO, LÁZARO E SERNA, 2001, p. 2), levando à percepção de que cada edifício faz parte de um todo (Figura 20). Outro elemento essencial à essa concepção é uma superfície de 13.500 m² de espelho d'água, a qual conecta todos os edifícios, englobando quase completamente o *Museu de les Ciències Príncipe Felipe* e o *Hemisfèric*. O complexo arquitetônico conta atualmente com sete áreas principais (Figura 21), sendo elas as seguintes (ARCH2O, 2016, p. 1):

- *El Museu de les Ciències Príncipe Felipe*, um museu de ciências interativo;
- *L'Hemisfèric*, onde funciona um Planetário e Cinema IMAX;
- *Palau de les Arts Reina Sofía*, uma casa de ópera e apresentações artísticas. Contém quatro grandes espaços: Salão Principal (com capacidade para 1.400 pessoas), Salão Magistral (capacidade para 400 pessoas), Auditório (1.400 pessoas) e Teatro de Câmara Martín y Soler (400 pessoas);
- *Umbracle*, um mirante. O espaço funciona como uma galeria ao ar livre, com esculturas de artistas contemporâneos e um jardim de plantas selvagens. Há também o “*Jardín de la Astronomía*”, uma exposição fixa em que é possível ver e interagir com diversos instrumentos desenvolvidos para estudar os astros ao longo dos séculos;
- *Oceanogràfic*, o maior aquário oceanográfico da Europa, com 110.000 m²;
- *Ágora*, uma praça pública coberta por uma estrutura de metal, onde são realizados diversos tipos de eventos de larga escala. Cobre aproximadamente 4.810 m²;
- *Puente de l'Assut de l'Or*, uma ponte cujo pilar de 125 metros de altura é o ponto mais alto da cidade.

Figura 20: Imagem panorâmica da Cidade das Artes e Ciências.



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències, C.A.C., S.A.*

Figura 21: Mapa da Cidade das Artes e Ciências.



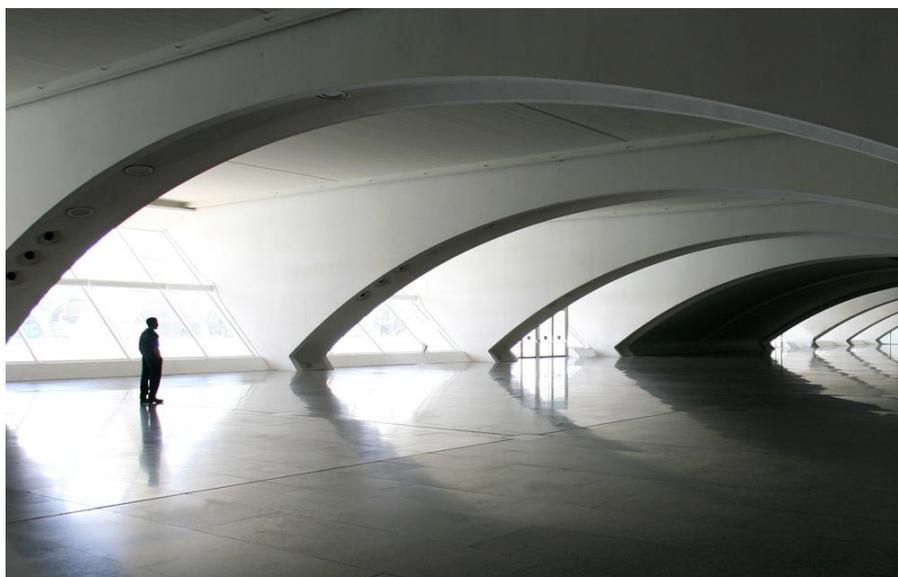
Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències, C.A.C., S.A.*

4.1.1 *Museu de les Ciències Príncipe Felipe*

O Museu de Ciências Príncipe Felipe é um espaço voltado para atividades que envolvem exposições fixas e temporárias, as quais costumam ser relacionadas à evolução da vida e à educação científica e tecnológica. A maior parte de suas exposições são interativas e seu lema é “Proibido não tocar, não sentir, não pensar” (C.A.C., 20--). Algumas atividades são localizadas em áreas de exposições mais visíveis, com a ideia de permitir que o visitante interaja e faça perguntas, enquanto outras ocorrem em “salas de aula experimentais”, as quais são usadas para *workshops* e outras demonstrações. O local ainda recebe congressos e conferências relacionadas a ciência e cultura, cursos profissionalizantes, colaborações com aulas universitárias, entre outros. Além disso, colabora com diversos centros científicos pelo mundo por meio da troca de materiais de exibição e de pesquisas realizadas, e conta com um comitê de cientistas renomados que estimulam a divulgação científica (*ibid.*).

O Museu ocupa uma área construída de aproximadamente 42.000 m², distribuídos em três pisos principais. Desses, por volta de 26.000 m² são destinados às exposições (*ibid.*). O piso térreo inclui um espaço chamado de “*Calle Menor*” (“Rua Secundária”, em português), que abriga os principais serviços para o público, como bilheteria, pontos de informação, guarda-volumes, agendamento, restaurante, cafeteria, loja e até mesmo atendimento médico. O piso também leva ao auditório Santiago Grisólia e ao *Salón Arquerías* (“Salão dos Arcos”) (Figura 22), onde diversos eventos são realizados. Além de tudo, o espaço térreo ainda conta com lugares destinados a exposições fixas e temporárias (Figura 23) (*ibid.*).

Figura 22: *Salón Arquerías*, no Museu de Ciências Príncipe Felipe



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

Figura 23: Setorização do pavimento térreo do Museu de Ciências Príncipe Felipe.

Ground floor

- 1 Santiago Grisolia Auditorium
- 2 Archways
- 3 Multipurpose hall
- 4 Science on stage. Rooms 3 and 4
- 5 Science on stage. TV Studio
- 6 Science on stage. Rooms 1 and 2
- 7 Temporary exhibition
- 8 Museum showcase



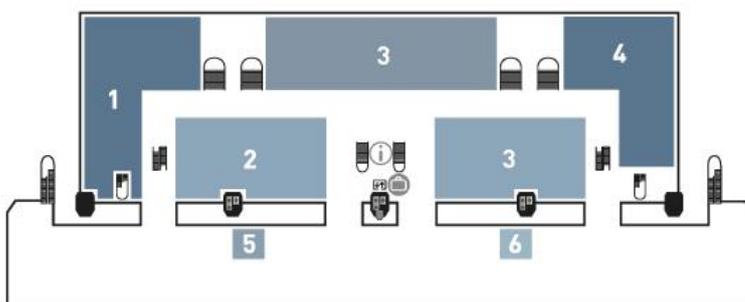
Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

O primeiro pavimento é dividido em três setores longitudinais (Figura 24), sendo a galeria de acesso chamada “*Calle Mayor*” (“Rua Principal”), a qual ocupa toda a fachada Norte, em uma área de 25.000 m² (200 m por 25 m). Esta também abriga algumas das principais exposições fixas do Museu, como uma escultura de 15 metros de altura que representa uma molécula de DNA (Figura 25). De lá também é possível apreciar a superfície de vidro da fachada Norte do museu (Figura 26) e obter visão para o Jardim Turia, situado na área externa. A *Calle Mayor* se conecta ao setor de exposições, o qual possui 8.000 m² (160 m por 50 m) nesse pavimento, e conta com espaços para *workshops*, exposições científicas interativas e uma área destinada ao público infantil com módulos interativos (*ibid.*).

Figura 24: Setorização do 1º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.

First floor

- 1 Érase una vez...
- 2 L'Espai dels Xiquets
- 3 Play
- 4 Teatro de la Ciencia
- 5 Artistic representation of the DNA molecule
- 6 Foucault's Pendulum



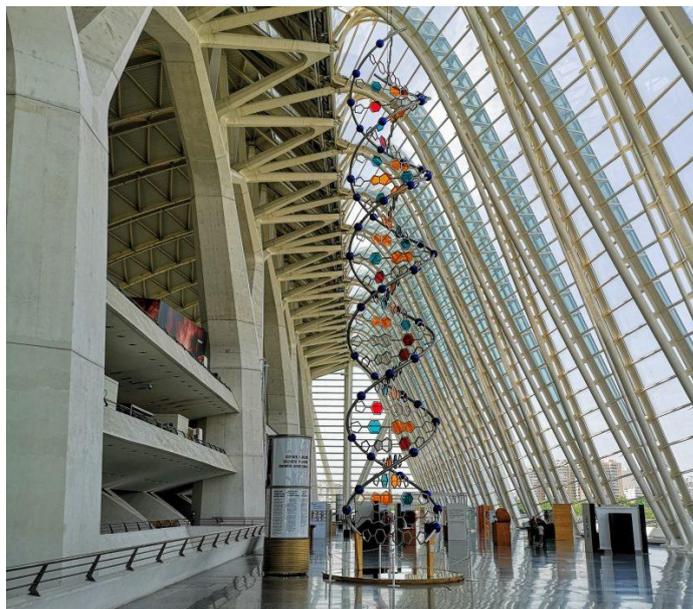
Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

Figura 25: *Calle Mayor*, no Museu de Ciències Príncepe Felipe.



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

Figura 26: *Calle Mayor*, no Museu de Ciències Príncepe Felipe.



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

O Segundo pavimento, um mezanino, é quase completamente dedicado a exposições fixas, em especial uma chamada de “O Legado da Ciência”, na qual o espaço é organizado de modo que o percurso do visitante obedeça à sequência cronológica da exibição (Figura 27). O terceiro pavimento é em sua maior parte também dedicado a exposições fixas, sendo que a maior delas, a “Floresta de Cromossomos”, ocupa uma área de 2.600 m² e possui 127 módulos interativos (*ibid.*) (Figura 28).

Figura 27: Setorização do 2º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.

Second floor

The legacy of science

- 1 Santiago Grisolia
- 2 Ramón y Cajal
- 3 Severo Ochoa
- 4 Jean Dausset
- 5 A century of Nobel Prizes



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

Figura 28: Setorização do 3º pavimento do Museu de Ciências Príncipe Felipe.

Third floor

- 1 Forest of Chromosomes
- 2 Space Simulator
- 3 Zero gravity
- 4 Mars. The conquest of a dream



Fonte: *La Ciutat de les Arts I les Ciències*, C.A.C., S.A.

O edifício possui 220 metros de comprimento, 80 de largura e 55 de altura (*ibid.*). A forma complexa do Museu de Ciências atrai muitos olhares e câmeras, pois sua arquitetura orgânica e colossal atribui a ele uma aparência marcante. Seu partido arquitetônico se baseia na repetição de elementos modulares dispostos em sentido longitudinal e cujo resultado formal remete às costelas de uma baleia (Figura 29).

Figura 29: Museu de Ciências Príncipe Felipe.



Fonte: *Ciudad de las Artes y las Ciencias*, C.A.C., S.A.

O sistema estrutural do Museu é formado por cinco arcos de concreto pintados de branco, localados simetricamente, e que se assemelham a conformações arbóreas, com pilares espessos nas bases. Em meio à curvatura dos arcos, ramificam-se outros com proporções menores, e intercalados entre outros maiores, auxiliando na sustentação da carga da cobertura. Estes são também pintados de branco, conferindo-lhes unidade e harmonia. Os pilares espessos são ligados diretamente à fundação (AZEVEDO, CARVALHO e BONTEMPO, 2018, p. 33).

A cobertura da fachada Sul é constituída de treliças metálicas espaciais semicirculares, cobertas com telhas metálicas. Estas se apoiam em um painel formado por vários elementos losangulares de concreto, os quais possuem a função de pilares-contrafortes, encaminhando as cargas até a fundação (AZEVEDO *et al.*, 2018, p. 34). Essas formas são preenchidas com esquadrias em vidro translúcido e metal. Engastada nos pilares-contrafortes, encontra-se a passarela externa, que faz acesso direto ao primeiro pavimento (Figura 30) (*ibid.*, p. 34). Essa composição da forma por meio da estrutura passa a impressão de dinamicidade, o que contribui para que Calatrava atribua à sua obra uma identidade própria (Figura 31).

Figura 30: Elementos construtivos do Museu de Ciências Príncipe Felipe.



Fonte: *Ciudad de las Artes y las Ciencias, C.A.C., S.A.*

Figura 31: Elementos construtivos do Museu de Ciências Príncipe Felipe.

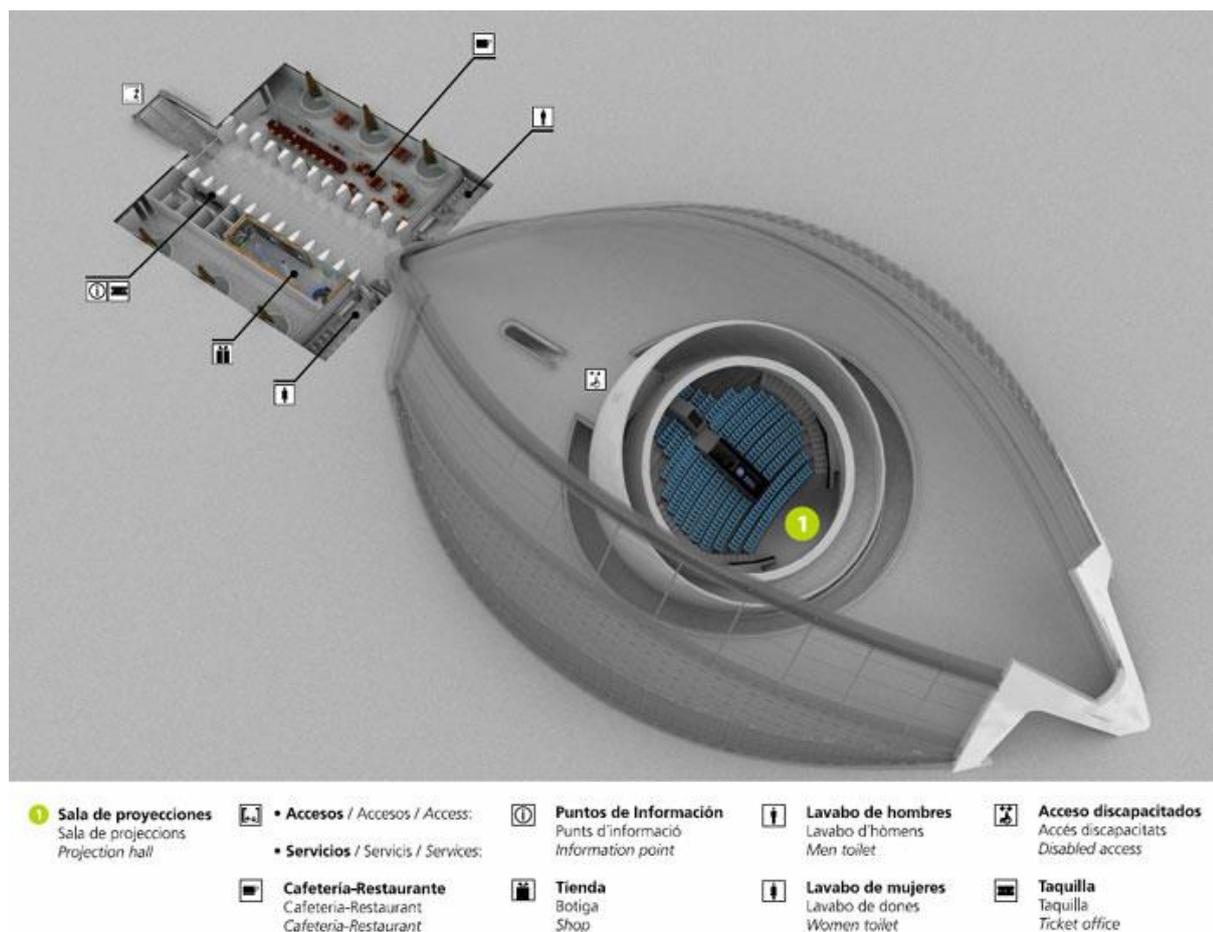


Fonte: *Ciudad de las Artes y las Ciencias, C.A.C., S.A.*

4.1.2 Hemisfèric

O edifício *Hemisfèric* foi o primeiro a ser inaugurado na Cidade das Artes e Ciências, com uma área construída de aproximadamente 13.000 m² (C.A.C., 20--). Sua principal função se concentra no centro da construção, onde há uma sala audiovisual que possui capacidade para 302 pessoas e contém três sistemas distintos de projeções. O maior deles é uma tela côncava de 900 m², em que é reproduzida a programação do planetário. Há também a reprodução do cinema IMAX Dome, que além de ter a tela maior do que o tamanho convencional, possui uma resolução aproximadamente dez vezes maior que a dos cinemas comuns. O terceiro tipo de projeção é a do cinema digital 3D, com tela de 12 por 6 metros (*ibid.*). Além disso, a entrada do local, situada no subsolo ao leste da construção, conta com os serviços públicos, como bilheteria, loja, restaurante e cafeteria (Figura 32). A oeste, localizam-se os serviços técnicos (*ibid.*).

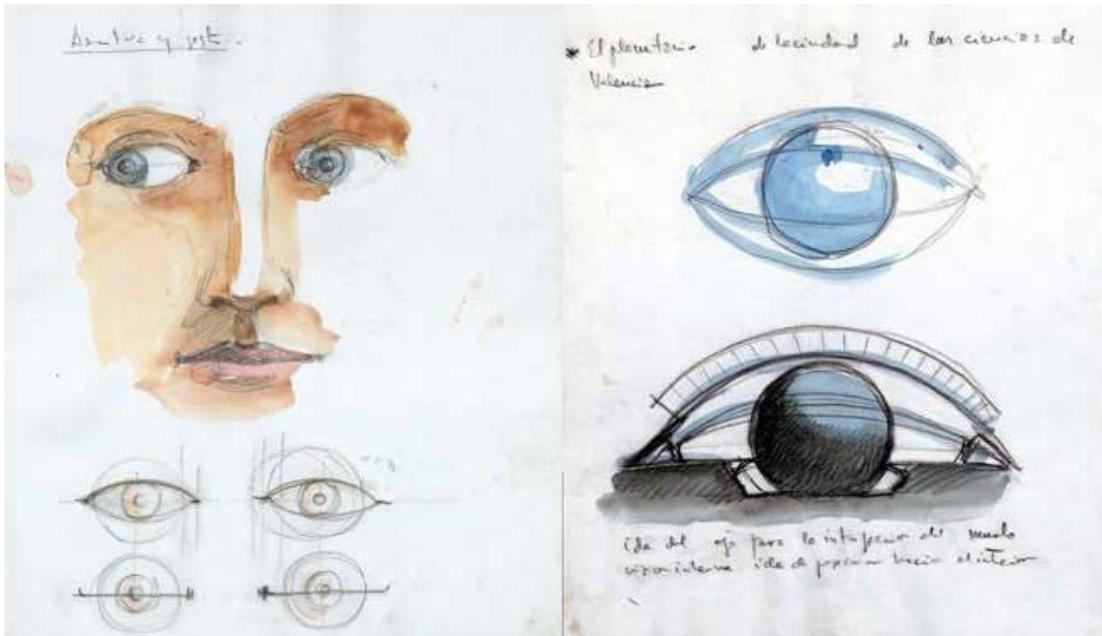
Figura 32: Esquema de setores do edifício *Hemisfèric*.



Fonte: *Ciudad de las Artes y las Ciencias, C.A.C., S.A.*

O edifício foi desenhado por Calatrava para se assemelhar a um olho (Figura 33). Isso se sucedeu em grande parte pelo seu formato, mas também por um sistema de elevação hidráulica que faz com que a parte da cobertura externa de aço e vidro se desloque (DOMINGO *et al.*, 2001, p. 5), lembrando o movimento de pálpebras. A cúpula central, nesse caso, remete à pupila. Além disso, a obra está locada ao lado do espelho d'água, o qual, por meio do reflexo, complementa a imagem da outra metade do “olho” (Figura 34).

Figura 33: Croquis de Santiago Calatrava para a concepção do *Hemisfèric*.



Fonte: *apud* Juliana Assunção, 2012.

Figura 34: Hemisfèric, na Cidade de Artes e Ciências.



Fonte: *Ciudad de las Artes y las Ciencias, C.A.C., S.A.*

A estrutura do edifício consiste primordialmente de concreto reforçado com fibras. Sua cobertura ovoide possui 100 metros de comprimento linear e é composta por cinco arcos metálicos de seção do tipo caixão no sentido longitudinal, os quais são apoiados por tripés de concreto armado em suas extremidades. Os arcos são interligados por perfis laminados e vigas-caixão curvas (*ibid.*, p. 5). A fundação do edifício é constituída de muros de arrimo por todo o perímetro, e a laje de fundação possui grande espessura, pois além das cargas do edifício, precisa também resistir ao empuxo da água que rodeia a construção. Tanto a laje, quanto os muros, precisaram ser impermeabilizados para evitar problemas de infiltração. As aberturas externas fixas são compostas por vidro laminado (*ibid.*, p. 5 e 6) (Figura 35).

Ao leste da construção se localiza a entrada, que ocorre por meio do subsolo. Sua estrutura é feita de vigas e pilares de concreto reforçado com fibras (*ibid.*, p. 6). No interior, a cúpula possui 32 metros de diâmetro e é executada em concreto armado. Esta se fecha sobre uma arquibancada semicircular inclinada e, mais internamente, há o volume esférico da tela de projeção, a qual possui 24 metros de diâmetro. Abaixo da arquibancada, situam-se as máquinas que executam as projeções (*ibid.*, p. 6).

Figura 35: Esquema de composição de elementos do *Hemisfêric*. Ainda a ser editado.



Fonte da imagem: *Ciudad de las Artes y las Ciencias*, C.A.C., S.A. Modificado pela autora.

A Cidade das Artes e Ciências possui pontos positivos e negativos. Para a arquitetura, é interessante que uma construção possua identidade estética e, para um conjunto de edifícios, é melhor ainda que as obras se comuniquem visualmente. Essas características foram alcançadas neste complexo por meio dos materiais aplicados e da implantação urbana e paisagística. Além do mais, os sistemas construtivos utilizados são de alta tecnologia e partem de soluções criativas, o que se relaciona com a ideia da Cidade de funcionar como um polo científico e artístico.

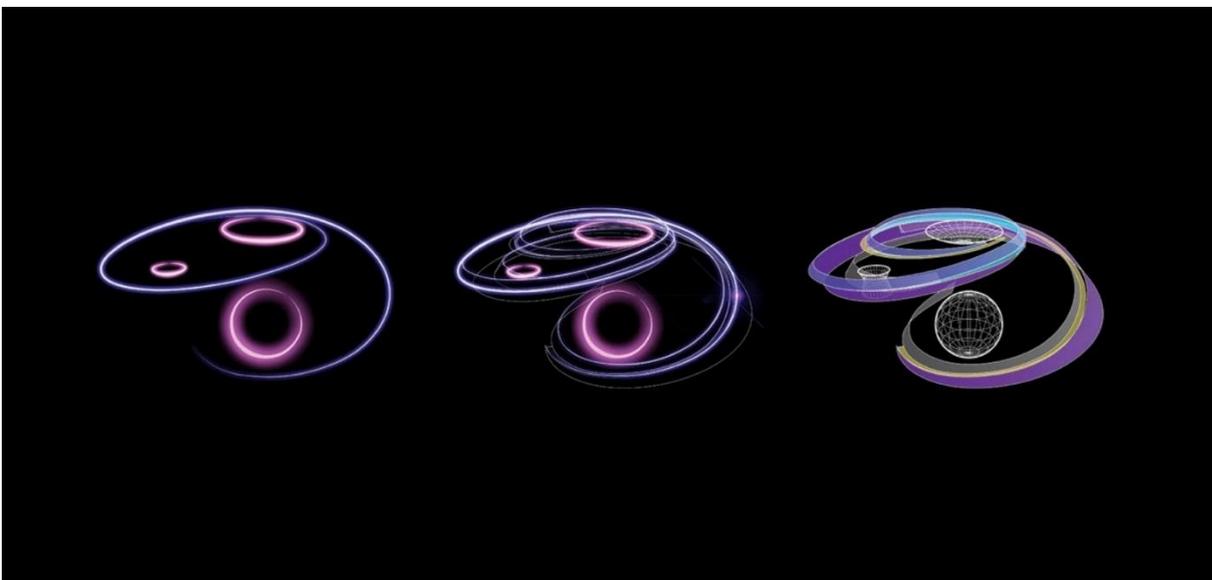
Por outro lado, esse centro científico e cultural se enquadra em um conceito popularmente conhecido como “elefante branco”. Esse termo se refere a obras públicas de custo extremamente elevado e de dimensões exageradas que, com o passar do tempo, possuem parte de sua área – ou toda ela – inutilizada. No caso da Cidade, apesar de ser um atrativo turístico, não atrai boa parte do público local. Além do mais, em 2013, Calatrava foi processado pela cidade de Valência devido aos problemas estruturais que surgiram na casa de ópera *Palau de les Arts Reina Sofía*, os quais causaram o fechamento do local para reformas apenas oito anos após sua construção (GOVAN, 2013, p. 1). Esses problemas devem ser evitados por meio do pré-dimensionamento, do programa de necessidades e da setorização.

4.2 Planetário de Xangai, China

O Planetário de Xangai está locado na China e teve sua construção finalizada no ano de 2021. O projeto é de autoria da equipe *Ennead Architects*, e foi elaborado para um concurso cuja proposta fazia parte de um programa de potencialização da capacidade do *Shanghai Science and Technology Museum (SSTM)*. O principal objetivo da obra é que se trate de um espaço educacional (ENNEAD ARCHITECTS, 2015).

O partido arquitetônico se inspira em princípios astronômicos a respeito do movimento orbital de corpos celestes, utilizando-o como referência metafórica e gerador da forma (*ibid.*) (Figura 36). O projeto é constituído de três elementos principais: o Óculo, o Domo Invertido e a Esfera. O Óculo é uma abertura zenital situada na entrada principal do edifício, e o mesmo projeta um feixe de luz solar que demonstra a passagem do tempo (Figura 37). O Domo Invertido está locado na cobertura da obra, acima do átrio central. Este elemento se constitui de metal e vidro transparente, o que permite a entrada de luz solar e visão para o céu. Por fim, a Esfera de 18 metros de diâmetro é onde se situa a sala de projeções do planetário com sua tela côncava (*ibid.*).

Figura 36: Concepção formal do Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 37: O Óculo, no Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

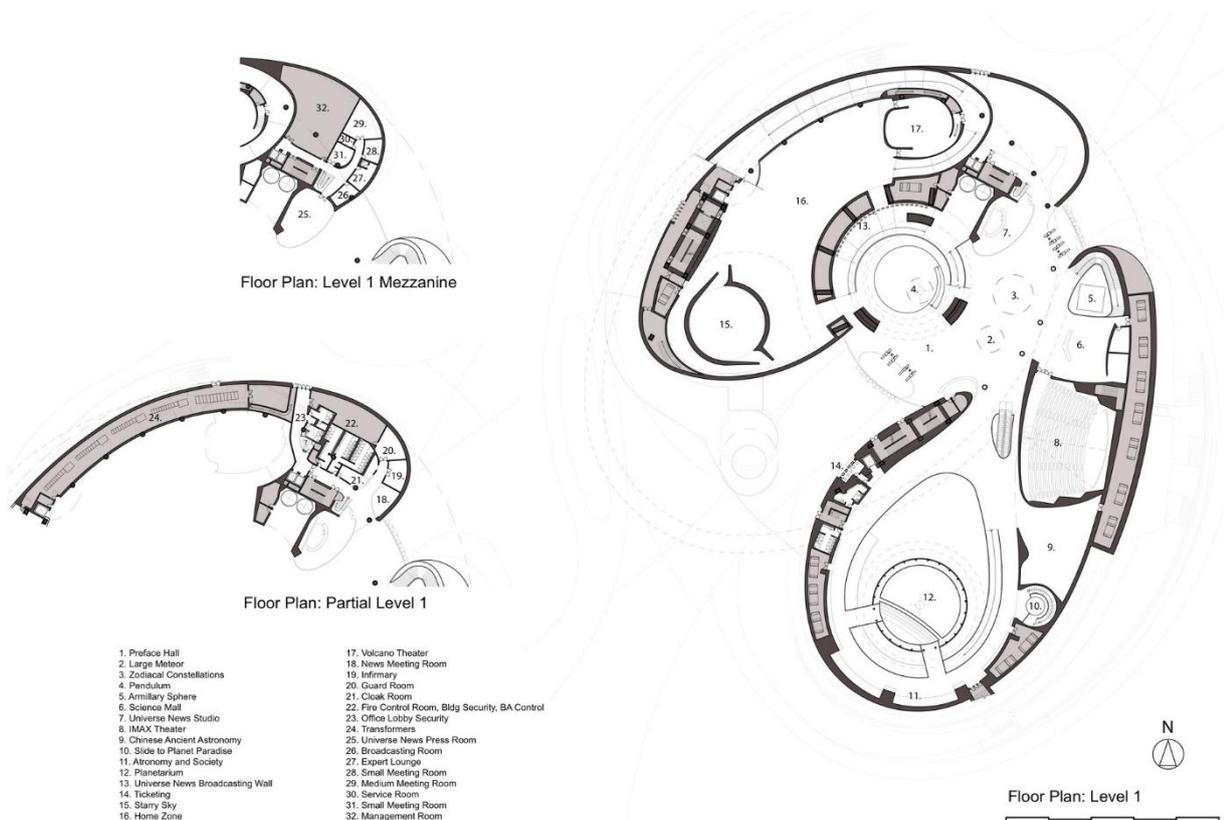
A obra ocupa uma área construída de 38.000 m² e o bloco principal possui quatro pavimentos. No nível térreo, as pessoas ingressam no edifício por meio de um grande hall de entrada, em que é possível ver o Domo Invertido (Figura 38), além de diversas áreas e salas de exposições fixas. Ali estão locados também um cinema IMAX, um auditório esférico e a entrada para o planetário (Figura 39). No mezanino deste pavimento, encontra-se a ala de serviços técnicos, parte do setor administrativo e uma sala de enfermagem (*ibid.*).

Figura 38: Hall de entrada do Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 39: Planta Baixa do nível térreo do Planetário de Xangai.

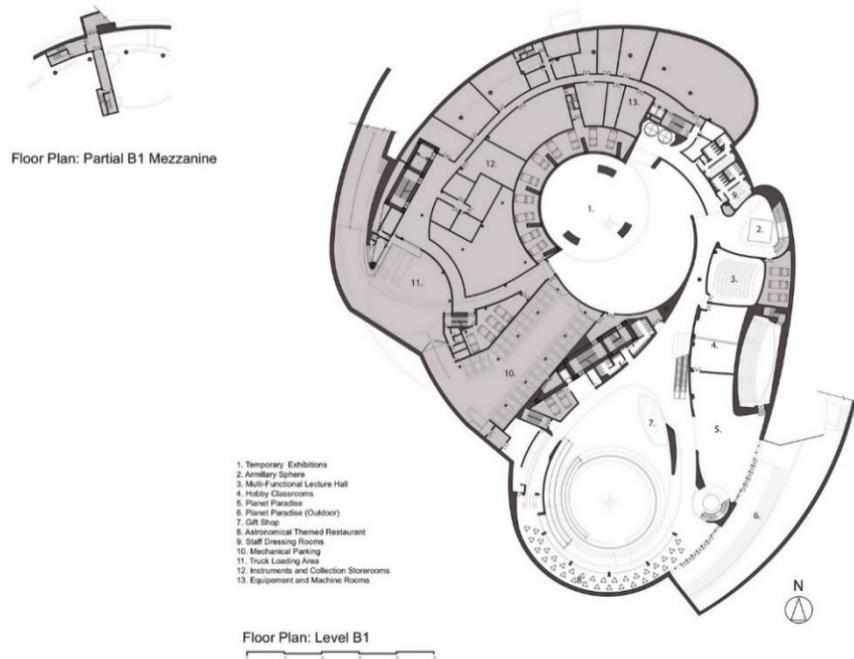


Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Abaixo do térreo, o subsolo conta com um salão multifuncional, salas de aula, loja de lembranças e restaurante com tema astronômico (Figura 40). Além disso, nesse pavimento é possível ver a parte inferior da estrutura esférica do planetário. Para essa região, os arquitetos desenvolveram um *skyline* (aberturas lineares de iluminação) ao redor da esfera, pelo qual a luz solar se projeta e forma desenhos circulares no piso (Figura 41). Ainda no mesmo nível, encontra-se parte da ala técnica, com salas para os funcionários, depósitos, ala de equipamentos e máquinas, estacionamento mecânico para funcionários e área de carga e descarga (*ibid.*).

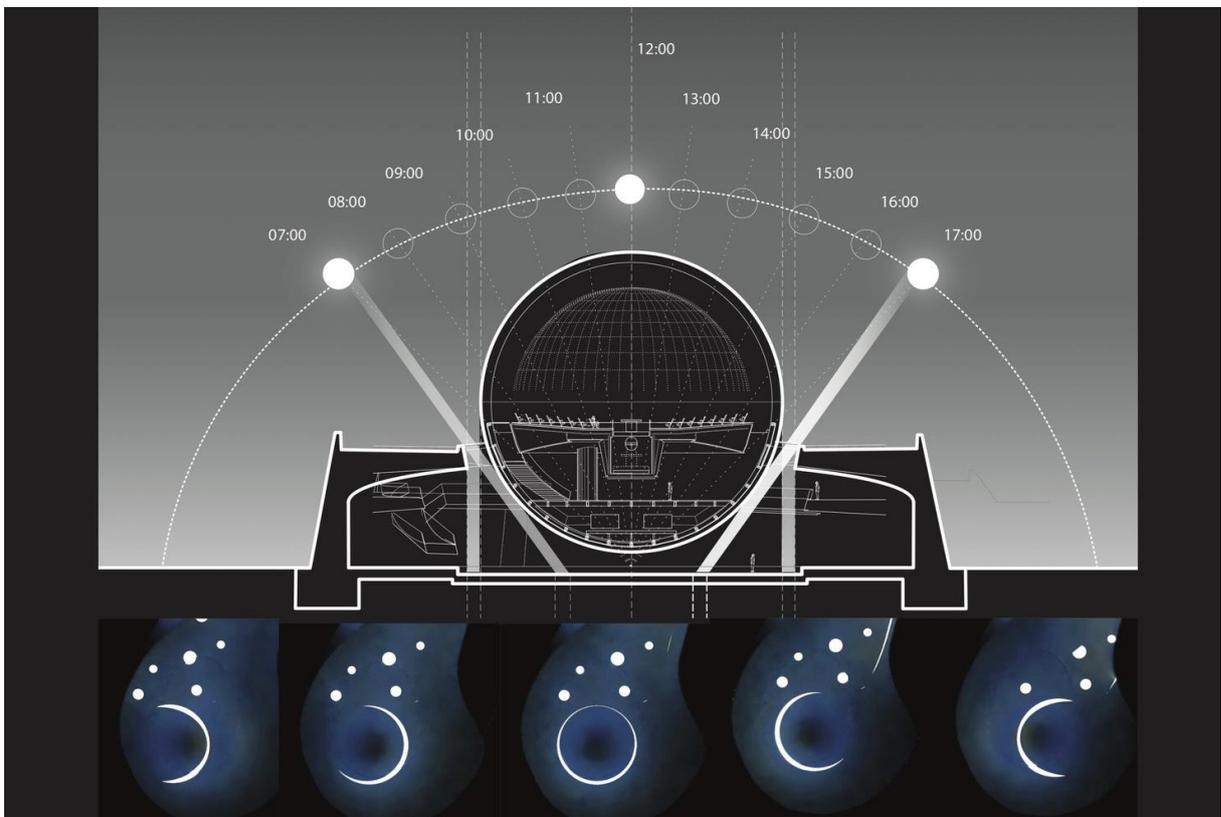
O segundo piso, acima do térreo, é quase completamente ocupado por exposições (Figura 42). Diretamente dele, é possível acessar uma área externa, a qual dá acesso ao topo do edifício por meio de uma rampa curva inserida na cobertura. Este espaço a céu aberto possui visão privilegiada, de onde é possível avistar o Domo Inferior, o Óculo, a Esfera e o entorno da região (Figura 43). No terceiro e último nível situa-se o setor administrativo, com escritórios executivos, salas de reuniões, estações de trabalho em ambientes comuns e um acesso que leva ao centro do Domo Invertido, na cobertura (Figura 44) (*ibid.*).

Figura 40: Planta Baixa do subsolo do Planetário de Xangai.



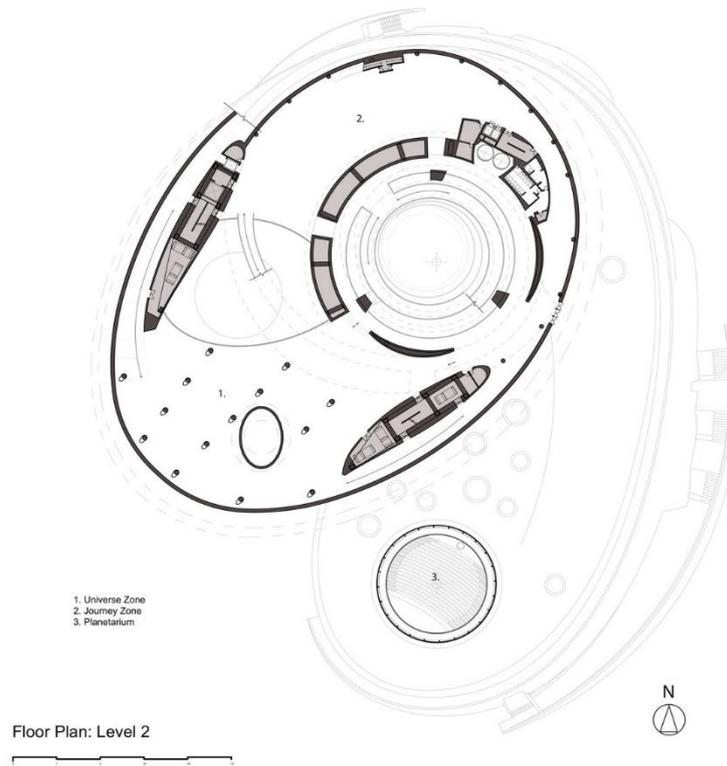
Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 41: Corte explicativo do skyline, no Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 42: Planta baixa do segundo nível do Planetário de Xangai.



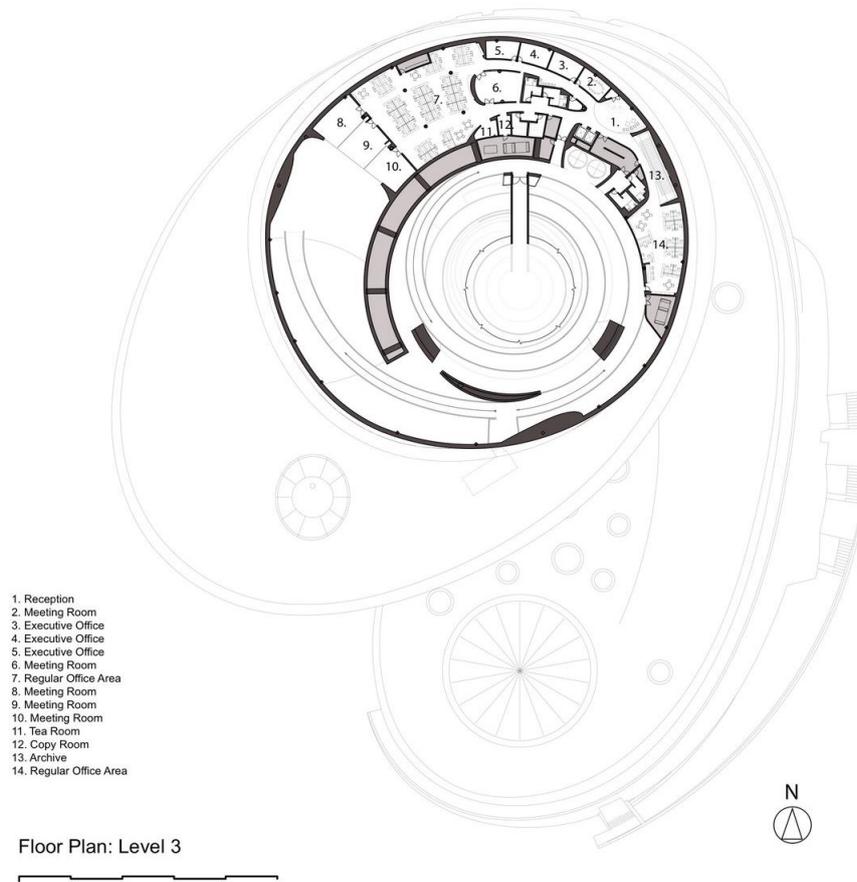
Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 43: Perspectiva do Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 44: Planta baixa do terceiro nível do Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

A área externa, por sua vez, conta com diversas regiões destinadas às exposições ao ar livre, locadas em pisos circulares e distribuídas ao longo dos caminhos que contornam o edifício. Estes caminhos lembram o movimento orbital dos corpos celestes, em que os círculos remeteriam aos planetas (Figura 45). No exterior, há também espaços de atividades noturnas para crianças. Além disso, em anexos separados e afastados, locam-se um telescópio solar de 78 metros de altura e um observatório (*ibid.*). A obra do edifício principal é estruturada pelo uso predominante do concreto armado e de elementos metálicos (*ibid.*) (Figura 46).

Figura 45: Perspectiva com entorno do Planetário de Xangai.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

Figura 46: Construção do Planetário de Xangai, em 2018.



Fonte: *Ennead Architects*, 2015.

O Planetário de Xangai se destaca pela união entre a arte e a ciência para atingir uma concepção formal, algo que se relaciona com a tipologia do edifício de ser um centro científico. Ademais, a setorização funcional dos ambientes, que não abandona a forma, e a conexão do interior com o exterior, são aspectos desejáveis no projeto a ser elaborado pela autora. Outro ponto de grande interesse é o aproveitamento do planetário como elemento formal. Alguns pontos que se apresentariam inconvenientes ao presente trabalho são a iluminação zenital ocorrendo por meio de um domo invertido e a imensa área externa sem elementos que projetem sombras, devido ao clima da cidade de Palmas.

4.3 Estação Cabo Branco, Brasil

A Estação Cabo Branco Ciência, Cultura e Arte fica localizada na cidade de João Pessoa, Paraíba, na região de Cabo Branco. O local é próximo ao ponto mais oriental das Américas, em uma região de muitos atrativos turísticos. A Estação foi projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer, e possui uma área construída de 8.500 m² distribuídos em cinco edificações: a torre (o principal edifício), o auditório, o anfiteatro aberto, a loja em conjunto com a lanchonete e o bloco de serviços gerais (JOÃO PESSOA, 20--) (Figura 47).

Figura 47: Vista aérea da Estação Cabo Branco Ciência, Cultura e Arte, em João Pessoa.



Fonte: Estação Cabo Branco – Ciência, Cultura & Arte.

A concepção volumétrica do edifício principal, a torre, se constitui de três elementos distintos. A base é um cilindro branco de 15 metros de diâmetro, que emerge de um espelho d'água. Acima dela, se sobrepõe um volume octogonal de 46 metros de diâmetro, do qual boa parte se encontra em balanço e se apoia na base central (CORDEIRO E IRELAND, 2009, p. 1). Esse volume abriga dois pavimentos, e suas faces são revestidas com painéis de vidro espelhado de cor escura. O terceiro volume é uma rampa helicoidal extensa, locada à lateral do edifício e conectada aos dois pavimentos do octógono. Sua estrutura aparece em balanço, apoiada em um elemento cilíndrico, por meio da qual a rampa completa duas voltas (*ibid.*, p. 1) (Figura 48).

A combinação dessas formas e o efeito claro-escuro obtido entre a cor negra do vidro e o branco opaco da base, resultam em uma edificação imponente e de presença marcante, que parece flutuar devido à leveza da solução formal (*ibid.* p. 1). Além disso, pelo fato do edifício ser locado em uma altura acima do nível do mar, as fachadas em vidro refletem as cores do pôr-do-sol. Nelas, destaca-se também o reflexo da rampa helicoidal.

Figura 48: Edifício principal da Estação Cabo Branco.



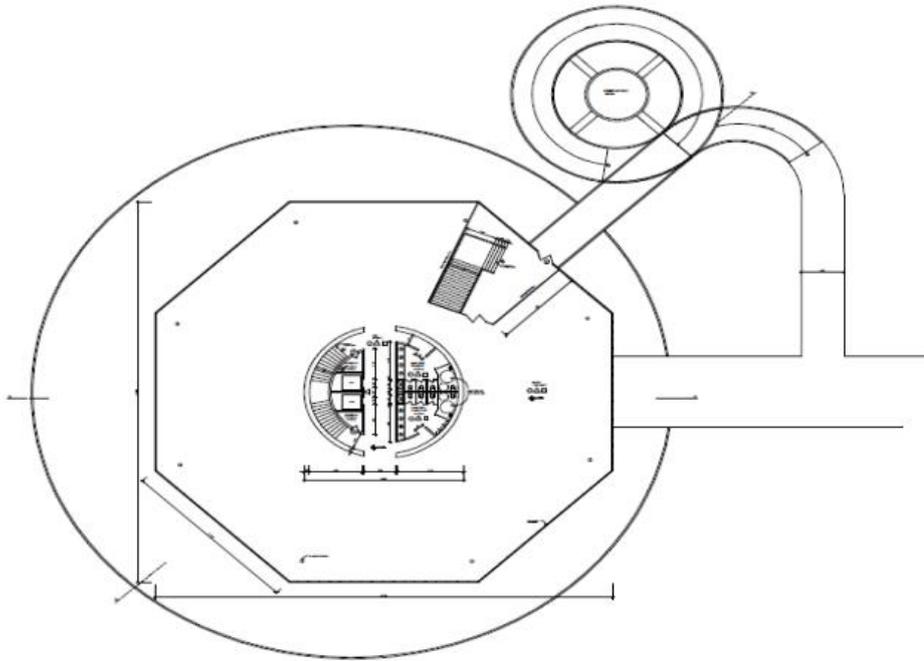
Fonte: Fernando da Veiga, 2009.

O acesso ao edifício principal se dá pelo volume cilíndrico locado no nível térreo, no qual se encontra a recepção, elevadores, escadas e banheiros. A estrutura desse pavimento é dimensionada para receber a carga dos pisos em balanço, advinda dos pavimentos superiores. O acesso secundário ao interior da obra ocorre pela lateral, por meio da rampa mencionada previamente. O espaço para as exposições se distribui pelo segundo e terceiro pavimento, em uma área livre sem divisórias (Figura 49). Na cobertura, encontra-se um mirante com visão panorâmica para a cidade e para o litoral, além de instalações para bar e café (*ibid.*, p. 1).

O auditório é locado de frente para a torre. Em uma parede externa, foi pintada uma reprodução da xilogravura “cavalo marinho”, do artista paraibano José Costa (Figura 50). Em seu hall de acesso, encontra-se o mural chamado “A pedra do reino”, do artista plástico

peçoense Flávio Tavares. O edifício do anfiteatro ao ar livre, por sua vez, acomoda um público de 300 pessoas sentadas, e dispõe de palco coberto, camarim e banheiros (*ibid.*, p. 1).

Figura 49: Planta baixa do terceiro pavimento da Estação Cabo Branco.



Fonte: *apud* COSTA, 2010.

Figura 50: Xilogravura de José Costa na Estação Cabo Branco.



Fonte: Lilian Azevedo, 2015.

Além de atrair um grande número de turistas anualmente, a Estação Cabo Branco possui um feito extremamente positivo, que é o de atrair a população local, residente de João Pessoa (*ibid.*, p. 1). Isso acontece tanto pelos eventos culturais que nela ocorrem, mas principalmente pela identificação simbólica da comunidade com o lugar, que é reafirmada por meio das obras de arte feitas por pessoas de origem paraibana e pessoense. Apesar disso, nos últimos anos a Estação tem sofrido um certo abandono (CASTOR, 2020, p. 1). Os edifícios têm passado a maior parte do tempo inutilizados devido à falta de programações que consigam englobar todas as funções oferecidas. Algumas obras de arte expostas a céu aberto sofrem com uma deterioração progressiva, e o mirante se encontra interditado desde 2015 devido a problemas com infiltrações e fissuras no piso (*ibid.*, p. 1).

Outro ponto positivo é o respeito da edificação pelo entorno, pois seu ponto mais alto não se sobressai à altura da vegetação existente (CORDEIRO E IRELAND, 2009, p. 1). Por outro lado, o projeto está localizado em uma área de fragilidade ambiental com riscos de erosão, fato que já era conhecido na época de implantação do projeto (JÚNIOR, 2016, p. 17).

Em uma visita ao local feita pela autora em 2010 (sem fins estudantis), foi notada uma longa distância entre os edifícios. Esse fator se torna um incômodo aos visitantes, o qual é intensificado pelo fato de não haver vegetação ou outros elementos que projetem sombra e tornem o local mais agradável de se caminhar. Notou-se também a falta de comunicação estética entre os edifícios e o planejamento ineficiente dos percursos externos. Ademais, a entrada utilizada pela maior parte do público ocorre pelo estacionamento, e este recebe o visitante com a visão posterior do auditório, o que não é visualmente agradável. O projeto a ser elaborado deve buscar evitar os defeitos identificados na Estação Cabo Branco e aproveitar os pontos satisfatórios na medida do possível.

4.4 Museu *Loop of Wisdom*, China

O Museu de Tecnologia e Centro de Recepção *Loop of Wisdom* (em português, “Loop da Sabedoria”) está localizado na cidade de Chengdu, na China. O projeto de 5.000 m² de área construída foi elaborado pela *Powerhouse Company* e tem o objetivo de ser um espaço cultural, educacional, tecnológico e informativo (POWERHOUSE COMPANY, 2020). A obra se destaca por sua cobertura ondulada, circular e vermelha, que conecta dois blocos e funciona como um espaço público em que é possível passear e contemplar a vista (Figura 51).

Figura 51: Museu *Loop of Wisdom*



Fonte: Jonathan Leijonhufvud *Architectural Photography*, 2020.

O projeto faz parte de um complexo de edifícios que compõem um empreendimento chamado *Unis Chip City*, sendo o Museu *Loop of Wisdom* o primeiro a ser inaugurado. O mesmo tem a intenção de ser um marco simbólico para a futura comunidade, bem como um ímã para atrair novos residentes na área (*ibid.*). O Museu funciona como um centro de educação e tecnologia, e ao mesmo tempo como um centro de informações para o desenvolvimento da cidade. Além disso, conta com espaços de exposições artísticas e áreas de convivência em um dos blocos (*ibid.*).

Concebido como um anel contínuo, o edifício sustentável se relaciona com a paisagem, ao invés de ignorá-la. Isso ocorre por ser um volume orgânico, de aparência leve e

elegante, além de ter proximidade com a natureza (*ibid.*) (Figura 52). A cobertura se projeta de forma que convida os visitantes a andarem por seus caminhos. Este conceito surgiu da observação dos desníveis topográficos da área, que foram então utilizados como partido arquitetônico, mantendo a maior parte da conformação natural do terreno (*ibid.*). A própria arquitetura se relaciona com a função do local de ser um centro tecnológico, pois é evidente a necessidade de tecnologia de ponta para construí-lo. Além do mais, o processo de desenvolvimento ocorreu por meio de *softwares* de desenho paramétrico avançado, vinculados à tecnologia de Modelagem de Informações da Construção (BIM¹¹) (*ibid.*).

Figura 52: Museu *Loop of Wisdom*.



Fonte: Jonathan Leijonhufvud *Architectural Photography*, 2020.

A extensão da cobertura é de 698 metros lineares e seu ponto mais alto se situa a 25 metros do nível do solo. O piso se constitui de asfalto emborrachado, um material muito utilizado em pistas de atletismo e que torna o percurso adequado para correr e caminhar. A cor vermelha, por sua vez, foi escolhida devido ao contraste com a vegetação esverdeada do entorno e sua superfície é composta por 15.218 peças de alumínio em dimensões personalizadas. A

¹¹ BIM é a representação digital das características de uma edificação, a qual apresenta dados precisos sobre as atividades de construção por meio da qual a obra pode ser realizada. Os *softwares* que utilizam dessa tecnologia oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo maior análise e controle dos processos. (EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS E LISTON, 2011, p. 24).

iluminação em LED e alguns elementos, como calhas e corrimãos, são ocultados da vista de modo cuidadoso, resultando em uma forma aerodinâmica e fluida (*ibid.*) (Figura 53).

Figura 53: Elementos sutis na cobertura do Museu *Loop of Wisdom*.



Fonte: Jonathan Leijonhufvud *Architectural Photography*, 2020.

Os espaços de exposição se apresentam como confortáveis e aconchegantes, o que ocorre devido ao forro de madeira e as fachadas em vidro estrutural, as quais alcançam até 13 metros de altura (Figura 54). A transparência é uma forma de diminuir as limitações entre o interior e o exterior, promovendo maior conexão com a natureza (*ibid.*). Outro fator que influencia no conforto é a planta livre (Figura 55).

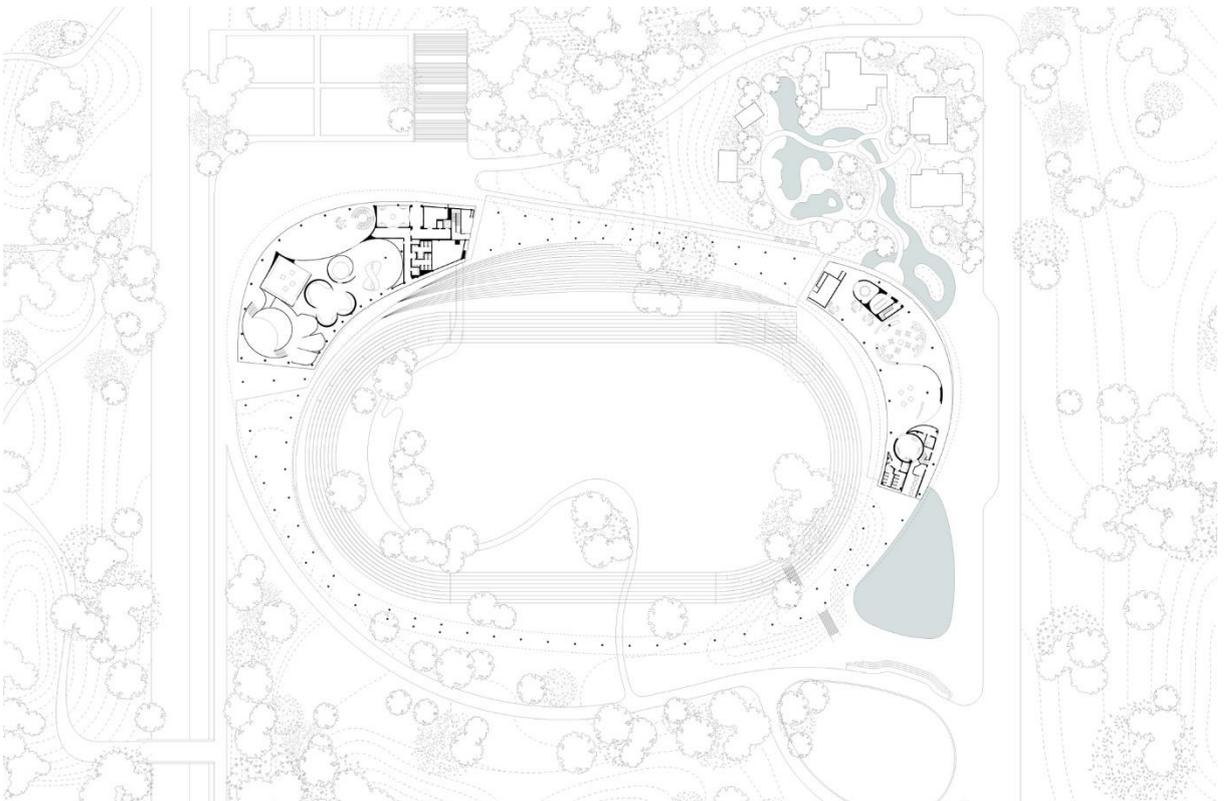
Este projeto tem grande relevância ao presente trabalho por mostrar que as possibilidades formais de um edifício são inúmeras, devido à alta tecnologia dos tempos atuais. O Museu *Loop of Wisdom* combina a estética criativa às soluções construtivas inteligentes, resultando em um lugar atrativo. Além do mais, o respeito ao entorno e o cuidado com a topografia original também devem ser adotados no projeto a ser elaborado.

Figura 54: Fachada envidraçada do Museu *Loop of Wisdom*.



Fonte: Jonathan Leijonhufvud *Architectural Photography*, 2020.

Figura 55: Planta Baixa do Museu *Loop of Wisdom*.



Fonte: *Powerhouse Company*, 2020.

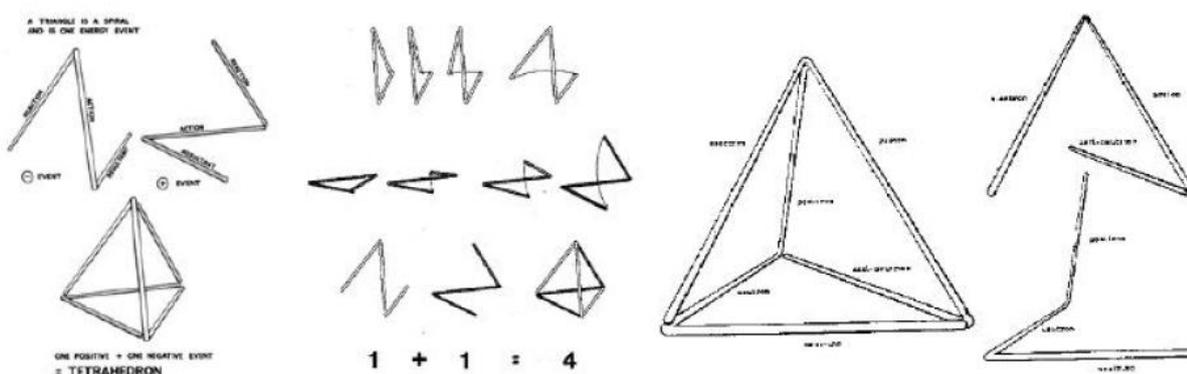
4.5 Planetários

Os planetários consistem de espaços em forma de cúpula, em que são projetadas imagens celestes através um projetor específico para essa função. Eles podem ser móveis, se constituindo de cúpulas infláveis, ou fixos, em espaços construídos. No segundo caso, as pessoas assistem às projeções em poltronas que podem ser reclinadas e posicionadas no mesmo nível, ou situadas em escadaria, semelhante aos cinemas. Planetários, no geral, são muito úteis na divulgação de conhecimentos relacionados à astronomia, além de gerarem entretenimento. A seguir, estuda-se brevemente a contribuição de Buckminster Fuller para a construção de formas esféricas e, adiante, são analisados os projetos de alguns planetários.

4.5.1 Domos geodésicos e Buckminster Fuller

A materialização dos planetários atuais possui um histórico peculiar. Na busca pela eficiência estrutural, sustentabilidade e economia, Buckminster Fuller, um arquiteto autodidata e visionário, foi o responsável por popularizar uma tipologia estrutural que serviria como base para os projetos de estruturas de esferas: a cúpula geodésica. Esta se trata de um sistema estrutural constituído de vários elementos triangulares, os quais dão forma à cúpula ou domo, possuindo grande estabilidade e resistência mecânica (DINIZ, 2006, p. 33) (Figura 56).

Figura 56: Estudos de Buckminster Fuller a respeito do tetraedro.



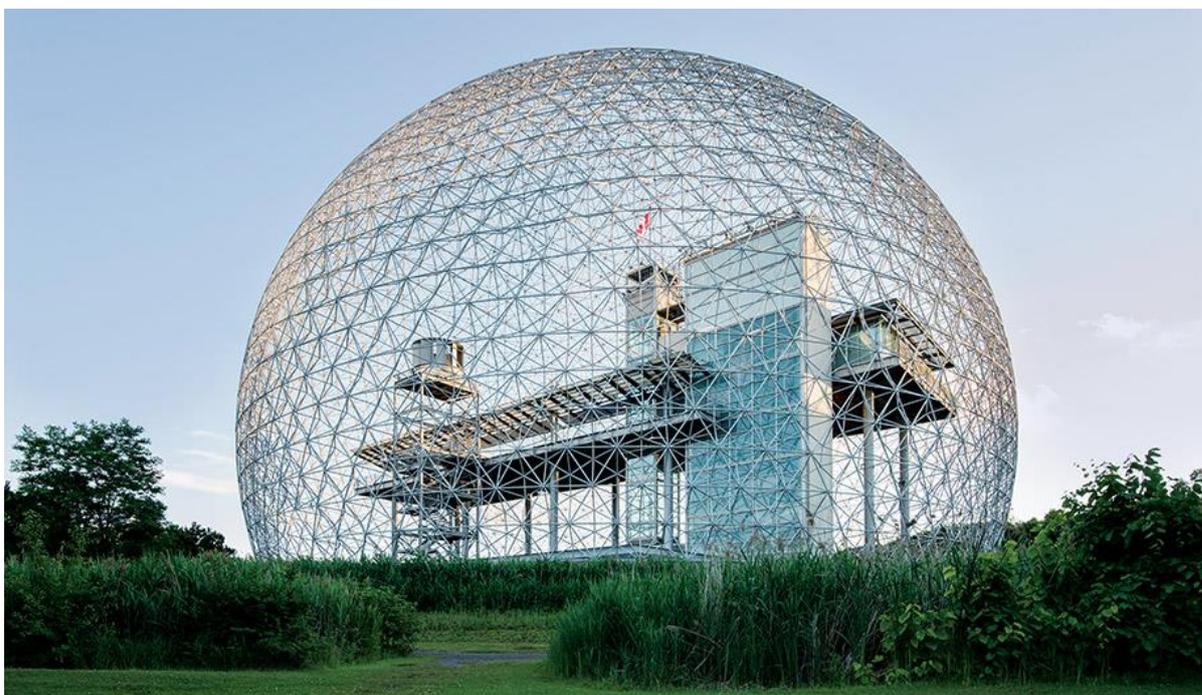
Fonte: FULLER, 2005, *apud* DINIZ, 2006.

Apesar de Fuller ser muitas vezes referido como o “criador” dos domos geodésicos, é importante lembrar que formas semelhantes já eram utilizadas em construções pré-históricas e por sociedades indígenas (KAHN, 1979, *apud* DINIZ, 2006, p. 29). O reconhecimento do arquiteto se dá pelos seus extensos estudos sobre o assunto, os quais partiam de observações

microscópicas acerca da estrutura de vírus e de elementos que constituem o corpo humano, traduzindo os fundamentos geométricos da natureza para a arquitetura (PEREIRA, 2021, p. 1). Além do mais, ele transpôs as teorias e desenvolveu diversas construções, sendo determinante para a popularização dos domos esféricos, bem como desse termo.

Na década de 1960, o projeto mais importante de Fuller foi construído: *Biosphere*, uma esfera de 76 metros de diâmetro que abriga um edifício de exposições de sete pavimentos (Figura 57). A estrutura foi inaugurada em Montreal, sendo apresentada como um pavilhão norte-americano temporário durante a Exposição Mundial de 1967, que ocorreu no Canadá (*ibid.*, p. 1). No entanto, a obra impressionou tanto que foi mantida como permanente e se encontra intacta até os dias atuais, mesmo após sofrer um incêndio (LANGDON, 2016, p. 1).

Figura 57: *Biosphere*, projeto de Buckminster Fuller.



Fonte: *apud* Azure Magazine.

Os domos esféricos, se combinados a outros materiais, podem promover estabilidade térmica e ventilação uniforme em seus interiores, devido ao formato côncavo. Além do mais, é comprovada a sua alta resistência mecânica (DINIZ, 2006, p. 33). Estes abrigos geodésicos têm se provado eficientes para diversos climas e temperaturas diferentes, sendo até mesmo escolhidos quando se trata de projetos de arquitetura para habitação em Marte, os quais precisam resistir a ventos fortes e temperaturas extremas. Esse é o caso do *Mars Science City*, um projeto da empresa *Bjarke Ingels Group* (BIG), que propõe simular uma ocupação humana

em solo marciano por meio de um modelo viável e realista (BALDWIN, 2019, p. 1). O mesmo está previsto para ser locado no Deserto de Dubai (Figura 58).

Figura 58: *Mars Science City*, projeto de BIG.



Fonte: *Bjarke Ingels Group*, 2019.

Desse modo, os domos geodésicos viabilizam a construção de planetários em uma perfeita relação entre arte e ciência, a qual se evidencia da obra à função. Com o estudo contínuo da estruturação de esferas arquitetônicas, tem sido possível notar a elaboração de planetários com formas cada vez mais ousadas. Este é o caso do Planetário de Xangai, analisado no item 4.2, e cuja sala de projeção se trata de uma esfera completa. A seguir, são estudados alguns exemplos de planetários relevantes.

4.5.2 Planetário Prof. Aristóteles Orsini, em São Paulo

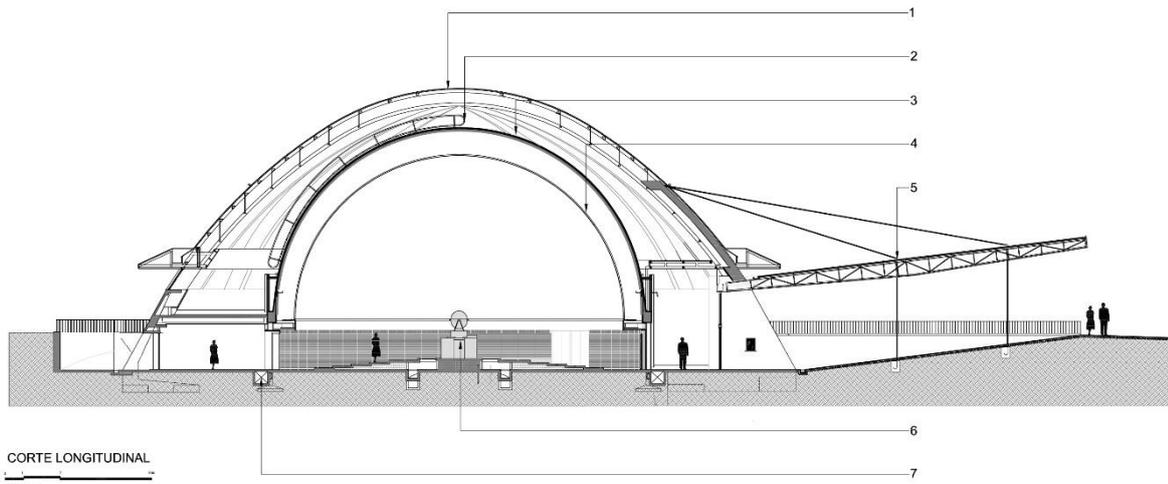
O Planetário Prof. Aristóteles Orsini foi inaugurado em 1957, em São Paulo. Foi o primeiro planetário da América Latina e hoje é tombado como patrimônio histórico, científico e cultural do Brasil. Projetado pelos arquitetos Eduardo Corona, Roberto Tibau e Antônio Carlos Pitombo, o edifício foi inicialmente pensado para ser estruturado em metal, mas posteriormente optou-se pelo concreto armado e madeira. Conta com uma cúpula externa de 20 metros de diâmetro, a qual compõe a cobertura, e uma cúpula interna menor para as projeções. O local fechou durante muitos anos até ser reformado em 2003, contando com novas soluções tecnológicas, como a substituição do revestimento original da cobertura por placas de alumínio (Figura 59), e a inserção de uma terceira cúpula em alumínio furado para as novas projeções (Figura 60 e Figura 61).

Figura 59: Planetário Prof. Aristóteles Orsini, em São Paulo.



Fonte: Rodrigo Soldon *apud* Parque Ibirapuera, 2019.

Figura 60: Corte do Planetário Prof. Aristóteles Orsini.

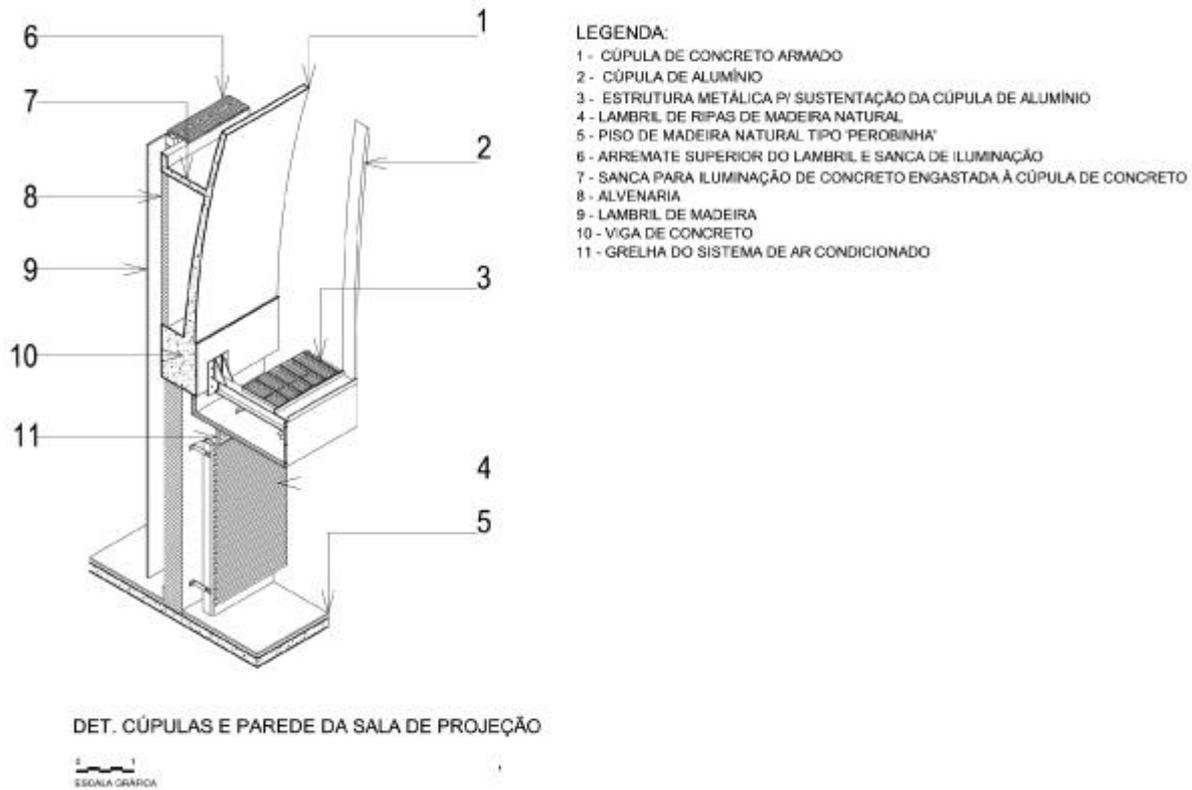


LEGENDA:

- 1 - CÚPULA DE MADEIRA REVESTIDA EXTERNAMENTE COM ALUMÍNIO
- 2 - ESCADA MARINHEIRO P/ SERVIÇO
- 3 - CÚPULA DE CONCRETO ARMADO C/ TRATAMENTO ACÚSTICO NA FACE INFERIOR
- 4 - CÚPULA DE ALUMÍNIO PERFURADO PARA PROJEÇÕES
- 5 - MARQUISE EM ESTRUTURA METÁLICA ATIRANTADA
- 6 - PROJETO PLANETÁRIO
- 7 - DUTO DE INSULFLAMENTO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Fonte: *apud* Edite Carranza e Ricardo Carranza, 2015.

Figura 61: Detalhamento do Planetário Prof. Aristóteles Orsini.



LEGENDA:

- 1 - CÚPULA DE CONCRETO ARMADO
- 2 - CÚPULA DE ALUMÍNIO
- 3 - ESTRUTURA METÁLICA P/ SUSTENTAÇÃO DA CÚPULA DE ALUMÍNIO
- 4 - LAMBREL DE RIPAS DE MADEIRA NATURAL
- 5 - PISO DE MADEIRA NATURAL TIPO 'PEROBINHA'
- 6 - ARREIMATE SUPERIOR DO LAMBREL E SANCA DE ILUMINAÇÃO
- 7 - SANCA PARA ILUMINAÇÃO DE CONCRETO ENGASTADA À CÚPULA DE CONCRETO
- 8 - ALVENARIA
- 9 - LAMBREL DE MADEIRA
- 10 - VIGA DE CONCRETO
- 11 - GRELHA DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Fonte: *apud* Edite Carranza e Ricardo Carranza, 2015.

4.5.3 Planetário Galileo Galilei, na Argentina

O Planetário Galileo Galilei foi inaugurado em 1966 e fica localizado em um parque de Buenos Aires, na Argentina. Projetado pelo arquiteto argentino Enrique Jan, sua construção foi um marco na evidência da arquitetura como tecnologia e arte. O edifício estabelece uma relação entre a astronomia e a arquitetura através de um componente em comum: a matemática e a geometria (DEJTIAR, 2016, p. 1). Essa relação está presente desde a estrutura da cúpula, que segue a ideia triangular de Fuller, até a concepção estética da obra, cuja forma remete ao planeta Saturno (Figura 62).

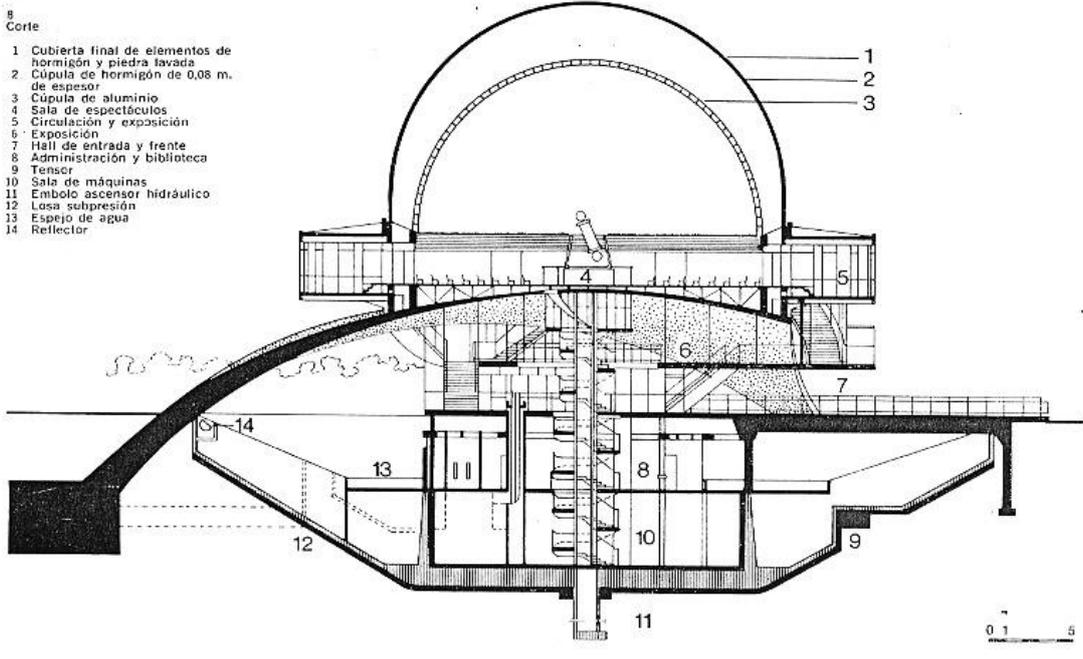
Figura 62: Planetário Galileo Galilei.



Fonte: Governo de Buenos Aires *apud* DEJTIAR, 2016.

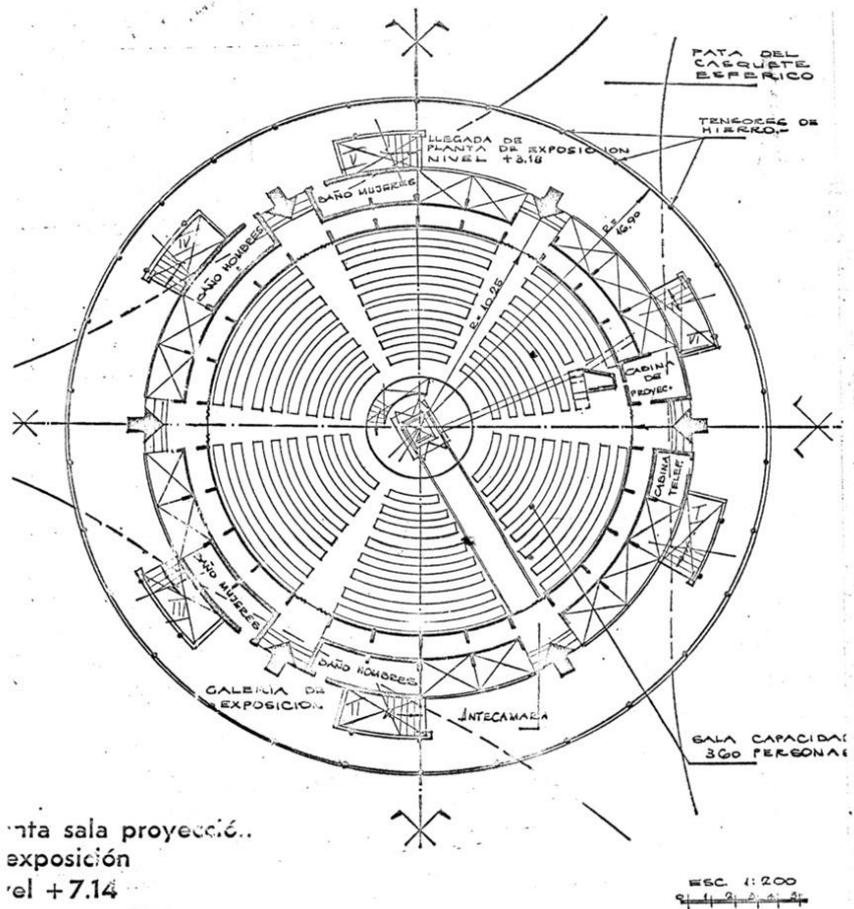
O edifício conta com cinco pavimentos, compondo três áreas principais: hall de entrada, área de exposição e sala circular de projeções (*ibid.*, p. 1). A sala de projeções audiovisuais, que se trata do planetário em si, possui 20 metros de diâmetro. Sua estrutura se constitui de cúpulas semiesféricas, sendo a externa de concreto e pedra lavada e a interna de placas de alumínio (Figura 63). As poltronas são locadas no mesmo nível, e somam uma capacidade para 360 pessoas (Figura 64).

Figura 63: Corte do Planetário Galileo Galilei.



Fonte: Cortesia do Planetário Galileo Galilei *apud* ArchDaily.

Figura 64: Planta Baixa do Planetário Galileu Galilei.



Fonte: Cortesia do Planetário Galileo Galilei *apud* ArchDaily.

4.6 Conclusões

Como foi observado através dos estudos de caso, a setorização dos ambientes internos em projetos de centros científicos é bastante flexível. Para a tipologia projetual a ser adotada no presente trabalho, a organização dos espaços possui grande semelhança com a de museus, o que permite recorrer a uma vasta bibliografia referente ao assunto.

O Museu de Ciências Príncipe Felipe, por exemplo, possui um pavimento dedicado a uma tipologia de exposição específica, a qual ocorre em ordem cronológica e atende a uma programação previamente determinada pelo cliente. Da mesma forma, o Planetário de Xangai teve sua setorização interna influenciada por algumas exposições fixas específicas. Já a torre da Estação Cabo Branco e o Museu *Loop of Wisdom* possuem suas áreas expositivas em espaços amplos, sem muitas divisórias.

O presente trabalho não irá adentrar na questão das exposições a serem selecionadas, portanto, esses ambientes expositivos deverão ser planejados para garantir diversas possibilidades de layout. Desse modo, é apropriado determinar que a maior parte desses espaços se trate de exposições efêmeras, pois permitem essa liberdade de setorização. Ainda assim, não se deve excluir completamente as áreas de mostras fixas, pois servem de estratégia para atrair visitantes durante o ano todo, sendo essencial que parte delas sejam localizadas próximas à entrada.

Tendo em vista os edifícios estudados em conjunto às temáticas abordadas no item 3.2, é possível concluir que não se deve ignorar a modernização digital contínua dos espaços museológicos e dos diversos modos de exposição. Assim, propõe-se dedicar parte da área expositiva àquelas do tipo digital, sendo necessário que esses ambientes possuam pouca ou nenhuma iluminação natural, além de um bom isolamento acústico. Essa decisão parte da ideia de que essas exposições podem conter o uso de iluminações diversas, bem como a reprodução de músicas e efeitos sonoros.

Ademais, é importante que os edifícios elaborados possuam identidade visual e que se comuniquem, o que pode ocorrer por meio da concepção formal, das cores, do sistema construtivo, entre outros. Além disso, devem ser evitados espaços que possam vir a ser subutilizados, seja por meio do pré-dimensionamento, ou pela elaboração de estratégias referentes à organização e função dos espaços. A conexão visual entre o interior e o exterior do edifício, observada em todos os estudos de caso, é um aspecto desejável, mas que deve ser cauteloso para que se pense no conforto térmico. Outro ponto relacionado a isso, é a necessidade

de haver cobertura vegetal e um paisagismo eficiente para as áreas externas, pensando sempre no clima da cidade de Palmas.

Como foi possível também observar, os centros científicos que incluem um planetário construído em seu programa costumam utilizar deste como parte importante da concepção formal. É interessante que isso ocorra, pelo fato de que o sistema construtivo e a forma resultante costumam ser atrativas do ponto de vista estético e estrutural, como foi observado nos itens anteriores.

Por fim, todos os itens abordados previamente neste trabalho deverão servir de diretriz e inspiração para a elaboração do anteprojeto do centro de ciências, além da concepção dos demais edifícios inseridos nesse Parque das Artes e das Ciências, localizados na cidade de Palmas, no Tocantins. Pensando nisso, foi elaborada a Tabela 2: Síntese do estudo de correlatos., que sintetiza os principais pontos identificados nos edifícios estudados no item 4, tendo como foco: a função principal, o partido arquitetônico, a tecnologia construtiva, a setorização espacial e o programa de necessidades.

Tabela 2: Síntese do estudo de correlatos.

SÍNTESE DO ESTUDO DE CORRELATOS							
PROJETOS	Museu De Ciências Príncipe Felipe	<i>Hemisfêric</i>	Planetário De Xangai	Estação Ciência Cabo Branco	Museu Loop Of Wisdom	Planetário Prof. Aristóteles Orsini	Planetário Galileo Galilei
LOCALIZAÇÃO	Valência, Espanha. Inserido na Cidade de Artes e Ciências.	Valência, Espanha. Inserido na Cidade de Artes e Ciências.	Xangai, China.	João Pessoa, Paraíba, Brasil.	Chengdu, China.	São Paulo (capital), Brasil.	Buenos Aires, Argentina.
ÁREA	42.000 m ² (aproximada)	13.000 m ² (aproximada)	38.000 m ² (aproximada)	8.571 m ²	5.000 m ² (aproximada)	-	-
FUNÇÃO	Centro científico. Lazer e educação.	Planetário. Lazer e educação.	Centro científico e planetário. Lazer e educação.	Centro científico, artístico e tecnológico. Lazer e educação.	Galeria de arte; centro de informações e percurso de caminhada.	Planetário. Lazer e educação.	Planetário e centro de exposições. Lazer e educação.

SÍNTESE DO ESTUDO DE CORRELATOS							
PROJETOS	Museu De Ciências Príncipe Felipe	<i>Hemisfêric</i>	Planetário De Xangai	Estação Ciência Cabo Branco	Museu Loop Of Wisdom	Planetário Prof. Aristóteles Orsini	Planetário Galileo Galilei
PARTIDO	Costelas de uma baleia. Formato longitudinal e alto. Dinamicidade.	Olho humano. “Olho que tudo vê”. Cobertura ovoide. Dinamicidade.	Movimento orbital de corpos celestes.	Torre e rampa externa; visão panorâmica; áreas em balanço. Moderno.	Curvas topográficas; paisagem natural. Organicidade.	Domo metálico	Planeta Saturno.
ORDENAMENTO	Um bloco envolto de espelho d’água.	Um bloco envolto de espelho d’água.	Um bloco, dois anexos e gramado externo.	Cinco blocos situados em área verde.	Dois blocos e um pátio de gramado central envoltos por natureza.	Um bloco situado em um parque.	Um bloco situado em um parque.
PROGRAMA DE NECESSIDADES – ÁREAS	Exposições fixas e temporárias; auditório; salão; salas multifuncionais; restaurante; cafeteria; loja; atendimento médico e sala de <i>workshop</i> .	Sala audiovisual com três tipos de projeção: planetário, cinema IMAX e cinema digital; loja; restaurante e cafeteria	Planetário; exposições fixas e temporárias; auditório; cinema IMAX; salas de aula; salão multifuncional; atendimento médico; restaurante; loja; atendimento médico e sala de <i>workshop</i> .	Torre: exposições fixas e temporárias; mirante; bar e cafeteria. Demais blocos: auditório; anfiteatro ao ar livre; lanchonete e loja.	Exposições temporárias; áreas de convivência; setor de informações sobre a região; cobertura-pista de caminhada.	Sala audiovisual.	Sala audiovisual e hall de exposições.

SÍNTESE DO ESTUDO DE CORRELATOS							
PROJETOS	Museu De Ciências Príncipe Felipe	<i>Hemisfêric</i>	Planetário De Xangai	Estação Ciência Cabo Branco	Museu <i>Loop Of Wisdom</i>	Planetário Prof. Aristóteles Orsini	Planetário Galileo Galilei
TECNOLOGIA CONSTRUTIVA	<p>Concreto reforçado; concreto armado; treliça espacial semicircular . Cobertura: telha metálica. Esquadrias: vidro translúcido e metal.</p>	<p>Concreto reforçado com fibras; concreto armado; arcos de seção do tipo caixão; muro de arrimo; sistema de elevação hidráulica. Esquadrias : aço e vidro laminado.</p>	<p>Concreto armado; estrutura metálica espacial.</p>	<p>Concreto armado. Cobertura: laje impermeabilizada. Esquadrias: vidro espelhado escuro.</p>	<p>Pista: Peças de alumínio; colunas metálicas; piso asfáltico emborrachado. Bloco: Forro de madeira; fachada em vidro estrutural.</p>	<p>Concreto armado. Cobertura: placas de alumínio. Cúpula interna em alumínio furado.</p>	-

Fonte: Autora, 2021.

5 Programa de Necessidades

Devido ao déficit de equipamentos científicos na região Norte e, especialmente, no Tocantins, surgiu a intenção de se elaborar o projeto de um centro de ciências. A partir dos estudos de entendimento do tema, é possível notar que essa tipologia de edifício não se trata apenas de um local científico, mas também artístico e educacional. Dessa forma, unindo estes aspectos às necessidades culturais da região, optou-se por desenvolver um complexo arquitetônico de Artes, Ciências e Tecnologia, na cidade de Palmas - TO. Como este se trata de um trabalho de graduação, apenas o centro de ciências será detalhado ao nível de anteprojeto, sendo que o planetário fará parte deste. Os demais edifícios atingirão somente a fase de estudos preliminares, sendo pré-dimensionados e situados no terreno. Para a melhor compreensão dessa organização, foi elaborado um funcionograma¹² (Figura 65).

Figura 65: Funcionograma do Parque das Artes e das Ciências.



Fonte: Autora, 2021.

Foram então desenvolvidos quadros para o programa de necessidades e pré-dimensionamento, os quais se dividem em dois tipos. O primeiro identifica quais edifícios irão

¹² Funcionogramas ou funciogramas são esquemas que ajudam na compreensão dos graus de conexão entre os elementos do projeto, ou seja, deixa clara a sua funcionalidade (NEVES, 1989, p. 38).

compor todo o complexo arquitetônico, junto à área total aproximada de cada um. Já o segundo, determina quais ambientes devem constar no centro científico e quais suas respectivas áreas mínimas, para assim chegar a um pré-dimensionamento detalhado. Ambos os quadros também dispõem de informações referentes às funções e aos aspectos desejados para cada edifício ou ambiente. Os funcionogramas são apresentados a fim de identificar qual a relação existente entre os espaços determinados no programa de necessidades, o que auxiliará na elaboração das setorizações em fase projetual.

Diversas metodologias foram aplicadas nesta fase de trabalho. Para o pré-dimensionamento de todo o complexo artístico e científico, foram escolhidos os métodos mais adequados para estipular a área útil¹³ mínima de cada tipo de ambiente. A maior parte foi determinada pela Lei nº 372, de 2017 (Código Municipal de Obras de Palmas). Também foram utilizadas a Norma Brasileira (NBR) 9077 (ABNT, 2001), referente às saídas de emergência em edifícios, e a NBR 9050 (ABNT, 2020), que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Para a definição do programa de necessidades do centro científico, foram de grande influência os estudos acerca dos fatores relevantes ao projeto (item 3) e dos projetos correlatos (item 4). Além do mais, para ambas as situações, foi de suma importância a consulta das obras literárias: *A arte de projetar arquitetura* (NEUFERT, 1998) e *Metric Handbook – Planning and Design Data* (BUXTON, 2018). A seguir, verifica-se o processo detalhado dos programas de necessidades e pré-dimensionamentos.

¹³ A área útil compreende a área interna do ambiente, excluindo-se paredes e circulações.

5.1 Parque das Artes e das Ciências

Para os edifícios de planetário, teatro e cinema, foi previsto em todos eles um hall de entrada que inclui *foyer*, bilheteria e *bombonière*¹⁴. No caso do cinema e do teatro, foram incluídos espaços para convivência e descanso. Para o planetário, foi dimensionada a sala de projeções, a qual inclui espaço para um público de 300 pessoas e cabine de controle. Do mesmo modo, o cinema também inclui esses ambientes, no entanto, foram definidas duas salas de cinema de tamanho comum com capacidade aproximada para 250 pessoas e uma sala de projeção em tecnologia IMAX, para aproximadamente 350 pessoas.

O teatro, por sua vez, foi dimensionado para receber um público de no mínimo 1200 pessoas. A sala de espetáculos envolve o palco, plateia e cabine de controle. Já o *backstage* é um espaço que engloba os camarins individuais e coletivos, áreas de convivência e depósitos para elementos de cenário ou instrumentos musicais. O centro de pesquisas científicas comporta um programa para 15 salas ou laboratórios de pesquisa, espaços de convivência e administrativos. Após serem estipuladas as áreas úteis dos espaços principais em cada edifício, adicionou-se 30% ao resultado obtido, o que remete à porcentagem aproximada da área de circulação e de paredes (NEVES, 1989, p. 65). O produto total se encontra no Quadro 1.

Quadro 1: Programa de necessidades do Parque das Artes e das Ciências.

CENTRO DE ARTES, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA								
EDIFÍCIO	ÁREAS PRINCIPAIS	FUNÇÃO	Nº USUÁRIOS	QTD.	ÁREA UNIT. (m ²)	ÁREA ÚTIL TOTAL (m ²)	ÁREA ÚTIL +30% (m ²)	ASPECTOS DESEJÁVEIS
CENTRO DE CIÊNCIAS	Tudo.	Centro com exposições científicas e tecnológicas.	-	1	1	3.284	4.270	Destaque.
	Hall de entrada	<i>Foyer</i> , bilheteria e bombonière.	-	1	150	500	650	Conectado ao centro de ciências.
PLANETÁRIO	Planetário	Sala de projeções.	300	1	350			

¹⁴ Estabelecimento comercial para venda de alimentos.

CENTRO DE ARTES, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA								
EDIFÍCIO	ÁREAS PRINCIPAIS	FUNÇÃO	Nº USUÁRIOS	QTD.	ÁREA UNIT. (m ²)	ÁREA ÚTIL TOTAL (m ²)	ÁREA ÚTIL +30% (m ²)	ASPECTOS DESEJÁVEIS
CENTRO DE PESQUISAS	Salas de Pesquisas	Salas e laboratórios para pesquisas.	-	12	75			Conectado ao centro de ciências.
	Setor administrativo e de serviços	Diretoria, adm., segurança, etc.	-	1	200	1.400	1.820	
	Espaços de convivência	Reunião de pessoas e cafeteria.	-	1	300			
CINEMA	Hall de entrada	Foyer, bilheteria e bombonière.	-	1	300			Conectado ao Planetário
	Sala de cinema IMAX	Sala com tela de 22m x 16m e cabine.	350	1	900	2.000	2.600	
	Sala de cinema comum	Sala com tela de 12m x 6m e cabine.	250	2	400			
TEATRO	Hall de entrada	Foyer, bilheteria e bombonière.	-	1	300			Conectado ao cinema.
	Sala de espetáculos	Plateia, cabine de controle e palco.	1.000	1	1.100	1.600	2.080	
	Backstage	Camarins, depósito e convivência.	-	1	200			
ÁREA EXTERNA	Auditório descoberto	Área de apresentações a céu aberto.	200	1	1	120	-	Próximo ao centro científico.
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL							11.420 m²	

Fonte: Autora, 2021.

5.2 Centro de Ciências

Como foi possível observar através dos estudos de correlatos, os ambientes de exposições podem possuir áreas variadas e não foram encontrados livros ou normas que definam isso. Dessa forma, para o presente trabalho, observou-se por meio do estudo de correlatos que quando a função principal do edifício é a de realizar exposições, a área destinada equivale a pelo menos 40% do lugar (Museu Príncipe Felipe e Estação Cabo Branco). Quando as exposições não compõem a principal função, mas fazem parte da programação, a área costuma ser menor do que 40% do lugar (Museu do Loop e Planetário de Xangai). No caso do centro de ciências a ser elaborado, a principal função dele será a exposição científica, portanto, adotou-se a porcentagem de 40% da área útil total.

O Centro irá contar com três tipos de espaços expositivos: o de exposições temporárias, de exposições permanentes e de exposições digitais. Como foi definido previamente, as exposições efêmeras devem compor a maior parte da área expositiva. Desse modo, dentre os 40% definidos, 25% serão destinados para as exposições temporárias, 10% para as permanentes e 5% para as digitais.

Primeiramente, é importante apontar que o centro científico está classificado como “local de reunião” com fins culturais, de acordo com o Código de Obras de Palmas (PALMAS, 2017, p. 52). O *foyer*, que se trata de um espaço de convivência ou espera situado na entrada, é um ambiente obrigatório e deve possuir no mínimo 8% da área total do edifício, sendo capaz de abrigar a maior parte do público visitante (*ibid.*, p. 52). Do mesmo modo, a recepção e o guarda-volumes também se localizam na entrada e dispõem de área mínima definida pelo Código de Obras de Palmas (*ibid.*, p. 52).

O Centro irá contar com duas salas de aula e dois laboratórios, devido ao seu caráter educacional previsto no item 2.2. Estes ambientes devem comportar uma turma de pelo menos 40 alunos (como observado no item 3.1) e, portanto, cada um deve possuir no mínimo 60 m² (NEUFERT, 1998, p. 214). As salas multiuso, por sua vez, são importantes para locais como esse, pois são espaços flexíveis e que podem comportar diversas funções conforme a necessidade, seja para exposições, palestras pequenas, uso educacional, entre outros. Portanto, no presente projeto estão previstas duas salas multiuso de 150 m² cada.

Além do mais, está previsto um auditório que seja capaz de receber pequenas apresentações, palestras e aulas magnas. Este irá comportar um público de aproximadamente 200 pessoas, sendo possível haver um *backstage* de tamanho reduzido. O pré-dimensionamento

mínimo foi definido de acordo com as normas estabelecidas pelo Código de Obras (PALMAS, 2017, p. 53 e 54) e com as medidas recomendadas pelo livro Neufert (1998, p. 338-344), o que resultou em um espaço de 400 m².

Estão incluídos, também, espaços comerciais, os quais são importantes para manter o funcionamento do centro, como estudado no item 3.1. Foram inseridos uma livraria, a qual irá contar com espaços para leitura, uma loja e espaços destinados a refeições. O pré-dimensionamento foi baseado na NBR 9077, a qual aponta que, no caso de comércios pequenos, deve ser considerado uma pessoa a cada três metros quadrados (ABNT, 2001, p. 29).

Ademais, foi levada em consideração a ala administrativa, a qual inclui secretaria, diretoria, sala de reuniões e curadoria, sendo esta última obrigatória em locais que recebem objetos a serem expostos. Esses ambientes foram dimensionados de acordo com a NBR 9077, a qual determina que, nos espaços administrativos, considera-se sete m² para cada pessoa (*ibid.*, p. 25), sendo recomendado que a área mínima não deva ser menor que oito m², e a soma de todos os ambientes não deve ser menor que 30 m² (PALMAS, 2017, p. 57). Conjuntamente, foi adicionada uma copa para refeições rápidas e uma recepção.

No setor de serviços gerais foram consideradas uma sala de monitoramento, área de empacotamento e desempacotamento e sala de convivência, dimensionadas conforme a mesma lógica dos espaços administrativos. Pela falta de referências que determinassem a área do refeitório dos funcionários, foi considerada a seção do Código de Obras que trata dos estabelecimentos de ensino, na qual a área mínima deve ser correspondente a 1/40 da área total do centro científico (*ibid.*, p. 57). No que diz respeito aos depósitos de materiais de limpeza (DML), são obrigatórios e devem possuir área mínima de 4 m², sendo pelo menos um por pavimento (*ibid.*, p. 49). Já as instalações sanitárias foram calculadas de acordo com o Código de Obras, no que diz respeito aos locais de reunião (*ibid.*, p. 90).

A área destinada ao observatório, por sua vez, se trata de um espaço não coberto, porém conectado ao edifício, onde é possível realizar observações celestes. Como este se define como um local de reunião de pessoas, foi definida pela autora a mesma porcentagem da área do *foyer*, ou seja, 8% da área útil do edifício. Sua área não foi contabilizada no cálculo do pré-dimensionamento, por não ser um espaço coberto. Após serem determinadas as áreas mínimas úteis dos espaços principais, adicionou-se 30% ao resultado obtido, do mesmo modo que ocorreu no item anterior. O produto dessa pesquisa resultou no Quadro 2.

Quadro 2: Programa de Necessidades do Centro de Ciências.

CENTRO DE CIÊNCIAS							
SETOR	AMBIENTES	FUNÇÃO	Nº USUÁRIOS	QTD.	ÁREA UNIT. (m ²)	ÁREA ÚTIL TOTAL (m ²)	ASPECTOS DESEJÁVEIS
ACESSO PRINCIPAL	Foyer	Área de convivência na entrada.	-	1	270	270	Espaço amplo. Localizado na entrada. Visibilidade para o restante dos ambientes. 8% da área útil.
	Recepção/Bilheteria	Balcão de informações e compra de ingressos.	-	1	16	16	Localizado na entrada, inserido no Foyer. Visível.
	Guarda-vo-lumes	Guardar objetos dos visitantes.	-	1	8	8	Próximo à bilheteria.
EXPOSIÇÕES	Exposição permanente	Área de exposições fixas.	-	livre	840	840	Espaço visível. 25% da área útil.
	Exposição temporária	Área de exposições não-fixas.	-	livre	330	330	Espaço amplo e visível. 10% da área útil.
	Exposição digital	Área de exposições digitais.	-	livre	170	170	Espaço amplo e visível. 5% da área útil.
ADICIONAIS	Livraria + Leitura	Livraria com livros científicos e espaço p/ leitura.	-	1	75	75	Visibilidade e transparência. Conforto nas áreas de leitura.
	Loja	Loja relacionada ao centro científico.	-	1	75	75	Visibilidade e transparência.
	Cafeteria/Lanchonete	Área de alimentação.	-	Livre	75	75	Visível e confortável.
	Praça interna	Área de alimentação e convivência.	-	Livre	170	170	Visível e confortável.

CENTRO DE CIÊNCIAS							
SETOR	AMBIENTES	FUNÇÃO	Nº USUÁRIOS	QTD.	ÁREA UNIT. (m ²)	ÁREA ÚTIL TOTAL (m ²)	ASPECTOS DESEJÁVEIS
EDUCACIONAL	Laboratório	Área para experimentos com finalidade educativa.	24	2	50	100	Seguro para realizar experimentos químicos.
	Sala de aula	Sala para aulas não recorrentes.	24	2	50	100	Transparência média. Isolamento acústico.
	Auditório pequeno	Eventos menores (ex. lançamento de livro, aula, palestra).	200	1	300	300	Ambiente confortável e seguro; boa visão para o palco.
ADMINISTRATIVO	Sala de espera/Recepção	Ambiente de espera.	-	livre	30	30	Pequeno e confortável.
	Secretaria	Administrar.	-	1	30	30	Restrito e pouco visível ao público.
	Diretoria	Administrar.	-	1	30	30	Restrito e pouco visível ao público.
	Curadoria	Administrar.	-	1	30	30	Restrito e pouco visível ao público.
	Sala de Reuniões	Administrar.	20	1	30	30	Restrito e pouco visível ao público.
	Copa Adm.	Área de alimentação p/ administradores.	-	1	30	30	Pequeno e confortável.
SERVIÇOS GERAIS	Sala de segurança	Sala de monitoramento por câmeras.	-	1	20	20	Área restrita.
	Sala de convivência	Para repouso e descanso dos funcionários.	-	1	80	80	Área restrita.
	Sala de TI	Área para controles tecnológicos.	-	1	15	15	Área restrita.
	Refeitório	Área de alimentação p/ funcionários.	-	1	84	84	Área restrita. 1/40 da área útil.

CENTRO DE CIÊNCIAS							
SETOR	AMBIENTES	FUNÇÃO	Nº USUÁRIOS	QTD.	ÁREA UNIT. (m ²)	ÁREA ÚTIL TOTAL (m ²)	ASPECTOS DESEJÁVEIS
ALA TÉCNICA	Empacotamento/Desempacotamento	Área para receber ou entregar materiais de exposições	-	1	50	50	Área restrita.
	Casa de máquinas	Gerador de energia	-	1	50	50	Área restrita.
		Subestação de energia elétrica	-	1	50	50	Área restrita.
	Casa de bombas	Sistema contra incêndios.	-	1	70	70	Área restrita.
	Sala de reparos	Reparo de peças e equipamentos.	-	1	60	60	Área restrita.
DEPÓSITOS	Depósito de lixo	Depósito p/ objetos de descarte.	-	1	50	50	Área restrita.
	Depósito de apoio	Depósito de peças de exposição ou outros.	-	1	30	30	Área restrita.
	DML	Depósito de material de limpeza	-	2	4	8	Área restrita.
ÁREA EXTERNA	Observatório	Área para observação celeste, com possibilidade para realizar exposições ao ar livre.	-	1	270	270	Espaço amplo e descoberto. 8% da área útil do centro de ciências.
ÁREA CONSTRUÍDA							3.284,00 m ²
ÁREA CONSTRUÍDA + 30%							4.269,20 m ²

Fonte: Autora, 2021.

6 ANÁLISE DO LUGAR

Este item torna explícito o processo de escolha do local de implantação do Parque das Artes e das Ciências, bem como a análise do terreno e de seu entorno. Será possível entender como o local se situa em relação à cidade, seus acessos, as características ambientais, além das legislações que influenciam no projeto arquitetônico. Desse modo, as análises são feitas em três escalas: da cidade, do entorno e do terreno de implantação, e auxiliarão no desenvolvimento das diretrizes do projeto e do partido arquitetônico.

6.1 Escolha do lugar

É necessário ter conhecimento do pré-dimensionamento de todos os edifícios propostos (como foi feito no item 5) para que seja possível iniciar a procura pelo lugar de implantação. Como o centro científico e artístico se trata de um projeto de grande extensão, foram descartadas todas as áreas pequenas que se situam no interior de quadras residenciais. Deu-se, então, início à investigação por meio da leitura do Plano Diretor de Palmas (Lei Complementar nº 400/2018) e através da observação de imagens de satélite, na busca por locais de área extensa e destinados à implantação de equipamentos urbanos.

Devido ao caráter científico predominante da proposta projetual, também houve preferência pela observação de regiões inseridas parcialmente ou completamente em áreas verdes e próximas aos córregos que atravessam a área urbana. Além do mais, a proximidade com equipamentos urbanos educacionais, como escolas e universidades, também se destacou como uma prioridade nessa escolha, pois um dos principais aspectos do centro científico é o caráter educativo. Para uma melhor visualização da cidade e das áreas que se apresentariam como opções, foi desenvolvido o Mapa 1.

Desse modo, identificou-se áreas destinadas a Parques Tecnológicos, sendo duas localizadas na Região de Planejamento Centro (RPCentro), e outras sem delimitação precisa, ao sul da cidade, na Região de Planejamento de Interesse Logístico (RPILogístico). De acordo com a Lei Complementar nº 400/2018, esses parques são locais de empreendimento econômico sustentável, os quais devem oferecer suporte ao desenvolvimento do conhecimento, com integração entre a pesquisa científica e tecnológica (PALMAS, 2018, p. 20).

A RPCentro abrange a maior parte do território urbano ocupado. Esta concentra um grande número de equipamentos de ensino superior e de ensino básico, sendo que as três

universidades públicas da cidade se encontram ali. Essa região também abarca a maior parte das praias e parques existentes, as quais são atrativos turísticos. Além disso, as áreas de Parque Tecnológico dessa região são próximas à Zona de Interesse Turístico Sustentável, uma região de planejamento que prevê a expansão urbana futura ao norte. O Plano Diretor determina que essa zona deve ter foco em empreendimentos turísticos de lazer, recreação e cultura, com baixa densidade e visando a sustentabilidade (PALMAS, 2018, p. 26).

Devido a esse conjunto de fatores, deu-se enfoque nos Parques Tecnológicos da RPCentro. A Lei Complementar nº 400/2018 aponta que essas áreas fazem parte da estratégia de desenvolvimento econômico do município, propondo o “fomento da implantação do Parque Tecnológico próximos à Universidade Federal de Tocantins - UFT, sendo a ALC NO-13 e parte da ARNO-14, visando o apoio e incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias” (PALMAS, 2018, p. 75). Ademais, essas quadras são margeadas por uma das principais vias da cidade: a Avenida NS-15, também chamada de Avenida Parque.

Desse modo, chegou-se à conclusão de que a gleba ALC NO-13 é a mais apropriada para a implantação do Parque das Artes e das Ciências. Este terreno faz parte de uma faixa contígua de terras, a oeste da área a ser ocupada pelo macroparcelamento da capital, margeada pela Avenida Parque, a qual foi definida pelo projeto urbanístico de Palmas para ter os seus usos associados às atividades universitárias, culturais, de esportes e de lazer (*apud* VIEIRA, VELASQUES E BESSA, 2019, p. 6).

MAPA 1 - CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE PALMAS, TO

LEGENDA:

-  CURSOS D'ÁGUA
-  PRINCIPAIS VIAS
-  ÁREA DE ESTUDO

REGIÕES DE PLANEJAMENTO:

-  RPNORTE
-  RPCENTRO
-  RPSUL
-  RPILOGÍSTICO
-  ZONA DE INTERESSE TURÍSTICO SUSTENTÁVEL
-  MACROZONA DE ORDENAMENTO CONDICIONADO
-  MACROZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
-  DISTRITO INDUSTRIAL
-  ZEIS TIPO I (VAZIOS URBANOS)
-  ZEIS TIPO II E III (REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA)
-  PARQUE TECNOLÓGICO
-  ORLA SUDOESTE
-  CONDOMÍNIOS DE CLUBES E LAZER
-  INFRAESTRUTURA VERDE
-  ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

EQUIPAMENTOS URBANOS:

-  PARQUE
-  PRAÇA DOS GIRASSÓIS/PALÁCIO ARAGUAIA
-  PRAIA
-  ESTAÇÃO DE ÔNIBUS
-  AEROPORTO BRIGADEIRO LYSIAS RODRIGUES
-  ENSINO SUPERIOR PÚBLICO
-  ENSINO SUPERIOR PRIVADO
-  CONCENTRAÇÃO DE ESCOLAS (ENSINO BÁSICO)

CRIADO POR:
GABRIELLA VELOSO LEANDRO

FONTES: PLANO DIRETOR DE PALMAS (LEI COMPLEMENTAR Nº 400/2018) E OBSERVAÇÃO VIA IMAGEM DE SATÉLITE.



LAGO UHE LAJEADO

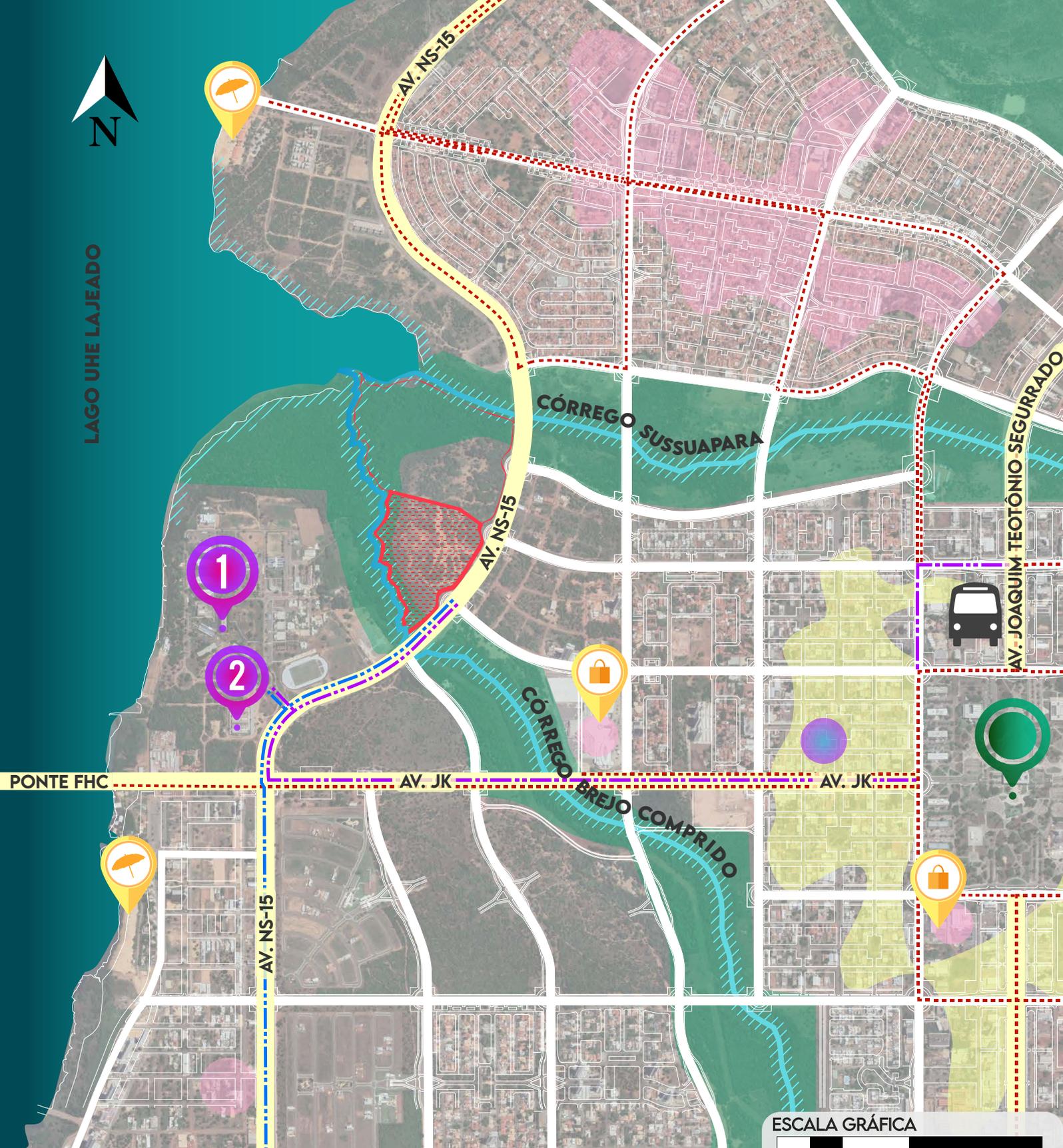


6.2 Análise do entorno

Para efetuar uma análise mais aprofundada da região em que a ALC NO-13 se encontra, foi realizado o Mapa 2. Como é possível verificar, a gleba se situa próxima a alguns equipamentos de extrema relevância para a cidade. Um dos principais é a Praça dos Girassóis, a qual abriga o Palácio Araguaia (sede do governo do Tocantins) e um conjunto de edifícios de Secretarias do Governo. A Praça também acomoda o Memorial Coluna Prestes (um museu projetado por Niemeyer), o Teatro de Bolso, além de alguns monumentos e quiosques. Além do mais, há proximidade com a principal estação de ônibus de Palmas, a Estação Apinajé, sendo que duas linhas de ônibus percorrem parte de seus caminhos próximos à gleba.

A área possui, ainda, proximidade com o Shopping Capim Dourado e Palmas Shopping, dois dos principais centros comerciais da cidade. Nos arredores há também duas praias importantes, a Praia das Arnos e a Praia Graciosa, as quais possuem as melhores infraestruturas praianas do município e são atrativos turísticos. Aliado a essa centralização de diversos equipamentos urbanos, identificou-se uma grande concentração de redes de hotéis ao redor da Praça dos Girassóis, um fator importante para regiões de influência turística.

Quanto aos equipamentos educacionais, de extrema importância para a proposta do centro científico, o terreno analisado se torna ideal, por ser vizinho de duas universidades públicas: UFT e Unitins. Além do mais, há uma grande concentração de escolas de ensino básico nessa região. Desse modo, o Parque das Artes e das Ciências pode efetuar com mais facilidade o objetivo de integrar suas atividades com os equipamentos de educação.



MAPA 2 - CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO DA ALC NO-13

LEGENDA:

-  CURSOS D'ÁGUA
-  VIAS COLETORAS
-  VIAS ARTERIAIS
-  ÁREA DE ESTUDO
-  ÁREA VERDE URBANA (AVU)
-  ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

-  ESTAÇÃO DE ÔNIBUS APINAJÉ
-  PRAÇA DOS GIRASSÓIS/PALÁCIO ARAGUAIA
-  PRAIA
-  SHOPPING
-  CONCENTRAÇÃO DE HOTÉIS

- EQUIPAMENTOS DE ENSINO:
-  1 UFT
 -  2 UNITINS
 -  FACULDADE PARTICULAR
 -  CONCENTRAÇÃO DE ESCOLAS (ENSINO BÁSICO)
- LINHAS DE ÔNIBUS:
-  090 - UFT
 -  091 - HGP/UFT
 -  OUTRAS

FONTES: PLANO DIRETOR DE PALMAS (LEI COMPLEMENTAR Nº 400/2018), MOOVIT E OBSERVAÇÃO VIA IMAGEM DE SATÉLITE.

CRIADO POR: GABRIELLA VELOSO LEANDRO

6.3 Análise do terreno

O terreno escolhido faz parte da faixa margeada pela Avenida Parque, mencionada previamente, e possui como uso e ocupação do solo a denominação de ALC (Área de Lazer e Cultura) - 13, a qual é caracterizada pela:

[...] predominância do uso para atividades de recreação, de educação, de cultura e sendo admitido o uso de atendimento à saúde em condições especiais e para atividades voltadas à prática esportiva e ao turismo. Portanto, a ALC poderia receber universidades, escolas especiais, clínicas de repouso, centro olímpico, centros esportivos, autódromo, estádio, clubes e parques públicos, que deveriam também atender à população das cidades próximas e não apenas à população da capital. (*apud* VIEIRA, VELASQUES E BESSA, 2019, p. 9).

Para efetuar uma análise mais objetiva da área, de seus aspectos ambientais e físicos, foi realizado o Mapa 3. O terreno é delimitado pela Avenida NS-15, uma via de trânsito rápido e muito utilizada por caminhões. É delimitado também pelo Lago e por dois córregos: Sussuapara e Brejo Comprido. Pela presença desses cursos d'água, é necessário manter uma faixa de preservação ambiental ao redor dos mesmos, chamada de Área de Preservação Permanente (APP). As APPs são classificadas pela Lei Federal nº 12.651 (Código Florestal) como áreas em que não é permitido remover as vegetações existentes (BRASIL, 2012, p. 8). Apesar disso, é permitido o acesso de pessoas e animais para realização de atividades de baixo impacto ambiental (*ibid*, p. 9). A abrangência dessa faixa é delimitada pela Lei Municipal nº 400/2018, na Seção I, Art. 100:

A Área de Preservação Permanente - APP de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, nas áreas urbanas do Município de Palmas, tem a largura mínima de 42 m (quarenta e dois metros) a partir da borda da calha do leito regular, visando garantir a preservação dos recursos hídricos, (...). (PALMAS, 2018, p. 49).

Outra restrição que incide sobre o terreno é a delimitação da Área Verde Urbana (AVU). Sobre isso, o Plano Diretor define que os remanescentes vegetais no interior das AVUs devem ser considerados como parte de Área Ambientalmente Protegida (AAP), sendo aplicados os mesmos usos e restrições das APPs (PALMAS, 2018, p. 51).

Desse modo, é possível observar, através do Mapa 3, que esse terreno possui grande parte de sua massa arbórea preservada, especialmente nas porções mais próximas aos córregos. Através da observação de imagens de satélite, é possível perceber que a área teve um aumento na densidade de massa arbórea ao longo dos anos, com vetor de crescimento no sentido do Lago para a Av. NS-15 (Figura 66), o que representa um fator positivo para o meio ambiente.

Figura 66: Imagens de satélite da ALC NO-13, de 2002 a 2020.



Fonte: Google Earth.

Quanto à topografia do local, algumas partes foram modificadas por praticantes de *motocross* e transformadas em pistas para praticar o esporte radical (Figura 67). O local era conhecido como “Pista do Benna” e, através de pesquisas, notou-se que tem sido pouco utilizado por esses grupos nos últimos anos. Percebe-se também que foram construídos bancos de concreto sob a copa de algumas árvores, mas que atualmente se encontram degradados e inutilizáveis. Devido a esses usos, foram identificados alguns trechos pequenos em que a inclinação do terreno é maior do que 15%, sendo que algumas chegam a 29%, no entanto, são todas decorrentes dessas pistas. Com exceção dessas áreas, todo o restante apresenta declividades menores do que 5%, sendo que a maior parte não ultrapassa 2%.

Figura 67: Pistas de *motocross* na ALC NO-13.

Fonte: Autora, 2021.

É possível observar, ainda, um espaço em formato relativamente quadrado e de nível rebaixado, que não possui qualquer vegetação e conta com cercas ao seu redor. Durante uma visita ao local, notou-se que essa área possui alguns pontos de alagamento superficial. Não foram encontradas informações sobre isso, no entanto, imagens de satélite mostram que essa porção se encontra dessa forma desde pelo menos 2002. Unindo essas características ambientais e físicas, foram demarcadas as áreas prioritárias para ocupação, essencialmente nos locais onde há pouca ou nenhuma vegetação. A soma dessas áreas se mostra suficiente para a implantação do Parque das Artes e das Ciências, prevendo poucas modificações no terreno original.

Quanto aos fatores climáticos, a incidência solar mais intensa durante o ano advém do Noroeste. No entanto, é importante lembrar que toda a região está sujeita às condições do clima tropical, sendo o lado Sudeste o que recebe as insolações menos intensas. A alta densidade de vegetação contribui para amenizar as temperaturas e a sensação térmica no terreno. Em relação à direção dos ventos na capital, não há somente um sentido predominante, sendo variável ao longo dos meses (SILVA E SOUZA, 2016, p. 10), como é possível observar nas indicações do Mapa 3.

Desse modo, é possível concluir que a ALC NO-13 possui um conjunto de condições que a caracterizam como uma área ambientalmente frágil, principalmente pelo fato de abrigar dois córregos. Assim, o projeto a ser desenvolvido deverá respeitar as normas que incidem sobre o local e ter a preservação ambiental como uma das principais prioridades, o que pode ser efetivado com a aplicação de soluções arquitetônicas sustentáveis.

Por fim, segundo a Lei Complementar nº 321 (PALMAS, 2015), a qual caracteriza as Zonas de Uso de Palmas, a taxa máxima de ocupação para as Áreas de Lazer e Cultura - ALC é de vinte por cento para qualquer pavimento, excetuando os afastamentos. Esses afastamentos são: dez metros para os limites de frente e lateral e 50 m a partir do córrego. O índice máximo de aproveitamento é de 0,4, sendo que somente as áreas cobertas são consideradas. Além disso, a altura máxima é igual a 8,00 m, excetuando corpo sobrelevado que se destine a caixa d'água, casa de máquinas e central de ar condicionado (PALMAS, 2015).



MAPA 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ALC NO-13

LEGENDA:

- VIAS
- CURSOS D'ÁGUA
- ÁREA DE INTERVENÇÃO
- APP
- MASSA ARBÓREA
- AVU
- ALAGAMENTO
- ÁREA PRIORITÁRIA PARA OCUPAÇÃO
- ACESSO INFORMAL
- DECLIVIDADE:**
- DE 5% A 14,9%
- DE 15% A 30%

VENTOS PREDOMINANTES:

- DE ABRIL A SETEMBRO
- DE OUTUBRO A ABRIL

INCIDÊNCIA SOLAR PREDOMINANTE

VISTAS

LINHAS DE ÔNIBUS:

- 090 - UFT
- 091 - HGP/UFT

ESCALA GRÁFICA



CRIADO POR: GABRIELLA VELOSO LEANDRO

FONTES: PLANO DIRETOR DE PALMAS (LEI COMPLEMENTAR Nº 400/2018), VISITA TÉCNICA E OBSERVAÇÃO VIA IMAGEM DE SATÉLITE.

7 DIRETRIZES DE PROJETO

Nessa fase, são definidos os principais pontos que guiam a implementação do projeto, o qual possui características arquitetônicas, urbanísticas e paisagísticas. São definidas as diretrizes para ocupação de toda a área, lembrando, entretanto, que o principal foco do presente trabalho é o projeto de arquitetura do Centro de Ciências, de modo que somente este e seu entorno imediato serão detalhados.

Por meio da análise do lugar, da pesquisa teórica apresentada e dos conhecimentos adquiridos durante o curso de Arquitetura e Urbanismo, foram definidos três eixos de diretrizes principais: ecologia, diversidade e tecnologia. Cada um desses eixos abrange diversos outros fatores, apresentados no esquema a seguir (Figura 68).

Figura 68: Diretrizes de projeto.



Fonte: Autora, 2021.

Esses pontos se encontram em uma relação de interdependência, sendo que a união deles busca atingir um objetivo maior: a urbanidade. Esse termo, que diz sobre a dinâmica da convivência humana em determinado lugar (seja uma cidade ou uma praça), abriga diversos conceitos e questões subjetivas.

Pode-se afirmar que urbanidade é, ao mesmo tempo, a qualidade resultante e a principal componente de um equilíbrio de forças entre agentes (pessoas, objetos e atividades), que interagem entre si segundo parâmetros comportamentais distintos, transformando e sendo transformados por contextos urbanos em um processo altamente dinâmico e complexo. Pode-se dizer que urbanidade é o efeito e a expressão de um campo de forças que envolve o espaço e o tempo, as pessoas e os objetos urbanos, as interações e os contextos urbanos mais diversos. (REZENDE, ALVIM E CASTRO, 2019, p. 2)

Sendo discutido por muitos autores desde o século XIX, a maior parte dos pesquisadores sobre espaços públicos concorda com a significação de urbanidade como dimensão essencial da qualidade ambiental urbana (CARMONA, 2018, *apud* REZENDE *et al*, 2019, p. 2). No entanto, há também divergências quanto aos aspectos materiais e subjetivos que contornam o conceito. Para o arquiteto Solà-Morales:

A urbanidade resulta da articulação das coisas urbanas, que não depende das funções ou da atividade, mas sim da matéria das paredes e esquinas, nas encostas e fachadas, nas calçadas, passeios, janelas, portais e vitrines, em rampas e semáforos, em alienações e retrocessos, em calibres e cantigas, em silhuetas e propagandas, em plataformas e vazios, lacunas e aberturas. (SOLÁ-MORALES, 2008, p. 147 *apud* REZENDE *et al*, 2019, p. 5).

Desse modo, entende-se que a existência da urbanidade não pode ser pré-determinada pelo arquiteto e urbanista, pois se trata de um processo espontâneo. No entanto, podem haver tentativas de estimulá-la através de um projeto que priorize, essencialmente, o ser humano e suas vivências. Assim, um projeto que visa a urbanidade deve deixar claro que cada indivíduo possui a capacidade de interferir no lugar, realizar intervenções ou ocupá-lo à sua maneira, respeitando os limites alheios e ambientais.

No presente trabalho, essa busca pela urbanidade ocorre essencialmente através da priorização do pedestre e do ciclista, até mesmo nas ruas que precisam ser compartilhadas com automóveis. Foi, também, definido um Parque com percursos que sejam acessíveis a pessoas com diversos tipos de corpos, idades e condições físicas. Além do mais, tem-se como prioridade a segurança pública, estimulando a presença de todos os gêneros. Para esse último ponto, buscou-se ocupar o Parque de modo que se produza espaços com alta permeabilidade visual.

Deu-se, então, prioridade às áreas com pouca ou nenhuma vegetação para locar os edifícios maiores, posicionando-os também de acordo com a topografia natural do terreno. Aqui

é importante destacar que as regiões demarcadas para esses edifícios representam a área disponível para locá-los, sendo que podem possuir outros tamanhos e formas de implantação. Em sequência, iniciou-se a definição das atividades que devem ocorrer no Parque, gerando a setorização apresentada no Mapa de Diretrizes de Projeto (Mapa 4). Posteriormente, ao desenhar a implantação de forma mais precisa, houveram algumas mudanças. Todos os pontos do Parque são explicados no tópico 8.

Os eixos de diretrizes apresentados estão presentes no trabalho desde a implantação do Parque das Artes e Ciências, até o edifício do Centro de Ciências e seu entorno imediato. Entretanto, é preciso ter em mente que o interior de um edifício institucional deve possuir tanto ambientes que apresentam maior liberdade de ocupação ao indivíduo, como ambientes de funções pré-determinadas, que funcionam com menor flexibilidade. No tópico a seguir, será possível compreender precisamente o funcionamento do Parque das Artes e Ciências.

MAPA 4 - DIRETRIZES DE PROJETO

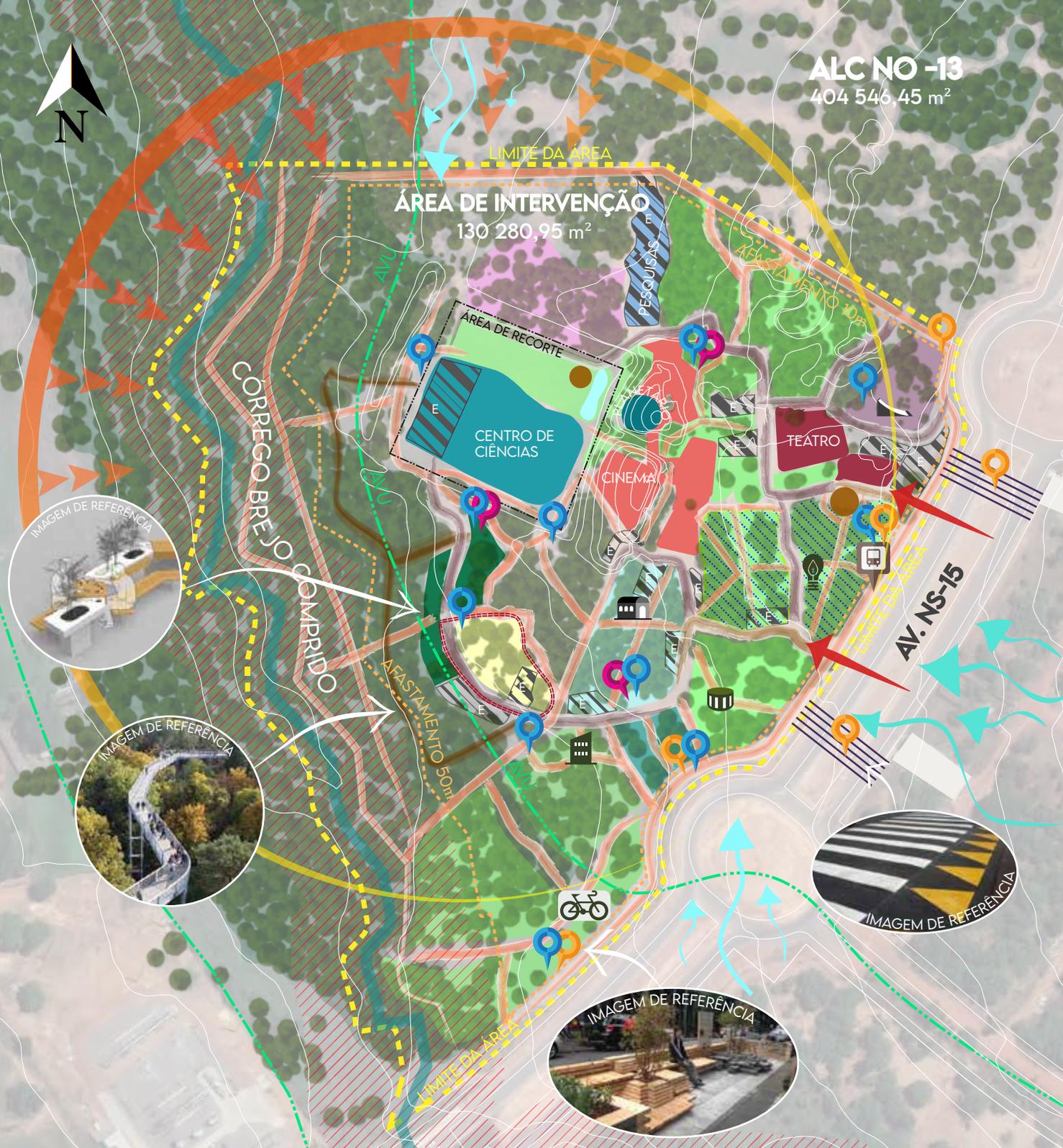
ESCALA 1:3000

ALC NO -13

404 546,45 m²

ÁREA DE INTERVENÇÃO

130 280,95 m²



LEGENDA:

- VIAS
- CURSOS D'ÁGUA
- ÁREA INTERVENÇÃO
- AFASTAMENTO
- APP
- AVU
- MASSA ARBÓREA
- INCIDÊNCIA SOLAR
- VENTOS PREDOMINANTES:
 - DE ABRIL A SETEMBRO
 - DE OUTUBRO A ABRIL
- ACESSO PRINCIPAL
- PONTO DE ÔNIBUS
- FAIXA ELEVADA
- PERCURSOS:
 - RUA COMPARTILHADA
 - PEDESTRES/CICLISTAS
 - AUTOMÓVEIS
 - TREETOP
 - PISTA ELEVADA

EDIFÍCIOS E OUTROS ESPAÇOS:

- CENTRO DE CIÊNCIAS
- PLANETÁRIO
- CENTRO DE PESQUISAS
- CINEMA
- TEATRO
- AUDITÓRIO DESCOBERTO
- ESTACIONAMENTO
- ESTAÇÃO DE BICICLETA
- ADM PARQUE
- PAVILHÃO
- MEMORIAL
- EDUC. ECOLÓGICA
- PISTA DE SKATE
- FEIRINHA
- PRAÇA
- FITNESS
- SKATE
- PIQUENIQUE
- PETS
- CRIANÇAS
- JARDIM/JOGOS
- PONTO DE APOIO
- PONTO DE LEITURA
- PARKLET

CRIADO POR: GABRIELLA VELOSO LEANDRO

8 PARQUE DAS ARTES E DAS CIÊNCIAS

Nesse item, é apresentada a implantação do Parque das Artes e Ciências. Assim, será possível entender como as diretrizes de projeto foram aplicadas e qual o modo de funcionamento do Parque. Como mencionado anteriormente, devido ao aspecto ambientalmente frágil do terreno, um dos primeiros pontos foi a definição e locação dos espaços disponíveis para a implantação dos principais edifícios. O desenho de implantação do Parque das Artes e das Ciências se encontra ao final desse tópico.

Próximo à Av. NS-15, ao lado de um dos acessos principais, locou-se o Teatro. É possível notar que o edifício foi especializado como duas manchas distintas, sendo que na menor se localiza o *foyer*, o qual se faz útil para recepcionar os usuários de todo o Parque. Na maior forma, se encontra a sala de espetáculos e o *backstage*. De frente para o Teatro, situam-se os edifícios destinados à reprodução audiovisual – Planetário e Cinema – os quais compartilham do mesmo *foyer* e entrada. Aproveitou-se da topografia do terreno e das concentrações arbóreas para locá-los. Desse modo, as áreas para o Planetário e a sala de Cinema IMAX se situam em lugares de nível mais elevado.

O Centro de Pesquisas, por sua vez, se encontra relativamente afastado dos demais edifícios, aproveitando uma área sem vegetações. O mesmo deve funcionar de modo que, em seu subsolo, se situe um estacionamento para o uso tanto dos pesquisadores científicos, como dos usuários do parque. No pavimento térreo, deve haver um corredor amplo de uso público, que as pessoas poderão usar como local de trânsito ou de permanência. Desse modo, ao mesmo tempo que o edifício atende ao público específico de pesquisadores, ele também se conecta às demais áreas do parque.

O Centro de Ciências, principal ponto de atração do Parque, foi situado no maior espaço sem concentração arbórea e afastado dos acessos principais. Este pode ser acessado tanto por automóveis, como por caminhos arborizados exclusivos para pedestres e ciclistas. Por exemplo, uma pessoa que chega ao Parque a partir do ponto de ônibus, pode alcançar o Centro de Ciências passando por praças e pontos de comércio e atravessando por dentro de espaços livres do Cinema. Assim, além de todo o percurso ser sombreado, ainda possibilita o entretenimento e conhecimento de outras regiões do Parque. Além do mais, o espaço disponível para esse Centro viabilizou uma maior liberdade no processo de concepção formal, dentro dos limites ambientais e legislativos.

Após a locação dos edifícios maiores, foram definidos os principais acessos e percursos, além da setorização das atividades mais relevantes. A região conta com dois acessos para veículos, sendo aproveitados os mesmos caminhos que os antigos usuários do terreno já utilizavam com a mesma função. Foram acrescentadas duas faixas de pedestre com pontos de descanso para os transeuntes no canteiro central, com o objetivo de reduzir a velocidade dos veículos que transitam pela Av. NS-15. Além disso, há múltiplos acessos livres para pedestres e ciclistas ao longo de todo o perímetro que margeia essa avenida.

Os percursos para veículos motorizados também foram definidos de acordo com as vegetações arbóreas, com o objetivo de conectar todos os edifícios principais sem causar desmatamentos. A maior parte dessas vias são classificadas como ruas compartilhadas, com circulação sinuosa, sem calçadas e sem a segregação de áreas para pedestres e ciclistas. A via contém: mobiliários urbanos espalhados, que funcionam como obstáculos para os veículos; pavimentação permeável e vagas para carros e bicicletas espalhados sob as copas das árvores. Desse modo, a velocidade limite passa a ser de 30km/h nessas ruas, estimulando a segurança do lugar, especialmente para pedestres e ciclistas e para que crianças usufruem do Parque.

Além disso, essas vias compartilhadas são especializadas de modo que se tornam acessíveis ao Corpo de Bombeiros e a Veículos de Carga Urbana (VCU), que realizam as cargas e descargas dos eventuais objetos de exposições, entre outros. Nas principais entradas do Parque, há pequenos trechos cujo percurso para pedestres e ciclistas foi separado através da demarcação com materiais diferentes, sem que houvesse desnível entre a calçada e a rua.

Ademais, foram locados outros passeios exclusivos para pedestres e ciclistas, conectando os diferentes setores do Parque. Próximo ao córrego, situam-se percursos arborizados e de pavimentação permeável, ideal para passeios lúdicos e maior envolvimento pela natureza. Definiu-se, também, um caminho por *treetops*, que são passeios elevados acima da altura das árvores. Assim, os visitantes podem observar a vista para o lago e o pôr do sol, o que também compensa a impossibilidade de ter essas visões nos outros edifícios.

Quanto aos estacionamentos, optou-se por distribuir pequenos bolsões em diversas áreas do Parque, ao invés de criar somente uma região extensa para todas as vagas. Desse modo, ocupa-se somente os espaços necessários, sem comprometer a vegetação, além de possibilitar a escolha do visitante de estacionar próximo ao local que deseja ir.

Como mencionado, o parque se divide em diferentes setores, separados por vias. Ao longo de todo o terreno, são distribuídos pontos de apoio e pontos de leitura. Os pontos de

apoio se tratam de um conjunto de elementos, sendo eles: bebedouro, bancos, lixeiras, rede de *wi-fi* e vagas para bicicletas, além de cobertura para proteção contra as chuvas que ocorrem em alguns períodos do ano. Os pontos de leitura são pequenas estruturas cobertas e fechadas com alta permeabilidade visual, onde se encontram objetos de armazenagem para que as pessoas depositem ou retirem um livro, podendo também se sentar para ler. Esses objetos podem ser variáveis, como geladeiras, estantes, caixas, entre outros. Os pontos de leitura se situam sempre nas proximidades ou acompanhados dos pontos de apoio.

Próximo aos acessos principais, situam-se praças que sediam feirinhas, incentivando tanto o comércio local de pequeno porte, como o movimento de pessoas próximo à Av. NS-15. Essa setorização tem o objetivo de levar os “olhos” para a rua, promovendo a segurança dos pedestres e ciclistas que passam por ali. Nessas praças, também foram situados um pavilhão e um centro de educação ecológica, ambos de dimensões pequenas.

Ainda nas proximidades da Av. NS-15, locam-se: um ponto de ônibus; um espaço destinado a animais de estimação, com mobiliários voltados para o treinamento de *pets*; pistas de *skate* locadas em espaços que não possuem árvores; um edifício destinado à administração do Parque; um segundo pavilhão e diversos *parklets*, que consistem de espaços para descanso, alinhados à calçada e acompanhados de pontos de apoio (mencionados anteriormente). Nessa área, também se situa uma estação de bicicletas, a qual tem a função de fornecer o serviço de retirada e devolução de bicicletas compartilhadas, além de vagas para estacionar, bombas para encher pneus e ferramentas de reparo de uso livre, estimulando o uso da bicicleta nessa região.

Na área interna do Parque, há uma região voltada para as atividades de piquenique, onde também se situa um pequeno memorial, cujo tema não será definido pelo presente trabalho. Há, também, áreas de jardins com passeios lúdicos e jogos de mesa. Nelas, são demarcadas áreas para plantação de vegetações de pequeno porte, principalmente de plantas que possuem flores, promovendo uma composição com cores variadas.

Próximo ao jardim, há o espaço *fitness*, com equipamentos de academia ao ar livre. Já em uma área que se situa de frente para a entrada do Centro de Ciências, há um espaço dedicado ao lazer infantil, com playgrounds, equipamentos e elementos urbanos apropriados para diferentes alturas, como bancos, bebedouros ou placas de informações.

Os edifícios de porte pequeno citados anteriormente (pavilhões, memorial e centro de educação ecológica) possuem, além de suas funções principais, também a de fornecer abrigo contra condições temporais (como ventos, chuvas e incidência solar) e promover a reunião de

peessoas. Desse modo, exceto pelos pavilhões, essas edificações devem possuir pátios térreos ou serem elevadas sobre pilotis. Todos os elementos construtivos e mobiliários urbanos do parque devem seguir um modo de construção sustentável e ecológico. Além do mais, a iluminação urbana deve se dar através de um sistema de energia solar e estar presente não só nos passeios pavimentados, como também entre as árvores onde não há pavimentação, promovendo a permeabilidade visual e maior segurança.

PARQUE DAS ARTES E DAS CIÊNCIAS - IMPLANTAÇÃO

ESCALA 1:2000

LEGENDA:

- LIMITE DA ÁREA
- AFASTAMENTOS DA ÁREA
- - - RECORTE CENTRO DE CIÊNCIAS
- - - PERCURSO CARROS
- - - PERCURSO ÔNIBUS
- - - PERCURSO BOMBEIROS
- - - PERCURSO SERVIÇOS

- CÓRREGO BREJO COMPRIDO
- TERRENO NATURAL
- VEGETAÇÃO ARBÓREA
- VEGETAÇÃO REMOVIDA
- ▲ ACESSO DE AUTOMÓVEIS
- ▲ ACESSO DE PESSOAS

EDIFÍCIOS PRINCIPAIS

EDIFÍCIO	ÁREA OCUPADA NO TERRENO
1 TEATRO	1.595,24 m ²
2 PLANETÁRIO	3.512,63 m ²
3 CINEMA	
4 CENTRO DE PESQUISAS	1.299,47 m ²
5 CENTRO DE CIÊNCIAS	6.252,00 m ²

OUTROS EDIFÍCIOS

6 CENTRO DE EDUCAÇÃO ECOLÓGICA	209,90 m ²
7 PAVILHÃO COBERTO	155,58 m ²
8 PAVILHÃO COBERTO	314,15 m ²
9 MEMORIAL	179,45 m ²
10 PAVILHÃO COBERTO	197,75 m ²
11 ADMINISTRAÇÃO DO PARQUE	250,00 m ²
12 ESTAÇÃO DE BICICLETAS	375,00 m ²

PAVIMENTAÇÕES

- 1 ASFALTO (PRIORIDADE DO AUTOMÓVEL)
- 2 CONCRETO PERMEÁVEL CINZA (TRANSIÇÃO DE VELOCIDADE)
- 3 CONCRETO PERMEÁVEL COLORIDO (RUA COMPARTILHADA)
- 3 CONCRETO PERMEÁVEL COLORIDO (PASSEIO PARA PEDESTRES E BICICLETAS)
- 3 CONCRETO PERMEÁVEL COLORIDO (PASSEIO PARA PEDESTRES E BICICLETAS)
- 4 PNEU RECICLADO (CICLOVIA)
- 5 MADEIRA (PASSEIO ELEVADO)
- 5 MADEIRA (PASSEIO PRÓXIMO AO CÓRREGO)



ÁREA DO TERRENO = 130.280,95 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO = 10,85%

SETORES DO PARQUE

- 13 PISTA DE SKATE
- 14 PRAÇA COM FEIRINHA
- 15 PRAÇA
- 16 ÁREA DE PIQUENIQUE
- 17 ESPAÇO PETS
- 18 ESPAÇO FITNESS
- 19 JARDIM E JOGOS DE MESA
- 20 ESPAÇO KIDS
- 21 FAIXA DE PEDESTRE
- 22 FAIXA DE PEDESTRE ELEVADA
- E ESTACIONAMENTO
- P PONTO DE ÔNIBUS

9 CENTRO DE CIÊNCIAS

Nesse item, é apresentado o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico do Centro de Ciências. São evidenciadas as escolhas que foram tomadas quanto ao partido arquitetônico e a forma tridimensional, a organização interna dos ambientes, os materiais aplicados, os sistemas estruturais e construtivos, as soluções de conforto térmico e as soluções paisagísticas. Ao fim deste item, estão anexadas as pranchas com os desenhos técnicos (plantas baixas, planta de cobertura, cortes, fachadas e detalhamentos) e as perspectivas esquemáticas, para melhor compreensão do projeto.

9.1 Partido Arquitetônico

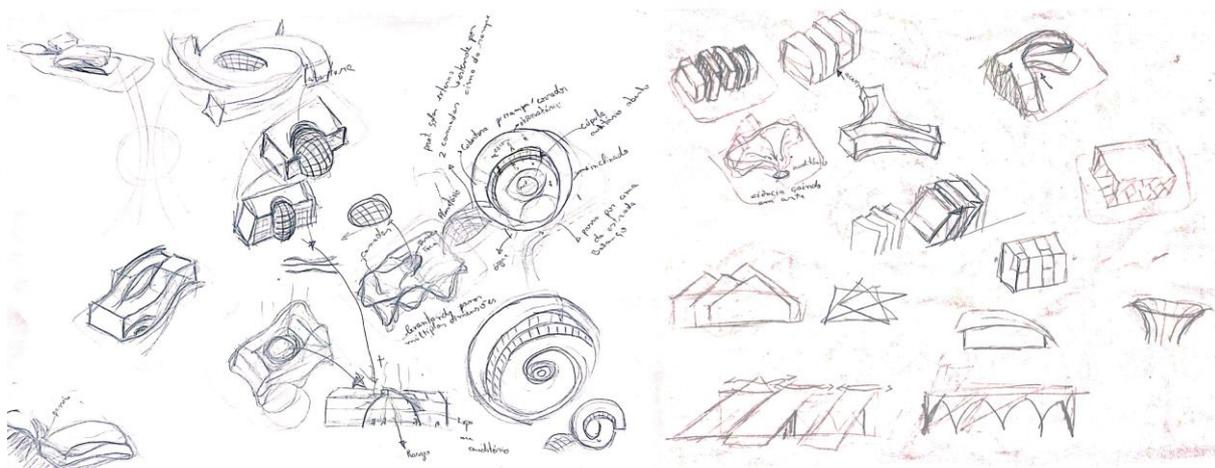
Embora se saiba que Descartes ainda é apreciado nas escolas de arquitetura do Brasil para o ensino-aprendizagem do projeto arquitetônico, sabe-se também que em algum momento do processo de criação surge algo estranho que parece não caber na lógica cartesiana: é a caixa preta; um conceito usualmente utilizado pelos arquitetos para significar o momento em que a subjetividade psicológica do arquiteto define, por meio de um rabisco (croqui) o partido do projeto. Apesar dos arquitetos conhecerem esse processo, ninguém até hoje explicou o que acontece dentro dessa caixa preta, dizem que é inexplicável. (AMARAL, 2007, p. 1).

O termo “partido arquitetônico” gera diversas discussões sobre seu conceito, por envolver questões subjetivas do processo de concepção do projeto. Embora não haja uma definição precisa e completa, este se trata do conjunto de ideias cujo resultado final é o edifício projetado, evidenciando, nesse processo, a autoria e a criatividade do projetista. Como afirma Laert Neves em seu livro “Adoção do partido na Arquitetura”:

Idealizar um projeto requer, pelo menos, dois procedimentos: um em que o projetista toma a resolução de escolha dentre inúmeras alternativas, de uma idéia que deverá servir de base ao projeto do edifício do tema proposto; e outro em que a idéia escolhida é desenvolvida para resultar no projeto. É do primeiro procedimento, o da escolha da idéia, que resulta o partido, a concepção inicial do projeto do edifício, a feitura do seu esboço. (NEVES, 1998, p. 17).

Desse modo, tendo conhecimento do tema do projeto, do local de implantação, de suas diretrizes e da dimensão aproximada do edifício, parte-se para o processo de concepção. É importante lembrar que todo o processo de “projetar” ocorre de forma pessoal, ou seja, é diferente para cada um. Nessa fase, na experiência da autora com o presente trabalho, surgiram diversas ideias por meio de croquis, como é possível ver na Figura 69.

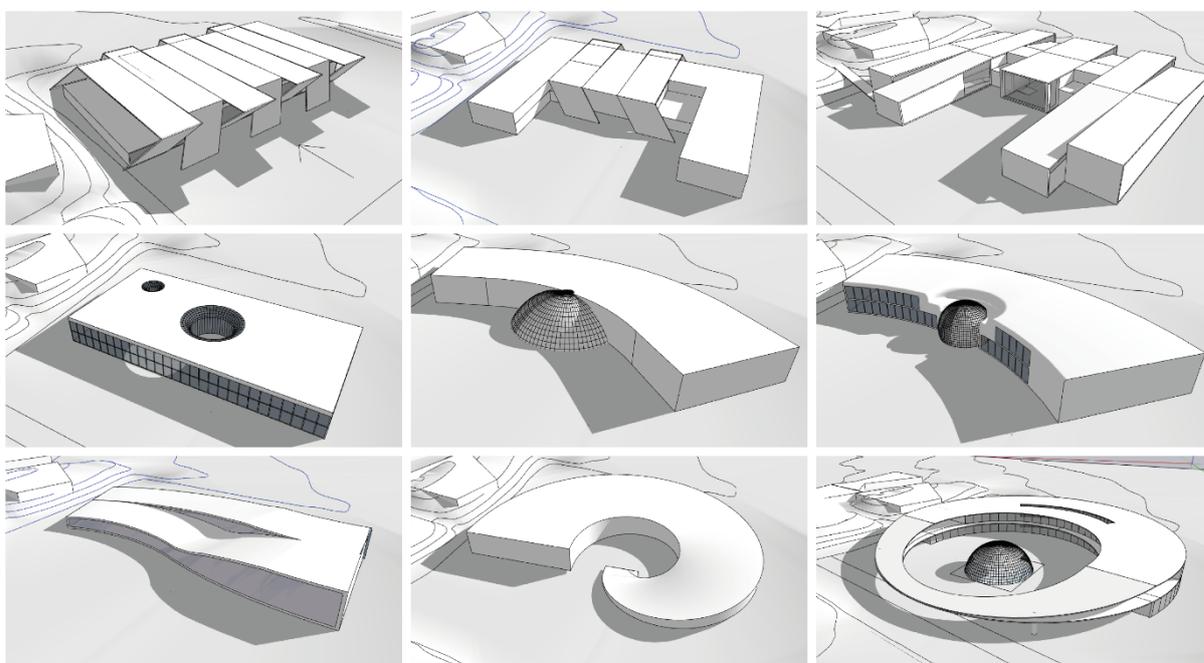
Figura 69: Croquis (concepções de partido).



Fonte: Autora, 2021.

Em seguida, foram seleccionadas algumas formas para serem elaboradas no programa de modelagem SketchUp, com a simulação da incidência solar para a cidade de Palmas durante o solstício de verão e de inverno. Assim, foi possível efetuar uma análise melhor de como a forma se relaciona com o espaço a que se destina, além de visualizar de modo mais claro as possíveis setorizações dos ambientes internos (Figura 70).

Figura 70: Modelagens 3D no SketchUp (concepções de partido).

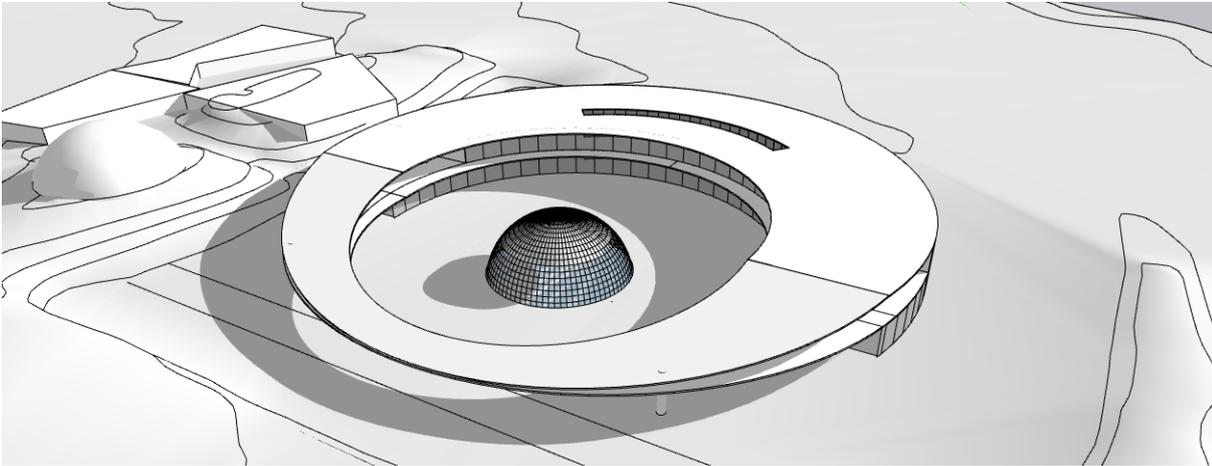


Fonte: Autora, 2021.

Por fim, levantando todos os pontos positivos e negativos de cada uma e fazendo algumas adaptações, escolheu-se a forma aproximada do edifício (Figura 71). Esta,

posteriormente, ainda passa por diversas adições e subtrações de ideias, de acordo com a evolução do detalhamento do projeto arquitetônico.

Figura 71: Ideia-base escolhida para o partido arquitetônico.



Fonte: Autora, 2021.

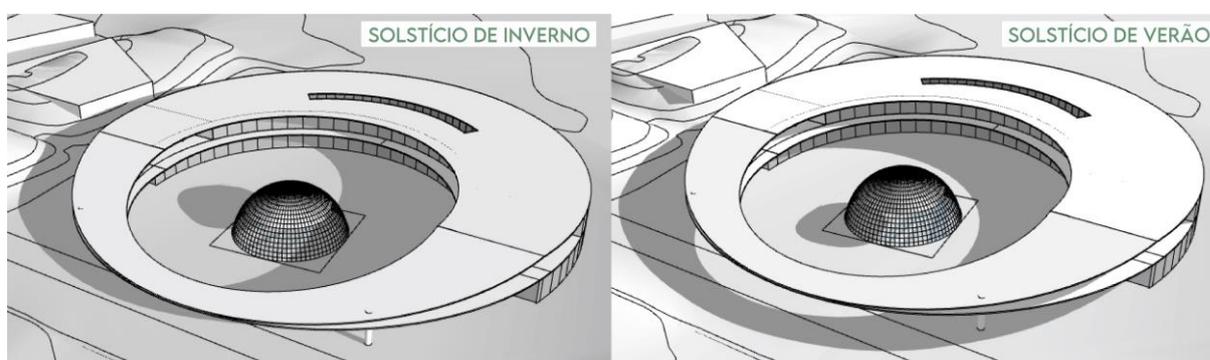
Um dos pontos essenciais para essa escolha é a capacidade do modelo tridimensional de satisfazer as diretrizes escolhidas. A dinamicidade da forma evidencia a tecnologia a ser aplicada, se relacionando com a função do edifício – um Centro de Ciências. A forma geodésica centralizada remete à tendência de boa parte desses Centros e Museus Científicos de conterem esse tipo de estrutura para abrigar Planetários, além de traçar uma conexão com o histórico dessa forma, que envolve questões de tecnologia aliadas à sustentabilidade. Nesse projeto, a geodésica (que até aqui se mostra apenas um modelo não-preciso de como será executada) se alia às artes cênicas, dando lugar a um teatro parcialmente coberto. Essa união, em conjunto com as funções internas do edifício, transpassa a ideia de que esse é um lugar que abriga a diversidade.

Além do mais, identificou-se nesse modelo uma alta capacidade de conexão do interior com o exterior, bem como a relação do edifício com seu entorno. A esse ponto, vislumbra-se, também, a possibilidade de estabelecer conexões diretas com as edificações próximas a ele, além de soluções eficazes para o conforto térmico da edificação. Entretanto, o maior desafio seria trabalhar com a forma circular. Todos esses pontos serão abordados com mais esclarecimento nos tópicos a seguir.

9.2 Forma-Função

A partir da análise do terreno e das condições climáticas locais, entende-se que a incidência solar é maior advinda do Noroeste. Foi utilizado o programa SketchUp para visualizar a incidência solar com as coordenadas do terreno, durante a data dos solstícios de inverno (21 de junho) e de verão (21 de dezembro), como é possível observar na Figura 72. Assim, como o projeto busca a integração do exterior como interior, os ambientes em que se busca ter maior transparência foram situados na parte Sudeste do Centro de Ciências. Sob o mesmo raciocínio, os ambientes que possuem menos aberturas de ventilação e iluminação foram posicionados na porção Noroeste da área.

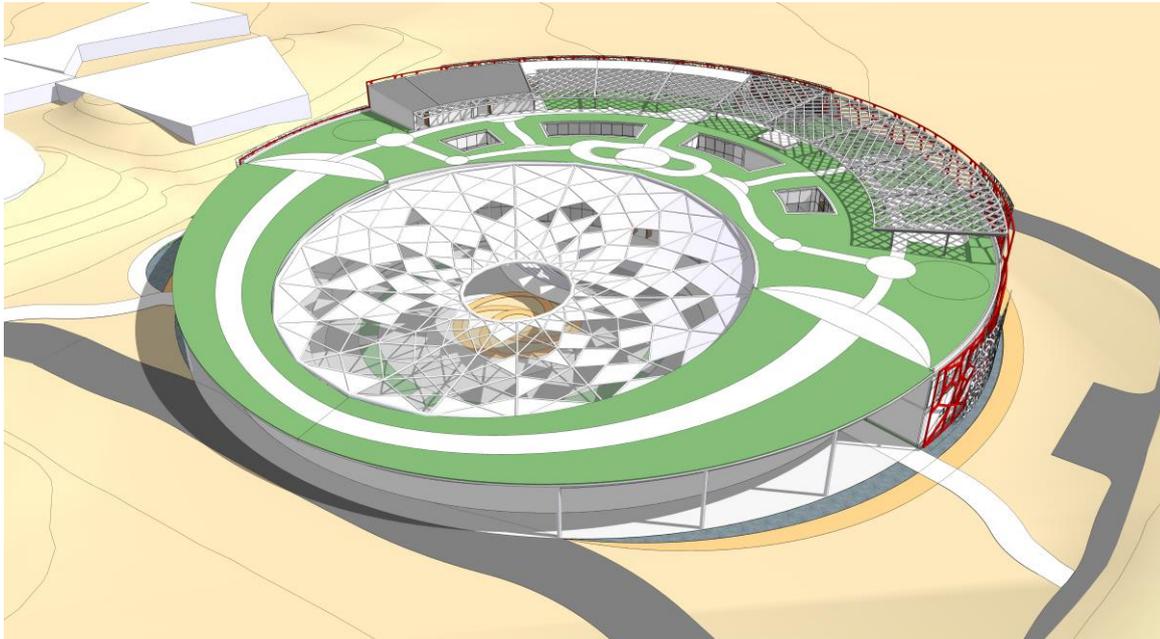
Figura 72: Sombreamento da forma durante o solstício de inverno e de verão.



Fonte: Autora, 2021.

Conforme o desenvolvimento das ideias projetuais e de definições mais precisas dos sistemas construtivos a serem aplicados (questões que serão evidenciadas nos próximos tópicos), chegou-se a uma forma final (Figura 73). Tendo como diretrizes a integração, a dinamicidade e a sustentabilidade, o projeto parte da ideia de interlocução das atividades e conexão com o entorno. O edifício consiste de três macrorregiões principais: o pátio semicoberto, o interior do Centro de Ciências e o terraço, sendo que um dá acesso ao outro, nessa exata sequência.

Figura 73: Resultado final do Centro de Ciências.



Fonte: Autora, 2021.

O pátio central é coberto por uma cúpula invertida com abertura circular ao centro, envolvendo uma árvore (esses elementos são discutidos com mais detalhes nos itens 9.3.1 e 9.5). Nele, encontra-se um espaço que funciona como uma praça, com mobiliários para repouso e com pisos de textura lisa, favorável tanto para o deslocamento de indivíduos com deficiência motora, como para o estímulo da prática de esportes de patinação. Além do mais, este é um espaço dedicado a abraçar movimentos artísticos. Ali, encontram-se plataformas para exposição de obras de arte de qualquer tipo, sendo que é sempre importante dar prioridade à arte local. As paredes externas em branco são destinadas a murais de grafite feitos por artistas palmenses. Nesse mesmo pátio também se localiza o auditório aberto, em que podem ser realizadas apresentações de todo tipo, como teatros, pequenos shows ou palestras.

O ingresso ao interior Centro de Ciências pode ocorrer de dois modos. O principal se dá pelo pavimento térreo, através do *foyer*, um ambiente com pé-direito duplo que se mescla à recepção e às exposições. Desse modo, o visitante pode ser atendido na recepção, ao passo que já é envolvido pelas exposições dessa área, as quais devem ser do tipo permanente, para que não haja o risco de o ambiente ficar sem esses atrativos.

O segundo modo de ingresso tem destino ao pavimento superior e ocorre por meio de uma rampa curva localizada no entorno do pátio, sob a cúpula invertida. Além do mais, o interior do edifício conta com um elevador que conecta os pavimentos, exceto pelo terraço. Esse elevador foi dimensionado com grande largura e profundidade, para possibilitar a

locomoção de peças de exposições maiores. A fim de priorizar a forma horizontalizada do edifício, utiliza-se o modelo de elevador que dispensa casa de máquinas, sendo que só é preciso haver elevação acima da cobertura em altura suficiente para conter janelas basculantes de ventilação. Já o acesso à cobertura, por sua vez, pode ocorrer tanto pelas escadas, como por rampas situadas próximas ao espaço de exposições principal. As escadas foram dimensionadas de acordo com a NBR 9077 (ABNT, 2001).

A partir do *foyer*, o visitante já se depara com um dos principais elementos do edifício: os jardins internos. São quatro espaços isolados por painéis de vidro e sem coberturas. Esses jardins são soluções adotadas tanto para melhorar a iluminação dos ambientes, otimizando a eficiência energética, mas também para aumentar a conexão com a natureza e o conforto visual. As espécies utilizadas são apresentadas no item 9.5. Entre os jardins, há passagens de transição do *foyer* para a área de exposições científicas.

Também próximo ao *foyer*, se situa a Praça Interna, em que há mesas e cadeiras para descanso e alimentação dos visitantes. A Praça é englobada por serviços alimentícios, livraria e uma loja temática do Parque e do Centro. Em desenho técnico, as divisões desses ambientes foram representadas somente com linhas que demarcam os limites possíveis de cada serviço. Desse modo, esses podem se dispor conforme projeto específico de cada um.

As áreas de exposições temporárias e permanentes se situam em parte no térreo e o restante no pavimento superior. Para essas áreas, buscou-se destinar espaços amplos, livres de divisórias e com poucos obstáculos estruturais (as soluções estruturais se encontram no tópico 9.3). As exposições digitais são locadas no primeiro pavimento, em um ambiente com poucas aberturas de iluminação, recebendo parte da incidência solar do Oeste.

Ainda no pavimento térreo e próximo à entrada principal, localiza-se um auditório para pequenos eventos ou apresentações. Este conta com 177 assentos, incluindo quatro destinados a pessoas com deficiência (PcD). Como o auditório é um ambiente que não necessita de aberturas para iluminação e ventilação, foi situado na porção Noroeste do edifício.

Também na região Noroeste do pavimento térreo, foi situada a ala técnica, que conta com: casa de bombas; subestação de energia elétrica; casa do gerador elétrico; depósito de lixo; área para carga, descarga, empacotamento e desempacotamento; depósito geral e DML. Além do mais, esse setor também abriga uma sala de reparo de equipamentos e peças de exposição e uma sala de convivência para os funcionários. Essa última se conecta ao acesso privativo dos funcionários ao edifício.

Acima da ala técnica, no pavimento superior, se situa a ala administrativa. Esta conta com: recepção; sala para técnicos de informática (TI); diretoria; secretaria; curadoria; sala de monitoramento por câmera; sala de reuniões, espaço de descanso; copa; vestiários e refeitório para funcionários. Próximo a essa região, também se encontra um espaço aberto de *coworking* e descanso.

No primeiro pavimento também se encontra o setor estudantil, que conta com duas salas de aula e dois laboratórios. As divisórias que separam as salas e os laboratórios se locomovem, permitindo integração e expansão dos ambientes. Desse modo, uma sala de aula que comporta 24 alunos se mescla à outra e passa a comportar 48 alunos.

Tendo em vista que se busca estimular a diversidade, o Centro de Ciências conta com banheiros universais e sem gênero, ou seja, que não são segregados por sexo. Para que esses ambientes sejam seguros para os usuários, projetou-se de modo que haja permeabilidade visual para o espaço comum do banheiro – a área de lavatórios. Além disso, não são incluídos mictórios e as cabines de uso individual devem contar com divisórias cuja altura se inicia do chão e se prolonga por três metros, garantindo a privacidade do usuário. A Figura 74 apresenta um modelo de banheiro inclusivo adotado na Universidade de Oregon, nos Estados Unidos (WILCOX E HAAPALA, 2016, p. 1).

Embora o movimento transgênero esteja lançando luz sobre o assunto, a privacidade do banheiro abrange um grupo muito mais amplo, incluindo famílias com crianças pequenas, idosos, pessoas com mobilidade reduzida ou com problemas de saúde. Melhorar a equidade através da privacidade é um direito humano básico que as instituições de ensino primário, secundário e superior podem defender através de soluções projetuais mais inteligentes. (WILCOX E HAAPALA, 2016, p. 1).

Figura 74: Exemplo de banheiro sem gênero na Universidade de Oregon, Estados Unidos.



Fonte: WILCOX E HAAPALA, 2016, p. 1

Pensando ainda na inclusão, na segurança e na praticidade, foram inseridos lavatórios em parte das cabines. Desse modo, o indivíduo tem a opção de escolher onde lavar as mãos, além de poder realizar atividades mais privadas nas cabines, como escovar os dentes, trocar de roupa ou usar maquiagem. No pavimento superior, há ainda uma cabine com bancada que pode funcionar como fraldário.

Na cobertura, se situa o terraço-jardim, que serve como área de visitação e lazer, de onde é possível obter uma visão ampla do Parque das Artes e das Ciências e da forma geral do Centro de Ciências. Na porção posterior da cobertura, foi posicionado um pergolado preparado para receber vegetações rasteiras (descrito precisamente no item 9.4.3), com intenção de amenizar a incidência solar nessa região e permitir a permanência das pessoas durante as manhãs e tardes ensolaradas. Além do mais, também é possível caminhar sobre o elemento inclinado do edifício.

Ao centro do terraço-jardim, há um espaço que, além de funcionar também como área de permanência, foi pensado especialmente para a observação celeste, demarcado por um desenho orgânico no piso que remete ao planeta Saturno. Devido à altura do pavimento e pela extensão da área não coberta, esse espaço se torna favorável à observação celeste a olho nu ou com instrumentos apropriados. Além do mais, há outros espaços com pisos em forma de Lua minguante, que também são ideais para a observação do céu noturno.

Na cobertura, também são locados a sala de caixas-d'água e os condensadores de ar condicionado, sendo os últimos envoltos em grades para manter a segurança e ventilação constante. Acima dos telhados de telha termoacústica que cobrem as caixas d'água e a escada de acesso ao terraço, foram posicionadas as placas solares.

Ao redor do edifício, percorre uma faixa de água com pedras que, além de compor o funcionamento do brise com vegetações (item 9.4.1), também atua no resfriamento da temperatura das proximidades. Essas faixas se conectam aos pequenos lagos, situados nas regiões do terreno em que foram identificados pontos de alagamento. Além do mais, nesse entorno formaram-se pracinhas que constituem espaços de convivência ao ar livre. As vegetações escolhidas são discutidas no item 9.5. Por fim, se faz necessário pontuar que o design de interiores não compõe o presente trabalho. Os layouts apresentados nos desenhos técnicos são meramente representativos, de modo que sua finalidade primordial é a de atuar na compreensão das dimensões dos ambientes.

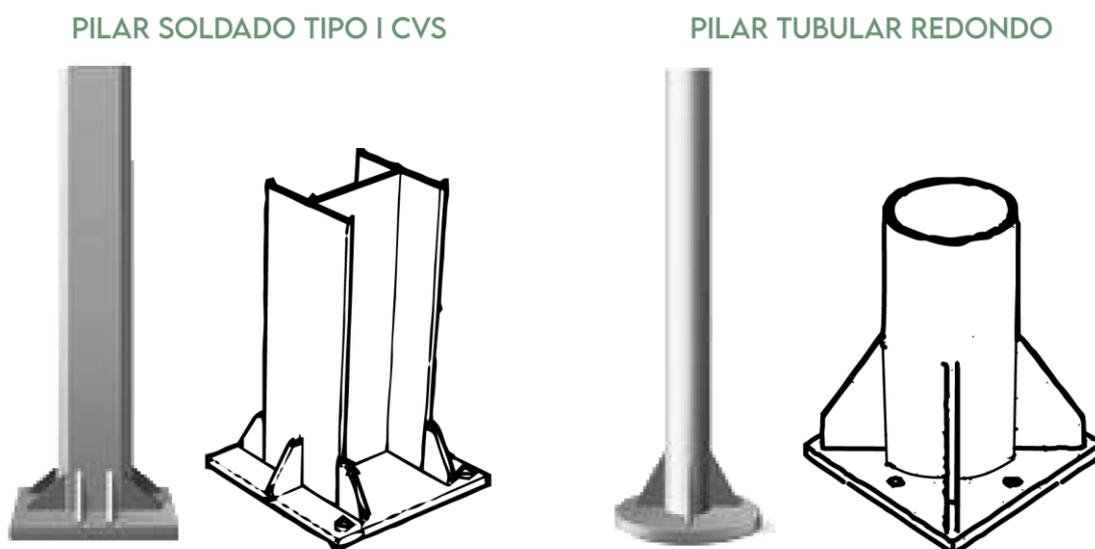
9.3 Soluções estruturais e construtivas

Com a escolha do modelo tridimensional, foram definidos os eixos para a locação da estrutura, a qual influencia também no posicionamento das divisórias. Para isso, foi preciso ter noção do espaço que os ambientes ocupariam, bem como dos vãos que podem ser alcançados entre os pilares. Assim, o edifício foi setorizado a partir de eixos em conformação radial, com o mesmo centro, rotacionados a cada 15°. A segunda linha de eixos ocorre em conformação circular, em torno do mesmo centro, espaçados a cada 5,50 m (cinco metros e meio).

O projeto utiliza um sistema estrutural misto, sendo que os pilares e vigas são metálicos e as lajes são constituídas de concreto, sendo a maior parte com EPS (placas de poliestireno expandido). Os elementos estruturais foram escolhidos de acordo com cada área do projeto, conforme as necessidades estruturais e estéticas.

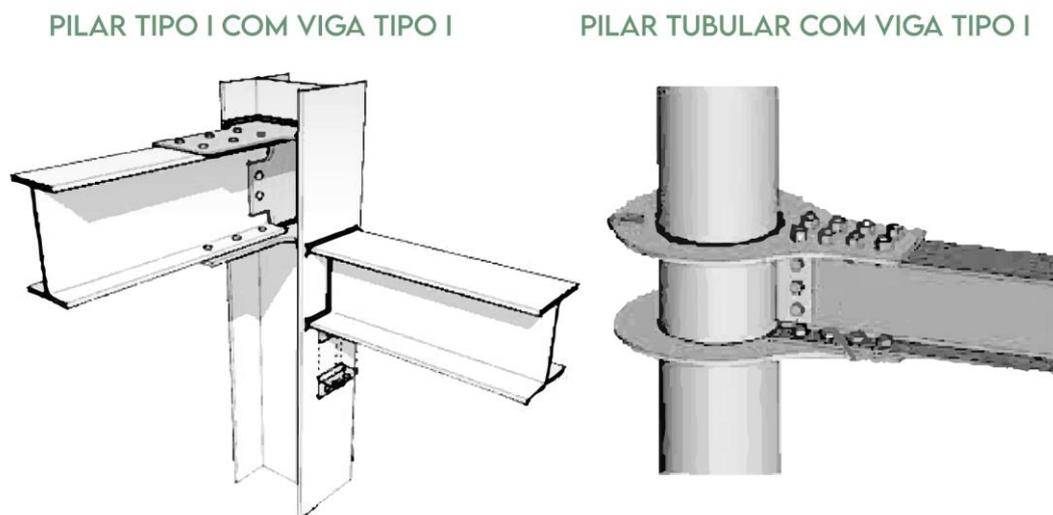
A maior parte dos pilares metálicos ocorrem por meio de perfis soldados do tipo I CVS. Nesse caso, o perfil soldado é mais vantajoso do que o perfil laminado, pois permite utilizar medidas específicas, enquanto o laminado possui formatos pré-determinados (SCHMITZHAUS, 2015). Utilizou-se também pilares de tipo tubular circular nas áreas em que as colunas são mais visíveis, por ser uma opção de composição estética agradável. Ambas as tipologias utilizadas são apresentadas na Figura 75. Além da aparência, a maior diferença entre esses dois tipos de pilares ocorre no modo como eles se conectam com as vigas (Figura 76).

Figura 75: Pilares metálicos utilizados no projeto.



Fonte: Desenhos pela autora utilizando imagens de referência, 2021.

Figura 76: Conexões entre pilares e vigas metálicas.



Fonte: Desenho pela autora utilizando imagens de referência, 2021.

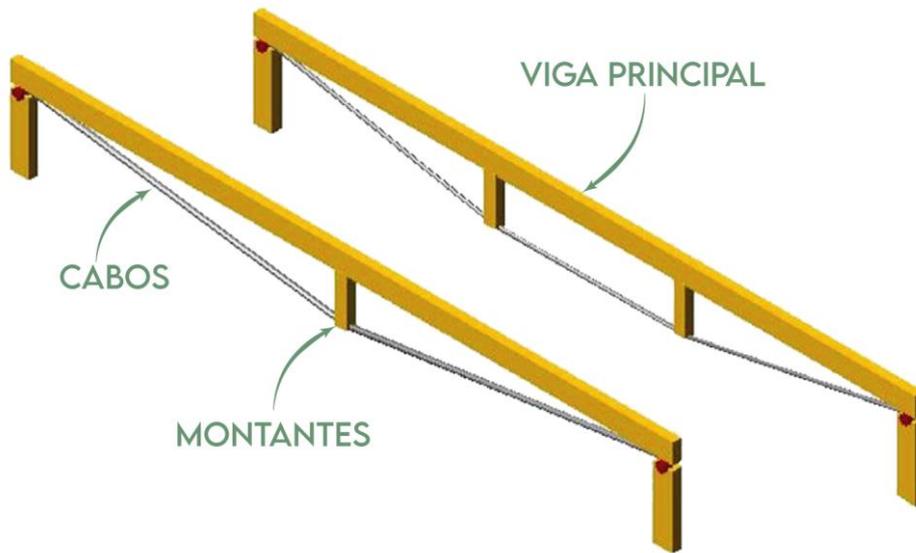
Na maior parte dos ambientes, as vigas se constituem de perfis soldados tipo I, da série VS (Figura 77). Já nos principais ambientes expositivos e no foyer, que exigem vãos maiores, priorizou-se o uso da viga vagon (ou viga com tirantes) (Figura 78 e Figura 79). Estas se tratam da associação entre vigas de alma cheia e cabos de aço, apoiados por montantes tracionados. Desse modo, conseguem vencer maiores vãos, mantendo a menor seção possível e a esbelteza da peça (PEREIRA, 2018), possibilitando, assim, uma variedade maior de exposições em tamanhos diferentes. As vigas metálicas tipo I e as vigas vagonadas também foram utilizadas na área externa do edifício, na estrutura inclinada, sendo que o balanço foi alcançado através da viga vagonada. O pré-dimensionamento das vigas foi feito utilizando o autor Yopanan Rebello como referência.

Figura 77: Viga metálica tipo I - VS.



Fonte: *apud* Metalrio, 2018. Editado pela autora.

Figura 78: Viga vagão.



Fonte: *apud* SOUZA E HENRIQUE, 2014. Editado pela autora.

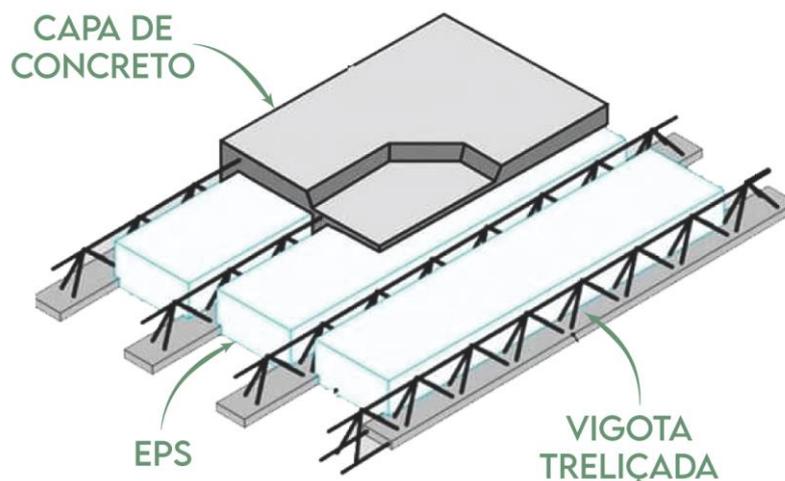
Figura 79: Exemplo de vigas vagão.



Fonte: *apud* SOUZA E HENRIQUE, 2014

A laje de isopor, utilizada na maior parte dos ambientes, é uma cobertura pré-moldada feita com estrutura de concreto e preenchida com placas de poliestireno expandido (EPS) – um tipo de isopor (Figura 80). A alta densidade do EPS o torna resistente, além de exercer menor carga sobre as demais estruturas, como os pilares e vigas (SANTOS, 2018). Além do mais, auxiliam no equilíbrio da temperatura interna, pois não absorvem ou perdem temperatura em excesso, mantendo o clima agradável. Essa estrutura também proporciona um isolamento acústico mais eficiente devido às propriedades do isopor (MANTURI, 2020). Para o auditório, foi utilizada a laje nervurada, em que as armações ficam concentradas nas nervuras, atribuindo maior resistência à peça e permitindo um vão maior (Figura 81).

Figura 80: Laje de concreto com EPS.



Fonte: Minnerva Engenharia *apud* Viva Decora, 2020. Editado pela autora.

Figura 81: Laje nervurada.



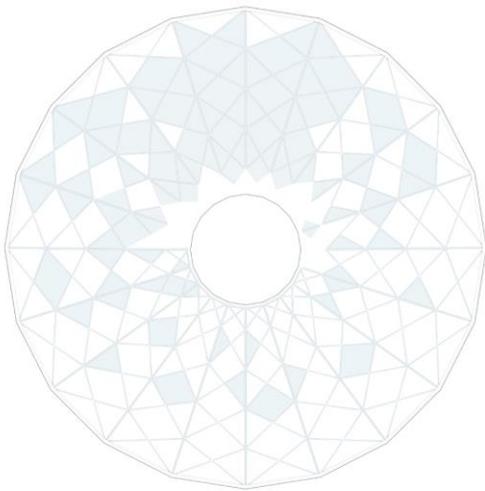
Fonte: Votorantim Cimentos, 2019.

9.3.1 Cúpula geodésica invertida

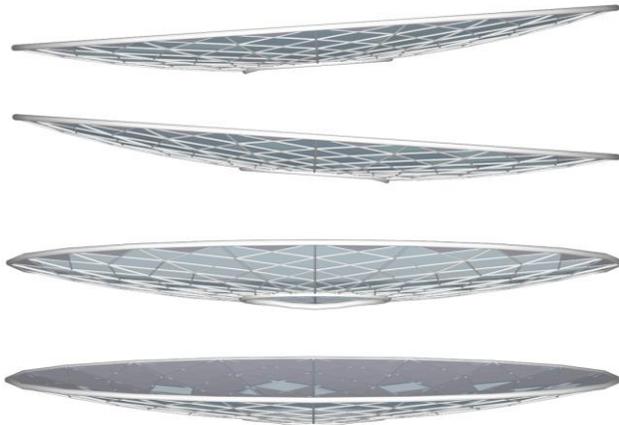
Um elemento muito importante no projeto é a cúpula que compõe o pátio externo. Além de ser invertida, como se estivesse de cabeça para baixo, ela se inclina na mesma direção da laje que a envolve e possui uma abertura circular ao centro (Figura 82 e Figura 83). Essa cúpula se estrutura em perfis tubulares de aço e seu fechamento ocorre em uma camada dupla de vidro e placas de ACM (Material Composto de Alumínio) com resina do tipo PVDF (fluoreto de polivinilideno), a fim de atribuir maior longevidade ao elemento.

Figura 82: Cúpula geodésica invertida.

VISTA DE CIMA

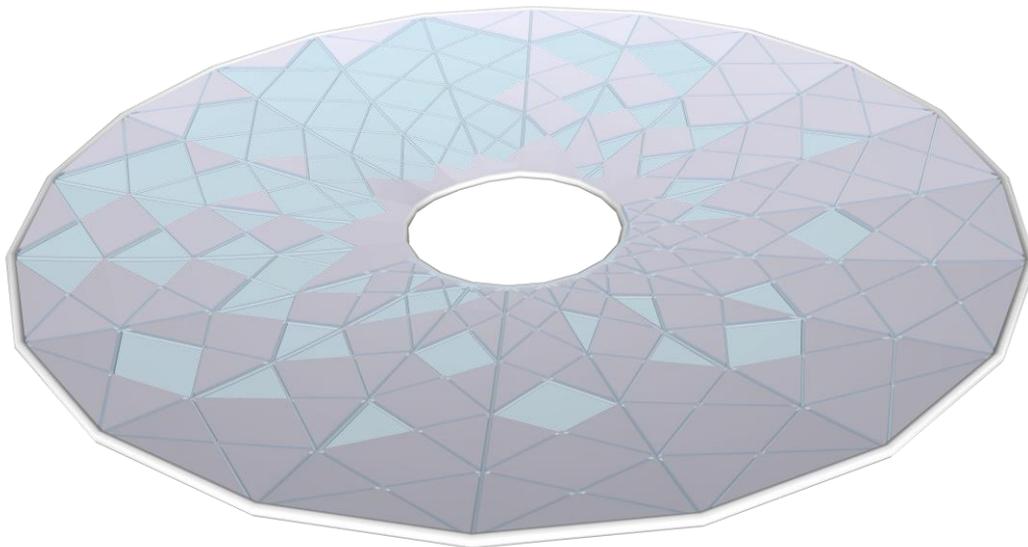


VISTAS LATERAIS



Fonte: Autora, 2021.

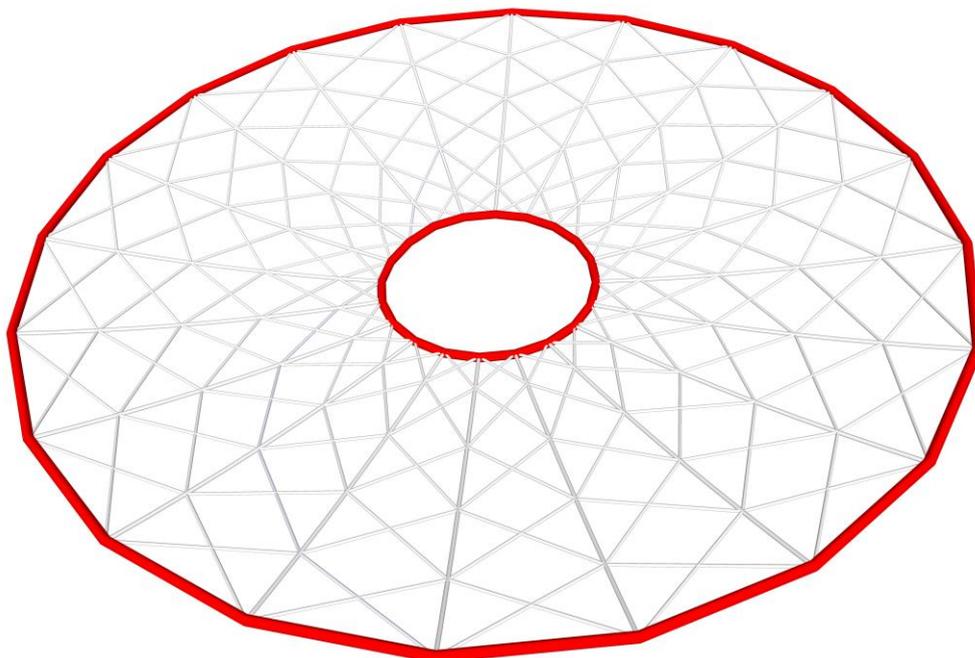
Figura 83: Cúpula invertida em perspectiva.



Fonte: Autora, 2021.

Como foi mencionado anteriormente no presente trabalho, essa tipologia estrutural é altamente estável e resistente, vencendo grandes vãos. Ainda assim, sua região mais instável se encontra nas bordas, pois alguns fatores podem causar perturbações nessa área, especialmente quando a altura da cúpula é inferior ao seu hemisfério. Para evitar problemas, instala-se anéis espessos nas bordas (REBELLO, 2000, p. 144) (Figura 84).

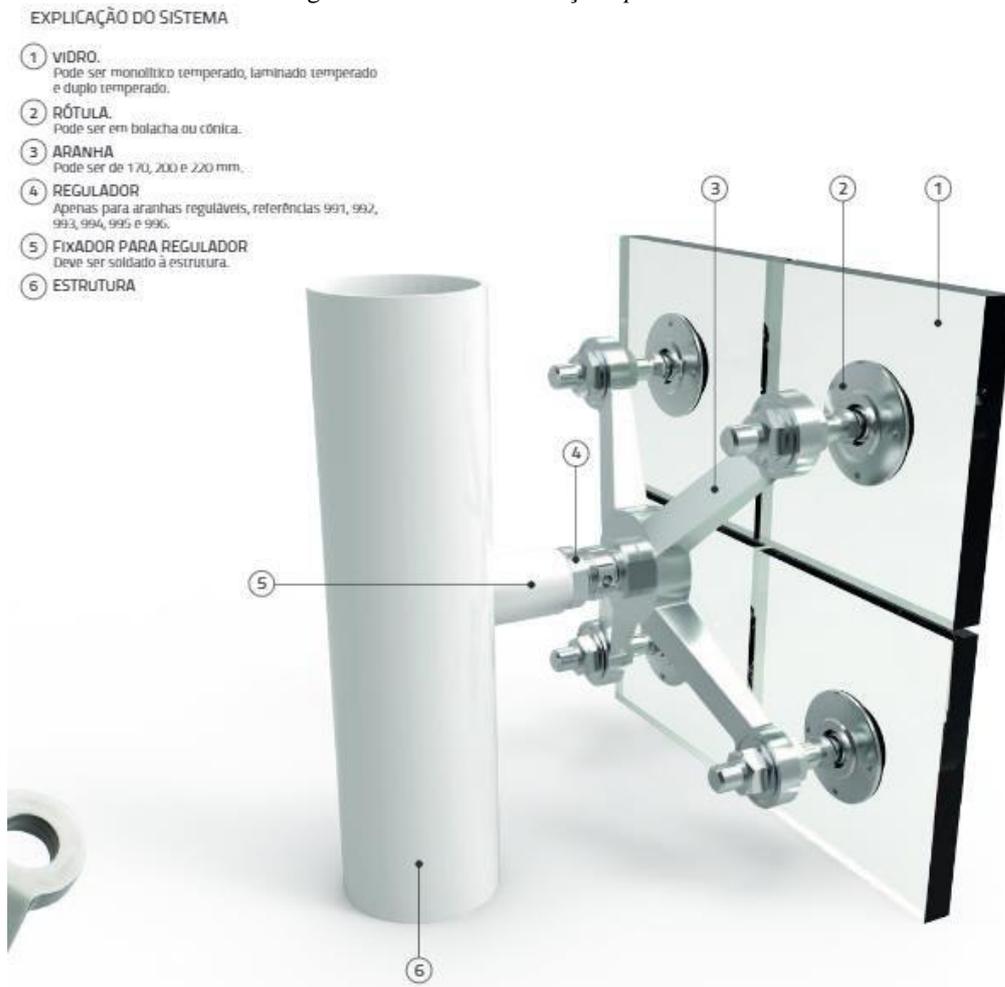
Figura 84: Estrutura metálica da cúpula com anéis de borda destacados em vermelho.



Fonte: Autora, 2021.

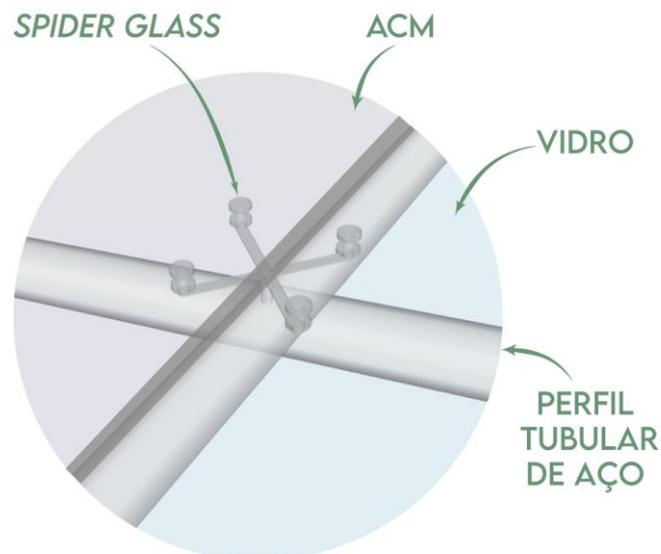
Para fixar a superfície superior de placas cortadas de vidro e de ACM, utilizou-se o sistema *Spider Glass* (Figura 85). Esse sistema consiste em fazer a fixação estrutural dos vidros a diversas estruturas, como cabos de aço, tubos metálicos, vigas de vidro e concreto (WR GLASS, 201- *apud* DEZINGRINI, 2019, p. 35). O *Spider Glass* é projetado para resistir a deslocamentos, sejam eles térmicos ou aqueles causados pela estrutura (*ibid*, p. 35). A Figura 86 apresenta uma demonstração de como esse sistema funciona na cúpula geodésica. Os materiais foram representados com transparência para melhorar a compreensão.

Figura 85: Sistema de fixação *Spider Glass*.



Fonte: Afcamoes *apud* DEZINGRINI, 2019, p. 35.

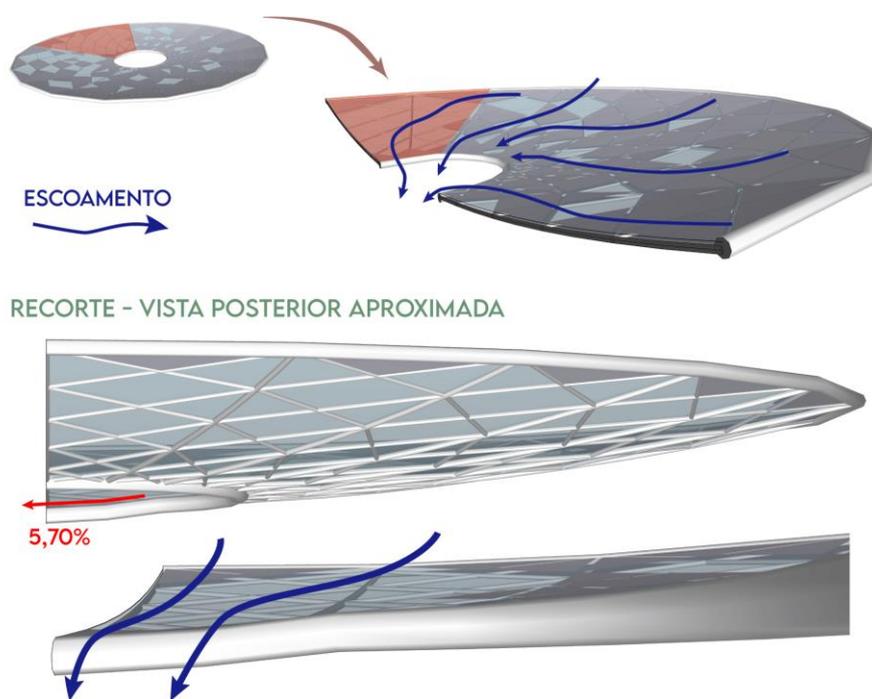
Figura 86: *Spider Glass* na cúpula invertida.



Fonte: Autora, 2021.

Para garantir o escoamento correto da água, foi feita uma inclinação no sentido vertical para baixo, a partir do anel de borda interno (Figura 87).

Figura 87: Inclinações na cúpula geodésica.



Fonte: Autora, 2021.

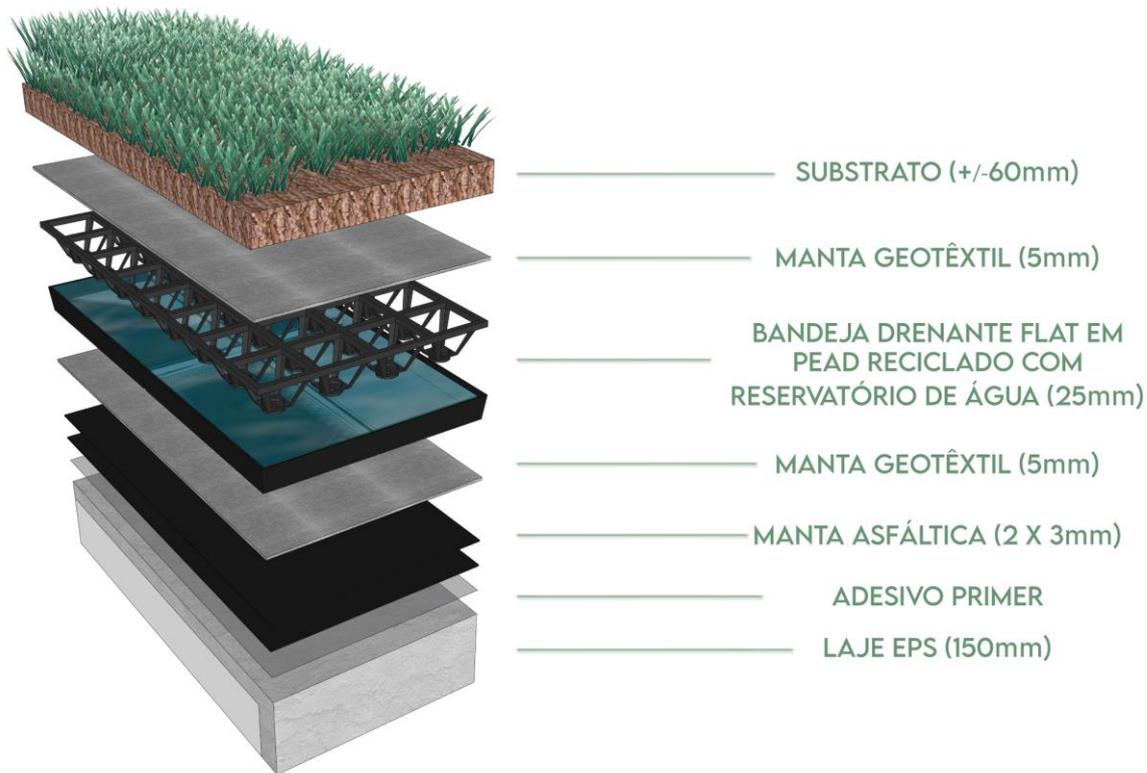
9.3.2 Telhado verde

Para a cobertura do Centro de Ciências, optou-se pelo telhado verde. Além de se gerar um espaço de terraço acessível ao público, a principal vantagem desse tipo de cobertura é a diminuição da temperatura interna do edifício e a prevenção contra ilhas de calor. Comparando esse sistema construtivo com os sistemas convencionais de cobertura, durante o dia, os telhados verdes apresentam uma redução de até 10°C em relação à laje impermeabilizada (SAVI, 2015, p. 151).

Para o presente trabalho, foi utilizado o telhado verde do tipo extensivo (menos espesso), alcançando uma espessura de 10 cm. As camadas utilizadas para o telhado verde se encontram na Figura 88. A laje da cobertura deve ser impermeabilizada com adesivo primer. Acima desta, situam-se duas mantas asfálticas, a fim de garantir a impermeabilização para a laje. A manta geotêxtil acima serve para absorver a água e guiá-la para os tubos de dreno. A camada drenante escolhida é a bandeja FLAT vazada, constituída em resina plástica PEAD (Polietileno de Alta Densidade) reciclada. A outra manta geotêxtil acima tem como função

principal barrar as raízes das plantas. Então, adiciona-se o substrato de aproximadamente seis centímetros, onde serão plantadas as vegetações.

Figura 88: Camadas do telhado verde.



Fonte: Autora, 2021.

É preciso lembrar que onde seria o encontro das vegetações com as paredes, deve haver uma separação de pelo menos 30 centímetros de largura de argila expandida, disposta sobre membrana impermeabilizante. Essa membrana é aplicada como uma pintura líquida e, quando seca, gera uma película elástica impermeável e sem costuras, o que permite selar todos os pontos onde a água poderia facilmente se estagnar. Além disso, é preciso que a cobertura possua uma inclinação de pelo menos 2%, para o escoamento eficiente da água. Os reservatórios de água foram dimensionados de forma a comportar a irrigação automatizada.

É necessário escolher as espécies com cuidado, levando em consideração a sua eficiência como isolante térmico e retentor de água (sendo que quanto mais a planta retém água, melhor, pois reduz o gasto com irrigações). Desse modo, as plantas que compõem o sistema de ecotelhado são: *Tradescantia zebrina* ou “lambari roxo” (ótima performance como isolante térmico); *Bulbine frutescens* (retém água) e plantas do gênero *Sedum*, conhecidas como “suculentas” (retém água). Para as regiões de gramado, utiliza-se a *Zoysia tenuifolia*.

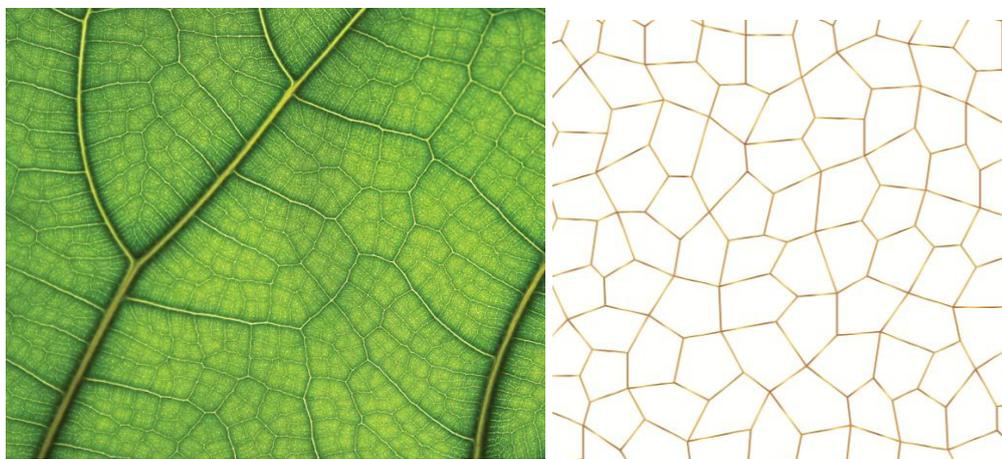
9.4 Soluções de conforto térmico

Algumas soluções de conforto térmico já foram apresentadas nos itens anteriores, sendo elas a adoção da laje EPS, o telhado verde e o posicionamento de determinados ambientes. Nesse tópico, serão apresentadas as demais soluções, incluindo: a adoção de brises; o pergolado na cobertura; o uso do vidro inteligente e uma análise da cúpula como elemento de proteção solar. No tópico 9.5, se discorre sobre as espécies de plantas utilizadas no projeto, as quais também fazem parte dos recursos de proteção solar.

9.4.1 Brise *Voronoi*

Os padrões de desenhos adotados para o brise do Centro de Ciências foram desenvolvidos com base em duas essências: a natureza e a matemática. Partiu-se da observação de semelhança entre as nervuras de folhas (Figura 89) e de um Diagrama de Voronoi (Figura 90). Esse último se define, de modo básico, como uma forma de repartição métrica dos espaços, possuindo inúmeras aplicações. Um exemplo é o seu uso na análise de áreas de influência de determinados pontos em uma cidade (MEDEIROS, 2014).

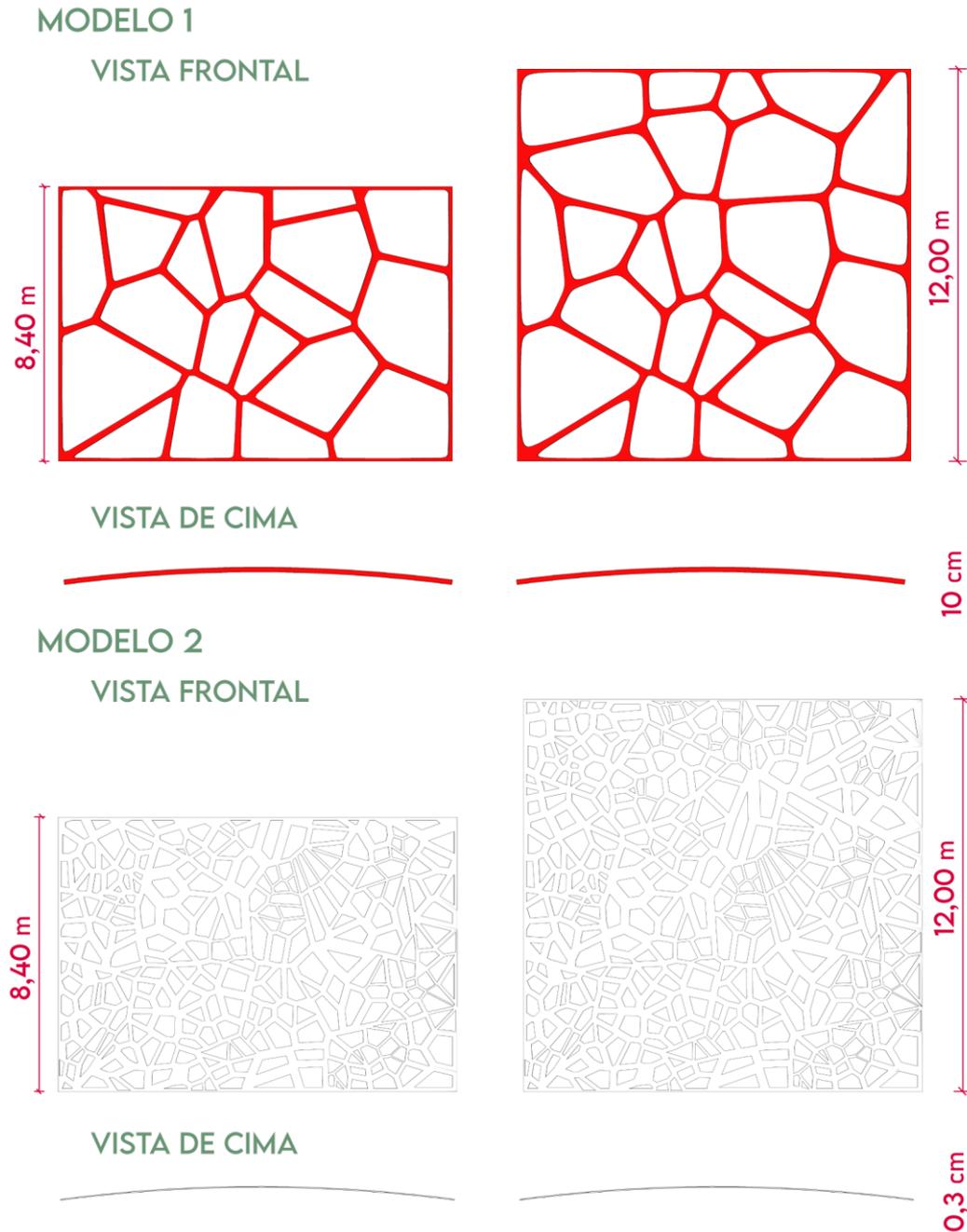
Figura 89: Nervuras de uma folha. Figura 90: Diagrama de Voronoi.



Fonte: © Ronald van der Beek/Fotolia (Figura 88). Usuário vector_corp do freepik (Figura 89).

Desse modo, foram projetados dois modelos de brise com padrões do tipo Voronoi, aqui chamados de Modelo 1 e Modelo 2, e desenhados pela autora do trabalho (Figura 91). Cada um deles conta com duas opções de alturas diferentes, de modo a acompanhar as alturas do edifício. O Modelo 1 se materializa em placa de concreto de 10 cm de espessura, enquanto o outro ocorre em chapa de ACM com resina do tipo PVDF (fluoreto de polivinilideno), a fim de atribuir maior longevidade ao elemento. Os materiais foram escolhidos em detrimento de sua resistência e menor absorção de calor.

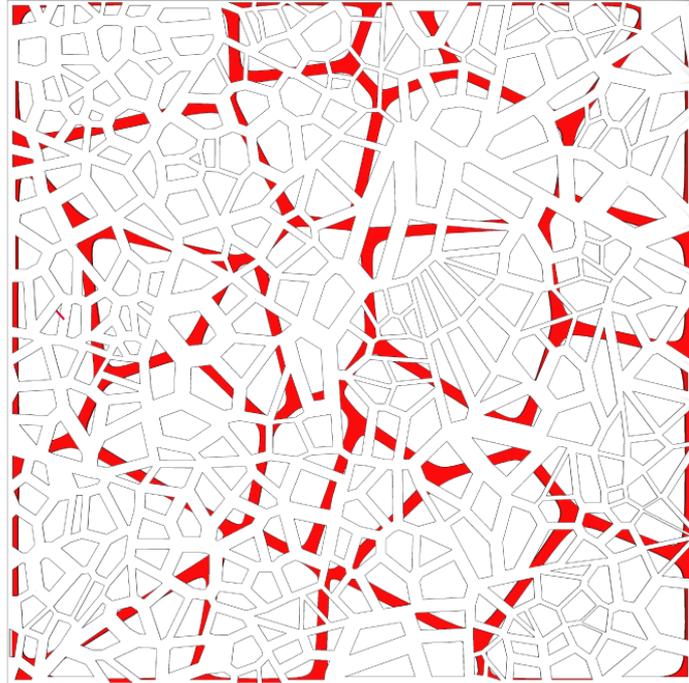
Figura 91: Modelos de brise voronoi.



Fonte: Autora, 2021.

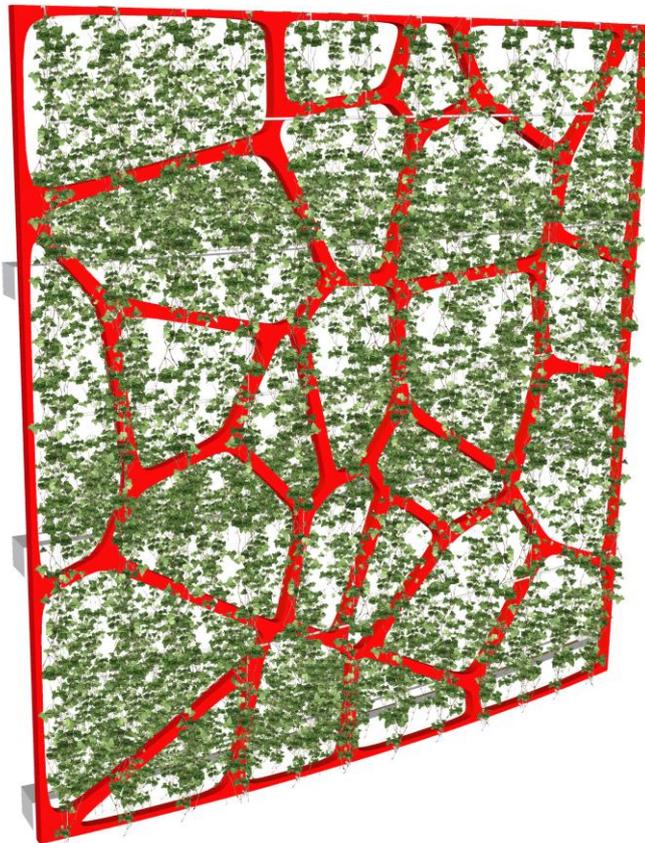
A proteção solar funciona de duas maneiras: a primeira ocorre pela sobreposição de ambos os modelos de brise voronoi, gerando o sombreamento do edifício através da forma preenchida (Figura 92). Já o segundo, ocorre pelo uso somente do Modelo 1, o qual possui espaçamentos maiores. Nesse caso, os brises são mesclados a um segundo tipo de proteção: a fachada verde, também chamada de brise vegetal (Figura 93).

Figura 92: Sobreposição de modelos de brise.



Fonte: Autora, 2021.

Figura 93: Brise Voronoi com brise vegetal.



Fonte: Autora, 2021.

As fachadas verdes retêm material CO₂, reduzindo a poluição do ar e melhorando a sua qualidade e umidade. Além do mais, são eficientes como isolante acústico e térmico (ECOTELHADO, 2010). Nelas, costuma-se utilizar plantas trepadeiras, que são cultivadas em contêineres ou outros tipos de recipientes que possam receber solo adubado. Esses elementos se repetem a cada andar e são interligados por cabos de aço inoxidáveis, por onde a planta se agarra e se espalha (ECOTELHADO, 2010). No caso do presente projeto, devido à necessidade de um material que pudesse seguir a fachada curva, utilizou-se o concreto armado, que deve ser impermeabilizado com adesivo primer e forrado com manta impermeabilizante.

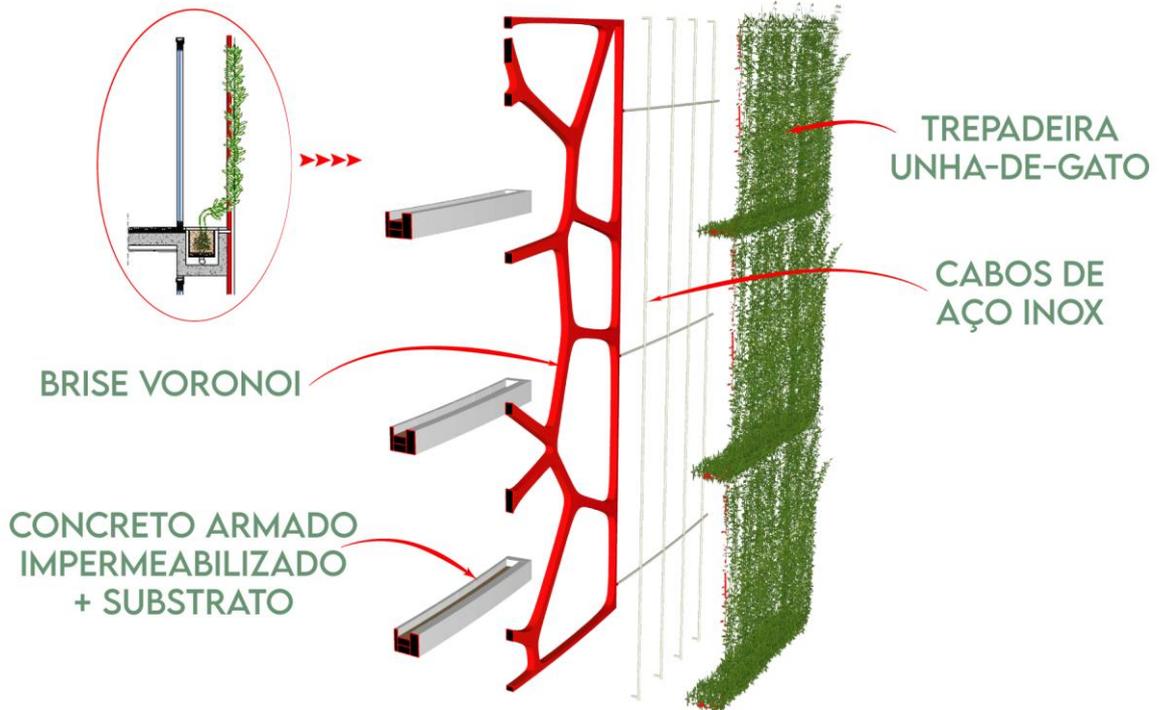
A espécie escolhida para compor a fachada é a trepadeira *Ficus pumila*, conhecida como “unha-de-gato”, devido à sua alta capacidade de adesão às superfícies (Figura 94). A planta é resistente a diversos tipos de clima, podendo ser cultivada em sol pleno. Os principais elementos contidos no brise vegetal do edifício se encontram na Figura 95.

Figura 94: Hera unha-de-gato.



Fonte: *apud* The Designer's Muse, 2016.

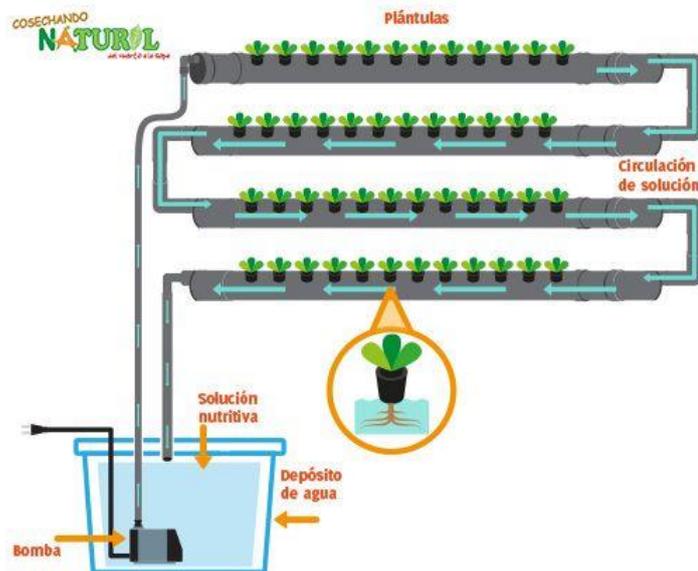
Figura 95: Elementos do brise vegetal com o brise Voronoi.



Fonte: Autora, 2021.

A irrigação do brise ocorre por meio de sistema automatizado de gotejamento, partindo de reservatório com filtro de água e contendo um temporizador em que se programa a frequência adequada de irrigação. Tubos de drenagem são instalados nas peças de concreto que recebem a vegetação e, assim, a água que sai é levada à faixa de água que se situa logo abaixo dos brises, a qual se conecta com o reservatório inferior (Figura 96).

Figura 96: Sistema de irrigação da fachada.

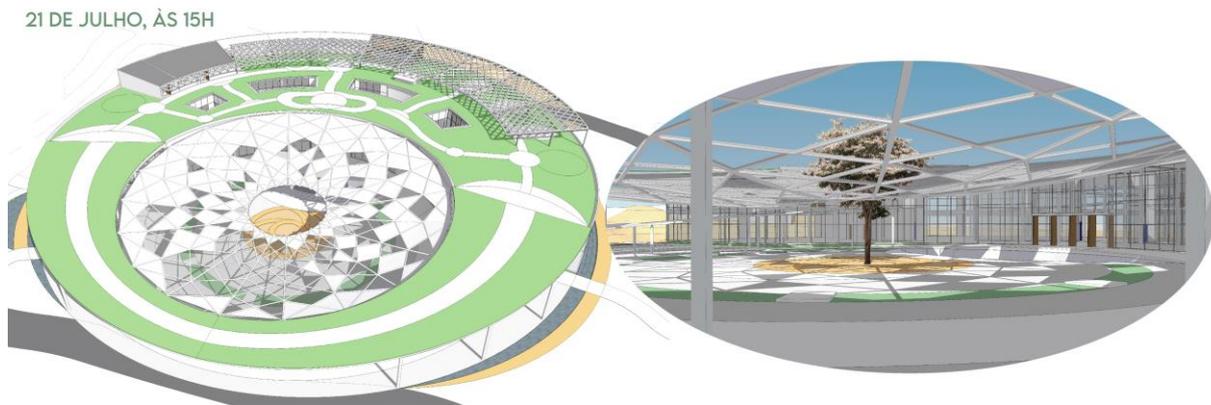


Fonte: MisJardines, 2016.

9.4.2 Cúpula geodésica invertida

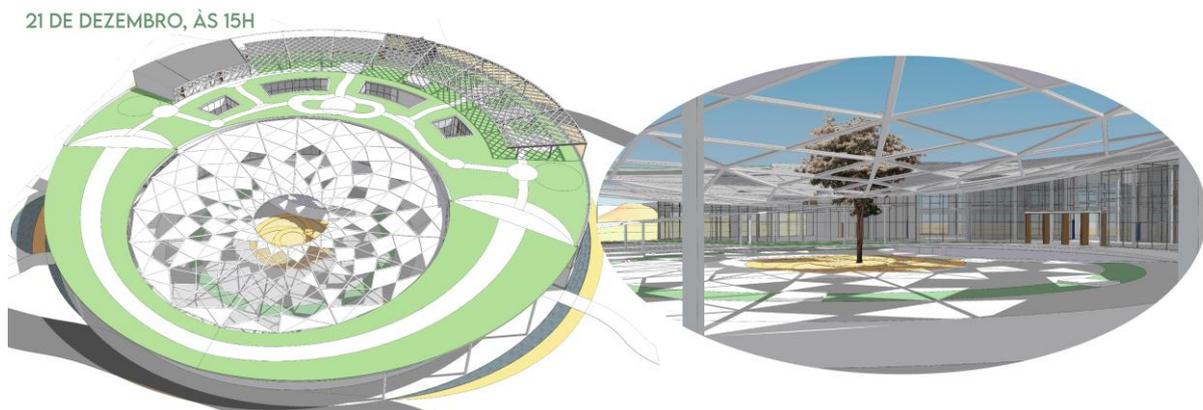
Para evitar a incidência solar direta no interior do edifício e em parte do pátio central, a cúpula foi revestida em algumas áreas com placas de ACM (como foi mencionado no item 9.3.1). Para posicionar esses fechamentos de forma eficaz, utilizou-se o programa de modelagem 3D SketchUp, o qual permite que se ative a orientação solar de acordo com as coordenadas do terreno. Com isso, foi possível observar a incidência do sol em diversos horários e datas, e locar os revestimentos de forma a tornar o local mais agradável. As imagens a seguir apresentam o sombreamento da cúpula nos dias 21 de julho (Figura 97) e 21 de dezembro (Figura 98), ambas às 15 horas.

Figura 97: Sombreamento da cúpula.



Fonte: Autora, 2021.

Figura 98: Sombreamento da cúpula.



Fonte: Autora, 2021.

9.4.3 Pergolado

Como foi mencionado anteriormente, o pergolado se situa na cobertura de telhado verde. Este se constitui de madeira laminada colada (MLC), sendo utilizada a madeira de eucalipto com duas lâminas coladas, com espessura resultante de cinco centímetros. O modo construtivo adotado é o sistema em grelhas (Figura 99), pois é mais resistente e pode alcançar vãos de até 25 metros (REWOOD, 2016 *apud* DEPIERI, SANTOS E COSTA, 2016, p. 34).

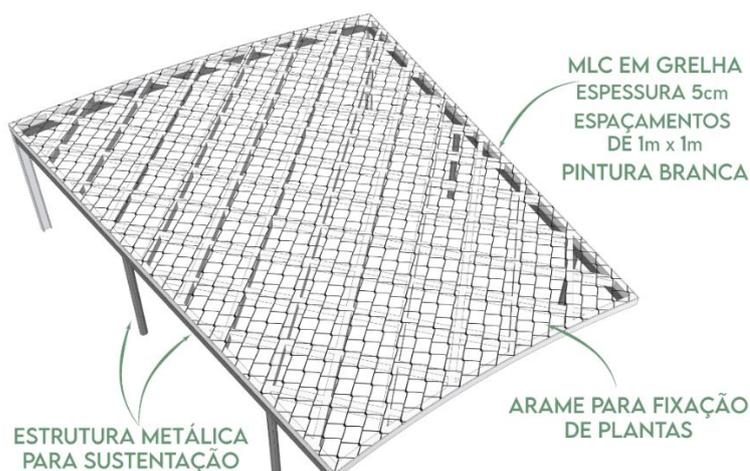
Figura 99: Exemplo de MLC em grelhas.



Fonte: ITA Construtora LTDA.

O pergolado do projeto em questão é preparado para receber vegetações rasteiras, com intenção de amenizar a incidência solar no solo. Para que isso seja possível, instalam-se arames presos aos pilares e vigas e dispostos sobre a superfície do pergolado, para que as plantas trepadeiras possam se espalhar. Além do mais, a madeira deve ser tratada contra insetos e impermeabilizada para resistir à umidade. A Figura 100 apresenta o pergolado projetado.

Figura 100: Pergolado em MLC.



Fonte: Autora, 2021.

As trepadeiras escolhidas para compor o pergolado são plantas bem adaptadas a climas quentes e de sol intenso: *Allamanda catártica* (ou alamanda amarela) (Figura 101) e *Thunbergia grandiflora* (tumbérgia-azul) (Figura 102).

Figura 101: *Allamanda catártica*.



Fonte: Boricin Imóveis, 2015.

Figura 102: *Thunbergia grandiflora*.



Fonte: Cristina Braga, 2019.

9.5 Soluções paisagísticas

O Centro de Ciências é integrado com a natureza e conta com diversas vegetações. Algumas espécies utilizadas já foram descritas, como é o caso do telhado verde e do brise vegetal. Como foi apontado, a cúpula invertida conta com uma abertura ao meio, a qual dá passagem a uma árvore. A espécie escolhida foi a *Tabebuia roseoalba* (Tabela 3), também conhecida como Ipê Branco, uma planta nativa do Cerrado e que se conecta à memória afetiva dos moradores de Palmas, pois é possível encontrá-la em algumas ruas da cidade. Sua floração branca ocorre entre os meses de agosto a outubro.

Tabela 3: Espécie do pátio central.

IMAGEM REAL	REPRESENTAÇÃO	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	DIÂMETRO DA COPA (m)	ALTURA (m)
		Ipê-Branco	<i>Tabebuia roseo-alba</i>	Nativa	5 - 10	7 - 16

Fonte: Autora, 2021.

Como foi possível notar na análise do terreno, o local em que o Centro de Ciências foi implantado carece de adensamento vegetal. Desse modo, foram selecionadas algumas espécies para compor a paisagem de entorno do edifício, apontadas na Tabela 4. Dentre elas, encontram-se árvores ornamentais, para composição visual, e árvores frutíferas, para atrair fauna e servir de alimento também para as pessoas. Deu-se prioridade às vegetações nativas do Cerrado, que resistem ao sol intenso.

Nos jardins internos, buscou-se utilizar plantas adaptadas à meia-sombra, pois esses espaços só recebem luz solar durante algumas horas do dia (Tabela 5). Devido a esse fator, a maioria não é nativa do Cerrado. Foram utilizadas plantas de pequeno porte, rasteiras e pendentes. Nas tabelas apresentadas, o termo “nativa” significa que a planta é originária do Cerrado; o termo “exótica brasileira” significa que é nativa de algum bioma do Brasil que não seja o Cerrado, e o termo “exótica” significa que é originária de outros países. Dentre as principais fontes de pesquisa, se encontram o Plano de Arborização de Palmas (PALMAS, 2016), sites de jardinagem e sites de identificação científica de espécies arbóreas, como arvores.brasil.nom.br e arvoresbrasil.com.

Tabela 4: Espécies no entorno do edifício.

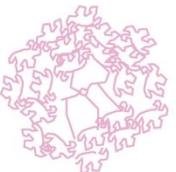
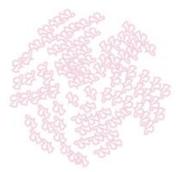
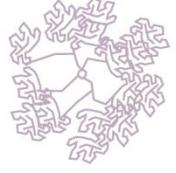
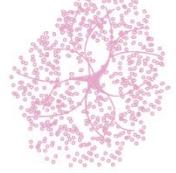
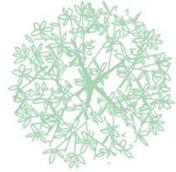
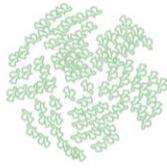
IMAGEM REAL	REPRESENTAÇÃO	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	DIÂMETRO DA COPA (m)	ALTURA (m)
		Aceroleira	<i>Malpighia emarginata</i>	Exótica Brasileira	3 - 5	3 - 5
		Cega-machado	<i>Physocalymma scaberium</i>	Nativa	3 - 5	5 - 10
		Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Exótica Brasileira	2 - 3	3 - 5
		Jacarandá	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Nativa	10	15
		Muricizeiro	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nativa	4 - 6	2 - 4
		Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Exótica Brasileira	4	4 - 10
		Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Nativa	4 - 6	4 - 6
		Romãzeira	<i>Punica granatum</i>	Exótica	2	4

IMAGEM REAL	REPRESENTAÇÃO	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	DIÂMETRO DA COPA (m)	ALTURA (m)
		Sangra d'água	<i>Croton urucurama</i>	Nativa	10	10 - 12
		Urucum	<i>Eugenia uniflora</i>	Nativa	4 - 6	4 - 6

Fonte: Autora, 2021.

Tabela 5: Espécies nos jardins internos.

IMAGEM REAL	REPRESENTAÇÃO	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	DIÂMETRO DA COPA (m)	ALTURA (m)
		Palmeira areca-bambu	<i>Dypsis lutescens</i>	Exótica	1 - 2	3 - 9
		Palmeira leque-de-espinhos	<i>Licuala spinosa</i>	Exótica	1 - 2	2 - 4
		Palmeira ráfis	<i>Raphis excelsa</i>	Exótica	1 - 2	2 - 4
		Ciclanto	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	Exótica Brasileira	1 - 2	1 - 2
		Pacová	<i>Philodendron martianum</i>	Exótica Brasileira	2	1 - 2

IMAGEM REAL	REPRESENTAÇÃO	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	DIÂMETRO DA COPA (m)	ALTURA (m)
		Lírrio do campo	<i>Himatanthus obovatus</i>	Nativa	2 - 4	2 - 4
		Aglaonema	<i>Aglaonema sp.</i>	Exótica Brasileira	-	1,50
		Bromélia	<i>Bromelia sp.</i>	Exótica Brasileira	-	0,90
		Maranta	<i>Ctenanthe setosa</i>	Exótica Brasileira	-	0,60
		Planta aranha	<i>Chlorophytum comosum</i>	Exótica	-	0,50

Fonte: Autora, 2021.

CENTRO DE CIÊNCIAS - PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO

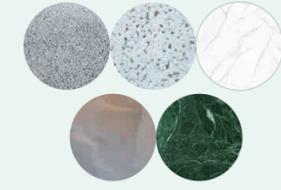
ESCALA 1:350

LEGENDA:

- L LAVABO
- E CIRCULAÇÃO VERTICAL - ELEVADOR
- C CIRCULAÇÃO VERTICAL - ESCADA
- R CIRCULAÇÃO VERTICAL - RAMPA
- J JARDIM INTERNO
- B BANHEIRO COLETIVO SEM GÊNERO 53,26 m²
- 1 FOYER E EXPOSIÇÕES CIENTÍFICAS 428,87 m²
- 2 EXPOSIÇÕES CIENTÍFICAS 803,18 m²
- 3 PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO E CONVIVÊNCIA 189,47 m²
- 4 LOJA DO CENTRO DE CIÊNCIAS 77,06 m²
- 5 LANCHONETE/CAFÉ/RESTAURANTE 76,39 m²
- 6 LIVRARIA E ESPAÇO DE LEITURA 75,40 m²
- 7 AUDITÓRIO COMUM 241,54 m²
- 8 ANTECÂMARA 15,43 m²
- 9 FOYER DO AUDITÓRIO 95,23 m²
- 10 GUARDA-OBJETOS 15,67 m²
- 11 CASA DE BOMBAS 79,57 m²
- 12 SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 58,27 m²
- 13 GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA 58,27 m²
- 14 DEPÓSITO DE LIXO 58,27 m²
- 15 SALA DE REPAROS 58,27 m²
- 16 EMPACOTAMENTO/DESEMPACOTAMENTO E CARGA/DESCARGA 58,27 m²
- 17 DEPÓSITO GERAL 43,50 m²
- 19 ÁREA DE CONVIVÊNCIA DE FUNCIONÁRIOS 90,69 m²
- 18 DEPÓSITO DE MATERIAL DE LIMPEZA (DML) 9,70 m²
- 20 AUDITÓRIO A CÉU ABERTO 211,95 m²
- 21 PÁTIO SEMICOBERTO 2.802,00 m²

PISOS:

PÁTIO SEMICOBERTO:



ENTORNO:



ÁREA INTERNA:

GERAL

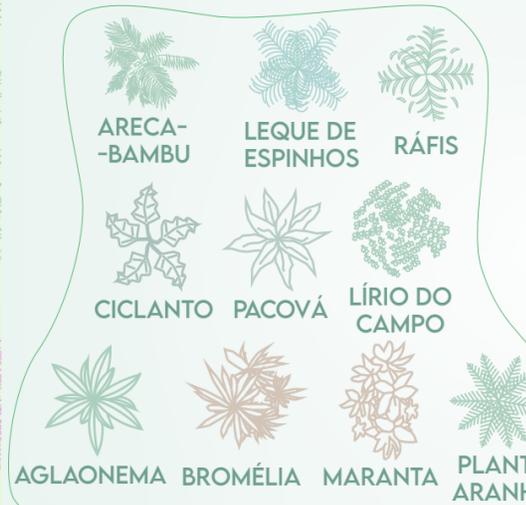


AUDITÓRIO



VEGETAÇÕES:

JARDINS INTERNOS



ÁREA EXTERNA

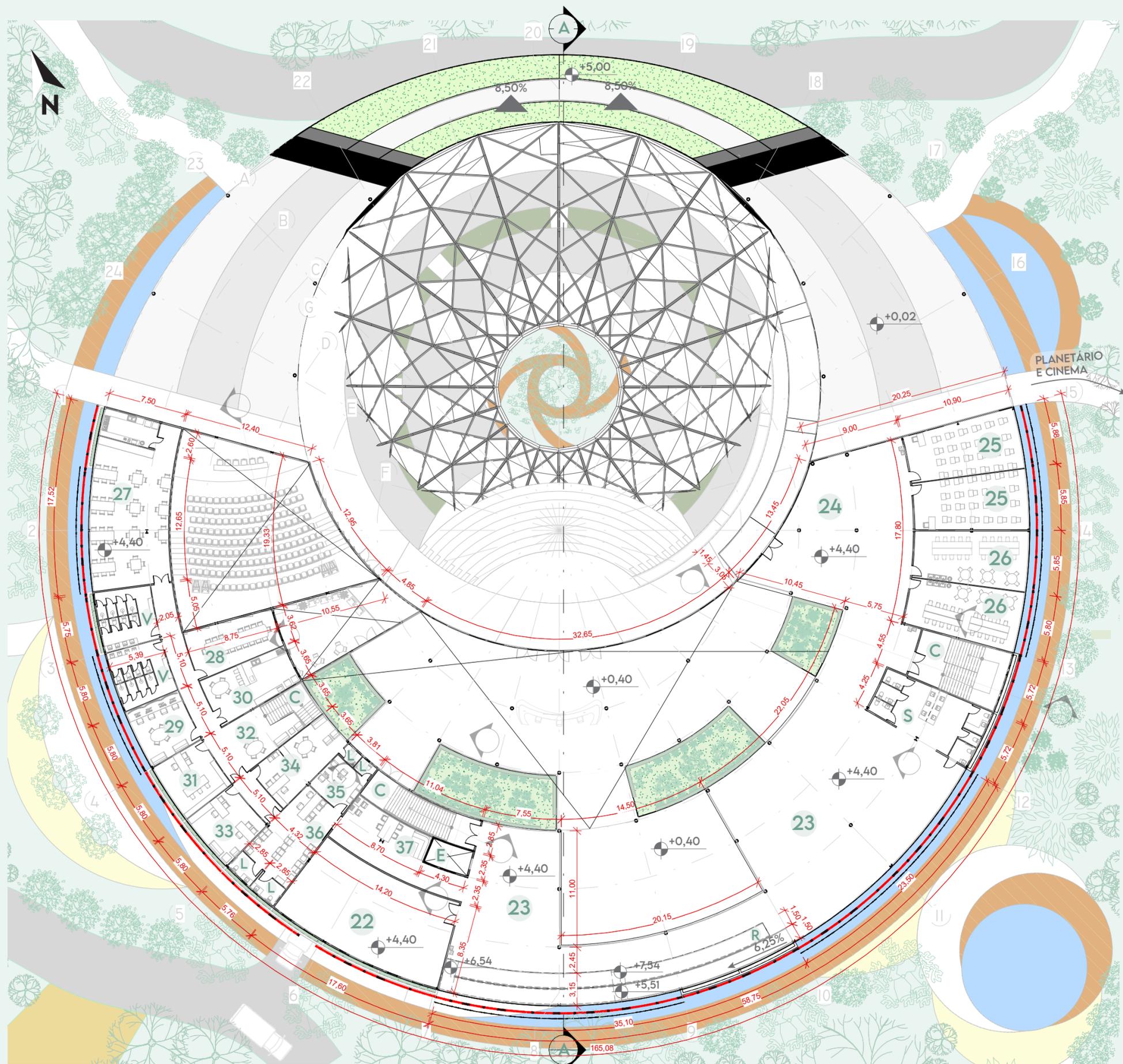


CENTRO DE CIÊNCIAS - PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SUPERIOR

ESCALA 1:350

LEGENDA:

- L LAVABO
- V VESTIÁRIO P/ FUNCIONÁRIOS
- E CIRCULAÇÃO VERTICAL - ELEVADOR
- C CIRCULAÇÃO VERTICAL - ESCADA
- R CIRCULAÇÃO VERTICAL - RAMPA
- B BANHEIRO COLETIVO SEM GÊNERO 53,26 m²
- 22 EXPOSIÇÕES DIGITAIS
- 23 EXPOSIÇÕES CIENTÍFICAS 442,82 m²
- 24 EXPOSIÇÕES CIENTÍFICAS 185,91 m²
- 25 SALA DE AULA 56,50 m²
- 26 LABORATÓRIO 55,61 m²
- 27 REFEITÓRIO PARA FUNCIONÁRIOS 122,10 m²
- 28 SALA DE REUNIÕES 36,58 m²
- 29 SALA DE MONITORAMENTO 30,16 m²
- 30 COPA PARA FUNCIONÁRIOS 36,88 m²
- 31 CURADORIA 30,16 m²
- 32 SALA DE CONVIVÊNCIA 23,60 m²
- 33 SECRETARIA 30,16 m²
- 34 DIRETORIA 37,28 m²
- 35 SALA DE TI 15,93 m²
- 36 RECEPÇÃO 43,23 m²
- 37 COWORKING 22,61 m²



QUANTITATIVO DE JANELAS				
CÓD	QTD	COMPRIM.	ALTURA	DESCRIÇÃO
P01	10	1,00	2,00	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P02	43	0,80	0,80	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P03	4	1,00	1,50	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P04	8	0,60	0,50	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P05	8	0,60	0,40	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P06	10	1,00	0,50	JANELA BASCULANTE DE ALUMÍNIO E VIDRO
P07	2	0,60	0,40	JANELA VENEZIANA DE ALUMÍNIO E VIDRO

QUANTITATIVO DE PORTAS				
CÓD	QTD	COMPRIM.	ALTURA	DESCRIÇÃO
P01	13	0,90	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P02	16	0,70	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P03	21	1,00	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P04	16	2,00	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P05	15	1,50	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P06	3	2,00	3,00	PORTA DE ABRIR DE ALUMÍNIO E VIDRO
P07	1	3,00	3,00	PORTÃO DE CORRER DE ALUMÍNIO
P08	2	1,20	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P09	1	1,50	2,10	PORTA DE CORRER DE MADEIRA
P10	2	0,70	2,10	PORTA DE ABRIR DE MADEIRA
P11	4	1,00	2,40	PORTA DE ABRIR DE ALUMÍNIO E VIDRO

CENTRO DE CIÊNCIAS - PLANTA BAIXA - TERRAÇO

ESCALA 1:350

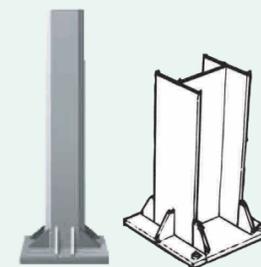
LEGENDA:

- R CIRCULAÇÃO VERTICAL - RAMPA
- C CIRCULAÇÃO VERTICAL - ESCADA
- 38 AMBIENTE PARA RESERVATÓRIOS 166,35 m²
- 39 ESPAÇO PARA CONDENSADORES DE AR CONDICIONADO 60,10 m²
- 40 TERRAÇO 3.991,57 m²

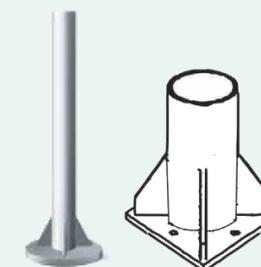
SOLUCÕES CONSTRUTIVAS NO PROJETO

PILARES METÁLICOS

PILAR SOLDADO TIPO I CVS

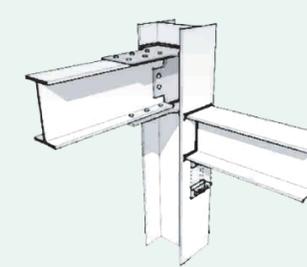


PILAR TUBULAR REDONDO

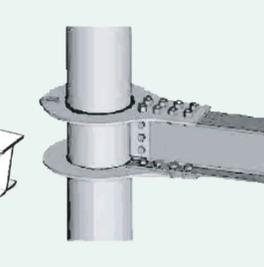


CONEXÕES PILARES-VIGAS

PILAR TIPO I COM VIGA TIPO I



PILAR TUBULAR COM VIGA TIPO I

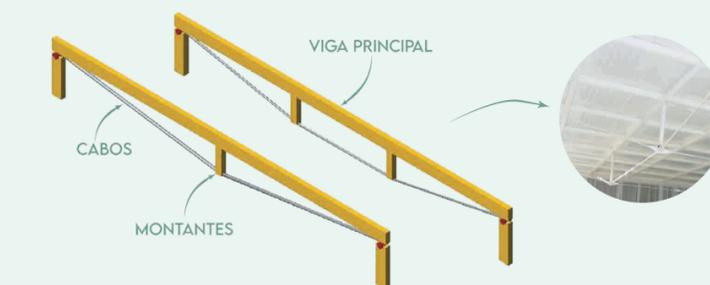


VIGAS METÁLICAS

VIGA TIPO I - VS

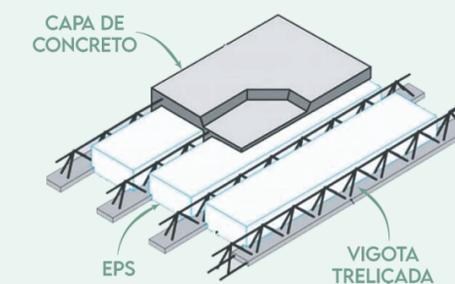


VIGA-VAGÃO

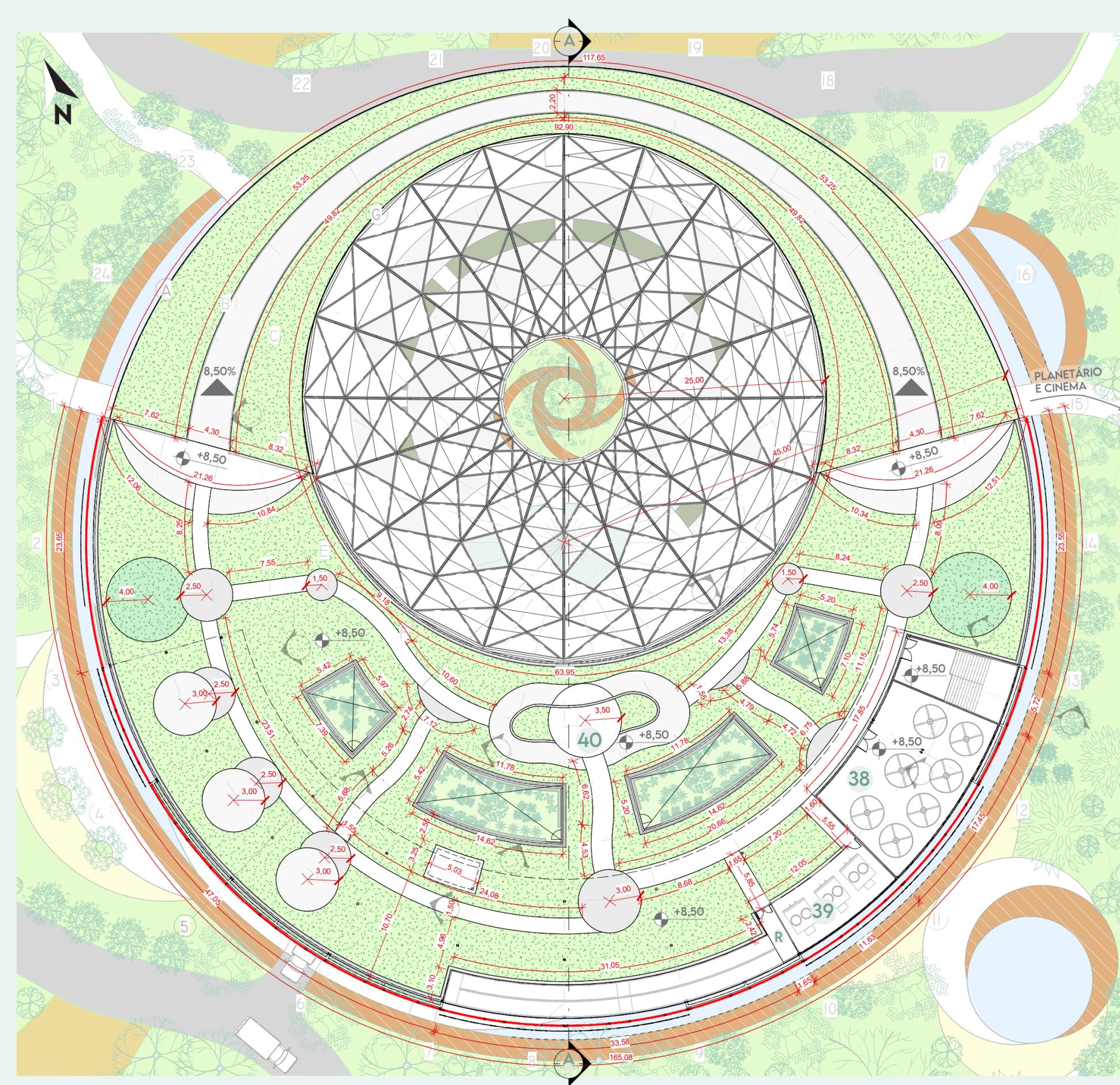


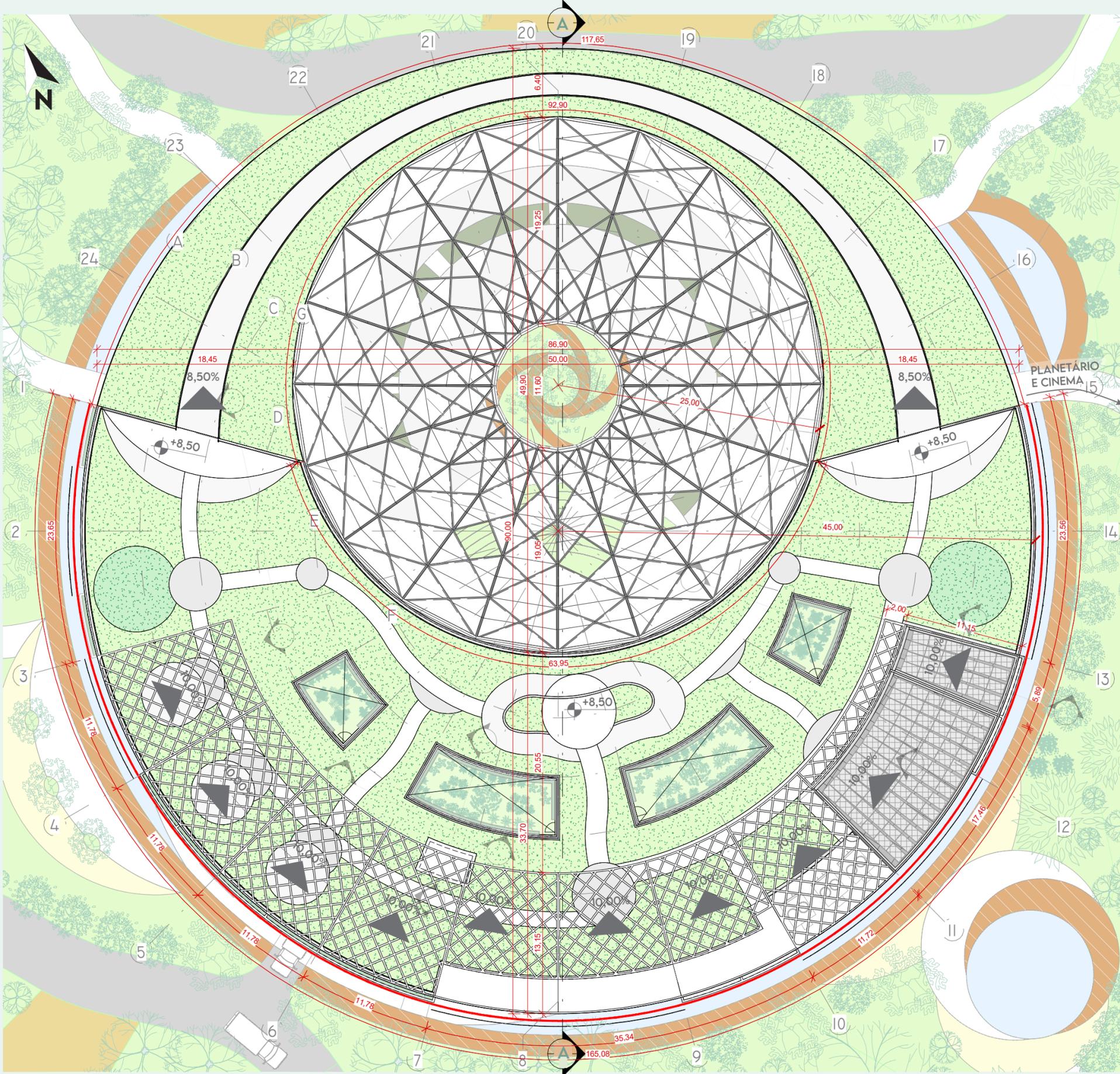
LAJES DE CONCRETO

LAJE COM EPS (ISOPOR)



LAJE NERVURADA



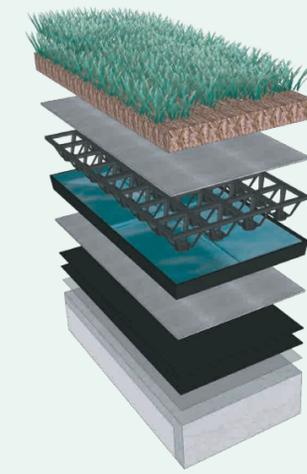


CENTRO DE CIÊNCIAS - PLANTA BAIXA - COBERTURA

ESCALA 1:350

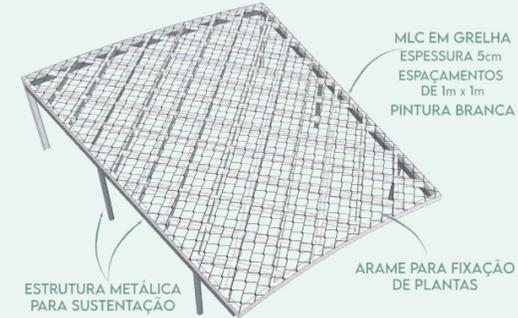
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E DE CONFORTO TÉRMICO

TELHADO VERDE



- SUBSTRATO (+/- 60mm)
- MANTA GEOTÊXTEL (5mm)
- BANDEJA DRENANTE FLAT EM PEAD RECICLADO COM RESERVATÓRIO DE ÁGUA (25mm)
- MANTA GEOTÊXTEL (5mm)
- MANTA ASFÁLTICA (2 X 3mm)
- ADESIVO PRIMER
- LAJE EPS (150mm)

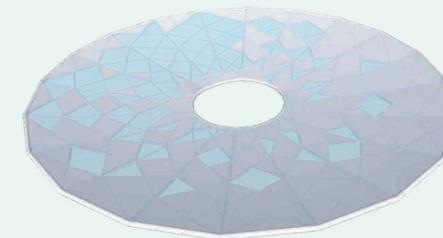
PERGOLADO



- MLC EM GRELHA ESPESSURA 5cm ESPACAMENTOS DE 1m x 1m PINTURA BRANCA
- ARAME PARA FIXAÇÃO DE PLANTAS
- PLANTAS TREPadeiras
- *Thunbergia grandiflora*
- *Allamanda catártica*

CÚPULA GEODÉSICA INVERTIDA

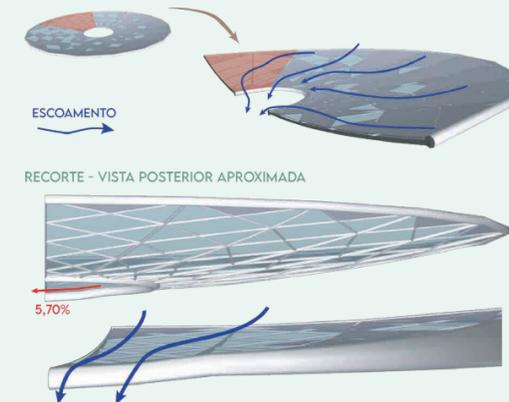
PERSPECTIVA



FIXAÇÃO DO VIDRO E PLACAS ACM SPIDER GLASS



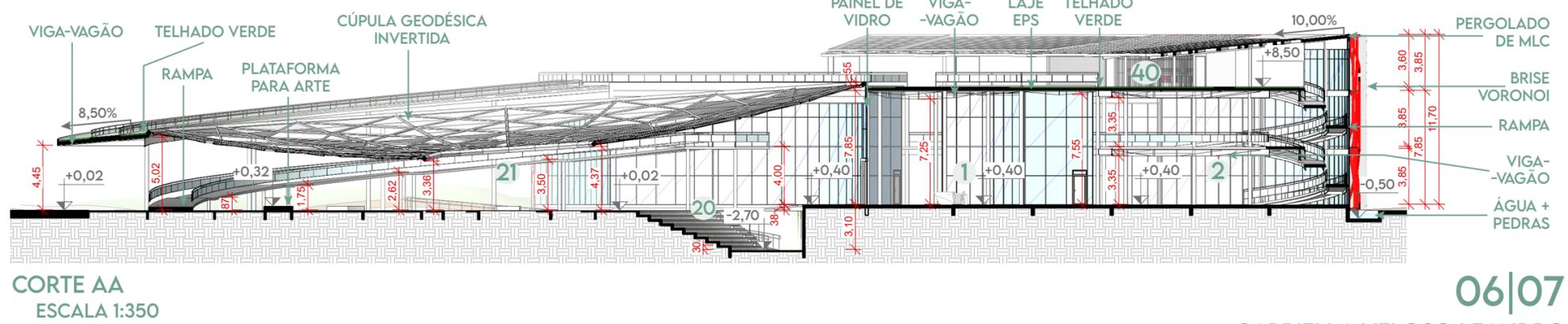
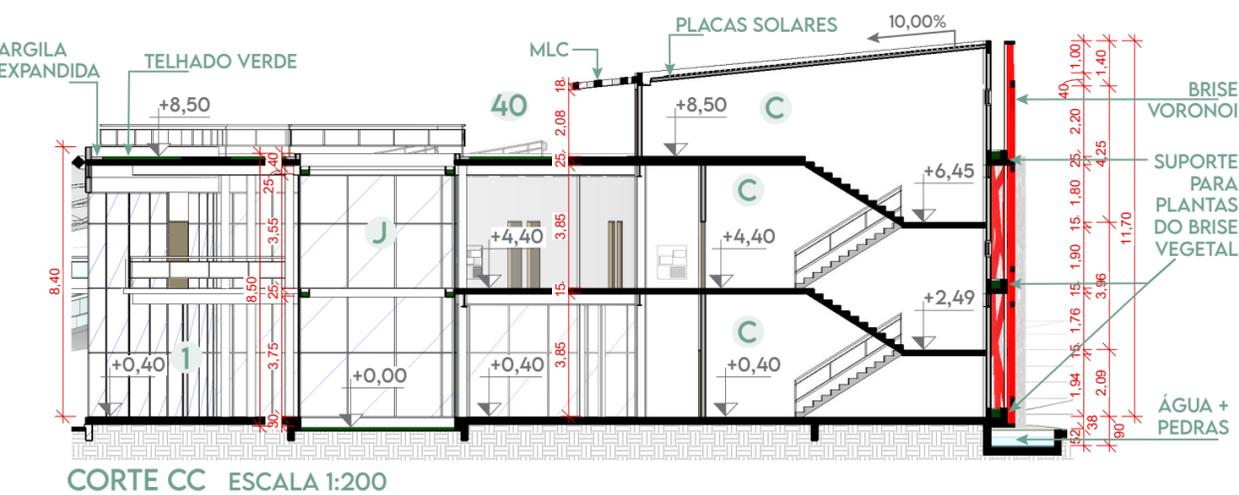
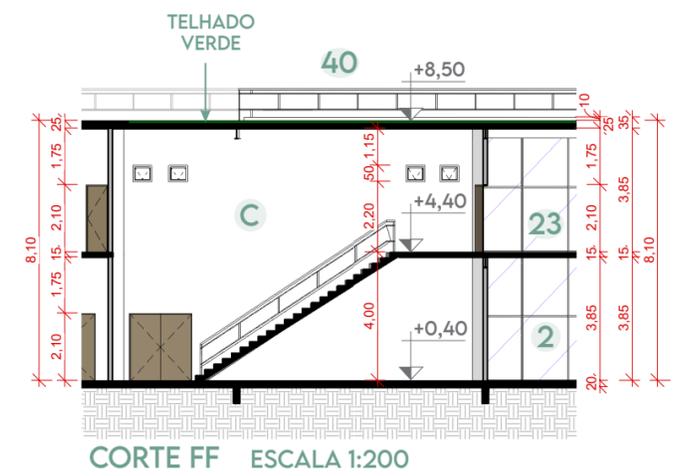
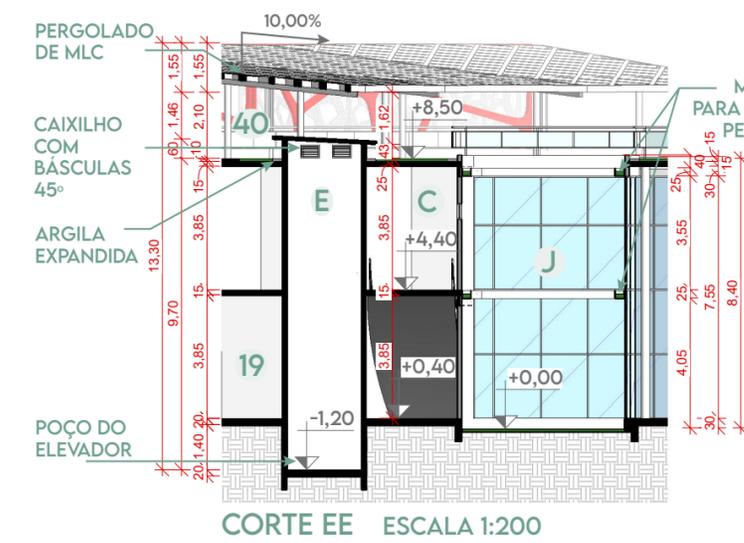
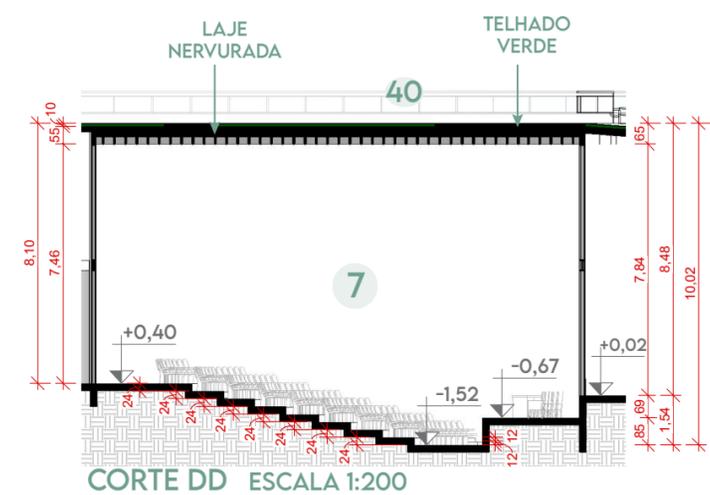
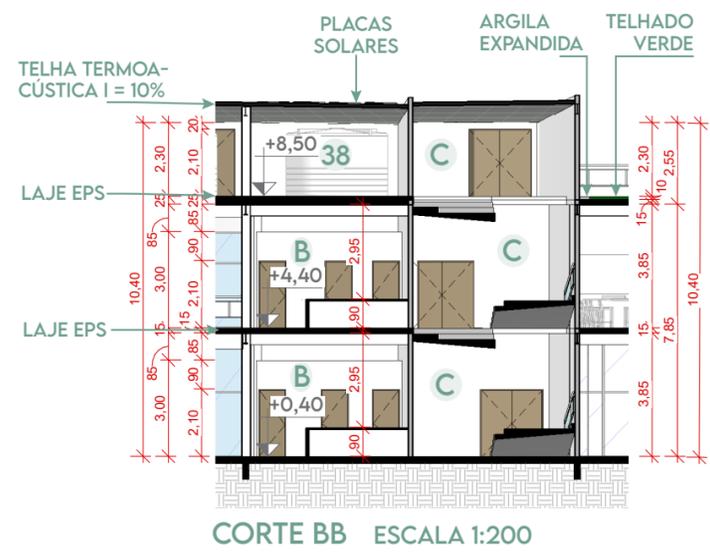
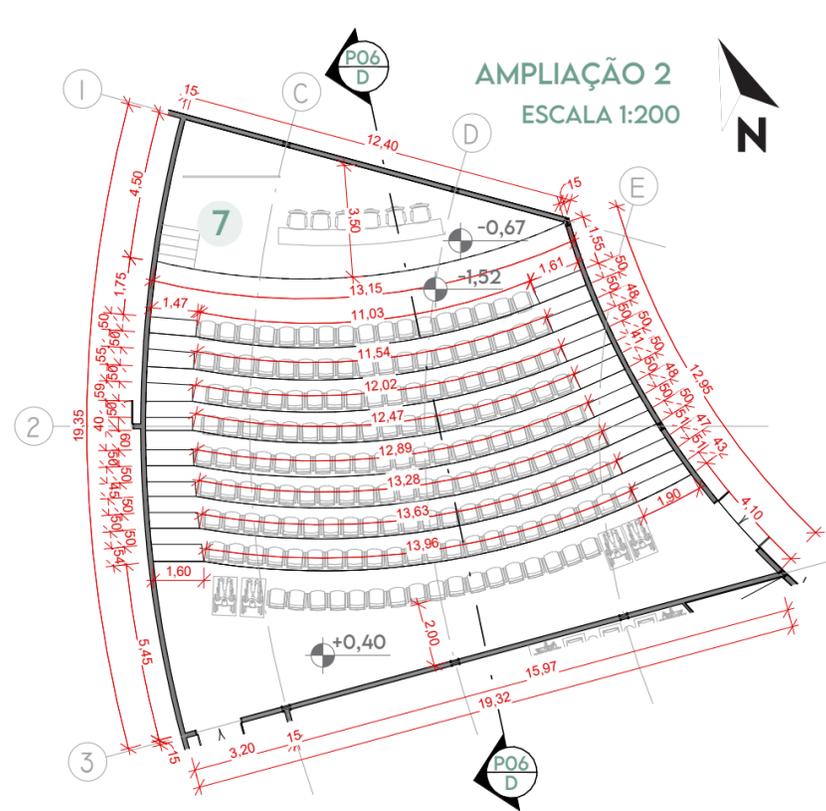
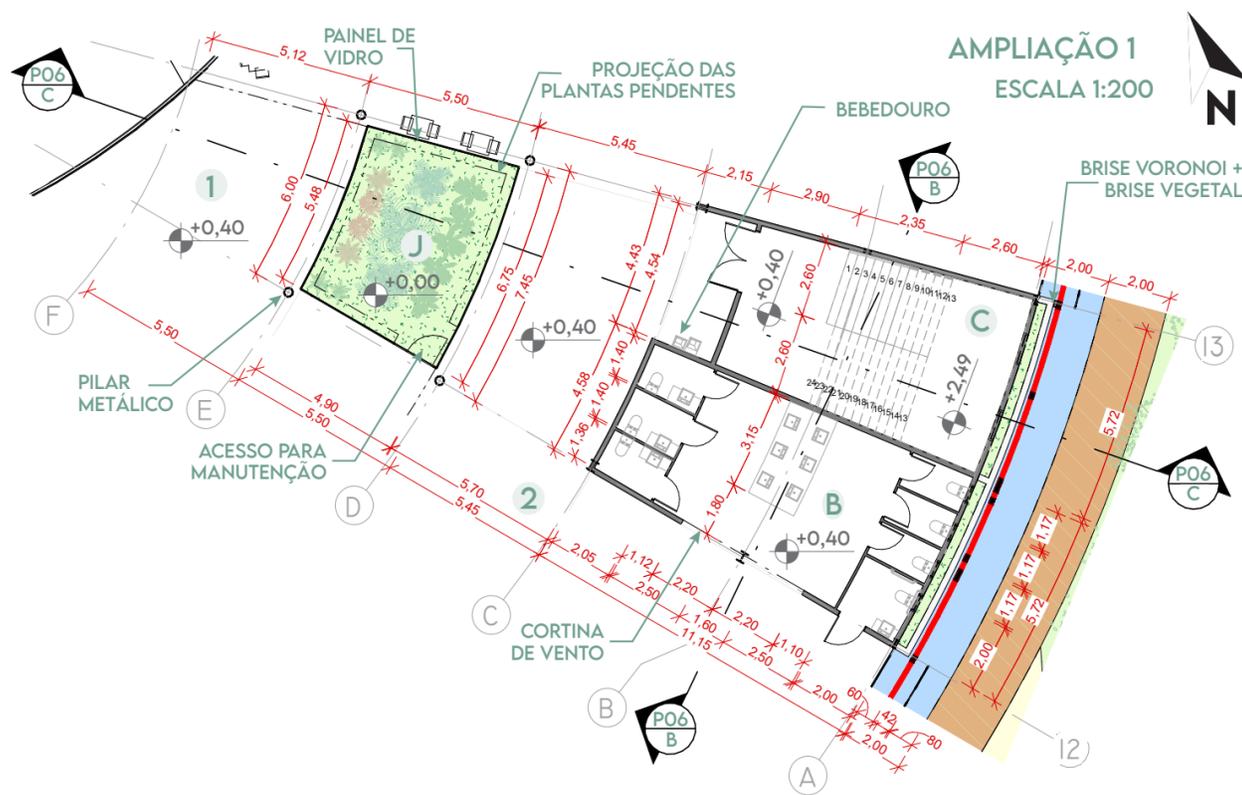
INCLINAÇÕES PARA ESCOAMENTO DE ÁGUA



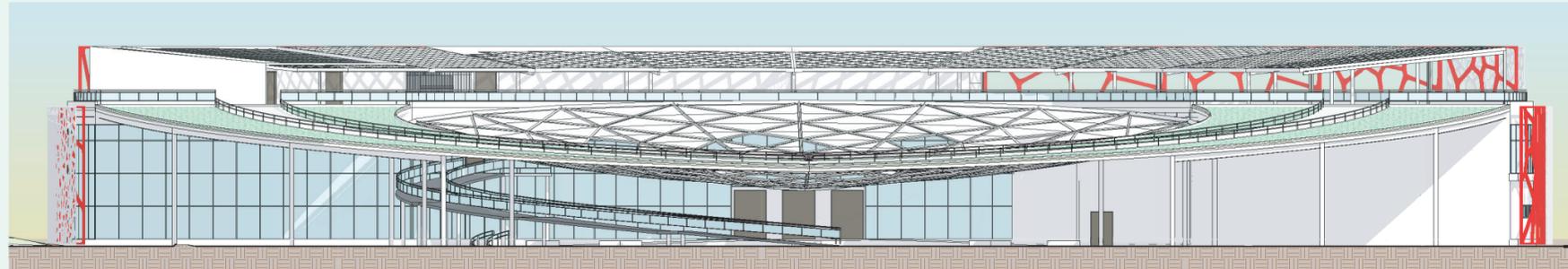
SOMBREAMENTO NO EDIFÍCIO



CENTRO DE CIÊNCIAS - CORTES E AMPLIAÇÕES

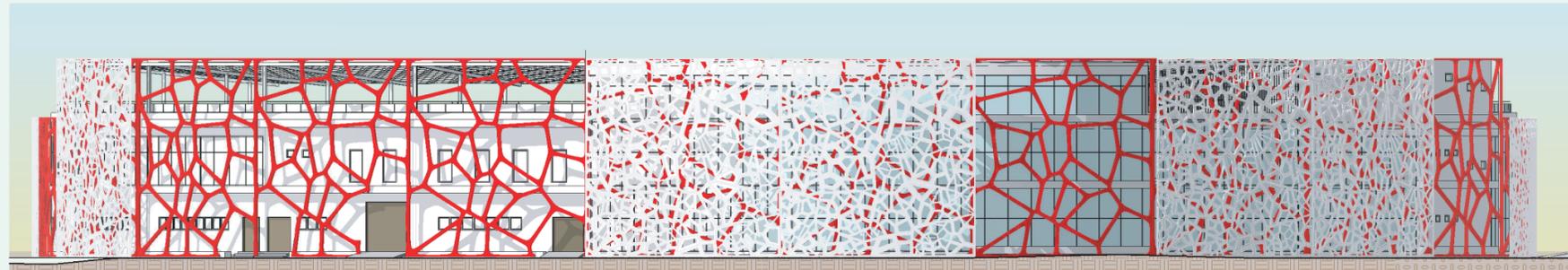


FACHADA FRONTAL



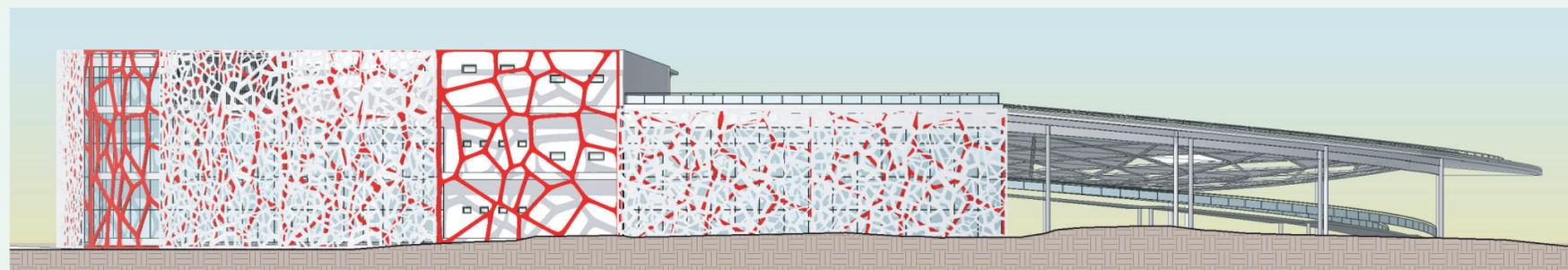
INCIDÊNCIA SOLAR: 21 DE JUNHO, ÀS 15:00.

FACHADA POSTERIOR



INCIDÊNCIA SOLAR: 21 DE DEZEMBRO, ÀS 15:00.

FACHADA LATERAL DIREITA



INCIDÊNCIA SOLAR: 21 DE DEZEMBRO, ÀS 15:00.

FACHADA LATERAL ESQUERDA



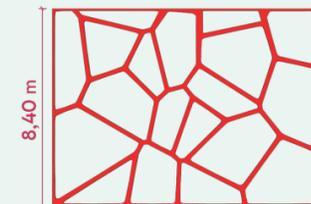
INCIDÊNCIA SOLAR: 21 DE DEZEMBRO, ÀS 15:00.

SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E DE CONFORTO TÉRMICO

BRISE VORONOI

MODELOS DE BRISE VORONOI ELABORADOS

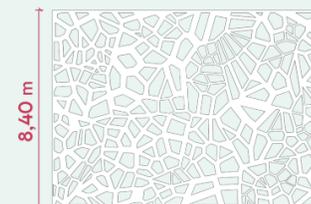
MODELO 1
VISTA FRONTAL



VISTA DE CIMA



MODELO 2
VISTA FRONTAL



VISTA DE CIMA

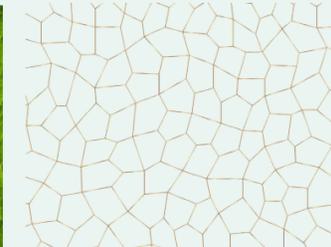


INSPIRAÇÕES

NERVURAS DE FOLHAS



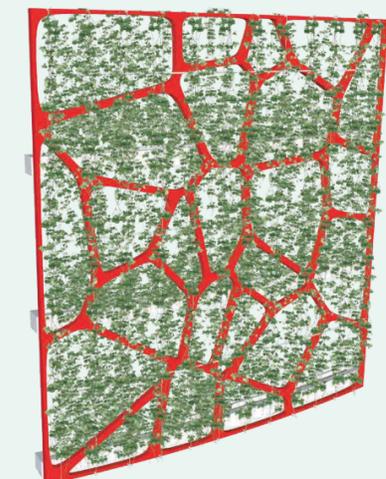
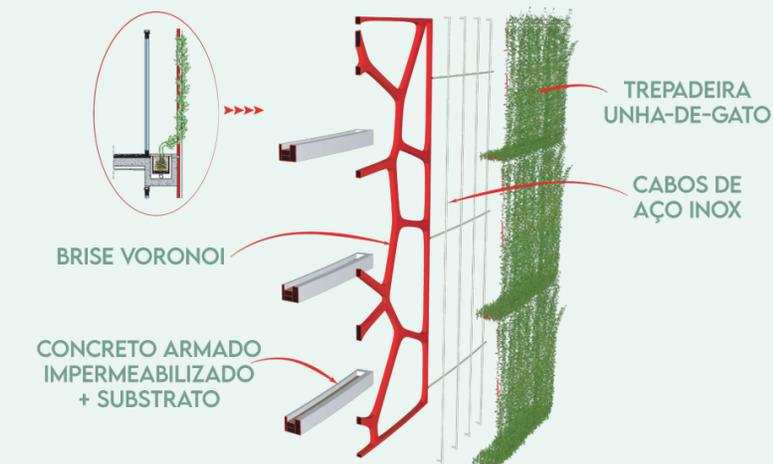
DIAGRAMA DE VORONOI



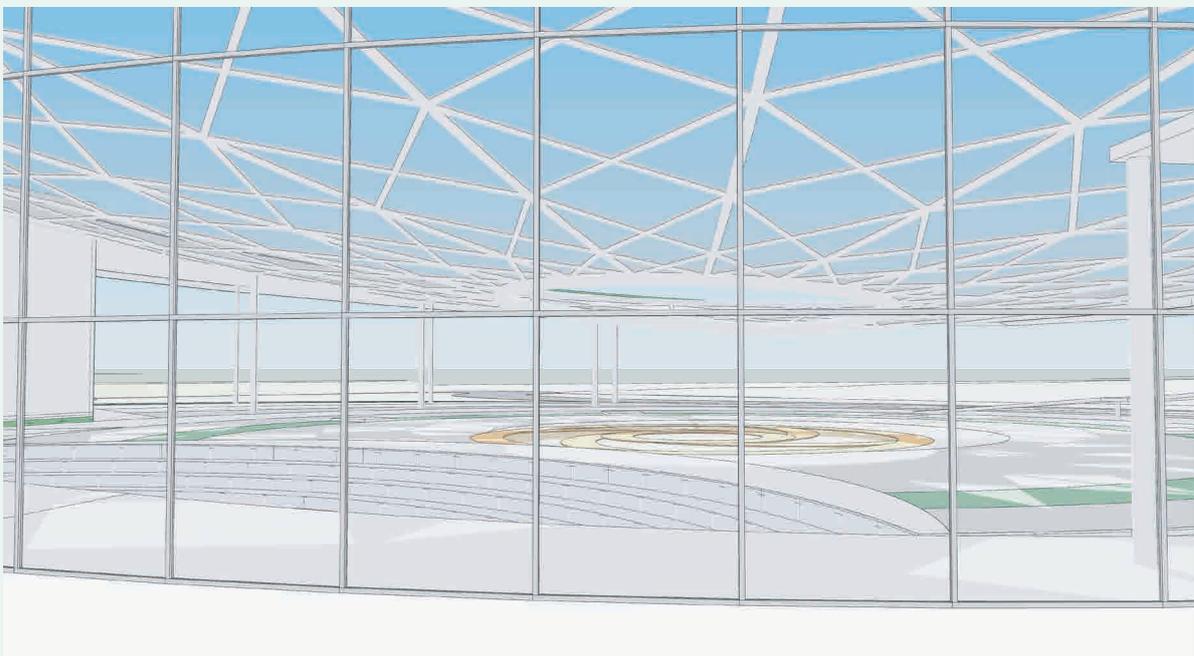
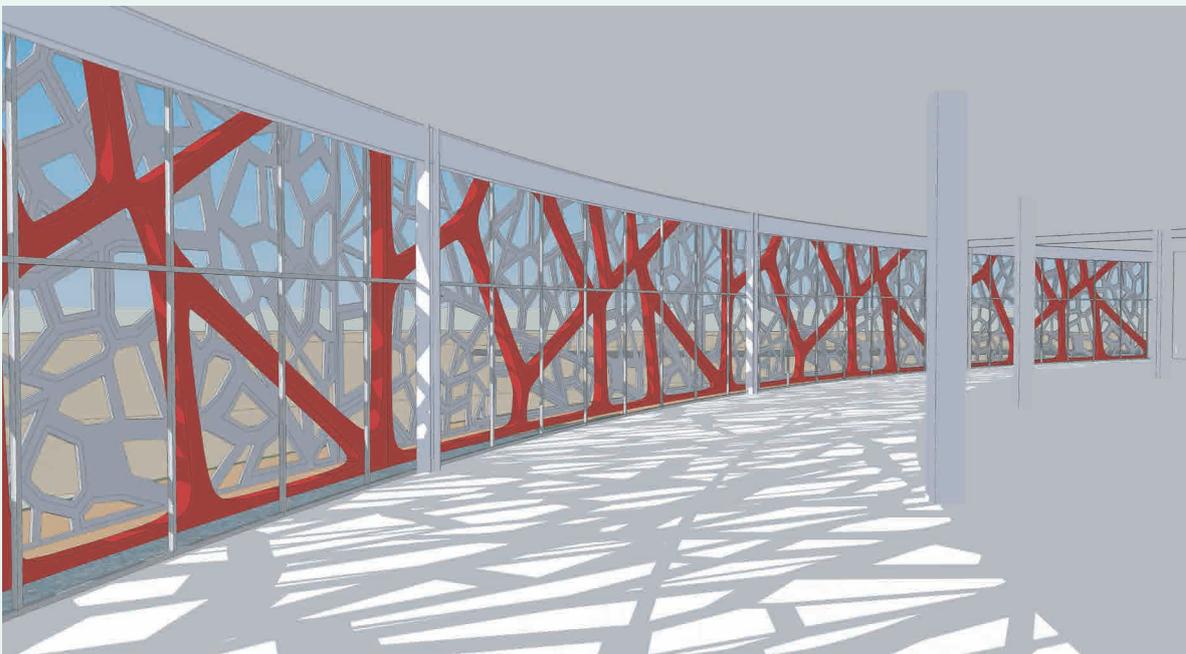
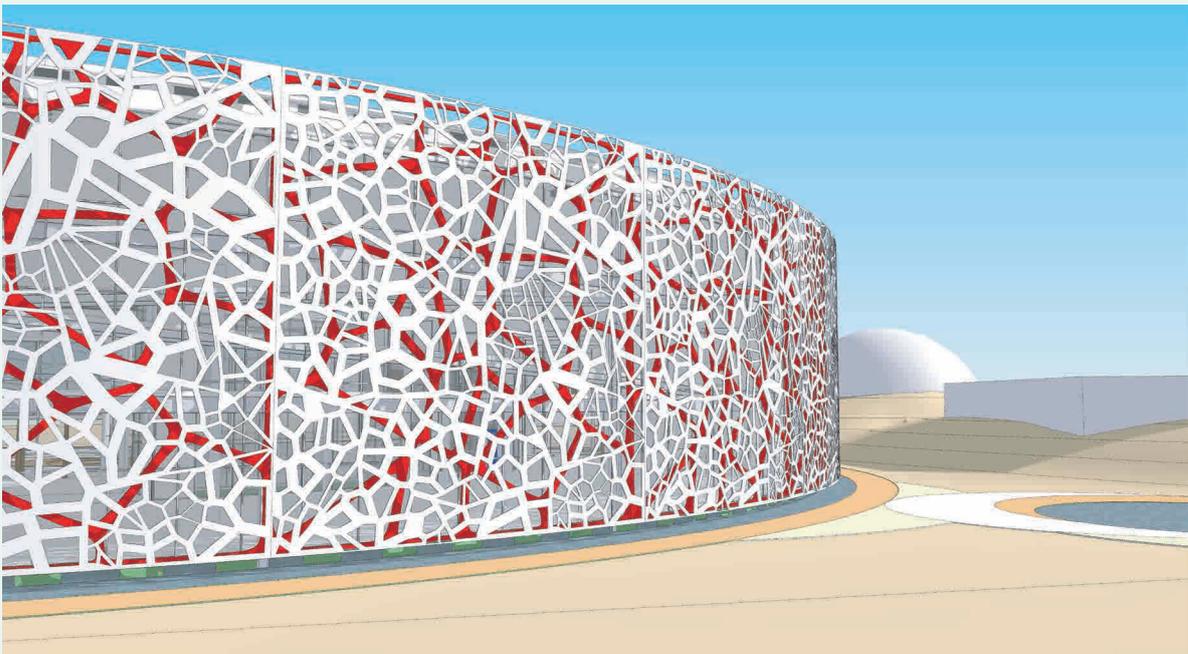
MODO DE APLICAÇÃO DOS BRISES



BRISE VORONOI + BRISE VEGETAL



CENTRO DE CIÊNCIAS - PERSPECTIVAS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi apresentado, torna-se notável que há uma grande problemática envolvendo a falta de conhecimento científico da população brasileira. Uma das principais causas é a falta de acesso da sociedade a locais que estimulam esse tipo de saber, especialmente desde a infância. Além do mais, muitas vezes a Ciência é vista como algo estranho, não conseguindo manter uma conexão sem barreiras com uma população que, em grande parte, carece de um ensino escolar básico apropriado. A solução, portanto, é unir os campos científicos às artes, de modo a facilitar o diálogo direto com o público. Assim, surgem os Centros de Ciências, cuja principal função é reduzir esse distanciamento entre a Ciência e as pessoas.

O projeto apresentado envolve dois campos, que apesar de se mesclarem, são trabalhados em escalas e níveis de detalhamentos diferentes. O primeiro é de maior importância urbana, com o Parque das Artes e Ciências. Já o segundo se aproxima da dimensão arquitetônica, com o desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico do Centro de Ciências, um edifício destinado à exposição científica. Ambos aproveitam do que foi estudado nos primeiros capítulos, acerca da importância da Arte e da Ciência em escala urbana e da edificação.

Houveram alguns obstáculos no decorrer da elaboração do projeto arquitetônico. Certas decisões de funcionalidade acabaram por comprometer a ideia formal inicial. O aproveitamento da cobertura como telhado verde acessível ao público levou à adição de alguns volumes, causando uma certa verticalização. Além disso, devido à extensão do trabalho como um todo, não foi possível realizar detalhamentos mais precisos dos sistemas construtivos e estruturais utilizados no projeto do Centro de Ciências. Ademais, foram encontradas dificuldades em se projetar um edifício de fato sustentável, tanto devido à falta de conhecimento específico acerca do assunto, como pelo fato de que cada material ou sistema construtivo possui um determinado nível de sustentabilidade.

Por fim, pode-se concluir que o trabalho alcançou os objetivos propostos inicialmente. Através deste, foi possível perceber como o potencial artístico e funcional de uma obra arquitetônica podem ser simbióticos. Por meio de um processo criativo que se iniciou com a definição do partido arquitetônico, foram definidas soluções formais e construtivas que buscavam a inventividade e a praticidade. Além do mais, foi possível integrar ao projeto elementos que se conectam com o histórico das tipologias arquitetônicas dos Centros de Ciências. Dentre esses, pode-se pontuar a relação formal com o movimento orbital dos corpos celestes, a cúpula geodésica e o uso de sistemas construtivos de alta tecnologia.

REFERÊNCIAS

ABCMC. **Centros e Museus de Ciência do Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência: UFRJ.FCC. Casa da Ciência; Fiocruz, Museu da Vida, 2005. 140 p.

ABCMC. **Centros e Museus de Ciência do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência: UFRJ.FCC. Casa da Ciência; Fiocruz. Museu da Vida, 2015. 312 p. ISBN: 978-85-89229-03-6.

AMARAL, Cláudio Silveira. **Descartes e a caixa preta no ensino-aprendizagem da arquitetura**. Arqtextos, São Paulo, n. 08.090, Vitruvius, nov. 2007 <www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/08.090/194>.

ANDRÉS, Roberto Rolim. **Da arte para a arquitetura: Dispositivos artísticos contemporâneos como meios de investigação e experimentação de arquitetura**. 2008. Dissertação (Mestrado – Arquitetura) – UFMG, Minas Gerais, 2008. 199 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/RAAO-7LBNX5>. Acesso em: 28 jan. 2021.

ARCH2O. **City of Arts and Sciences | Santiago Calatrava**. ARCH2O. [SI]. 27 fev. 2016. Disponível em: <https://www.arch2o.com/city-of-arts-and-sciences-santiago-calatrava>. Acesso em: 07 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9077: Saídas de emergências em edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSUNÇÃO, Juliana. **[Croqui] Santiago Calatrava: Desenhos esculturais**. Peganarquitetura, 2012. Disponível em: <https://peganarquitetura.wordpress.com/2012/08/01/croqui-santiago-calatrava-desenhos-esculturais/>. Acesso em: 7 mar. 2021.

Aula Magna Miguel Nicolelis na Poli USP, 2017. 1 vídeo (3h). Publicado pelo canal TV Grabois. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=V_Rv8UqpaQ0&ab_channel=TVGrabois. Acesso em: 23 fev. 2021

AZEVEDO, Alline Eduarda Teixeira; CARVALHO, Elizabeth Sales de; BONTEMPO, Sandra Lemos Coelho. **Santiago Calatrava recebe inspiração da arquitetura Gótica para criar suas obras?**. In: III CONGRESSO INTERDISCIPLINAR DE PESQUISA, INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 2018. Cidades inclusivas: tecnologia e governança para o bem comum. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <http://izabelahendrix.edu.br/pesquisa/anais/PginasdeAnais201821.p.22p.62.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

BALDWIN, Eric. **TED Talk: Bjarke Ingels fala sobre construção e vida em marte**. ArchDaily, 25 out. 2019. Tradução: Romulo Baratto. Título original: TED Talk: Bjarke Ingels Explores Living and Building on Mars. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/927078/ted-talk-bjarke-ingels-fala-sobre-construcao-e-vida-em-marte?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 31 mar. 2021.

BRAGA, Cristina. **Tumbérgia Azul – thunbergia grandiflora**. Flores e Folhagens, 2019. Disponível em: <https://www.floresefolhagens.com.br/tumbergia-azul-thunbergia-grandiflora/>. Acesso em: 22 ago 2021.

BRAGA, Maria do Rosário de Assumpção. **Relações entre Arte e Ciência em museus e centros de ciências**. 2004. Dissertação (Mestrado em História das Ciências da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2004. 230 p.

BRASIL. **Código Florestal – Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 14 abril 2021.

BUXTON, Pamela. **Metric handbook: planning and design data**. 6. ed. Amsterdam: Elsevier/Architectural Press, 2018.

C.A.C., S.A. **La Ciutat De Les Arts I Les Ciències**. C.A.C., S.A. Valência, Espanha. Disponível em: <https://www.cac.es/en/home.html>. Acesso em: 07 fev. 2021.

CARLOS, Bayma de. Primeiro encontro Unitins-IFTO de Astronomia e Observação Lunar será nesta quinta-feira, 3. **Unitins**, Palmas, Tocantins. 30 set. 2019. Disponível em: <https://www.unitins.br/nPortal/portal/noticias/details/2570-2019-9-30-primeiro-encontro-unitinsifto-de-astronomia-e-observacao-lunar-sera-nesta-quintafeira-3>. Acesso em: 24 fev. 2021.

CASTOR, Eliabe. **Uma Estação Ciência estacionada no tempo pelo descaso da gestão Cartaxo**. PB Agora. João Pessoa, Paraíba, 18 dez. 2020. Disponível em: <https://www.pbagora.com.br/noticia/paraiba/especial-uma-estacao-ciencia-estacionada-no-tempo-pelo-descaso-da-gestao-cartaxo>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CHAPMAN, Amelia. **What’s the Museum Alliance?** Museum Alliance, JPL-NASA, 25 fev. 2016. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/edu/news/2016/2/25/whats-the-museum-alliance>. Acesso em: 24 fev. 2021.

CIRIACO, Douglas. Parecido, mas não igual: entenda as diferenças entre nerds e geeks. **CanalTech**. [SI]. 25 mai. 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/curiosidades/diferencas-entre-nerd-e-geek-46381/>. Acesso em: 7 fev. 2021.

CONEXÃO Tocantins. Detonautas Rock Club faz multidão cantar na Praia da Graciosa. **Conexão Tocantins**, Palmas. 31 jul. 2017. Disponível em: <https://conexaoto.com.br/2017/07/31/detonatas-rock-club-faz-multidao-cantar-na-praia-da-graciosa>. Acesso em: 18 fev. 2021.

CORPUS EXPERIENCE. **Corpus – Journey through the human body**. [SI]. c2020. Disponível em: <https://corpusexperience.nl/en/#!/school-groups>. Acesso em: 28 fev. 2021.

COSTA, Robson Xavier da. **Análise sintática do espaço expositivo: estudo do layout da estação cabo branco em João Pessoa e sua relação como patrimônio urbano**. In: 19º Encontro da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas “Entre Territórios”. Bahia, 2010. Disponível em: http://www.anpap.org.br/anais/2010/pdf/cpcr/robson_xavier_da_costa.pdf. Acesso em: 24 fev. 2021.

COSTA, Robson Xavier da. **Análise sintática do espaço expositivo: estudo do layout da estação cabo branco em João Pessoa e sua relação como patrimônio urbano**. 2010. In: 19º Encontro da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas – ANPAP. Entre Territórios, Cachoeira, Bahia, 2010.

CREMESP. **Juramento de Hipócrates**. CREMESP – Conselho Regional de Medicina de São Paulo. São Paulo, 20---. Disponível em: <https://www.cremesp.org.br/?siteAcao=Historia&esc=3>. Acesso em: 25 fev. 2021.

CROSS, Di; THOMSON, Simon; SINCLAIR, Alexandra. Clarivate Analytics (org.). **Research in Brazil: a report for capes**. 2017. 73 p. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/17012018-capes-incitesreport-final-pdf>. Acesso em: 07 fev. 2021.

DEBORD, Guy. **Sociedade do espetáculo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1987. 102 p.

DEJTIAR, Fabian. **Clássicos da Arquitetura: Planetário Galileu Galilei / Enrique Jan**. 21 Nov 2016. Tradução: Eduardo Souza. ArchDaily Brasil. Título Original: Clásicos de Arquitectura: Planetario Galileo Galilei / Enrique Jan. ISSN 0719-8906. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/799775/classicos-da-arquitetura-planetario-galileo-galilei-enrique-jan>. Acesso em: 14 mar. 2021.

DEPIERI, Rafael. SANTOS, Andressa Carolina Elvino. COSTA, Odilon Antônio Leme da. **O uso sustentável do *Pinus elliottii* para a fabricação do MLC – Madeira Laminada Colada**. Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI, 2016.

DEZINGRINI, Gustavo. **Vidro como elemento estrutural: análise e dimensionamento de Glass Fin**. Dissertação (Tese de Conclusão de Curso – Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, da Universidade de Passo Fundo (FEAR-UPF), Passo Fundo, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337944076_VIDRO_COMO_ELEMENTO ESTRUTURAL_Analise_e_dimensionamento_de_Glass_Fin. Acesso em: 29 ago. 2021.

DINIZ, João Antônio Valle. **Estruturas geodésicas: estudos retrospectivos e proposta para um espaço de educação ambiental**. 2006. Dissertação (Pós-graduação – Área de Concentração: Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

DOMINGO, Alberto; LÁZARO, Carlos; SERNA, Pedro. **The aesthetic of visible structures**. 2001. In: IABSE Symposium Report, Melbourne, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233589409_The_Aesthetic_of_Visible_Structures. Acesso em: 28 fev. 2021.

DOMSHCKE, Vera Lúcia. **O ensino da arquitetura e a construção da modernidade**. 2007. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Projeto de Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), São Paulo, 2007. 324 p.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Bim handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

ECOTELHADO. **Jardim Vertical: Projetando com Parede Verde e Brise Vegetal**. Ecotelhado - Soluções em Infraestrutura Verde LTDA, 2010. Disponível em: <https://ecotelhado.com/jardim-vertical-projetando-com-parede-verde-e-brise-vegetal/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ELEANNA. **Mori Building Digital Art Museum. Creativity meets physical activity in Odaiba, Tokyo**. Portraits of Elegance. [SI]. 2018. Disponível em: <http://portrel.com/2018/05/24/mori-building-digital-art-museum-creativity-meets-physical-activity-in-odaiba-tokyo>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ENNEAD ARCHITECTS. **Shanghai Astronomy Museum**. New York, 2015. Disponível em: <http://www.ennead.com/work/shanghai-astronomy-museum>. Acesso em: 7 fev. 2021.

G1 TOCANTINS. Tocantinenses têm 17 museus disponíveis para visitação. **G1 Tocantins**. Tocantins, 18 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2019/05/18/tocantinenses-tem-17-museus-disponiveis-para-visitacao-veja-lista.ghtml>. Acesso em: 07 fev. 2021.

GALLAGHER & ASSOCIATES. **The Witte Museum**. Gallagher & Associates. [SI]. 2017. Disponível em: <https://gallagherdesign.com/projects/the-witte-museum>. Acesso em: 28 fev. 2021.

GASPARETTO, Débora Aita. **Arte digital no Brasil e as (re)configurações no sistema da arte**. 2016. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Artes Visuais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Artes, Porto Alegre, 2016. 289 p.

GOVAN, Fiona. Valencia sues Opera House architect as white elephants rot. **The Telegraph**. [SI]. 29 dez. 2013. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/news/10541734/Valencia-sues-opera-house-architect-as-white-elephants-rot.html>. Acesso em: 27 jan. 2021.

IRELAND, Mariama da Costa; CORDEIRO, Aristóteles Lobo de Magalhães. Um projeto de Niemeyer marca o ponto mais oriental das Américas. **Vitruvius**. [SI]. 10 ago. 2009. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/10.111/38>. Acesso em: 7 fev. 2021.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 1961. 3. ed. Tradução: Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. 296 p. Título original: *The death and life of great American cities*. ISBN 978-85-7827-421-4.

JOÃO PESSOA. **Estação Cabo Branco – Ciência Cultura & Artes**. João Pessoa, Paraíba, 20--. Disponível em: <https://joaopessoa.pb.gov.br/estacaocb>. Acesso em: 28 fev. 2021.

JORNAL OPÇÃO. No 27º aniversário, Palmas inaugura o Centro de Convenções Parque do Povo. **Jornal Opção**. Tocantins, 21 maio 2016. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/tocantins/no-27o-aniversario-palmas-inaugura-o-centro-de-convencoes-parque-do-povo-66605/>. Acesso em: 24 fev. 2021.

JÚNIOR, Joabson Santos Nóbrega. **A Problemática do Processo Erosivo da Falésia do Cabo Branco – PB**. 2016. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso – Área de Concentração: Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 2016. 51 p.

KIYOMURA, Leila. União de arte e ciência é essencial para o saber, dizem pesquisadores. **Jornal da USP**. Universidade de São Paulo. 26 jul. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/cultura/uniao-de-arte-e-ciencia-e-essencial-para-o-saber-dizem-pesquisadores/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

LANGDON, David. **Clássicos da Arquitetura: Biosfera de Montreal / Buckminster Fuller**. ArchDaily, 26 set. 2016. ArchDaily Brasil. Tradução: Eduardo Souza. Título original: AD Classics: Montreal Biosphere / Buckminster Fuller. 2016. ISSN 0719-8906. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/796023/classicos-da-arquitetura-biosfera-de-montreal-buckminster-fuller>. Acesso em: 31 mar. 2021.

LIMA, Aldenes. Tocantins terá museu de ciência e tecnologia nos próximos anos. **Secretaria da Comunicação**, Palmas, Tocantins. 23 fev. 2012. Disponível em: <https://secom.to.gov.br/noticias/tocantins-tera-museu-de-ciencia-e-tecnologia-nos-proximos-anos-64478/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

LOCKE, W. **Buckminsterfullerene**. Sussex Fullerene Group. Tradução: Paula B. M. De Andrade. [SI], 13 out. 1996. Disponível em: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/buckyball/c60a.htm>. Acesso em: 31 mar. 2021.

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. Tradução: Maria Cristina Tavares Afonso. Lisboa: Edições 70, LDA, 1960. 193 p. Título original: The image of the city. ISBN 972-44-0379-3.

MANDLEBAUM, Ryan F. **The Making of 'Pillars of Creation, One of the Most Amazing Images of Our Universe**. Pretty Scientific. Gizmodo. [SI]. 4 mai. 2018. Disponível em: <https://gizmodo.com/the-making-of-pillars-of-creation-one-of-the-most-amaz-1824297867>. Acesso em: 26 fev. 2021.

MANTURI. **Laje pré-moldada com EPS: saiba como ela é e seus benefícios**. Manturi Pré-Fabricados, 2020. Disponível em: <https://www.manturi.com.br/laje-pre-moldada-com-eps/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

MARANDINO et al. **A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz?** In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - ENPEC, 2004, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC, 2004. Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/estrutura/geenf/public.htm#art>. Acesso em: 7 mar. 2021.

MARANDINO, M. (org.). **Educação em Museus: a mediação em foco**. 1. ed. São Paulo: Geenf / FEUSP, 2008, v. 1. 48 p.

MARANDINO, M. **A Pesquisa Educacional e a Produção de Saberes nos Museus de Ciências**. História, Ciência e Saúde - Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 12, p. 161-181, 2005.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos urbanos**. – Porto Alegre: L, Mascaró, 2003.

MASSABKI, Paulo Henrique Bernardelli. **Centros e museus de ciência e tecnologia**. 2011. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração: História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), São Paulo, 2011. 274 p.

METALRIO. **Estrutura metálica: peças soldadas ou aparafusadas?** Metalrio Estruturas Metálicas, 2018. Disponível em: <https://metalrio.com.br/2019/06/estrutura-metalica-pecas-soldadas-ou-aparafusadas>. Acesso em: 18 ago. 2021.

MUSCHAMP, Herbert. **Review/ Architecture; Public Projects That Help the Public in Its Way.** The New York Times: New York. p. 26, abril de 1993. Disponível em: <https://www.nytimes.com/1993/04/09/arts/review-architecture-public-projects-that-help-the-public-on-its-way.html>. Acesso em: 26 fev. 2021.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura.** 5. ed. Tradução: Benelisa Franco. São Paulo: Gustavo Gili, 1998. 431 p.

NEVES, Laert Pedreira. **Adoção do partido na arquitetura.** 1989. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1989. 206 p.

One Collective Breath: Janet Cardiff's 'The Forty Part Motet', 2015. Publicado pelo canal KQED Arts. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rZXBia5kuqY&ab_channel=KQEDArts. Acesso em: 15 mar. 2021.

PALMAS. **Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018.** Plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO. Palmas, Tocantins, 2018. Disponível em: <https://legislativo.palmas.to.gov.br/media/leis/lei-complementar-400-2018-04-02-11-1-2019-18-10-50.pdf>. Acesso 16 mar. de 2021.

PALMAS. **Plano de Arborização Urbana de Palmas.** Palmas, Tocantins, 2016.

PALMAS. Lei nº 45, de 1990. **Código Municipal de Obras.** Alteração dada pela Lei Complementar nº 372, de 2 de maio de 2017. Palmas, Tocantins, 2017.

PEREIRA, Matheus. **Como funcionam as vigas vagoão, que permitem grandes vãos e peças elegantes.** ArchDaily Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/905240/como-funcionam-as-vigas-vagao-que-permitem-grandes-vaos-e-pecas-elegantes>. ISSN 0719-8906. Acesso em: 18 ago. 2021.

PEREIRA, Matheus. **Estruturas geodésicas: como funcionam e onde podem ser aplicadas.** ArchDaily Brasil, 12 fev. 2021. ISSN 0719-8906. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/904613/como-funcionam-as-estruturas-geodesicas>. Acesso em: 31 mar. 2021.

PLAIT, Phil. **Science IS Imagination.** Bad Astronomy, Discover Magazine, 6 abr. 2009. Disponível em: <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/science-is-imagination>. Acesso em: 24 fev. 2021.

POWERHOUSE COMPANY. **Loop of wisdom museum: an informal icon.** [SI]. 2020. Disponível em: <https://www.powerhouse-company.com/loop-of-wisdom>. Acesso em: 28 fev. 2021.

REBELLO, Yopanan. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura.** São Paulo: Zigurate Editora, 2000. ISBN: 85-85570-03-2.

REZENDE, Wagner de Souza; ALVIM, Angélica A. T. Benatti; CASTRO, Luiz Guilherme Rivera de Castro. **Urbanidade na cidade informal: uma abordagem operativa.** Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie (PPGAU/FAU-Mackenzie). 20 p. *In: Anais XVIII ENAPUR, Natal, RN, 2019.* ISSN: 1984-8781.

SAGAN, Carl. **Contato.** 1985. Tradução: Donaldson m. Garschagen. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 316 p. Título original: Contact.

SAGAN, Carl. **Cosmos.** Tradução: Angela do Nascimento Machado. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980. 364 p.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro.** 1995. 1. ed. Tradução: Rosaura Eichemberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006. 509 p. Título original: The demon-haunted world. ISBN 978-85-359-0834-3.

SAGAN, Carl. Why we need to understand science. *In: Satanic Cult Claims*. Skeptical Inquirer. v. 14, n. 3. p. 263-269, 1990. Disponível em: <https://skepticalinquirer.org/1990/04/why-we-need-to-understand-science>. Acesso em: 28 jan. 2021.

SANTIAGO, France. Estado vai concluir este ano projeto para criação do museu de ciência e tecnologia. **Secretaria da Comunicação**, Palmas, Tocantins. 23 fev. 2012. Disponível em: <https://secom.to.gov.br/noticias/estado-vai-concluir-este-ano-projeto-para-criacao-do-museu-de-ciencia-e-tecnologia-64473/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SANTOS, Altair. **Lajes com EPS são seguras, mas precisam ser bem construídas**. Cimento Itambé. 2018. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/lajes-com-eps-sao-seguras-mas-precisam-ser-bem-construidas/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SAVI, Adriane Cordon. **Telhados Verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba**. Dissertação (Pós-Graduação – Área de Concentração: Ambiente Construído) – Universidade federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2015.

SCHMITZHAUS, Felipe. **Você sabe o que é um perfil CS, VS e CVS?** Tema Espetacular LTDA, 2015. Disponível em: <http://felipeschmitzhaus.blogspot.com/2015/04/voce-sabe-o-que-e-um-perfil-cs-vs-e-cvs.html>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SESI-FIESP. **Galeria de arte digital**. SESI-SP, Centro Cultural FIESP. [SI]. 20---. Disponível em: <http://centroculturalfiesp.com.br/evento/galeria-de-arte-digital>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SIDONE, Otávio José Guerci; HADDAD, Eduardo Amaral; MENA-CHALCO, Jesús Pascual. **A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica**. Campinas: TransInformação, v. 28, n. 1, p. 15-32, abr. 2016. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-37862016000100015&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 7 fev. 2021.

SILVA, Elvan. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. – 2. Ed. rev. Amp. – Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 1998.

SILVA, Raul Mendes. **Museu de artes e ciências - instituto cultural Robert Paul Yassanye**. Rumo Certo. [SI]. 20---. Disponível em: http://brasilartesenciclopedias.com.br/tablet/museus/to_aparecida_do_rio_negro.php#top. Acesso em: 07 fev. 2021.

SILVA, Vinícius Carvalho da. O céu de Ícaro não tem mais poesia do que o de Galileu: a beleza da ciência sob o luar do sertão. **Balbúrdia**. [SI]. PIEC-USP, 27 mai. 2020. Disponível em: <https://sites.usp.br/revistabalburdia/o-ceu-de-icaro-nao-tem-mais-poesia-do-que-o-de-galileu-a-beleza-da-ciencia-sob-o-luar-do-sertao/>. Acesso em: 24 fev. 2021.

SOUZA, Bruno. HENRIQUE, Felipe. **Sistemas Estruturais – Viga Vagão**. Grandes Vãos. Universidade Anhembi Morumbi, 2014. Disponível em: <http://grandes-vaos-n6a.blogspot.com/2014/05/sistemas-estruturais-viga-vagao-bruno.html>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SOVERAL, Farbrício. Museu da Unitins lança projeto para levar conhecimento sobre zoologia às escolas de Porto Nacional. **Unitins**. [SI]. 19 set. 2016. Disponível em: <https://www.unitins.br/nPortal/pesquisa/noticias/details/633-2016-9-16-museu-da-unitins-lanca-projeto-para-levar-conhecimento-sobre-zoologia-as-escolas-de-porto-nacional>. Acesso em: 07 fev. 2021.

TEAMLAB. **MORI Building DIGITAL ART MUSEUM teamLab Borderless**. Tóquio, 2017. Disponível em: <https://borderless.teamlab.art/pt>. Acesso em: 15 mar. 2021.

TOLA, Ani. VOKSHI, Armand. **Santiago Calatrava, City of Arts and Science: The Similarity of the Elements**. Polytechnic University of Tirana, Faculty of Architecture and Urbanism. Tirana, Albania, 2013. 16 p. *In: 2nd Annual International Conference on Business, Technology and Innovation*. Durres, Albania, 2013. Volume: Chapter: Architecture, Spatial Planning and Civil Engineering. ISBN: 978-

9951-437-23-3. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/298748789_Santiago_Calatrava_City_of_Arts_and_Science_The_Similarity_of_the_Elements. Acesso em: 07 fev. 2021.

UFT. **Centro de Pesquisa Canguçu - Localização.** [SI]. UFT, 201-. Disponível em:
<<https://ww2.uft.edu.br/index.php/cangucu/localizacao>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

VIEIRA, Kássia Costa; VELASQUES, Ana Beatriz Araújo; BESSA, Kelly Cristine Fernandes de Oliveira. **As contradições entre o valor de uso e o valor de troca da terra urbana:** o Projeto Orla em Palmas, TO. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 41, v. 4, p. 04-32, jul./dez. 2019. ISSN: 2176-5774.

VIVADECOR. **Laje de Isopor: Confira como Funciona e as Vantagens para Seu Projeto.** Arquitetura, 2020. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/laje-de-isopor/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Laje nervurada: conheça os cuidados com a execução.** Votorantim Cimentos, 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/laje-nervurada/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

WILCOX, JoAnn Hindmarsh; HAAPALA, Kurt. **Why Architects Must Rethink Restroom Design in Schools.** Metropolis Magazine, 2016. Disponível em:
<https://www.metropolismag.com/architecture/educational-architecture/why-architects-must-rethink-restroom-design-in-schools/>. Acesso em: 2 jun. 2021.