



**POÉTICA DA NARRATIVA TECTÔNICA EM PROJETOS
QUE UTILIZAM O BAMBU COMO ELEMENTO
ESTRUTURAL DO OBJETO EDIFICADO**

João Victor da Silva Santos

João Pessoa - PB, novembro de 2024

Imagem de Capa: The ARC - IBUKU.

Fotografia: Tommaso Riva. Editado pelo Autor, 2024.

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

João Victor da Silva Santos

**POÉTICA DA NARRATIVA TECTÔNICA EM PROJETOS QUE UTILIZAM O BAMBU
COMO ELEMENTO ESTRUTURAL DO OBJETO EDIFICADO**

João Pessoa - PB, novembro de 2024

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

Área de concentração:

Arquitetura e Cidade - Processo e Produto

Linha de pesquisa:

Projeto do Edifício e da Cidade

Orientadora:

Dr^a. Germana Costa Rocha

João Pessoa - PB, novembro de 2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237p Santos, João Victor da Silva.

Poética da narrativa tectônica em projetos que utilizam o bambu como elemento estrutural do objeto edificado / João Victor da Silva Santos. - João Pessoa, 2024.

178 f. : il.

Orientação: Germana Costa Rocha.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Arquitetura - Bambu. 2. Tectônica do projeto. 3. Expressividade arquitetônica. 4. Cultura construtiva. 5. Bambu estrutural. I. Rocha, Germana Costa. II. Título.

UFPB/BC

CDU 72(043)

João Victor da Silva Santos

**POÉTICA DA NARRATIVA TECTÔNICA EM PROJETOS QUE UTILIZAM O BAMBU
COMO ELEMENTO ESTRUTURAL DO OBJETO EDIFICADO**

Documento assinado digitalmente

gov.br GERMANA COSTA ROCHA
Data: 14/01/2025 21:18:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente

gov.br NORMANDO PERAZZO BARBOSA
Data: 16/01/2025 08:34:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Normando Perazzo Barbosa
(Examinador Externo – PPGECAU/UFPB)

João Victor da Silva Santos

Prof. Dr. Jaime Gonçalves de Almeida
(Examinador Externo – PPG/FAU/UnB)

Documento assinado digitalmente

gov.br JOAO VICTOR DA SILVA SANTOS
Data: 20/12/2024 07:24:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

João Victor da Silva Santos
(Discente)

Trabalho de dissertação aprovado em 26 de novembro de 2024 – João Pessoa/PB

“ Antes de transformar um suporte em uma coluna, uma cobertura em um tímpano, antes de pôr pedra sobre pedra, o homem colocou uma pedra no solo para reconhecer um terreno no meio de um universo desconhecido, a fim de dar-se conta dele e modificá-lo.

GREGOTTI, 1983 *apud* FRAMPTON, 2013 [1990], p. 565.

Agradeço aos meus pais, Vera Lúcia e Aderaldo Alves, que sempre se dedicaram à minha educação e, desde que não me falha a memória, rotineiramente me incentivam e apoiam minhas decisões. Sou grato por todos os ensinamentos, suporte, companheirismo e relação de amizade que construímos. Amo vocês!

Aos amigos que me acompanham.

À minha orientadora, Germana Rocha, por todo o auxílio no meu crescimento. Meus sinceros agradecimentos.

Ao escritório IBUKU e à arquiteta Helena Ruelle, por disponibilizarem os materiais gráficos e as informações dos projetos aqui analisados.

Resumo

Esta dissertação tem como objetivo analisar a tectônica de projetos arquitetônicos que utilizam o bambu como elemento estrutural, tendo como recorte exemplares produzidos na Indonésia e no Brasil entre 2013 e 2023: Ananda House (2015) e The Arc (2021) - IBUKU; Refúgio das Borboletas (2023) - Helena Ruelle. A justifica desta pesquisa se fundamenta no aporte da análise tectônica referente às propostas arquitetônicas que exploram o potencial expressivo do bambu como suporte das cargas do objeto intencionado na concepção formal, visando colaborar com futuras produções arquitetônicas que enxergam o potencial desse material não-convencional e se conscientizam sobre o agravante cenário das mudanças climáticas, decorrente da exacerbada exploração dos recursos naturais - finitos - do planeta. Para o alcance do objetivo, o procedimento metodológico parte da revisão bibliográfica, seguido da seleção dos projetos, coleta de dados e aplicação dos parâmetros analíticos da tectônica, nos quais importa discernir as relações do sítio, estrutura resistente e elementos de vedação para com o resultado estético-formal da arquitetura. Nesse sentido, os resultados observados inferem que a narrativa tectônica dos projetos arquitetônicos que propõem o bambu estrutural se expressa mais fortemente por meio da versatilidade no uso da gramínea, assim como por seus detalhes técnicos necessários às junções dos elementos da estrutura formal arquitetônica, e por firmar um processo de concepção consonante às características da cultura construtiva da matéria-prima.

Palavras-chave: Tectônica do projeto; Expressividade arquitetônica; Cultura construtiva; Bambu estrutural.

Abstract

This dissertation aims to analyze the tectonics of architectural designs that use bamboo as a structural element, taking as a cut examples produced in Indonesia and Brazil between 2013 and 2023: Ananda House (2015) and The Arc (2021) - IBUKU; Refúgio das Borboletas (2023) - Helena Ruelle. The justification for this research is based on the contribution of the tectonic analysis regarding the architectural proposals that explore the expressive potential of bamboo as a support for the loads of the object intended in the formal design, aiming to collaborate with future architectural productions that see the potential of this unconventional material and become aware of the aggravating scenario of climate change, resulting from the exacerbated exploitation of the planet's natural - finite - resources. To achieve the objective, the methodological procedure starts from the bibliographical review, followed by the selection of designs, data collection and application of tectonic analytical parameters, in which it's important to discern the relationships of the site, resistant structure and sealing elements to the aesthetic-formal result architecture. In this sense, the observed results infer that the tectonic narrative of architectural projects that propose structural bamboo is expressed more strongly through the versatility in the use of grass, as well as through its technical details necessary for the joints of the elements of the formal architectural structure, and by establish a design process in line with the characteristics of the raw material's constructive culture.

Key words: Design tectonics; Architectural expressiveness; Construction culture; Structural bamboo.

Lista de Figuras

Figura 01 - Edificações dos projetos objetos de análise.....	28
Figura 02 - Faixa de distribuição do bambu.....	37
Figura 03 - Morfologia do bambu.....	38
Figura 04 - Rizoma alastrante (leptomorfo).....	39
Figura 05 - Rizoma entouceirante (paquimorfo).....	39
Figura 06 - Presença do amido no parênquima.....	40
Figura 07 - Croquis das explorações formais de Simón Vélez.....	42
Figura 08 - Catedral de Cartagena, 2009, Simón Vélez.....	43
Figura 09 - Anfiteatro Prof. Junito Brandão - PUC-Rio, 2014, BAMBUTEC.....	45
Figura 10 - Centro Max Feffer Cultura e Sustentabilidade, 2008, Amima Arquitetura.....	46
Figura 11 - Centro Turístico em Bambu, 2004, Ebiobambu...	47
Figura 12 - Corte chanfrado, bico de flauta e boca de peixe..	48
Figura 13 - Grupo das conexões.....	49
Figura 14 - Croqui do processo de concepção do Son La Restaurant, 2014, Vo Trong Nghia Architects.....	50
Figura 15 - Son La Restaurant, 2014, Vo Trong Nghia Architects.....	51
Figura 16 - Residência de Bambu Energeticamente Eficiente, 2016, Studio Cardenas Conscious Design.....	52
Figura 17 - Detalhe do processo construtivo dos pilares da Residência de Bambu Energeticamente Eficiente, 2016, Studio Cardenas Conscious Design.....	53
Figura 18 - Representação das escalas da cultura construtiva.....	54
Figura 19 - Cabana Caribenha.....	59
Figura 20 - Representação das quatro técnicas artísticas tradicionais de acordo com Semper.....	60
Figura 21 - Croquis da relação Embasamento / Cobertura..	70
Figura 22 - Exemplo do requisito estrutural necessário ao alcance do vão intencionado. Vedana Restaurant, 2020, Võ Trọng Nghĩa Architects.....	73
Figura 23 - Wolf House (1926), Mies Van der Rohe.....	75
Figura 24 - Hermann Lange House (1928), Mies Van der Rohe.....	75

Figura 25 - Parâmetros analíticos da tectônica (ROCHA, 2012).....	76
Figura 26 - Ananda House, 2015.....	80
Figura 27 - Pontos cardeais do <i>Nawa Sanga</i>	82
Figura 28 - Casa balinesa tradicional.....	83
Figura 29 - Registro do processo construtivo da casa balinesa tradicional.....	83
Figura 30 - Implantação Ananda House.....	85
Figura 31 - Pórtico de acesso e delimitação do lote.....	86
Figura 32 - Expressão da proposta arquitetônica decorrente da implantação.....	86
Figura 33 - Integração arquitetura e entorno.....	86
Figura 34 - Expressão das circulações entre os volumes arquitetônicos.....	87
Figura 35 - Plantas baixas do volume principal.....	88
Figura 36 - Corte longitudinal do volume principal.....	89
Figura 37 - Esquema da circulação do volume principal.....	89
Figura 38 - Plantas baixas do volume de visitas e do volume de estar.....	90
Figura 39 - Corte longitudinal do volume de visitas e do volume de estar.....	91
Figura 40 - Esquema da circulação do volume de visitas e do volume de estar.....	91
Figura 41 - Estrutura formal arquitetônica.....	92
Figura 42 - Redesenho da transição entre o sítio e a estrutura formal.....	93
Figura 43 - Conexão entre a área de estar e o deck de madeira da piscina.....	94
Figura 44 - Expressão da ruptura material (madeira e pedra) no patamar da piscina.....	94
Figura 45 - Cascata da piscina.....	95
Figura 46 - Expressão da verdade estrutural.....	95
Figura 47 - Redesenho do princípio estrutural como definidor do espaço.....	96
Figura 48 - Redesenho dos pilares-árvores.....	97
Figura 49 - Redesenho da 1º camada da estrutura da coberta.....	98
Figura 50 - Redesenho da 2º camada da estrutura da coberta.....	98
Figura 51 - Redesenho da 3º camada da estrutura da coberta.....	98
Figura 52 - Tipologias residenciais da Indonésia.....	99

Figura 53 - Redesenho do beiral da cobertura.....	100	Figura 69 - Redesenho da base escalonada.....	112
Figura 54 - Redesenho dos pilares em relação ao piso.....	101	Figura 70 - Redesenho da base cônica.....	112
Figura 55 - Redesenho do escalonamento da estrutura....	101	Figura 71 - Execução da conexão entre os arcos e a base.....	113
Figura 56 - Redesenho da estrutura da laje.....	101	Figura 72 - Redesenho do detalhe da conexão entre os arcos e a base.....	113
Figura 57 - Piso dos pavimentos.....	102	Figura 73 - Cortes AA e CC The ARC.....	115
Figura 58 - Dicotomia entre os elementos de vedação opaco e translúcido.....	103	Figura 74 - Croqui da conexão entre os colmos dos arcos.....	116
Figura 59 - Esquadria em caixilho de bambu e lâmina de vidro.....	103	Figura 75 - Ações que atuam no arco.....	116
Figura 60 - Expressão do guarda-corpo em Alma do bambu.....	104	Figura 76 - Processo construtivo da conexão de travamento do arco.....	117
Figura 61 - Painel de tramas em ripas de bambu.....	105	Figura 77 - Croqui dos cortes para angulação do colmo..	117
Figura 62 - Marcação do wc externo do volume principal.....	105	Figura 78 - Maquetes de estudo do IBUKU.....	118
Figura 63 - Redesenho da vedação em pedra do wc externo.....	105	Figura 79 - Croqui do IBUKU sobre o processo das conexões.....	119
Figura 64 - Forro em esterilha de bambu.....	106	Figura 80 - O uso da maquete como instrumento de auxílio no canteiro de obra.....	120
Figura 65 - Coberta em esterilha de bambu.....	106	Figura 81 - Croqui do posicionamento da treliça.....	121
Figura 66 - The ARC, 2021.....	108	Figura 82 - Expressão da treliça no objeto edificado.....	121
Figura 67 - Implantação The ARC.....	109	Figura 83 - Beiral Norte.....	122
Figura 68 - Planta baixa The ARC.....	111		

Figura 84 - Protótipo com vista lateral dos beirais da fachada posterior.....	122
Figura 85 - Perspectivas do protótipo da fachada posterior.....	123
Figura 86 - Beiral Sul.....	124
Figura 87 - Protótipo com vista lateral dos beirais da fachada frontal.....	124
Figura 88 - Protótipo com perspectivas dos beirais da fachada frontal.....	125
Figura 89 - Modelo para teste estrutural das <i>gridshells</i>	126
Figura 90 - Estética estrutural das <i>gridshells</i>	127
Figura 91 - Linha de bifurcação da <i>gridshell</i>	127
Figura 92 - Fachada Leste.....	128
Figura 93 - Volume interno em trama de bambu.....	129
Figura 94 - Fachada Sul.....	130
Figura 95 - Forro em esterilhas de bambu na cobertura das <i>gridshells</i>	131
Figura 96 - Invólucro arquitetônico.....	132
Figura 97 - Detalhe construtivo do invólucro arquitetônico.....	133
Figura 98 - Coberta em esterilha de bambu.....	134
Figura 99 - Refúgio das Borboletas, 2022.....	136
Figura 100 - Delimitação do Cerrado e bacias hidrográficas.....	137
Figura 101 - Delimitação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.....	139
Figura 102 - Gleba de implantação do Refúgio das Borboletas.....	141
Figura 103 - Helena Ruelle, 2023. Editado pelo Autor, 2024.....	142
Figura 104 - Locação e níveis do embasamento.....	142
Figura 105 - Processo construtivo do radier de embasamento.....	143
Figura 106 - Fachadas Norte e Sul.....	144
Figura 107 - Detalhe estrutural da circulação externa das Fachadas Norte e Sul.....	145
Figura 108 - Croqui da estrutura do deck em comparação ao nível do solo.....	145
Figura 109 - Redesenho da conexão do pilar na base.....	145
Figura 110 - Posicionamento dos pilares.....	146
Figura 111 - Processo de confecção do corte boca de peixe.....	147

Figura 112 - Protótipo (em corte) da conexão metálica entre as vigas de travamento e os pilares.....	147
Figura 113 - Corte Boca de Peixe no topo do pilar.....	148
Figura 114 - Viga dupla inclinada apoiada no pilar.....	148
Figura 115 - Caibros da espécie <i>Phyllostachys Bambusoides</i>	149
Figura 116 - Croqui da conexão entre o caibro e o vigamento da cobertura.....	149
Figura 117 - Croqui dos beirais.....	150
Figura 118 - Processo de confecção do corte bico de flauta.....	150
Figura 119 - Perspectivas da estrutura com cobertura verde.....	151
Figura 120 - Planta Estrutural de Coberta.....	152
Figura 121 - Fechamento do piso.....	153
Figura 122 - Revestimentos do fechamento do piso.....	154
Figura 123 - Detalhe da laje verde do jardim interno.....	154
Figura 124 - Processo de confecção do tijolo de adobe.....	155
Figura 125 - Redesenho do detalhe da conexão entre o tijolo de adobe e os pilares de bambu.....	155

Figura 126 - Esquadrias de vidro na marcação dos cheios e vazios das fachadas (Elevações 01, 03 e 04).....	156
Figura 127 - Detalhe do forro em madeira de pinus.....	157
Figura 128 - Estética do forro em madeira de pinus.....	158
Figura 129 - Marcação do coroamento do artefato.....	159
Figura 130 - Recursos energéticos renováveis presentes na cobertura.....	160



SUMÁRIO



Ananda House - IBUKU.

Fotografia: Stephen Johnson.

Editado pelo Autor, 2024.

Introdução	22
CAPÍTULO I	
1. Bambu: O aço verde	35
CAPÍTULO II	
2. Tectônica: Fundamentação teórica e Parâmetros analíticos	57
2.1. Tectônica e arquitetura	57
2.2. Parâmetros analíticos	68
2.2.1. Relação sítio Estrutura formal arquitetônica	68
2.2.2. Relação sistema portante Estrutura formal arquitetônica	71
2.2.3. Relação elementos de vedação Estrutura formal arquitetônica	74
CAPÍTULO III	
3. Análise do caráter tectônico	79
3.1. Ananda House	80
3.2. The ARC	108
3.3. Refúgio das Borboletas	136
Considerações finais	162
Referências bibliográficas	168



INTRODUÇÃO

The ARC - IBUKU.

Fotografia: Tommaso Riva.
Editado pelo Autor, 2024.

Esta dissertação trata do caráter expresso pelos nexos da tectônica em projetos que empregam o bambu – gramínea da subfamília *Bambusoideae* – à arquitetura, trazendo por objeto projetos desenvolvidos pelo escritório IBUKU e Helena Ruelle, considerados em um recorte temporal de 2013 a 2023.

Os termos que apoiam a fundamentação teórica, aqui apresentada, partem da noção poética e da narrativa tectônica que permeiam os projetos arquitetônicos.

A poética, em apreciação no Dicio¹, se trata de um “Conjunto de recursos expressivos, especialmente quanto à técnica do verso, de um escritor, de uma época”, de forma que essa – aqui, em consonância com a arquitetura – é interpretada como recurso de expressão oriundo da concepção projetual, da qual emerge a narrativa, pois em uma “analogia conceitual, pode-se definir a arquitetura como um sistema em que existe uma ‘arquitetura total’, o enredo, e uma arquitetura dos detalhes, a narrativa” (FRASCARI, 2013 [1983], p. 543).

Referente à tectônica – originária do termo grego *Tekton* que tem por significado a palavra Carpinteiro – dada às contribuições teóricas mais recentes, especificamente as propostas por Kenneth Frampton², o conceito passou a ser

1 Dicionário Online de Português (2024).

evidenciado por meio das soluções estético-formais que compõem o todo arquitetônico, enfatizando a razão construtiva necessária ao alcance do potencial expressivo ao notar-se que a “arquitetura possui um caráter quintessencialmente tectônico, através do qual parte de sua expressividade intrínseca é inseparável da maneira precisa de sua construção”³ (FRAMPTON, 1999, p.23).

Desse modo, a tectônica se mostra como uma das condições próprias da arquitetura, estabelecida no íterim do processo de concepção projetual, então, “decorrente das interações entre os princípios estético-formais e simbólicos - intencionais e desejados - e os recursos materiais e técnicos requeridos e utilizados para seu alcance” (ROCHA, 2012, p. 26).

Assim, essa dimensão traz consigo fundamentos que declaram as técnicas e as tornam em elementos de expressão, afirmando não apenas a relevância do projeto, mas também enaltecendo o valor do objeto edificado pois “não há concepção sem técnica, nem projeto sem matéria” (PIÑÓN, 2006, p.126).

2 Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture (1995).

3 Traduzido do texto original: “Architecture has a quintessentially tectonic character whereby part of its intrinsic expressivity is inseparable from the precise manner of its construction.” (FRAMPTON, 1999, p.23).

Portanto, a poética da narrativa tectônica é entendida como o recurso de expressão dos detalhes arquitetônicos da dimensão quintessencial, esse, aqui observado em projetos que utilizam o bambu como elemento estrutural do objeto edificado.

Com relação a utilização do bambu como matéria da forma arquitetônica, salienta-se que a gramínea tem se destacado como recurso de projeto entre arquitetos, engenheiros e pesquisadores que cientificamente a intitula de “aço verde”, título que decorre de sua capacidade físico-mecânica ao notar-se que a matéria-prima “apresenta uma resistência à tração x peso específico 2,77 vezes maior que a do aço” (MURAD *et al*, 2007, p. 22).

Ademais, Segundo López (1981) e Pereira (2012), o bambu desenvolve sua resistência mecânica em consonância com a idade e, a depender da espécie, é eficaz ao emprego estrutural entre os 3 e 5 anos, o que reforça seu caráter como matéria sustentável e pertinente à ressignificação contemporânea da expressividade estrutural de edifícios ecoeficientes.

Assim, é possível afirmar que a gramínea detém ampla versatilidade, fator que favorece sua eficácia ao emprego dos mais diversos sistemas estruturais, fomentando edificações de geometrias simples e complexas que unificam a

materialidade expressiva do bambu, a qualidade formal e a sustentabilidade, firmando um fazer arquitetônico com consciência construtiva que corrobora para o desenvolvimento de projetos em seus mais múltiplos usos.

A importância da construção para a arquitetura é tanta que se poderia afirmar que não há concepção sem consciência construtiva. A construção é um instrumento fundamental para conceber, não apenas uma técnica para resolver problemas. É essa consciência que separa a verdadeira arquitetura da pura geometria e das tendências que preferem abstrair a realidade física dos artefatos que projetam (Mahfuz, 2004, p. 05).

No tocante ao teor ambiental, por tratar-se de uma gramínea tipo C4, o bambu possui “a capacidade de reduzir significativamente a fotorrespiração por um mecanismo adicional extremamente eficaz para a fixação de CO₂”⁴ (MOHR e SCHOPFER, 1995, p. 245), incorporando o gás absorvido à sua biomassa no período de crescimento, possuindo eficácia na captura do carbono presente na atmosfera, fator que infere sua importância para com o clima frente à veemente problemática das mudanças climáticas que ameaça a atualidade e suas projeções futuras, fragilizando as vivências e dinâmicas socioculturais globais.

4 Traduzido do texto original: “the ability to reduce greatly photorespiration by an additional extremely effective mechanism for CO₂ fixation” (MOHR e SCHOPFER, 1995, p. 245).

Podemos mensurar que se uma plantação de bambu produz em média 50 toneladas de bambu por hectare em um ano, e sua composição possui 44% de carbono, então um hectare de bambu retém em média 22 toneladas de carbono por hectare por ano (AYRES *et al*, 2012, p. 08).

Alinhado à referida problemática climática, se pontua a relevância do discernimento sobre a tectônica de materiais não-convencionais aplicados ao objeto arquitetônico, principalmente aqueles com baixa emissão de CO₂, em prol da mitigação do poluente na atmosfera, sendo pertinente a menção do bambu como matéria de grande potencial ao emprego e firmamento das características citadas, já que o mesmo possui fundamentadas aptidões que o respaldam como determinante em estratégias projetuais de baixo impacto ambiental ao minimizar a pegada de carbono do objeto edificado.

Nesse sentido, alguns profissionais se empenham em desenvolver uma arquitetura responsável com o contexto ao qual se insere, sóbria à sua responsabilidade ambiental, assim como a sua fundamentação tectônica, esta, em prol de propostas arquitetônicas detentoras de expressividade.

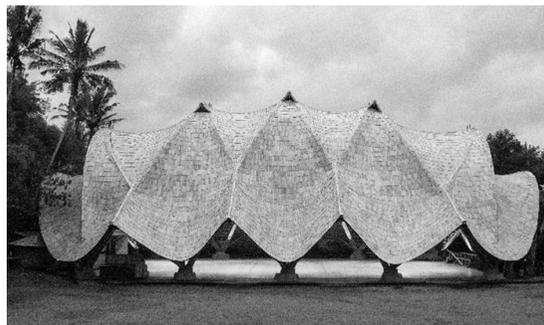
Diante do exposto, segue a questão que permeia a construção desta pesquisa:
Quais aspectos o caráter tectônico revela em projetos arquitetônicos desenvolvidos ao considerar o bambu como elemento estrutural do objeto edificado?

É com essa indagação, que o **objetivo geral** desta pesquisa se estabelece por analisar a poética da narrativa tectônica em projetos arquitetônicos que utilizam o bambu como elemento estrutural. Assim, o **objeto** se constitui por projetos do escritório IBUKU (Ananda House - 2015, The Arc - 2021) e da arquiteta Helena Ruelle (Refúgio das Borboletas - 2023) [Figura 01], selecionados conforme os critérios descritos no procedimento metodológico. Então, se busca investigar a dimensão tectônica – inferindo os aspectos da cultura técnica, assim como os simbólicos e expressivos, tendo como recorte espacial e temporal, respectivamente, projetos desenvolvidos na Indonésia e no Brasil de 2013 a 2023.

Para tal, foram estabelecidos os seguintes **objetivos específicos**: I - Perscrutar as características do bambu em prol de sua utilização como elemento estrutural; II - Analisar as soluções técnico-construtivas empregadas nos projetos selecionados; III - Compreender e aplicar as singularidades da análise tectônica.



Ananda House



The ARC



Refúgio das Borboletas

Figura 01 - Edificações dos projetos objetos de análise.

Fonte: Respectivamente, IBUKU (Fotografia: Stephen Johnson); IBUKU (Fotografia: Tommaso Riva); Helena Ruelle - 2023.

Portanto, a **justificativa** desta pesquisa se dá pelo aporte da análise tectônica referente às propostas arquitetônicas que exploram o potencial expressivo do bambu como suporte das cargas do objeto intencionado na concepção formal, visando ampliar o conhecimento do autor e colaborar com o incentivo ao uso dessa gramínea na arquitetura – por meio de projetos arquitetônicos que exploram o potencial de materiais não-convencionais, como o bambu, detentor de fortes indícios de sua positiva contribuição ao âmbito da arquitetura e da construção civil – assim como à conhecimentos que se conscientizam sobre o agravante cenário das mudanças climáticas, decorrente da exacerbada exploração dos recursos naturais, finitos, do planeta e da excessiva emissão de gases poluentes em acúmulo na atmosfera, gerada pela produção industrial de materiais destinados às construções edilícias, como o aço, cimento e plástico.

Referente aos procedimentos e as técnicas aplicadas, esta pesquisa trata de um estudo de caso, já que “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002, p. 54).

Um estudo de caso [...] Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade próprias. É uma investigação que [...] se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. (FONSECA, 2002, p. 33)

Para o alcance dos objetivos desta pesquisa, o procedimento metodológico se dá por meio de quatro etapas:

I - Revisão bibliográfica: Intrínseca e condicionada a seguir os aspectos da problemática e da construção do referencial teórico, sendo estudados os principais autores, a nível nacional e internacional, referentes ao caráter tectônico da arquitetura e a aplicação do bambu como elemento portante;

II - Critérios de seleção e Definição dos projetos: Estabelecimento dos critérios e seleção dos projetos aqui analisados, sendo a princípio:

a) Projetos estruturados por bambu e produzidos por escritórios já conhecidos pelo Autor - no desenvolvimento de outras pesquisas - em prol da celeridade no contato e obtenção de informações;

b) Localizados no Brasil, Indonésia ou Vietnã, diante do estado da arte identificado nas páginas digitais;

c) Ter materiais gráficos suficientes para embasar o desenvolvimento da análise tectônica;

Diante dos critérios “A” e “B”, fora efetuado o contato com os escritórios dos projetos inicialmente escolhidos, sendo: Jaime Peña Studio, Amima Arquitetura, Helena Ruelle, Võ Trọng Nghĩa Architects e IBUKU.

Após o referido contato, foram escolhidos os projetos dos escritórios cujos e-mails tiveram respostas e que contemplavam o estabelecido no critério “C”. Assim, os que atenderam a esse item em sua completude, com materiais gráficos e informações projetuais, fora a arquiteta Helena Ruelle e o escritório IBUKU.

III - Coleta de dados: Coleta de materiais gráficos dos projetos e dados dos seus processos construtivos. Assim, os documentos recolhidos deverão possuir informações do projeto arquitetônico, com base em fontes primárias e secundárias, condizentes, respectivamente, as disponibilizadas pelos escritórios e as encontradas em teses, dissertações e páginas digitais.

IV - Parâmetros analíticos e desenvolvimento da análise: Após a sistematização dos dados coletados, estes são submetidos aos parâmetros analíticos fundamentados no pensamento teórico estruturado por Kenneth Frampton em sua obra *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Constuction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture* (1995), abordado por Rocha

(2012), de forma que os parâmetros empregados proporcionem “uma abordagem que vai da escala do sítio à dos detalhes construtivos. Em todos os níveis são verificados como os materiais, suas funções e técnicas, influem e condicionam a expressividade da arquitetura.” (ROCHA, 2012, p. 76).

Ademais, vale salientar que apesar da importância da construção e sua multissensorialidade, em complemento aos propostos teóricos de Rocha (2012), aqui será corroborada a proposição de Amaral (2010) por defender a existência da dimensão teórica intitulada Tectônica do Projeto, na qual “a tectônica refere-se a um conjunto específico de reflexões sobre a arquitetura” (AMARAL, 2010, p. 133).

Portanto, ao discernir a tectônica, Rocha (2012) discorre parâmetros analíticos que são utilizados nesta dissertação em observância aos projetos arquitetônicos – não ao objeto edificado – frente às abordagens de Kenneth Frampton, investigando as relações:

- I - Sítio / Estrutura Formal Arquitetônica;
- II - Sistema portante / Estrutura Formal Arquitetônica;
- III - Elementos de Vedação / Estrutura Formal Arquitetônica.

Em suma, esta dissertação se estrutura por: Introdução; Desenvolvimento - estruturado em três capítulos; Considerações Finais e Referências Bibliográficas.

No tocante à estruturação do Desenvolvimento, o primeiro capítulo discorre sobre o bambu, assim como sua aplicação em objetos formais desenvolvidos por meio de projetos arquitetônicos contemporâneos. O segundo capítulo aborda as fundamentações da poética tectônica, no tocante ao seu entendimento enquanto vertente teórica do campo, assim como no aprofundamento de seus parâmetros analíticos. Por sua vez, o terceiro capítulo trata das análises que correspondem à narrativa tectônica dos projetos definidos como objeto de investigação desta pesquisa.



CAPÍTULO I

The ARC - IBUKU.

Fotografia: Tommaso Riva.
Editado pelo Autor, 2024.

1. Bambu: O aço verde

Neste capítulo, importa reconhecer as características do bambu que o torna expoente na produção arquitetônica contemporânea, na qual se observa o veemente teor expressivo de sua cultura construtiva, como material não-convencional, que permite um processo de concepção detentor de consciência e inteligência construtiva – relevantes frente à crise climática que paira sobre as dinâmicas globais.

Gramínea da subfamília *bambusoideae*, o bambu emerge como matéria não-convencional em projetos que fogem às técnicas construtivas tradicionais e fomentam a exploração dos recursos finitos do planeta.

Diante da atual crise climática, que caminha ao acréscimo de 1,5°C na temperatura média global, no âmbito da arquitetura é crescente a influência ao uso de materiais menos nocivos ao meio ambiente e que proporcionem a (re)conexão do homem com a natureza – arquétipo fortalecido no campo desde as primeiras menções à arquitetura bioclimática nas pesquisas de Aladar e Victor Olgyay¹, em meados dos anos 60, ao enfatizar que a proposta projetual considere a relação existente entre os condicionantes ambientais e o artefato projetado.

Nesse entendimento, o bambu na arquitetura contemporânea pode ser visto como expoente entre os materiais de cunho ecológico, pois, apesar de outrora ter sido utilizado em construções de pau-a-pique, como também no período colonial brasileiro, atualmente, a gramínea se mostra relevante entre pesquisadores que a intitula de “aço verde”, título que fora empregado devido à sua capacidade físico-mecânica apresentar “resistência à tração x peso específico 2,77 vezes maior que a do aço” (MURAD, 2007, p. 22).

1 Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism (1963).



Figura 02 - Faixa de distribuição do bambu.

Disponível em: <https://tocamaderablog.com/construccion-bambu-i/>. Acesso em: 08 dez. 2023.

Desenvolvido por: Jaime Baladrón Laborda.
Editado pelo Autor, 2024.

Ademais, vale salientar que para o alcance dessas propriedades físico-mecânicas, é preciso determinado manejo para, então, empregar o bambu como elemento estrutural do objeto edificado, sendo necessário compreender os fatores que recaem sobre a distribuição geográfica, morfologia e tratamento da referida gramínea.

Com isso, no tocante à distribuição do bambu, infere-se que sua incidência ocorre de forma natural em quase todos os continentes do globo, majoritariamente nas zonas climáticas que estão situadas entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, assim como parte de suas adjacências [Figura 02], de forma que o continente Europeu se mostra como a exceção ao caso, pois TEIXEIRA (2006, apud OPRINS PLANT, 1997) comenta sobre a presença da planta ter sido introduzida através da China e do Japão, não representando uma incidência natural.

Portanto, é possível mensurar que existam em torno de 1.300 espécies distribuídas no território global, no qual o Brasil é reconhecido por ser o “líder de ocorrência nas Américas, com cerca de 200 espécies, entre nativas e exóticas, sendo a grande maioria endêmica” (DRUMOND e WIEDMAN, 2017, p.13), ou seja, restrita a determinada região geográfica que possui as características ambientais necessárias ao seu crescimento e conseqüente propagação.

Morfologicamente, Pereira (2012) disserta sobre o bambu ser constituído de duas partes: aérea e subterrânea [Figura 03], a primeira representada por colmo, ramo, folhas e fruto, enquanto a segunda se caracteriza por raízes e rizoma – então responsável pela reprodução assexuada da espécie, já que esta ocorre por meio de ramificações do rizoma, sendo o processo caracterizado por dois grupos: alastrante (*leptomorfo*) ou entouceirante (*paquimorfo*).

No grupo alastrante [Figura 04 – p.39], os colmos da gramínea nascem espaçados entre si, de forma que o rizoma pode alcançar comprimentos que variam “entre 1 e 6m por ano formando uma teia que pode atingir entre 50 a 100 mil m lineares por hectare” (PEREIRA, 2012, p. 31), enquanto o grupo entouceirante [Figura 05 – p.39] pode ser identificado por moitas de bambu que chegam a conter até 100 colmos, já que “os novos rizomas crescem horizontalmente em curtas distâncias” (PEREIRA, 2012, p.32).

Sendo assim, ao considerar a utilização do bambu como elemento estrutural, vale salientar a variação natural do colmo decorrente do grau de conicidade da própria gramínea, já que esta característica afeta diretamente suas propriedades mecânicas que diferem a partir da concentração das fibras que compõem a matéria prima, intensificadas da base ao topo, sendo desenvolvidas “axialmente, paralelas ao eixo de crescimento, e representam de 40% a 50% do tecido total

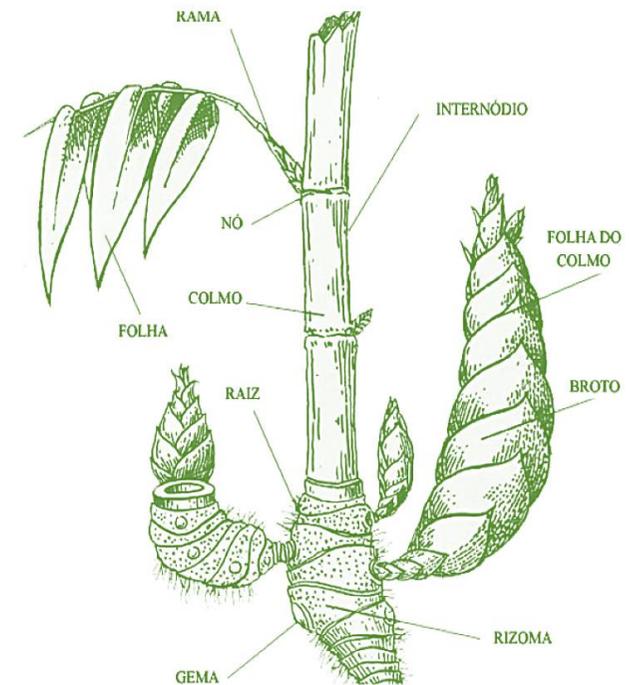


Figura 03 - Morfologia do bambu.

Fonte: Pereira (2003) *apud* NMBA (2004). Editado pelo Autor, 2024.

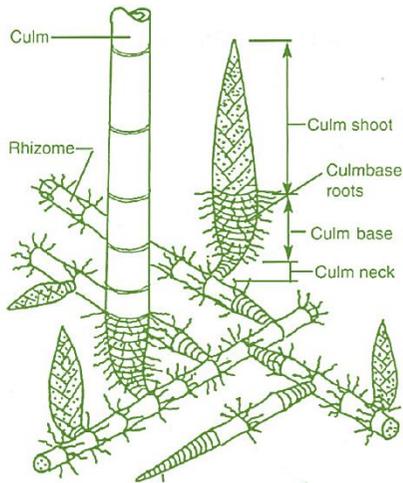


Figura 04 - Rizoma alastrante (*leptomorfo*).

Fonte: López (2003). Editado pelo Autor, 2024.

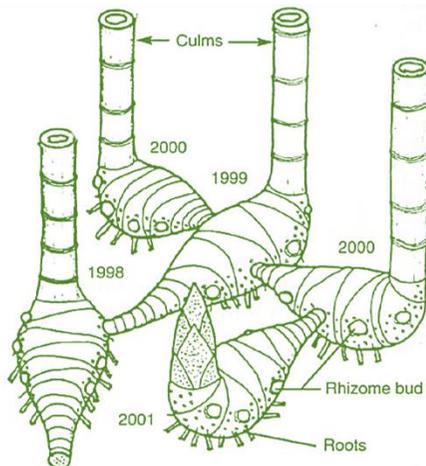


Figura 05 - Rizoma entouceirante (*paquimorfo*).

Fonte: López (2003). Editado pelo Autor, 2024.

do colmo e 60% a 70% de sua massa” (PADOVAN, 2010, p.25). Com isso, ao analisar a resistência do colmo Padovan (2010) discorre que:

Se a altura útil do colmo for dividida em três partes, na maioria dos casos a parte superior é a mais resistente em compressão e flexão do que a mediana e a inferior. A parte central, onde ocorrem os internós mais longos, é a mais resistente em tração, enquanto que a parte inferior do colmo apresenta, geralmente, menores valores de resistência mecânica. (PADOVAN. 2010, p.36)

Ademais, em uma análise mais pontual, Padovan (2010) pontua as seguintes considerações:

- Os internós apresentam maior resistência no seu centro de extensão dado o comprimento das fibras;
- A resistência da parede do colmo decresce da face externa à interna proporcional à distância horizontal estabelecida entre as fibras;
- A resistência do nó à “tração, flexão, compressão e cisalhamento são menores, devido à descontinuidade da seção e aos desvios dos feixes de fibras” (PADOVAN, 2010, p.38); enquanto o diafragma apresenta “grande rigidez, flexibilidade e resistência” (PADOVAN, 2010, p.23).

Portanto, o manejo do bambu para fins estruturais requer determinado grau de atenção no íterim do plantio à colheita, pois ao objetivar colmos para aplicação no artefato arquitetônico é preciso ponderar seu rápido crescimento – conforme Salgado (2014), sua idade – 3 a 5 anos a depender da espécie – e a posição do corte na extração da gramínea, sobre a qual Pereira (2012) argumenta que nos alastrantes o corte deve ser alinhado ao nível do solo, responsável por proteger o rizoma deste grupo, e nos entouceirantes o corte deve ser efetuado acima do solo e logo após o “nó”, para resguardar a integridade física da touceira ao evitar o acúmulo de água e apodrecimento da raiz.

No mais, em relação ao período do ano para efetuar a extração do bambu, salienta-se que “no Brasil, a melhor época para o corte é entre maio e agosto, porque, além de ser uma estação de seca, [...] os insetos estão em hibernação ou apresentam um nível populacional muito baixo” (ESPELHO, 2007, p.18).

Após o processo de colheita, é imprescindível que seja realizado o tratamento adequado ao colmo antes do seu emprego estrutural, ao considerar que um dos fatores decorrentes da presença do amido em suas células parenquimáticas [Figura 06] é a atração de vetores xilófagos que degradam a resistência físico-mecânica do bambu, a exemplo do *Dinoderus minutus* – popularmente conhecido por Caruncho.

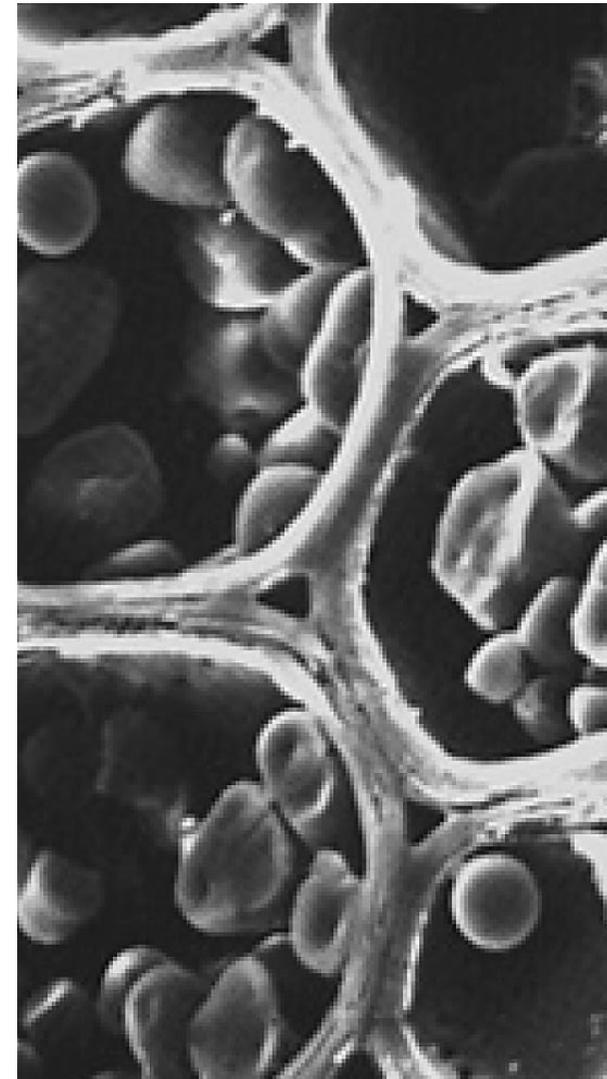


Figura 06 - Presença do amido no parênquima.

Fonte: Liese (1998).

Assim, com a baixa expectativa de vida do bambu sem tratamento pós colheita, Kaminski (2016) reforça a importância em executar as devidas prevenções no colmo ao inferir que com isso “o bambu pode ter uma vida útil de mais de 30 anos”² (KAMINSKI *et. al*, 2016, p.12).

Nesse sentido, Espelho (2007) e Padovan (2010) caracterizam os tratamentos de acordo com as vertentes tradicionais e químicas, por imersão ou sob pressão, a exemplo:

- Tratamentos Tradicionais: Cura na touceira; Imersão em água; Banho quente-frio com água; Ação do fogo ou fumaça;
- Tratamentos Químicos: Imersão em soluções de sais hidrossolúveis; Banho quente-frio com produtos oleosos; Substituição da seiva; Fumigação ou defumação; Autoclave; Método Boucherie modificado

Diante das possibilidades, se faz necessário perscrutar qual das opções melhor se adequa ao fator ambiental, tendo em vista que tratamentos com excesso de impregnação química inviabilizam a noção de propostas projetuais que prezam por uma consonância climática por meio da redução da pegada de carbono.

2 Traduzido do texto original: “bamboo can have a lifespan of 30+ years” (KAMINSKI *et. al*, 2016, p. 12).

Ao discernir os processos que oportunizam o bambu na arquitetura, a atuação desse pode ocorrer de diversas formas na concepção do projeto, por tratar-se de um meio no qual se posicionam decisões consonantes à capacidade da matéria prima intencionada ao artefato. Sendo assim, dentre os possíveis empregos do bambu na arquitetura, o seu uso como elemento estrutural exerce destaque por atuar como pilar, viga, arco, treliça, princípios estruturais que evocam o valor da cultura técnico-construtiva associada à referida gramínea, como observado nos croquis das explorações formais, nos detalhes e na consequente materialização das obras do arquiteto colombiano Simón Vélez [Figuras 07 e 08 – p.43] – pioneiro no uso do bambu estrutural na América-Latina.

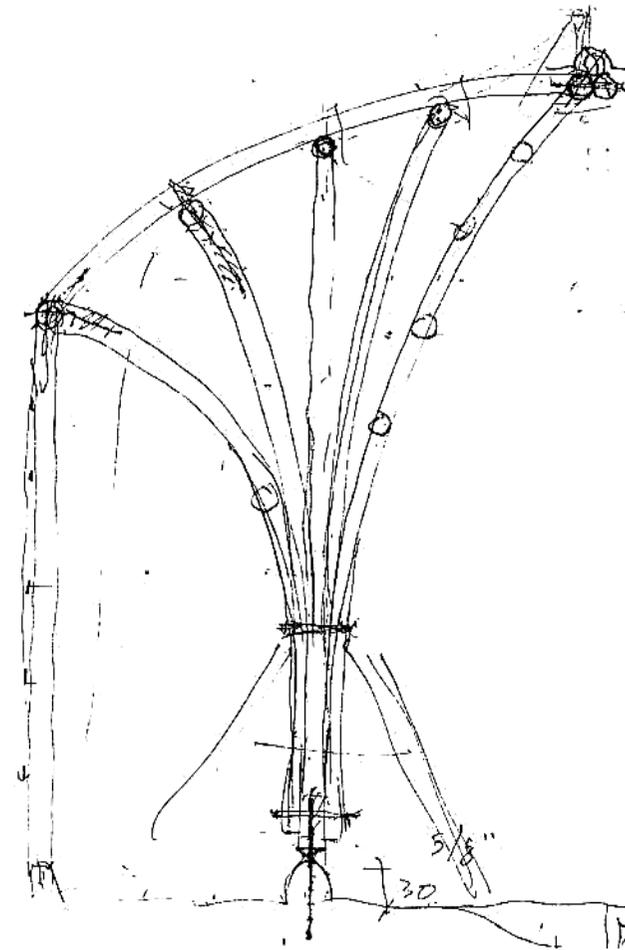
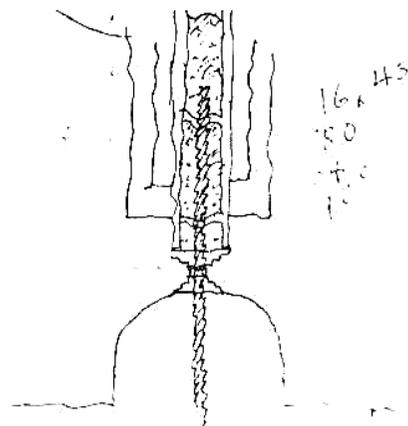
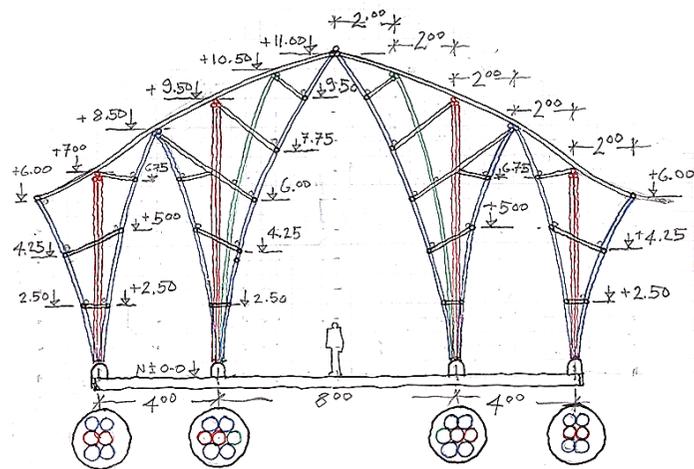


Figura 07 - Croquis das explorações formais de Simón Vélez.

Fonte: Disponível em <<http://www.simonvelez.net/projects.html>> e <<https://arquitectosbogota.blogspot.com/2016/04/la-arquitectura-del-colombiano-simon.html>>. Acesso em: 10 jun. 2024.



Figura 08 - Catedral de Cartagena, 2009, Simón Vélez.

Disponível em: <<https://revistaaxis.com.co/arquitectura/la-catedral-de-nuestra-senora-de-la-pobreza-disenada-por-el-arquitecto-simon-velez/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

Fotografia: Iván Ortiz. Produção: Ana María Zuluaga.

No Brasil, mesmo com a ampla distribuição de espécies de bambu no território, a aplicação desse como elemento portante ainda enfrenta às consequências do lento processo propagação ou, até mesmo, de uma propagação centrada, já que muitos dos conhecimentos sobre o bambu acabam ficando apenas no âmbito acadêmico, de forma que as informações que competem à eficácia da referida gramínea em sua aplicação estrutural fica às margens do efetivo conhecimento público.

Nesse sentido, apesar da publicação da Lei Nacional Brasileira nº 12.484, em 2009, de incentivo ao manejo do bambu, se observa pouco cultivo da gramínea para fins estruturais em projetos arquitetônicos, fato este, reafirmado com a produção da NBR 16828-1 e 2 – Norma Brasileira de propriedades, diretrizes e técnicas da utilização do bambu como elemento estrutural, publicada apenas em 21 de dezembro de 2020.

Entretanto, vale ressaltar que arquitetos e engenheiros que fazem uso do bambu como elemento resistente acreditam que o quadro brasileiro possa ter uma mudança positiva em função da normativa e das crescentes pesquisas acadêmicas sobre o bambu. Desta forma, importa destacar a produção arquitetônica brasileira com o uso da referida gramínea, a exemplo das propostas dos escritórios BAMBUTEC, Amima Arquitetura e Ebiobambu os quais



exploram a plasticidade formal e a resistência do bambu [Figuras 09, 10 e 11 – p.46 e 47], sendo por meio de estruturas permanentes ou efêmeras.

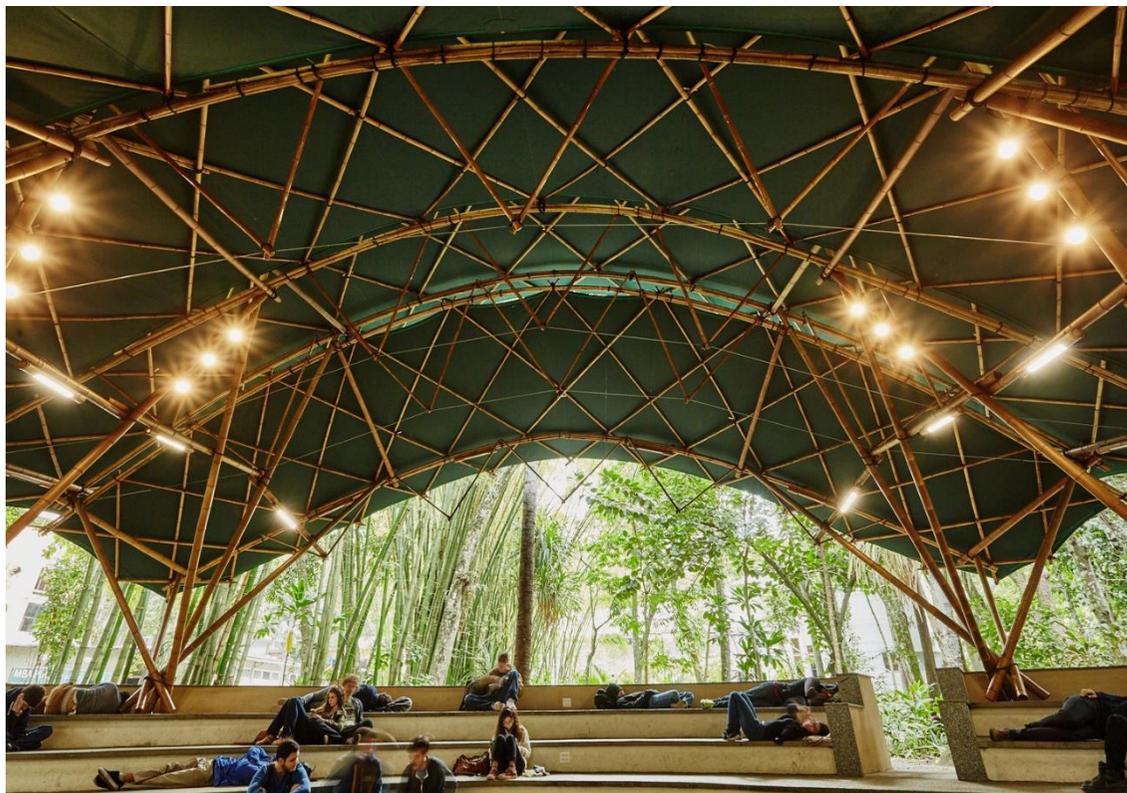


Figura 09 - Anfiteatro Prof. Junito Brandão - PUC-Rio, 2014, BAMBUTEC.

Fonte: BAMBUTEC. Disponível em: <<https://bambutec.com.br/anfiteatro-puc-rio/>>. Acesso em: 03 nov. 2024.

Fotografia: Juan Dias



Figura 10 - Centro Max Feffer Cultura e Sustentabilidade, 2008, Amima Arquitetura.

Fonte: Galeria da Arquitetura. Disponível em: <<https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/amima/centro-max-feffer-cultura-e-sustentabilidade/1695>>. Acesso em: 03 nov. 2024.

Fotografia: Roger Sasaki



Figura 11 - Centro Turístico em Bambu, 2004, Ebiobambu.

Fonte: Ebiobambu. Disponível em: <<https://www.ebiobambu.com.br/obras>>. Acesso em: 03 nov. 2024.

Ao considerar a expressividade presente nas estruturas de bambu, seja ela orgânica ou retilínea, infere-se que sua tectonicidade parte, também, das conexões que atribuem significado estético-formal ao detalhe arquitetônico. Sendo assim, López (1981) destaca diversos tipos de cortes apropriados às junções específicas entre colmos ou destes para com outros elementos do objeto – sendo os principais o chanfrado, bico de flauta e boca de peixe [Figura 12].

Tectonicidade é a condição estrutural do construtivo, aquela dimensão da arquitetura na qual a ordem visual e a ordem material confluem em um mesmo critério de ordem, sem chegar jamais a fundir-se [...] a tectonicidade é uma qualidade da arquitetura (PIÑON, 2006, p. 130).

No tocante as conexões, Widyowijatnoko (2012) traz a proposição de 06 (seis) grupos [Figura 13 – p.49] que as caracterizam com base na forma da transferência das cargas que atuam na estrutura, reforçando o entendimento necessário à consciência construtiva – defendida por Mahfuz (2004) – com o uso do bambu estrutural e seus nexos, sobre o qual Soares (2013) disserta:

Não interessa utilizar um material com características mecânicas extraordinárias se não se consegue fazer com que as ligações transmitam os esforços de uns elementos para os outros. Por isso, estas são zonas da estrutura que requerem especial atenção e pormenor (SOARES, 2013, p. 43).

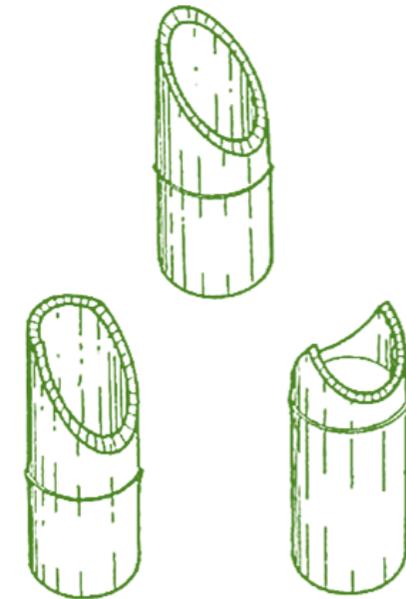
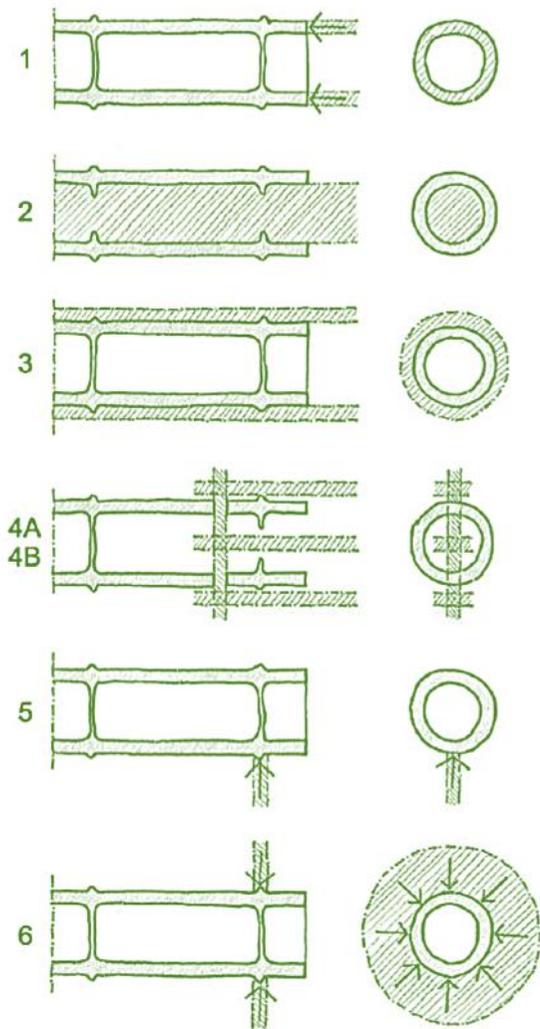


Figura 12 - Corte chanfrado, bico de flauta e boca de peixe.

Fonte: López (1981). Editado pelo Autor, 2024.



Ademais, de acordo com Widyowijatnoko (2012), os grupos representam:

1 - Conexões responsáveis por guiar as forças estruturais por meio da compressão exercida na seção do colmo;

2 - Conexões que transferem as cargas no contato com a parede interna do colmo;

3 - Conexões que transferem as cargas pelo atrito com face externa do colmo;

4 - Conexões nas quais as forças estruturais são transferidas por cisalhamento à parede do colmo com o uso de elementos perpendiculares às fibras do bambu, por dentro (4A) ou por fora (4B);

5 - Conexões que transferem as forças com o contato perpendicular às fibras do colmo;

6 - Conexões nas quais ocorrem compressão radial.

Figura 13 - Grupo das conexões.

Fonte: Widyowijatnoko (2012). Editado pelo Autor, 2024.

Infere-se, então, que há diversos tipos de junções eficazes ao aporte do bambu estrutural, como abordado por López (1981), valendo ressaltar que há escritórios que exploram vertentes projetuais com o uso das amarrações – com auxílio de passadores de madeira ou bambu que funcionam como parafusos naturais – e conexões metálicas, a exemplo, respectivamente, do vietnamita *Vo Trong Nghia Architects* [Figuras 14 e 15 – p.51] – que traz a noção de uma das culturas técnico-construtivas do oriente – e do italiano *Studio Cardenas Conscious Design* [Figuras 16 e 17 – p.52 e 53], ambos com propostas que fomentam o pensar projetual associado ao detalhe arquitetônico como base do potencial expressivo do bambu estrutural.



Figura 14 - Croqui do processo de concepção do Son La Restaurant, 2014, Vo Trong Nghia Architects.

Disponível em: <<https://vtnarchitects.net/son-la-restaurant-pe228.html>>. Acesso em: 16 jul. 2024. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 15 - Son La Restaurant, 2014, Vo Trong Nghia Architects.

Disponível em: <<https://vtnarchitects.net/son-la-restaurant-pe228.html>>. Acesso em: 16 jul. 2024.

Fotografia: Hiroyuki Oki, VTN Architects.

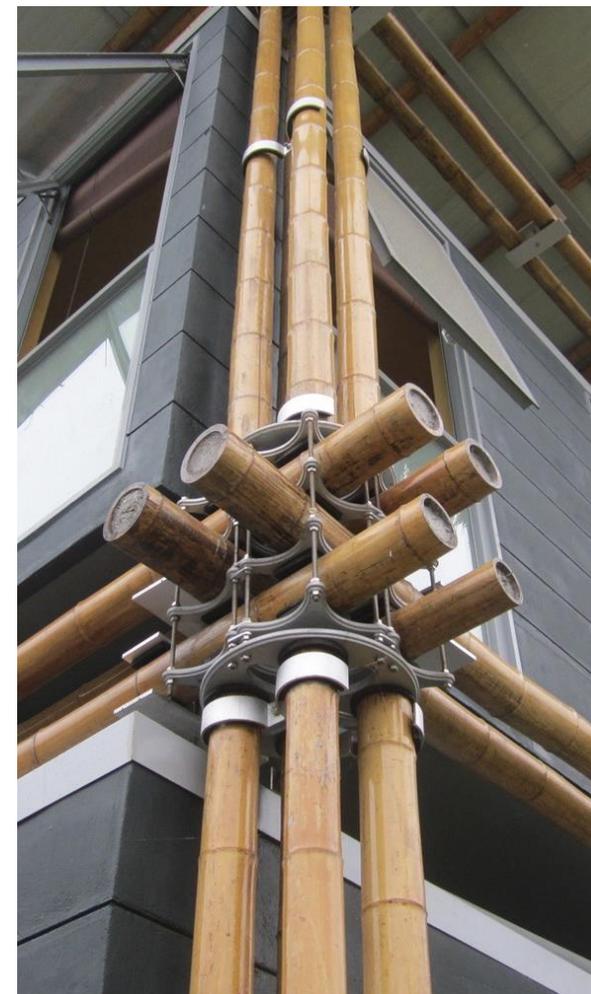


Figura 16 - Residência de Bambu Energeticamente Eficiente, 2016, Studio Cardenas Conscious Design.

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/879784/residencia-de-bambu-energeticamente-eficiente-studio-cardenas-conscious-design?ad_medium=office-landing&ad_name=featured-image>. Acesso em: 16 jul. 2024.

Fotografia: LIB - Longquan International Bamboo Commune.

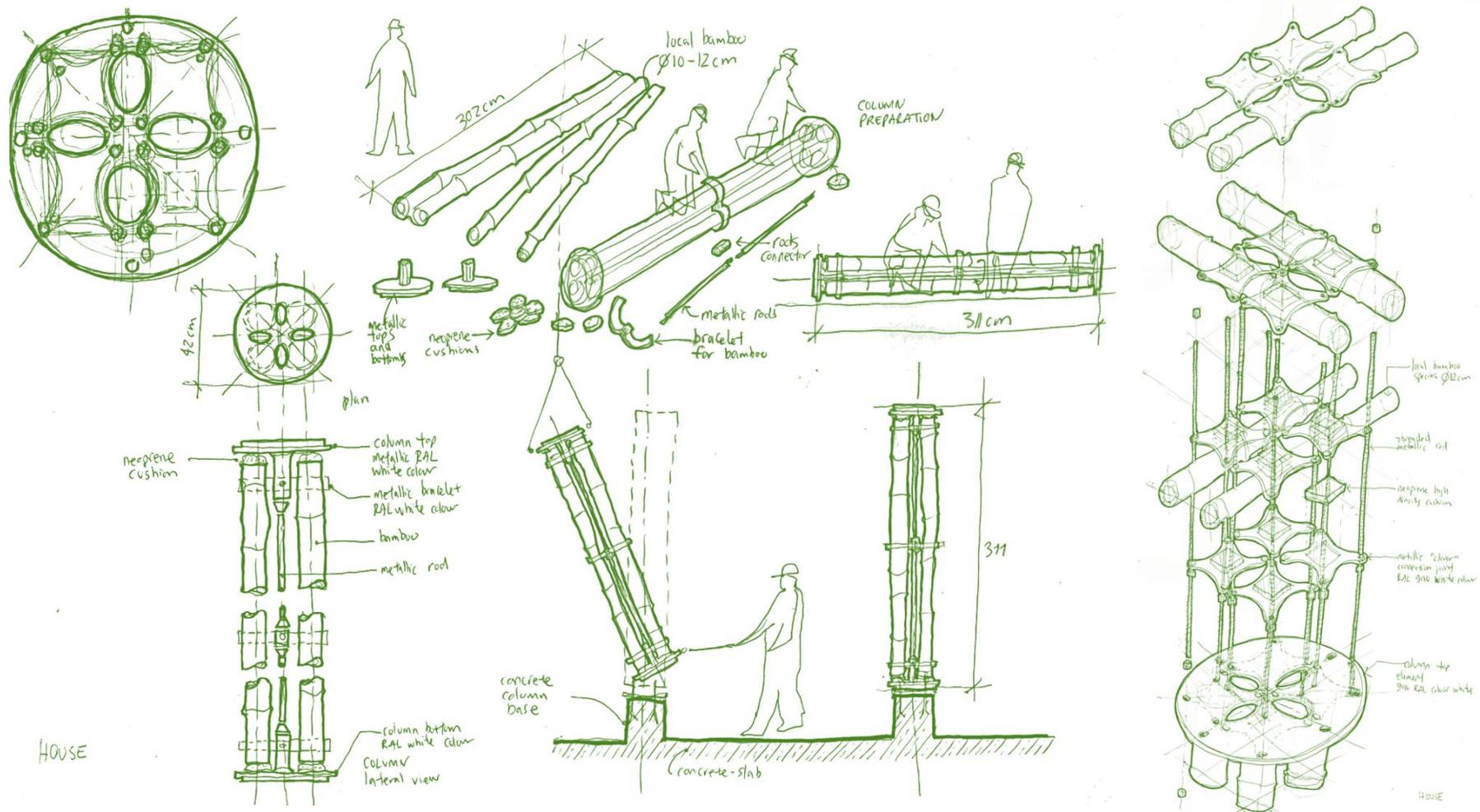


Figura 17 - Detalhe do processo construtivo dos pilares da Residência de Bambu Energeticamente Eficiente, 2016, Studio Cardenas Conscious Design.

Disponível em: <<https://www.studiocardenas.it/index.php/en/2015-03-23-13-47-22/work-in-progress/118-energy-efficient-bamboo-house>>. Acesso em: 16 jul. 2024. Editado pelo Autor, 2024.

No tocante à cultura construtiva, anteriormente citada, Lima (2021) aborda o termo de forma composta ao defender que o mesmo se trata de uma “aproximação entre a cultura e a arquitetura através da instrumentalização do conceito” (LIMA, 2021, p. 32), mas que em sua acepção individual a cultura em si representa “todos os sistemas de significado e simbologia que se tornam mais perceptíveis através de uma contextualização histórica” (LIMA, 2021, p. 28).

Nesse sentido, ao discorrer sobre o conceito, Lima (2021) aponta duas vertentes que podem ser aplicadas ao entendimento da cultura para com a arquitetura: Cultura construtiva formal e Cultura construtiva tradicional. O primeiro, norteado por Howard Davis³, expressa uma abordagem mais ampla e coletiva na qual a “cultura de construir [...] seria um sistema de conhecimentos coordenados, regras, procedimentos, e hábitos que envolvem construção em um dado tempo e espaço” (LIMA, 2021, p. 32), enquanto a segunda vertente, norteada por Jane Morley⁴, se mostra o oposto, já que o conceito se “relacionada a processos ou sistemas de trabalho e às práticas de um grupo particularmente engajado na produção material, artística e intelectual de um produto” (LIMA, 2021, p. 37 *apud* MORLEY, 1987, p. 19) e, ao mencionar que há arquiteturas que unem o tradicional ao contemporâneo, Lima (2021) aborda o termo “híbrido” para identificá-las [Figura 18].

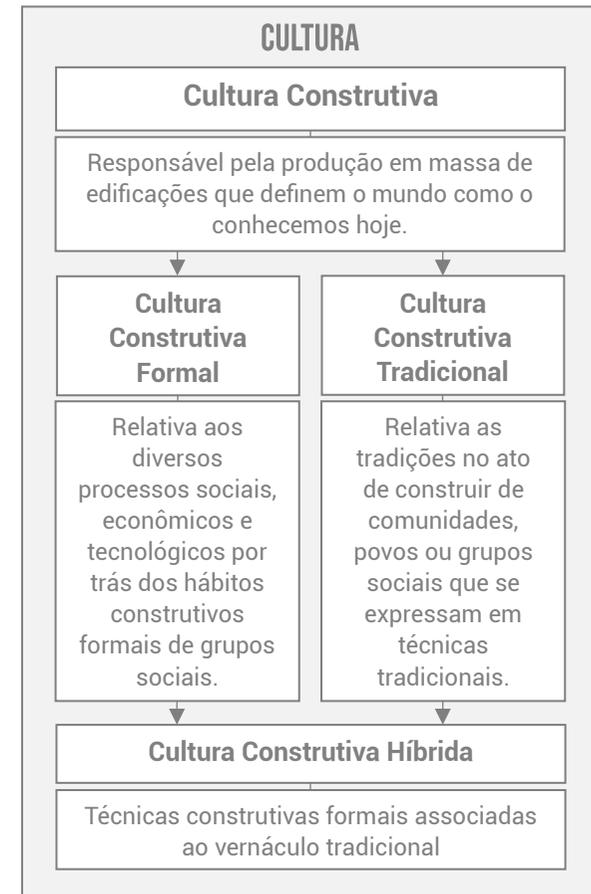


Figura 18 - Representação das escalas da cultura construtiva.

Fonte: Lima (2021). Editado pelo Autor, 2024.

3 The Culture of Building (2006).

4 Building Themes in Construction History: recent work by the Delaware Valley Group (1987).

Assim, ao associar a cultura construtiva com o projeto arquitetônico, infere-se que serão investigados as “escolhas projetuais de seus autores em uma tentativa de compreender como estas foram influenciadas por uma cultura existente, ou até mesmo como propagam e incentivam a valorização de tal cultura” (LIMA, 2021, p. 31).

Portanto, alinhado ao exposto, é possível discernir os motivos que tornam o bambu no expoente da arquitetura contemporânea, pois, entre os materiais não-convencionais que possuem aptidões ao aporte estrutural, a referida gramínea se destaca por sua resistência físico-mecânica, flexibilidade/expressividade material, cultura construtiva e sustentabilidade, então, viabilizando projetos arquitetônicos que respaldam o firmamento de edificações tectônicas – conceito, este, explorado no capítulo seguinte.



CAPÍTULO II

Refúgio das Borboletas - Helena Ruetter

Fotografia: Helena Ruetter.
Editado pelo Autor, 2024.

2. Tectônica: Fundamentação teórica e Parâmetros analíticos

Este capítulo, com base na bibliografia de autores de referência no campo, traz consigo a definição de tectônica adotada nesta dissertação, assim como discorre sobre o caráter dos parâmetros analíticos que fundamentam os nexos tectônicos aqui analisados, sendo: Relação sítio | Arquitetura; Relação sistema portante | Arquitetura; Relação elementos de vedação | Arquitetura.

2.1. Tectônica e arquitetura

Derivada do termo grego *tektónikós* que tem por significado a palavra carpinteiro ou construtor, de acordo com Frampton (2013 [1990]), a tectônica, no tocante à sua evolução etimológica, aparece em Homero por meio do conceito em sua acepção primordial, enquanto que “a conotação poética do termo aparece pela primeira vez em Safo, onde o *tékton*, o carpinteiro, toma o papel do poeta” (FRAMPTON, 2013 [1990], p. 561). Ademais, no íterim da historiografia, Frampton (2013 [1990]) argumenta que o então entendimento da palavra sofre modificações, dentre as quais “quando deixa de ser uma coisa específica [...]

tornando-se, mais tarde, um aspecto da poética” (FRAMPTON, 2013 [1990], p. 561).

No mais, referente às abordagens teóricas que contemplam a aplicabilidade do termo no âmbito da arquitetura, Amaral (2009) evidencia o século XVIII como decisivo ao estopim do desenvolvimento da consciência moderna da arquitetura e da construção, sendo o momento de sensibilidade no qual a “ideia de solidez arquitetônica não está mais ligada à forma geométrica, mas aos conhecimentos técnicos da construção” (AMARAL, 2009, pag. 151 e 152). Por sua vez, no século XIX, alguns historiadores perscrutavam uma nova forma de compreender a arquitetura em relação às técnicas construtivas, principalmente os teóricos alemães Karl Bötticher – A Tectônica dos Helenos¹ (1843 - 1852) e Gottfried Semper – Os Quatro Elementos da Arquitetura² (1851).

Segundo Frampton (2013 [1990]), o livro de Karl Bötticher, intitulado A Tectônica dos Helenos (1843 - 1852), aborda explorações que tratam a tectônica por meio da distinção entre *Kernform* / coreform³ e *Kunstform* / artform⁴, este, atrelado a

1 Tradução do alemão: Die Tektonik der Hellenen (1843 - 1852)

2 Tradução do alemão: Die vier Elemente der Baukunst (1851)

3 “Coreform” abordado como os elementos estruturais/formais

4 “Artform” abordado como a própria linguagem representacional do invólucro

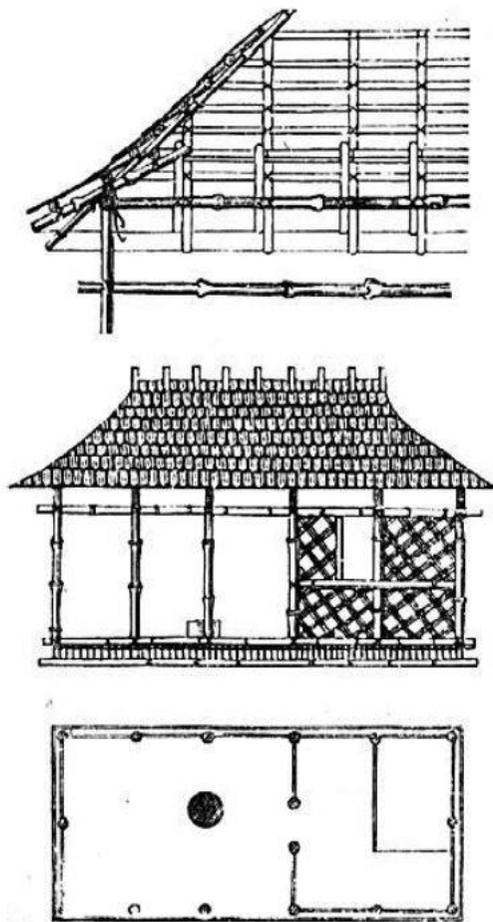


Figura 19 - Cabana Caribenha.

Fonte: SEMPER, 2004 [1860 - 63], apud ROCHA, 2012, p. 52).

noção do invólucro como instrumento de caracterização do objeto edificado em relação a sua função institucional, ou seja, o signo do seu arquétipo social.

Nessa perspectiva, se aponta uma correlação entre estrutura e arte, revelando uma abordagem que permeia o teor ontológico e o representacional, fundamentando uma “combinação conceitual criada pelo entrelaçamento adequado dos elementos construtivos” (FRAMPTON, 2013 [1990], p. 561), de modo que “essa concepção permite distinguir, respectivamente, o envelope artístico do núcleo estrutural de um objeto arquitetônico, devendo o primeiro, revelar a essência do segundo.” (ROCHA, 2012, p. 60).

Doravante, em *Os Quatro Elementos da Arquitetura* – Gottfried Semper (1851), Frampton (1995) destaca que há uma ruptura para com o esquema teórico da cabana primitiva neoclássica desenvolvido por Marc Antoine Laugier em seu *Ensaio Sobre a Arquitetura*⁵ (1753), no qual é defendido que a arquitetura se estabelece por “partes essenciais, que são o frontão, o entablamento e a coluna; partes de necessidade, que são as janelas e fechamentos; e partes de capricho, que são todas as partes adicionadas sem razão” (CANTALICE II, 2015, p. 35). Em oposição à Laugier, Semper – ao discernir a cabana Caribenha [Figura 19] presente na Grande Exposição⁶ de 1851, em Londres – propunha que o habitar

5 Tradução do francês: *Essai Sur L'Architecture* (1753)

6 *The Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations* (1851)

primordial estava diretamente relacionado a quatro elementos de teor antropológico: 1. Terraplanagem; 2. Lareira; 3. Estrutura/Telhado; 4. Membrana envoltória leve (FRAMPTON, 1995).

Além de estabelecer os quatro elementos, Semper concebeu uma relação entre os elementos e as técnicas de construção em sua teoria. Ele apontou que a cobertura teria relação com a carpintaria, a vestimenta teria relação com a tapeçaria, a centralidade espiritual teria relação com a cerâmica e, por fim, o embasamento teria relação com o trabalho com a pedra. (CANTALICE II, 2015, p. 44)

Ademais, além de reconhecer a importância do telúrico ao processo de concepção arquitetônica, Semper enfatiza o têxtil ao reconhecer o “nó” – presente nas construções nômades conferidas pela tecelagem – como artefato estrutural básico, roborando a sua tese de que “o elemento construtivo básico da arte de construir é a junção” (FRAMPTON, 2013 [1990], p.565).

A ênfase de Semper na junção sugere que a expressão da transição sintática fundamental se dá na passagem da base estereotômica à estrutura tectônica, e que essas transições constituem a essência mesma da arquitetura: são os principais constituintes que fazem uma cultura da construção diferenciar-se de outra. (FRAMPTON, 2013, p.562)

Nessa perspectiva, Frampton (2013 [1990]) discorre sobre Semper distinguir o objeto edificado com base em dois procedimentos distintos: “a *tectônica* da estrutura, em que elementos de comprimentos variados são combinados para



Figura 20 - Representação das quatro técnicas artísticas tradicionais de acordo com Semper.

Fonte: SEMPER, 2004 [1860 - 63], apud ROCHA, 2012, p. 49).

abarcando um campo espacial, e a *estereotômica* da massa comprimida [...] construída pelo empilhamento de unidades idênticas” (FRAMPTON, 2013 [1990], p.561).

Assim, a dicotomia entre o *tectonic / stereotomic* (tectônico / estereotômico) é abordada por Frampton (1995) ao discorrer sobre as produções de Mies van der Rohe, onde é destacada a atuação do tijolo como elemento estereotômico e as esquadrias de vidro e aço como o teor tectônico, este, que posteriormente passa a ser expresso por meio da desmaterialização da produção ao abordar a estética desmaterializada entre o transparente e o translúcido em sua fase Transcendental Europeia (1925 -1938).

Posteriormente, Frampton trabalha essa dicotomia por meio da relação entre o embasamento (*earthwork*) e o envoltório do espaço (*roofwork*), às compreendendo, respectivamente, como *place-form* – referindo-se às características do lugar, necessário ao assentamento do objeto pesado (*heavy-weight*), assim como por oferecer “[...] resistência à estrutura formal pré-fabricada leve (*light-weight*) pairada sobre seu topo” (ROCHA, 2012, p. 58); e *product-form* – no qual o objeto edificado é “(...) produzido e montado segundo métodos e sistemas industriais, que determinam o resultado formal da obra construída.” (ROCHA, 2012, p.58).

Ademais, com os avanços da tectônica na teoria da arquitetura no decorrer do século XX, foram retomados os propostos de autores renomados no campo, como Peter Collins, Karl Bötticher, Gottfried Semper, Eduard F. Sekler e, mais recentemente, Kenneth Frampton, com escritos teóricos que permeiam as construções do campo no século XXI, tais como: *Rappel à L'Ordre: Argumentos em Favor da Tectônica* (2013 [1990]); *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture* (1995); *Between earthwork and roofwork. Reflections on the future of the Tectonic Form* (1998); *Seven points for the millennium: an untimely manifesto* (2000).

Nesse sentido, importa reconhecer que, por meio das abordagens de Frampton (1995), fora posto em foco a importância do detalhe para a arquitetura, de forma que Vittorio Gregotti – *O Exercício do Detalhe* (2013 [1983]) e Marco Frascari – *O Detalhe Narrativo* (2013 [1984]) são inseridos no discurso tectônico por desenvolverem contribuições teóricas que fortalecem o caráter dessa dimensão, apesar de não tratarem sobre a mesma.

Por sua vez, em seu artigo *Structure, Construction, Tectonics* de 1965, Eduard F. Sekler busca identificar a divergência entre construção e estrutura, de forma que a “construção” é interpretada como um ato consciente, já a “estrutura” é um arranjo ordenado entre as partes que a constitui.

Dessa forma, no tocante à arquitetura, a construção “refere-se à realização concreta de um princípio ou sistema - uma realização que pode ser feita por vários materiais e maneiras”⁷ (SEKLER, 1965, p. 89), enquanto a estrutura “refere-se a um sistema ou princípio de arranjo destinado a lidar com as forças atuantes em um edifício”⁸ (SEKLER, 1965, p. 89). Com isso, o autor defende que ao alcançar qualidades expressivas que vão além do senso estrutural ou construtivo, individualmente, o termo tectônica deve ser empregado.

Por sua vez, Gregotti (2013 [1983]) e Frascari (2013 [1984]) ressaltam a importância do detalhe no ato de concepção projetual, sendo um elemento decisivo à expressividade da construção, ou em outras palavras, o mediador entre a relação tectônica da parte para com o todo hierárquico, pois “o exercício do detalhamento não é uma simples recusa de decisões gerais, mas lhes dá forma, representa-as de modo reconhecível e ordenado em suas várias partes” (GREGOTTI, 2013 [1983], p. 536). Assim sendo, Gregotti fundamenta seus argumentos frente ao avanço das técnicas construtivas e a recorrente crise do

7 Traduzido do texto original: “Refers to the concrete realization of a principle or system – a realization which may be carried out in a number of materials and ways” (SEKLER, 1965, p. 89).

8 Traduzido do texto original: “Refers to a system or principle of arrangement destined to cope with forces at work in a building” (SEKLER, 1965, p. 89).

valor expressivo do detalhe quanto ao entendimento da “linguagem arquitetônica” como “linguagem de objetos”.

A construção do objeto – e seu posterior signo representacional – não vem como precursora da produção do detalhe, já que o fazer arquitetônico tem seu estopim no ato projetual, na percepção do arquiteto ao estruturar determinadas junções materiais que possuem um juízo de valor inerente à própria tectonicidade que se pretende alcançar no elemento formal. Portanto, ao compreender o papel crítico da relação entre o projeto e a construção, conclui-se que é “falso pensar que a cultura da indústria ou da construção (culturas atualmente distanciadas do projeto) pode resolver o problema do detalhe; isso [...] leva a uma perda sem precedentes do prestígio da arquitetura” (GREGOTTI, 2013 [1983], p. 537).

Nesse entendimento, Frascari roborava os escritos de Gregotti ao exprimir que “o detalhe arquitetônico pode ser definido como a união da construção material [*construction*], [...] com a construção do significado [*constructing*]” (FRASCARI, 2013 [1983], p. 539), então, abordando aquele como o qual a arquitetura desenvolve seu enredo, atribuindo significado ao todo por meio da junção ordenada dos elementos e materiais que o compõem, assim reafirmando sua tese de que “todo elemento arquitetônico definido como detalhe sempre é uma junção” (FRASCARI, 2013 [1983], p. 541).

Além dessas contribuições, vale salientar que ao discursar na Liga Internacional de Nova York, ainda em 1983, Gregotti defende a delimitação do terreno como o ato tectônico primordial (FRAMPTON, 2013 [1990]) – indo em oposição a cabana primitiva Caribenha de Semper (1851) – em uma arguição que coloca o “lugar” como o princípio motriz de todo fazer arquitetônico.

A geografia é a descrição de como os sinais da história se converteram em formas, por isso o projeto arquitetônico tem a missão de revelar a essência do contexto geoambiental mediante a transformação de sua forma. O ambiente não é, portanto, um sistema em que a arquitetura se dilui. Ao contrário, é a matéria mais importante para desenvolver o projeto. [...] A origem da arquitetura não é a cabana primitiva, a caverna ou o mito da “Casa de Adão no Paraíso”. Antes de transformar um suporte em uma coluna, uma cobertura em um tímpano, antes de pôr pedra sobre pedra, o homem colocou uma pedra no solo para reconhecer um terreno no meio de um universo desconhecido, a fim de dar-se conta dele e modificá-lo. (GREGOTTI, 1983 apud FRAMPTON, 2013 [1990], p. 565)

Com o desenvolver da tectônica na teoria arquitetural, frente aos ensaios dos autores abordados, Kenneth Frampton vem a encerrar o século XX com publicações teóricas de extremo valor ao retorno do conceito crítico para o âmbito da arquitetura, dentre as quais se destaca a obra sobre os estudos da cultura tectônica na dimensão analítica da arquitetura – *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture* (1995). Nesta, Frampton introduz a reflexão do termo ao discernir sua origem etimológica e abordagens que permeiam o entendimento do escopo

tectônico, tais como: topografia, metáfora corporal, etnografia, representativo versus ontológico, tectônico⁹ / atectônico¹⁰, tecnologia, tradição e inovação.

No mais, Frampton remete aos ensaios de alguns autores – anteriormente citados – e os acresce de um entendimento complementar por meio da análise das obras de seis grandes mestres e sua respectiva “qualidade estética inerente à poética construtiva” (ROCHA, 2012, p. 27), sendo: Frank Lloyd Wright em Tectônica Têxtil; Augusto Perret em Racionalismo Clássico; Mies van der Rohe em Vanguarda e Continuidade; Louis Kahn em Modernização e uma Nova Monumentalidade; Jorn Utzon em Forma Transcultural e a Metáfora Tectônica; Carlo Scarpa em Adoração da Junta.

Nesse entendimento, a tectônica para Frampton se mostra como dimensão essencial da arquitetura, revelada por meio das soluções estético-formais que compõem o todo arquitetônico, enfatizando a razão construtiva necessária ao

9 Tectônica enquanto parâmetro analítico.

10 Segundo Frampton (1998), Sekler utiliza o termo “atectônico” em oposição à “tectônica”. De acordo com Sekler, o termo “atectônico” é empregado quando a estrutura era oculta e conseqüentemente não determinante na percepção do elemento formal arquitetônico.

alcance do potencial expressivo ao notar-se que a “arquitetura possui um caráter quintessencialmente tectônico, através do qual parte de sua expressividade intrínseca é inseparável da maneira precisa de sua construção”¹¹ (FRAMPTON, 2000, p. 23) – sendo esta, a definição do conceito adotada nesta pesquisa.

Em suma, a tectônica “trata-se de um modo de perceber, conceber e estabelecer um juízo crítico sobre a arquitetura” (DINIZ, 2022, p. 52), e se mostra como uma das condições próprias desta, estabelecida no ínterim do processo de concepção projetual, então, “decorrente das interações entre os princípios estético-formais e simbólicos - intencionais e desejados - e os recursos materiais e técnicos requeridos e utilizados para seu alcance” (ROCHA, 2012, p. 26).

A dimensão ou caráter tectônico não significa exclusão ou sobreposição de outra dimensão essencial da arquitetura [...] Estudar o caráter tectônico da arquitetura significa direcionar o olhar sobre o envoltório do espaço arquitetural em sua dimensão material e tátil, focalizando os nexos entre o estético e o técnico. Significa buscar compreender a influência recíproca entre construção formal da arquitetura e concepção técnico-construtiva. (ROCHA, 2012, p. 27)

11 Traduzido do texto original: “Architecture has a quintessentially tectonic character whereby part of its intrinsic expressivity is inseparable from the precise manner of its construction” (FRAMPTON, 2000. p. 23).

2.2. Parâmetros analíticos

Em prol do desenvolvimento das análises deste trabalho, fora proposta a utilização dos parâmetros analíticos da dimensão tectônica abordados por Rocha (2012), frente às análises de Frampton (1995), importando verificar como os aspectos projetuais – técnicas, materiais e funções – se relacionam na construção da expressão arquitetônica.

Dessa forma, observar-se-á as relações entre:

- I - Sítio / Estrutura Formal Arquitetônica;
- II - Sistema portante / Estrutura Formal Arquitetônica;
- III - Elementos de vedação / Estrutura Formal Arquitetônica.

2.2.1. Relação sítio | Estrutura formal arquitetônica

Este parâmetro se desenvolve por meio das dicotomias que emergem nas relações “embasamento / cobertura”¹² e “forma do lugar / forma produzida”¹³.

12 Tradução de earthwork / roofwork, dicotomia discernida por Frampton (1995).

13 Tradução de placeform / productform, dicotomia discernida por Frampton (1995).

Assim, importa reconhecer “como o edifício se relaciona com o sítio e que implicações essa relação pode ter sobre o caráter tectônico da arquitetura” (ROCHA, 2012, p. 78), então, vale salientar que nesse contexto o sentido da cobertura – *roofwork* – é mais abrangente do que o simples ato de cobrir o objeto edificado, sendo o próprio envoltório que compõe o todo formal.

Nesse entendimento, o termo *earthwork* segue o mesmo princípio, pois, apesar de representar a terraplanagem, sua característica como parâmetro analítico reflete sobre o sítio em sua totalidade, tendo como fatores determinantes: a **Implantação** – “posição do edifício com relação ao lote, à orientação favorável às características climáticas do lugar e às vias de acesso, e a relação com a paisagem natural e construída” (ROCHA, 2012, p. 79); o **Embasamento** – “maneira como o terreno é trabalhado, para a ancoragem do edifício, atende de certo modo às suas características naturais – tipo de solo, geometria, desníveis, por exemplo – e aos limites ou concessões que delas decorrem [...]” (ROCHA, 2012, p. 79).

Nessa relação analítica, o detalhe se destaca enquanto elemento de junção entre o embasamento e o envoltório do espaço, resultando em transições que roboram o significado da arquitetura, assim como fomentam edificações que podem representar a “cultura do pesado (*heavy-weight*) e a cultura técnica do leve (*light-*

weight), que Frampton (1995) identifica na fórmula semperiana *stereotomic / tectonic.*” (ROCHA, 2012, p. 79). Assim, para representar essas culturas técnicas necessárias à compreensão arquitetônica, Rocha (2012) adota os termos tectônica do pesado e tectônica da leveza, ao discorrer:

[...] “tectônica do pesado” – para se referir à expressividade decorrente de procedimentos materiais que evocam o pesado (sistemas construtivos *heavy-weight*), o comprimido, o telúrico, o escuro, que remete à materialização da forma construída; e “tectônica da leveza” – para se referir à expressividade decorrente dos procedimentos materiais leves (sistemas construtivos *light-weight*), que alude à desmaterialização, à transparência, ao aéreo, voltados para a luz e para o céu. (ROCHA, 2012, p. 79-80)

A transição entre ambos os termos pode expressar-se de forma variada “de acordo com fatores e circunstâncias de lugar e de tempo, dos requisitos programáticos e da cultura de quem projeta, assim como do significado que se quer imprimir ao projeto ou a obra arquitetônica” (ROCHA, 2012, p. 81), como exemplos, é possível citar o *Bamboo Wing* (2009, Võ Trọng Nghĩa Architects) – com o embasamento trabalhado em patamares e uma cobertura leve [Figura 21 - I]; o *Son La Restaurant* (2014, Võ Trọng Nghĩa Architects) – no qual se percebe o embasamento unido ao todo formal [Figura 21 - II]; a *Ananda House* (2015, IBUKU) – onde a edificação se mostra elevada ao embasamento [Figura 21 - III]; assim como o Museu Silkeborg (1962, Jorn Utzon) [Figura 21 - IV] – representativo tivo ao earthwork “devido ao fato de grande parte do espaço do

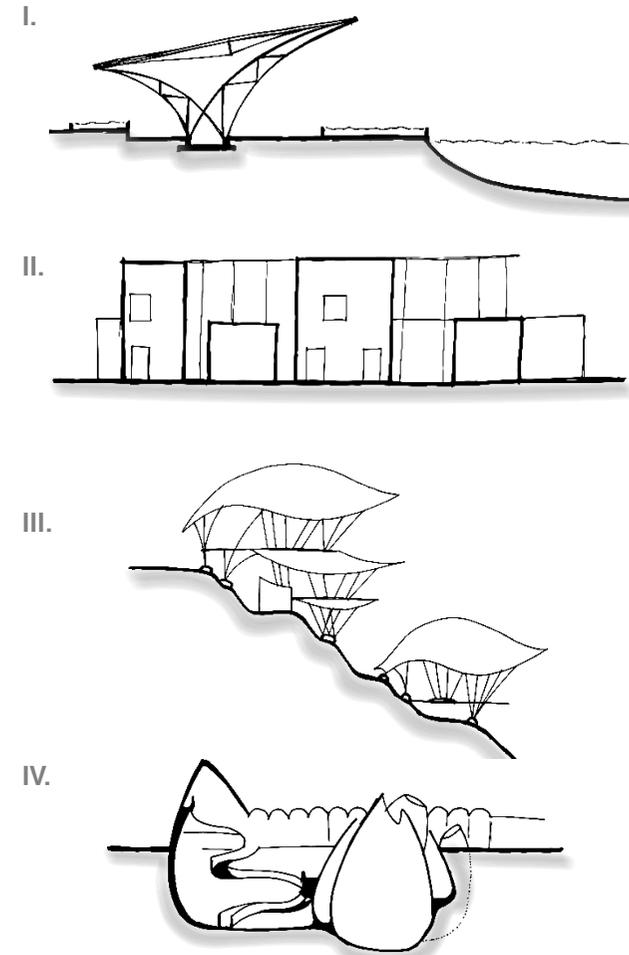


Figura 21 - Croquis da relação Embasamento / Cobertura.

Fonte: (a, b, c) esboços do autor; (d) seção do Museu Silkeborg (FRANPTON, 1995) redesenhado pelo autor.

edifício encontrar-se abaixo do solo e ao trabalho de movimentação / subtração de volumes de terra realizados para esse fim.” (ROCHA, 2012, p. 80).

Desse modo, essa transição embasamento / coberta não acontece alheia ao todo arquitetônico e estabelece, por sua vez, forte relação com o sistema estrutural adotado, assim como, com os elementos de vedação. No entanto, as relações materiais que ocorrem no envoltório ou cobertura do espaço, são observadas com mais precisão nos níveis analíticos seguintes. (ROCHA, 2012, p. 81)

2.2.2. Relação sistema portante | Estrutura formal arquitetônica

A relação do sistema portante para com a arquitetura é essencial pois “a integridade física da forma arquitetônica necessita da estrutura resistente que se constitui de elementos arquiteturais de suporte das cargas da construção desde a cobertura ao plano de solo.” (ROCHA, 2012, p. 83). Desta forma, infere-se que a concepção da proposta arquitetônica é direcionada por meio da sua relação intrínseca com o sistema estrutural, responsável por definir o caminho das forças e sustentar os pesos que atuam na estrutura – o próprio e o dos elementos que compõem o todo arquitetônico – sendo, portanto, necessário à sua exequibilidade.

Ademais, “importa ressaltar que nem sempre a estrutura resistente aparece no edifício de maneira explícita, pois, ela pode ser integrada ao todo arquitetônico

de diversos modos” (ROCHA, 2012, p. 83). Entretanto, há concepções arquitetônicas que desconsideram o fator estrutural, resultando na falta de compatibilidade e conseqüentes modificações em prol da exequibilidade da proposta, assim como há aquelas em que a estrutura se mostra como protagonista devido ao requisito estrutural necessário ao alcance do vão intencionado e a estabilidade da estrutura formal arquitetônica [Figura 22 – p.73].

São situações em que a dimensão do vão ou da altura ou a leveza que se deseja atingir a partir de elementos estruturais esbeltos, são tais que, em consequência, as considerações técnicas e estruturais se impõem como uma das prioridades nas decisões projetuais, a ponto de afetar significativamente o resultado estético do edifício. (ROCHA, 2012, p. 85)

Portanto, como observado, o que se busca nessa relação é “[...] averiguar de que modo os princípios estruturais e sua materialização participam do resultado estético-formal do envoltório do espaço arquitetural moderno.” (ROCHA, 2012, p. 90), assim como também importa analisar a expressão que decorre das junções – detalhe tectônico – entre os elementos estruturais, como Frampton (1995) destaca ao discorrer as obras de Carlo Scarpa em seu capítulo sobre a Adoração da Junta em uma reflexão sobre construir e ser moralmente edificante.



Figura 22 - Exemplo do requisito estrutural necessário ao alcance do vão intencionado. Vedana Restaurant, 2020, Võ Trọng Nghĩa Architects.

Disponível em: <<https://www.snaptaste.com/vedana-restaurant/>>. Acesso em: 04 dez. 2023. Editado pelo Autor, 2024.

Fotografia: Hiroyuki Oki

2.2.3. Relação elementos de vedação | Estrutura formal arquitetônica

O último parâmetro analítico, busca investigar os nexos entre os elementos de vedação e a arquitetura, não se refere exclusivamente ao que pode ser entendido como a “pele” do objeto arquitetônico, mas, também ao que tange o envoltório arquitetural em sua completude, então, abrangendo os elementos de vedação e delimitadores do espaço, como o teto, o piso, as paredes e as esquadrias, esses que muitas vezes se expressam de forma independente graças ao avanço tecnológico no tocante ao entendimento material. Portanto, se busca compreender:

[...] a influência dos fechamentos no resultado estético da estrutura formal, em função dos materiais utilizados. Importa averiguar como as articulações entre os diferentes materiais e técnicas construtivas influenciam na expressividade dos volumes que formam os espaços modernos. (ROCHA, 2012, p. 92)

Ademais, de acordo com Rocha (2012), é na perspectiva da disposição e manipulação dos planos que são abordados valores multissensoriais à arquitetura, sendo possível, também, observar a relação entre a “tectônica do pesado e da leveza” nos elementos de vedação do todo formal, dicotomia abordada por Frampton (1995) na análise das obras de Mies Van der Rohe no

início de sua fase Transcendental Europeia (1925 - 1938), caracterizada pelo processo de desmaterialização de seus projetos que vão da “tectônica do pesado” – com o uso do tijolo, em direção a “tectônica do leve” – com o uso do vidro, ínterim no qual a Wolf House (1926) [Figura 23] e a Hermann Lange House (1928) [Figura 24] trazem consigo a expressão dessa dualidade, em parte por causa da experimentação estética, assim como devido ao processo de desenvolvimento da linguagem arquitetônica do próprio arquiteto, pois “o que segue na obra de Mies é nada menos que uma proposição estética, mesmo que o resultado dinâmico seja expresso tectonicamente”¹⁴ (FRAMPTON, 1995, p. 161).

Figura 23 - Wolf House (1926), Mies Van der Rohe.

Disponível em: <<https://dom-publishers.com/products/mies-van-der-rohe-villa-wolf-in-gubin>>. Acesso em: 04 dez. 2023. Editado pelo Autor, 2024.

Figura 24 - Hermann Lange House (1928), Mies Van der Rohe.

Disponível em: <<https://anders-wohnen.online/en/Anders-Wohnen/Die-Hauser>>. Acesso em: 04 dez. 2023. Editado pelo Autor, 2024.



14 Traduzido do texto original: “what follows in Mies’s work is nothing less than an aesthetic proposition, even if the dynamic result is tectonically expressed” (FRAMPTON, 1995, p. 161).

No mais, Rocha (2012) discorre sobre situações em que os elementos de vedação são protagonistas em meio ao todo formal por serem a própria estrutura resistente, estabelecendo, no envoltório do espaço, uma relação importante à tectônica, sendo: sistema portante e elementos de vedação – analisados separadamente devido a metodologia de aplicação dos parâmetros. Ainda de acordo com Rocha (2012), a autora enfatiza que apesar das relações existentes no objeto formal arquitetônico não se limitarem às aqui presentes, as consideradas neste trabalho em prol da investigação da dimensão tectônica podem ser resumidas conforme a Figura 25.



Figura 25 - Parâmetros analíticos da tectônica (ROCHA, 2012).

Fonte: Autor, 2024.

Em suma, com base nos referidos parâmetros, o capítulo seguinte irá abordar a análise dos projetos apontados como objeto desta pesquisa, seguido de uma discussão individual sobre os resultados observados e, então, as considerações finais e as devidas referências bibliográficas.



CAPÍTULO III

The ARC - IBUKU.

Fotografia: Tommaso Riva.
Editado pelo Autor, 2024.

3. Análise do caráter tectônico

Neste capítulo, por meio do olhar analítico, serão perscrutadas e discernidas as narrativas tectônicas presentes no cerne arquitetural: **o projeto**, “um espaço teórico no qual se desenvolvem questões construtivas em tensões que chamamos de tectônicas”¹ (AMARAL, 2010, p. 133 e 134). Os projetos aqui analisados foram concebidos na Indonésia e no Brasil entre 2013 e 2023 – Ananda House, The ARC e Refúgio – e fazem uso do bambu estrutural.

A questão da construção [...] está tão intimamente ligada ao projeto que podemos até nos perguntar se o resultado do trabalho do arquiteto é sempre o edifício, como obra concluída, ou melhor, o projeto, como conduta antecipatória e criativa.² (AMARAL, 2010, p. 05)

Concordarmos, enfim, que a arquitetura enquanto produto cultural não precisa ser necessariamente um artefato, mas insistimos que isso não significa que haja uma desvinculação entre o processo de criação da forma arquitetônica e o saber construtivo - seja o fruto desse processo materializado ou não. (LIMA, 2012, p. 06)

1 Traduzido do texto original: “un espace théorique dans lequel les questions constructives s'élaborent dans des tensions que nous nommons tectoniques” (AMARAL, 2010, p. 133 e 134).

2 Traduzido do texto original: “La question de la construction [...] est si intimement liée au projet, que l'on peut même se demander si le résultat du travail de l'architecte est toujours l'édifice, en tant qu'œuvre réalisée, ou plutôt le projet, en tant que conduite anticipatoire et creative” (AMARAL, 2010, p. 05).

3.1. Ananda House

Projetada pelo escritório IBUKU, a Ananda House (2015) [Figura 26] construída na *Green Village*, em Bali – Indonésia, é um exemplar da arquitetura sustentável que explora a expressividade do bambu desde a concepção projetual ao resultado formal intencionado e materializado na construção.

O escritório, fundado e dirigido por Elora Hardy – Designer canadense, é composto por uma equipe multidisciplinar que agrega arquitetos, engenheiros, designers e artesãos balineses, visando, de acordo com o próprio, “proporcionar espaços onde as pessoas possam viver uma relação autêntica com a natureza”.

Nesse sentido, se faz necessário discernir alguns dos aspectos relacionados à cultura construtiva tradicional de Bali e como esta se apresenta nas propostas arquitetônicas do escritório IBUKU.

A Ilha de Bali “situa-se na região do Triângulo de Coral no Sudeste Asiático como parte da República da Indonésia, o maior arquipélago do mundo formado por 17,508 ilhas” (PAIXÃO, 2017, p. 18) nas quais predomina a religião muçulmana. Entretanto, Bali se destaca por desenvolver manifestações hindu que estão diretamente vinculadas ao estilo de vida da ilha, de forma que a própria



Figura 26 - Ananda House, 2015.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Stephen Johnson.

arquitetura balinesa se torna um reflexo dessa apreciação e constitui um ideário com “significados simbólicos diversos e, por vezes, o próprio processo de construção ou de manutenção dessas obras é marcado por rituais, cerimônias e festas” (TEIXEIRA *et al*, 2024, p. 201).

Dessa forma, a arquitetura tradicional de Bali – expressa principalmente na essência residencial – aborda noções que permeiam: Flexibilidade; Distância do solo/água; Espaço de gênero; Mobilidade da casa; Luz solar e circulação de ar; Espaço semipúblico e Antropometria (Wazir e Indriani, 2020).

As casas balinesas são ainda mais únicas, com vários espaços independentes. Elas são do tipo modular, que tem vários espaços combinados, não com uma construção sólida inteira [...] Há um terreno vazio entre os edifícios que se tornam espaços individuais. Isso reflete a flexibilidade da dimensão do espaço, pois quando necessário, partes do espaço podem ser estendidas sem distrair as outras partes da casa.³ (WAZIR e INDRIANI, 2020, p. 142)

3 Traduzido do texto original: “Balinese houses are even more unique with several spaces stand by themselves. They are the modular type that has several spaces combined not with one whole solid construction [...] There is an empty land among buildings which become singled spaces. It reflects the flexibility of the space dimension for when it is needed, parts of the space can be extended without distracting the other parts of the house.” (WAZIR e INDRIANI, 2020, p. 142).

Ademais, dentre os aspectos de influência cultural, a disposição dos ambientes está estreitamente relacionada ao *Nawa Sanga* [Figura 27] "mandala que direciona a criação de espaços a partir de pontos cardeais responsáveis pela orientação cosmológica conforme a tradição balinesa [...] o Nawa Sanga é composto por oito pontos cardeais mais o centro" (TEIXEIRA *et al*, 2024, p. 207), assim a disposição espacial das tradicionais casas balinesas se ordena conforme a hierarquia dessas nove partes/direções, na qual cada uma corresponde a deuses e aspectos míticos presentes na construção do caráter da sociedade balinesa, como exposto por Teixeira *et al* (2024) e Paixão (2017).

O conjunto de orientações espaciais é o resultado do pensamento hindu que interpreta e respeita todo o sistema cósmico, onde o ser humano, apesar de pequeno no universo, também contém a sua própria estrutura e microcosmo. (PAIXÃO, 2017, p. 90 - 92)

Ao considerar essas influências, infere-se que a essência da residência tradicional de Bali está diretamente relacionada ao estado ontológico abordado por Frampton (1995), já que os materiais – a exemplo do bambu, madeira, folhas de palmeira, palha e concreto de calcário e argila [Figuras 28 e 29 – p.83] – “são expressamente expostos para que a essência da construção seja revelada. Em Bali, a beleza natural é apreciada e, através da verdade dos materiais, a harmonia entre a natureza e os edifícios é reforçada” (PAIXÃO, 2017, p.130).

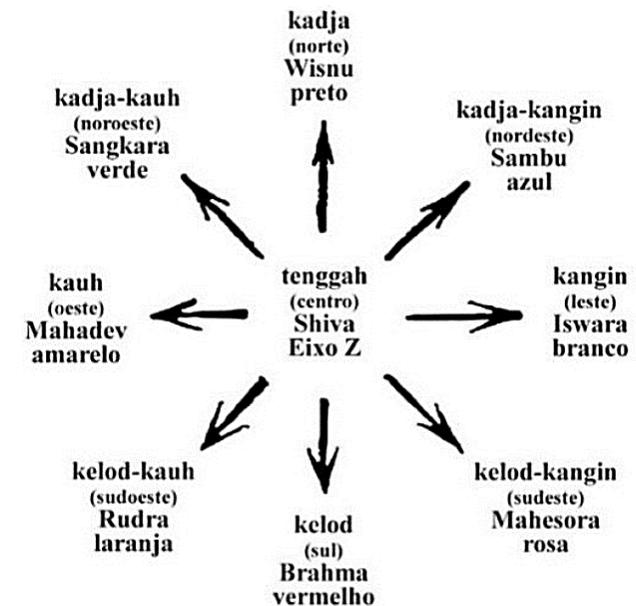


Figura 27 - Pontos cardeais do *Nawa Sanga*.

Fonte: Paixão, 2017. Editado e traduzido por Teixeira *et al*, 2024.



Figura 28 - Casa balinesa tradicional.

Fonte: Davison e Granquist, 2000.



Figura 29 - Registro do processo construtivo da casa balinesa tradicional.

Fonte: Davison, 2023.

Entretanto, Teixeira *et al* (2024) discorre que conforme há o distanciamento entre as zonas rurais e o meio urbano de Bali – a exemplo da capital Denpasar – a noção cultural e suas influências arquitetônicas são convertidas à lógica do consumo turístico que se intensifica na ilha e, conseqüentemente, desenvolve novos hábitos, de forma que o “sistema de significados mencionado é reproduzido como exótico com o intuito de atrair ao máximo turistas e investidores, que buscam consumir Bali como mercadoria e não como obra” (TEIXEIRA *et al*, 2024, p. 211).

Nesse sentido, Paixão (2017) aborda a sensibilidade da pauta crítica pois socialmente o “turismo incentiva os balineses a refletir sobre a sua própria cultura; é natural que a dominem e a expressem de forma intuitiva uma vez que estão genuinamente nela inseridos” (PAIXÃO, 2017, p. 230), e assim, as manifestações culturais se mantêm inseridas na economia da ilha, favorecendo incentivo ao patrimônio cultural e, portanto, “esta manifestação tem sido estimulada através de um *status* e sentimento de singularidade cultural suficientemente fortes para que a tradição se preserve ao mesmo tempo que se renove” (PAIXÃO, 2017, p. 232).

Nessa perspectiva dicotômica entre tradição e contemporaneidade, a arquitetura carrega um papel singular, pois a mesma articula o “surgimento de uma nova

dinâmica urbana, e conseqüentemente [...] a arquitetura não é neutra, ela demarca o território e modifica a sociedade onde se situa” (TEIXEIRA *et al*, 2024, p. 211 e 212). Assim, é nesse contexto que emergem as propostas arquitetônicas do escritório IBUKU, analisadas nesta dissertação como parte da arquitetura contemporânea de Bali.

Portanto, na relação Sítio | Estrutura formal arquitetônica da ótica tectônica, a implantação [Figura 30 – p.85] da Ananda House fomenta o acesso principal pela fachada posterior – orientada a oeste – por meio do pórtico em pedra que, junto ao muro de mesmo material, marca a delimitação do lote [Figura 31 – p.86], este, caracterizado por um declive [Figura 32 – p.86], que vai da cota mais alta (105m) até as margens do rio Ayung, com área de 716m².

Interno ao lote, a implantação do projeto foi pensada para impactar o mínimo na vegetação preexistente e, com isso, se integrar à natureza do entorno [Figura 33 – p.86], reforçando a consonância entre a edificação e a natureza presente na arquitetura residencial balinesa e corroborando com Vittorio Gregotti (1983 apud FRAMPTON, 2013 [1990]) e Amaral (2010), no tocante ao projeto arquitetônico estar diretamente associado à essência ambiental. Importa citar que, devido à disposição dos volumes da proposta, a circulação entre estes ocorre ao ar livre, por escadarias e percursos sinuosos revestidos em pedra [Figura 34 – p.87].



Figura 30 - Implantação Ananda House.

Fonte: Google Earth. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 31 - Pórtico de acesso e delimitação do lote.

Fonte: Green Village Bali. Disponível em: <<https://greenvillagebali.com/houses/ananda-house/>>. Acesso em: 02 nov. 2024

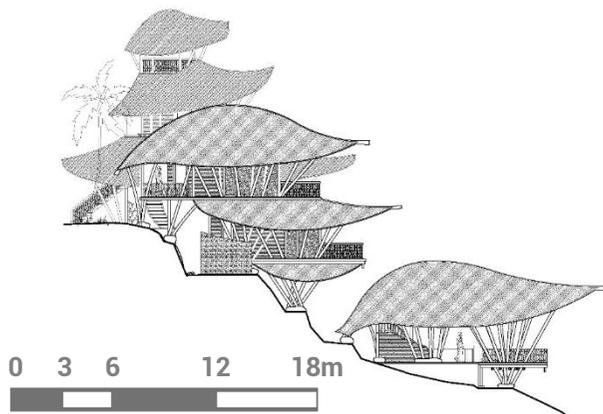


Figura 32 - Expressão da proposta arquitetônica decorrente da implantação.

Fonte: IBUKU, 2023.



Figura 33 - Integração arquitetura e entorno.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Stephen Johnson.



Figura 34 - Expressão das circulações entre os volumes arquitetônicos.

Fonte: Airbnb. Disponível em: <https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE>. Acesso em: 02 nov. 2024.

Situar o projeto [...] constitui um pré-requisito para a compreensão do diálogo com o existente proposto pelos projetistas, seja em continuidade ou descontinuidade com o contexto, a partir de decisões de projeto que remetem à materialidade da construção.⁴ (AMARAL, 2010, p. 137)

Nessa perspectiva, é possível identificar que o contexto ambiental dita as singularidades do partido arquitetônico, que fora resolvido com base em 03 (três) volumes estruturalmente independentes, direcionados ao leste com vista para o rio e interligados pelo paisagismo e os sinuosos caminhos descobertos em pedra que se escalonam no declive do terreno.

Assim, tendo em vista a setorização, o programa de necessidades se desenvolve em 08 (oito) níveis diferentes – com circulação vertical estabelecida apenas por escadas, sendo: **Volume principal** [Figuras 35, 36 e 37 – p.88 e 89]: Suíte Master, Closet e Wc (nível -1,50m); Escritório (nível +1,20m); Lounge (nível +4,20m); Área de meditação (nível +7,30m). **Volume de visitas**: Suíte inferior, Closet e Wc (nível -2,10m); Suíte superior, Closet e Wc (nível +1,50m) e **Volume de estar** [Figuras 38, 39 e 40 – p.90 e 91]: Cozinha, Estar e Deck da piscina (nível -8,10m); Área infantil (nível -5,30m).

⁴ Traduzido do texto original: “Situer le projet [...] constitue un préalable à la compréhension du dialogue avec l'existant proposé par les concepteurs, soit en continuité ou en discontinuité avec le contexte, à partir de décisions de projet qui se réfèrent à la matérialité de la construction” (AMARAL, 2010, p. 137).

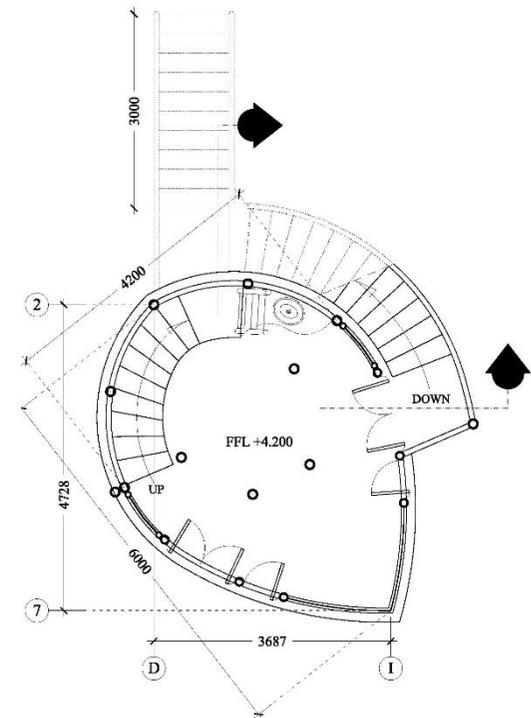
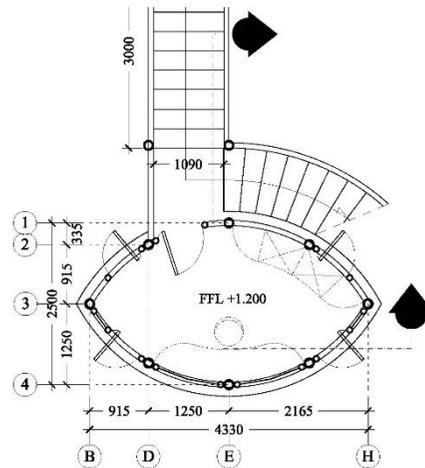
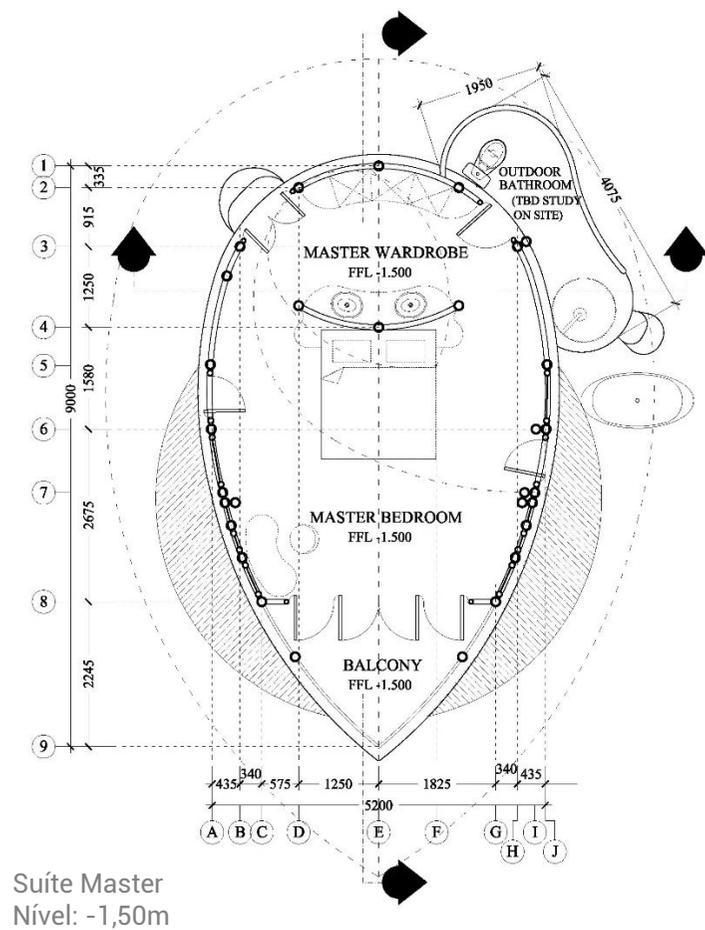


Figura 35 - Plantas baixas do volume principal.

Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

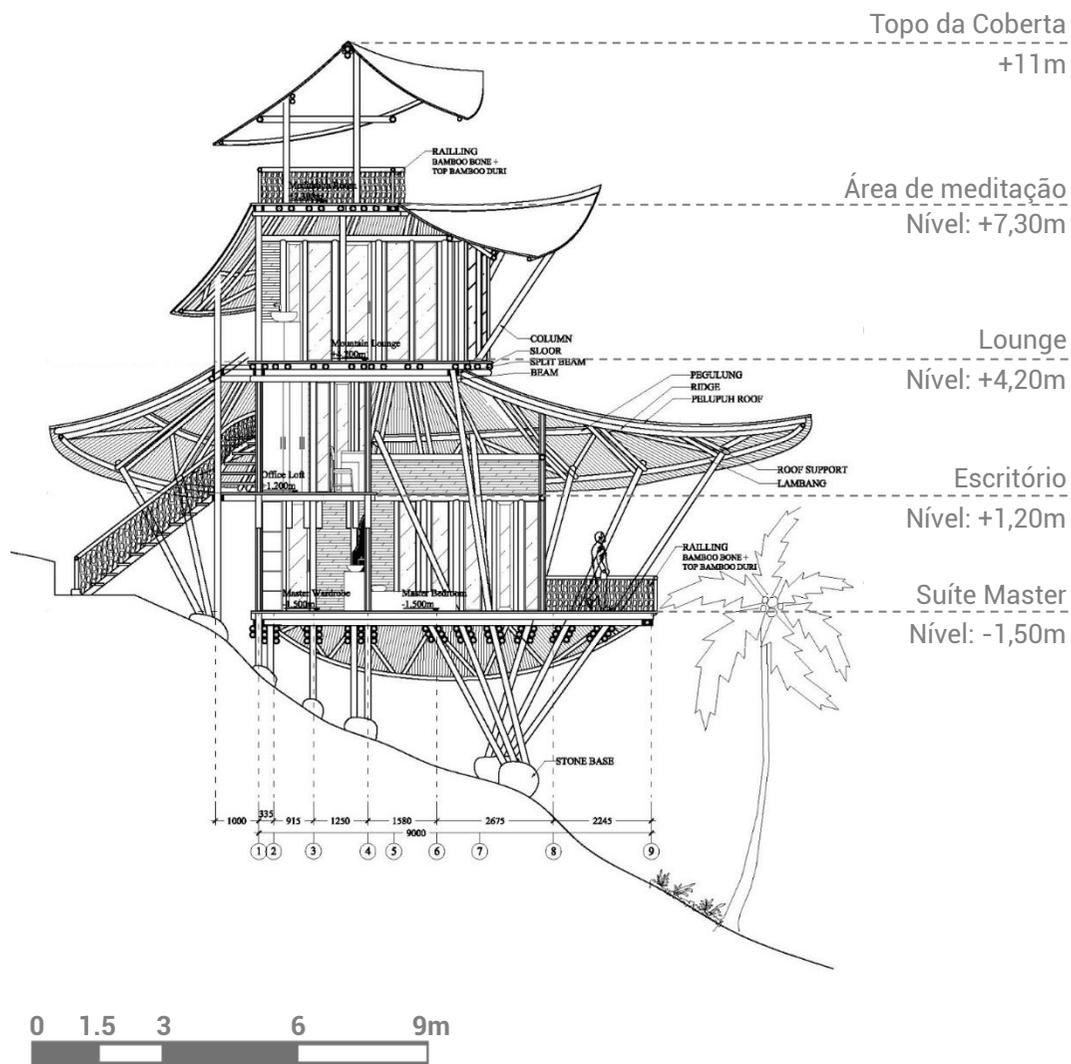


Figura 36 - Corte longitudinal do volume principal.
 Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

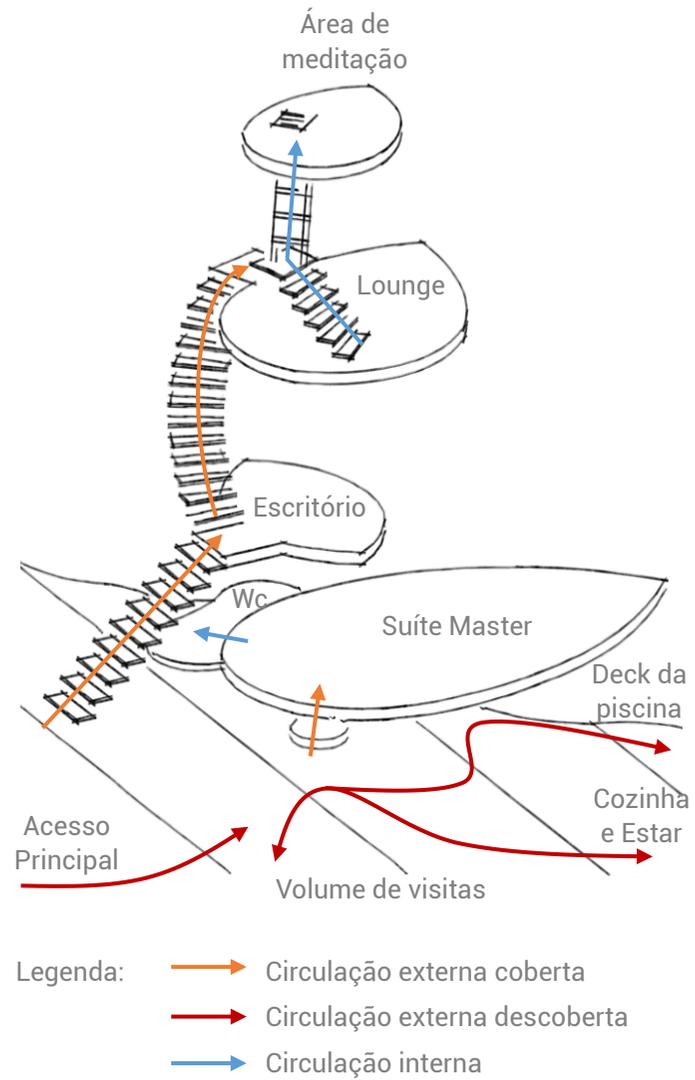
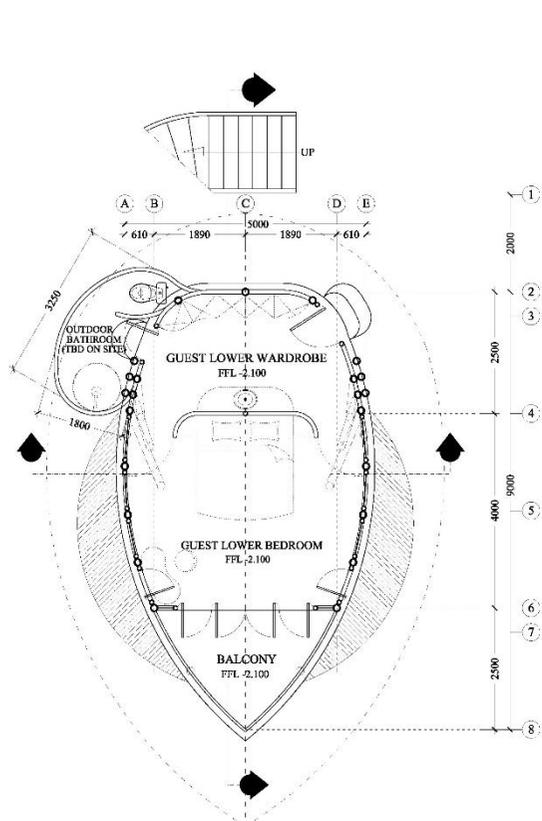
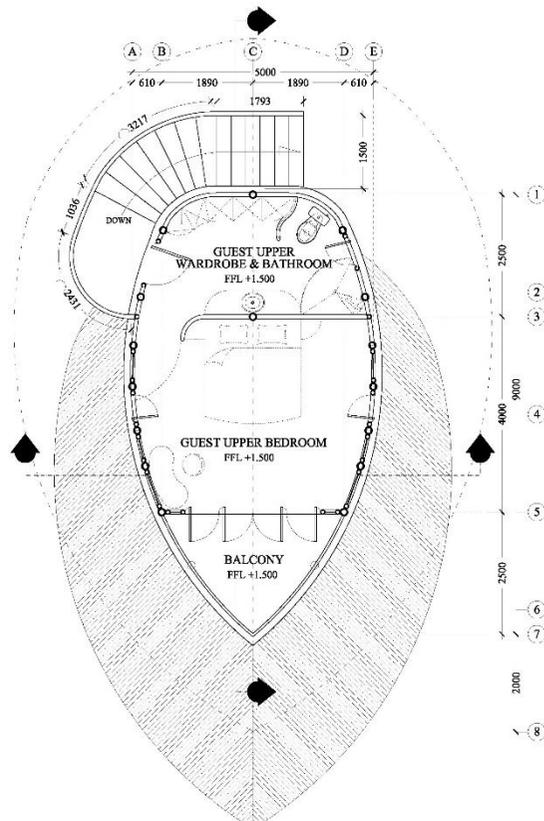


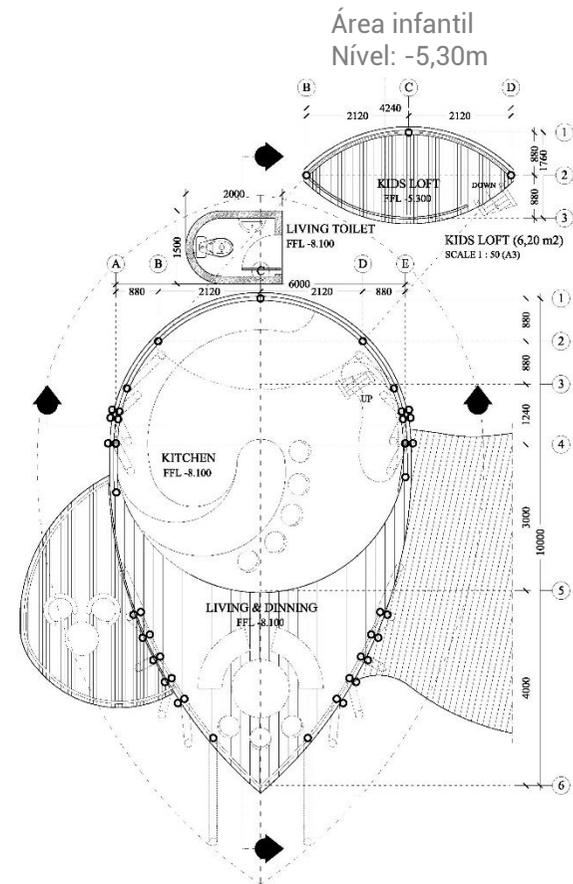
Figura 37 - Esquema da circulação do volume principal.
 Fonte: Autor, 2024.



Suíte inferior
Nível: -2,10m



Suíte superior
Nível: +1,50m



Cozinha e Estar
Nível: -8,10m

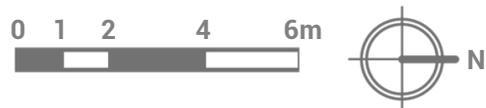


Figura 38 - Plantas baixas do volume de visitas e do volume de estar.

Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

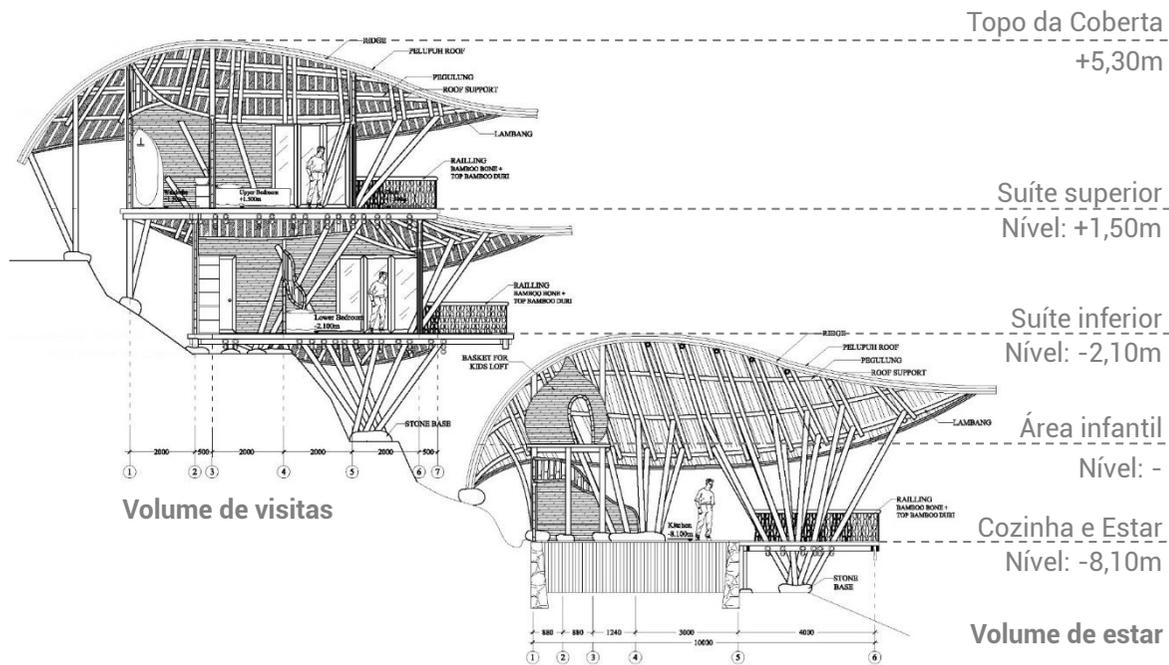


Figura 39 - Corte longitudinal do volume de visitas e do volume de estar.

Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

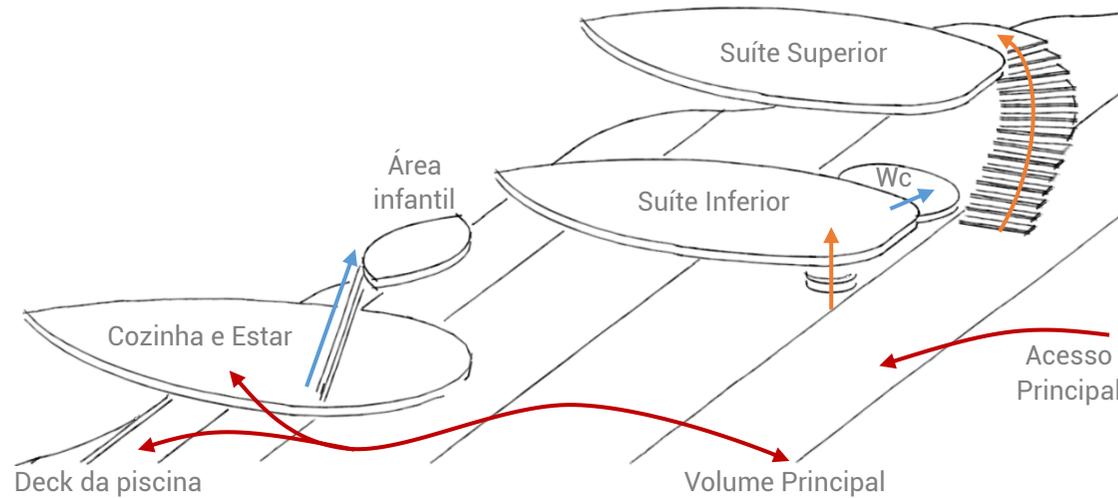


Figura 40 - Esquema da circulação do volume de visitas e do volume de estar.

Fonte: Autor, 2024.

Portanto, a estrutura formal arquitetônica [Figura 41] expressa noções de verticalidade decorrentes da interação com o sítio de implantação, de forma que cada pavimento é disposto para tomar proveito da vista do entorno, assim como da ventilação e iluminação natural.

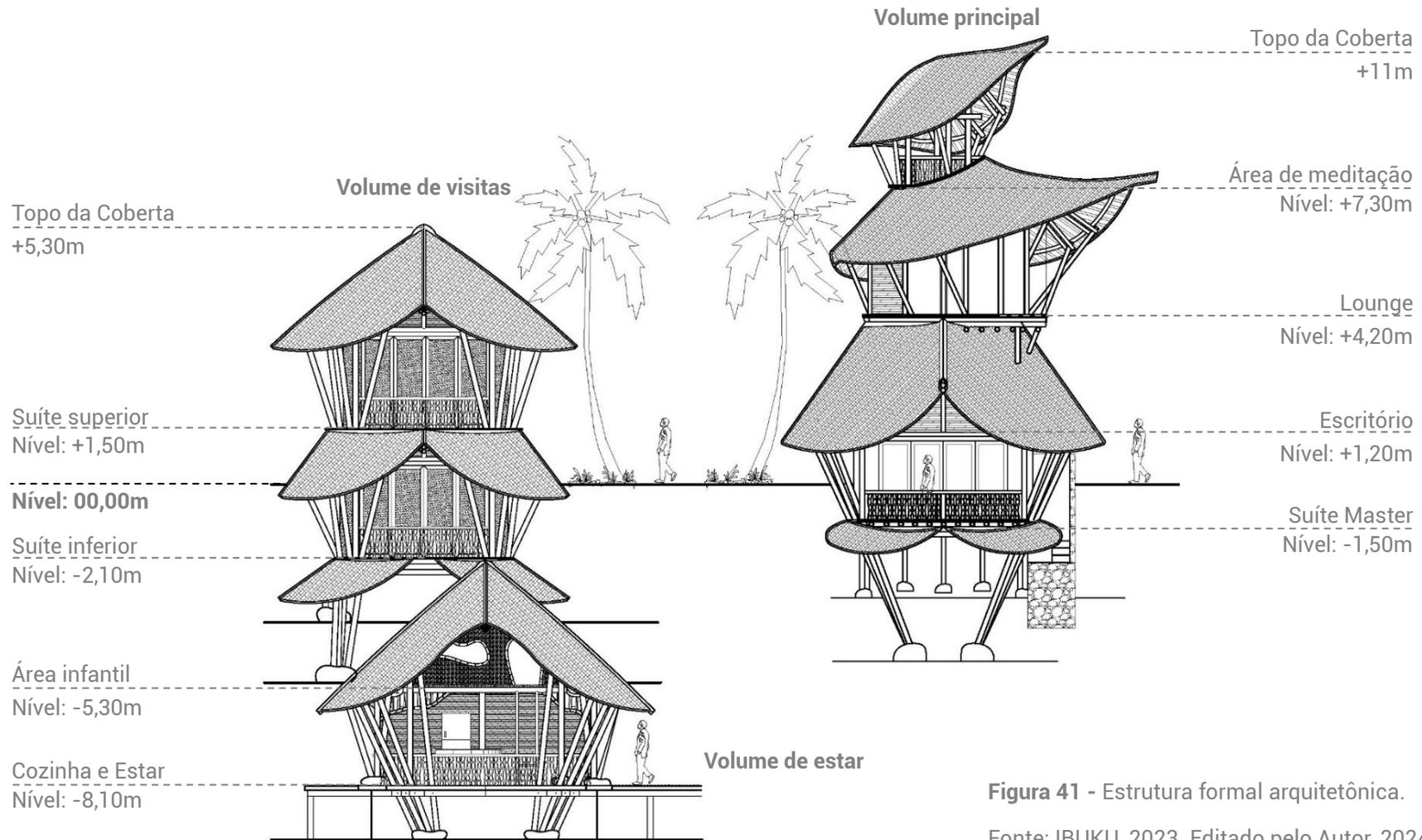


Figura 41 - Estrutura formal arquitetônica.

Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

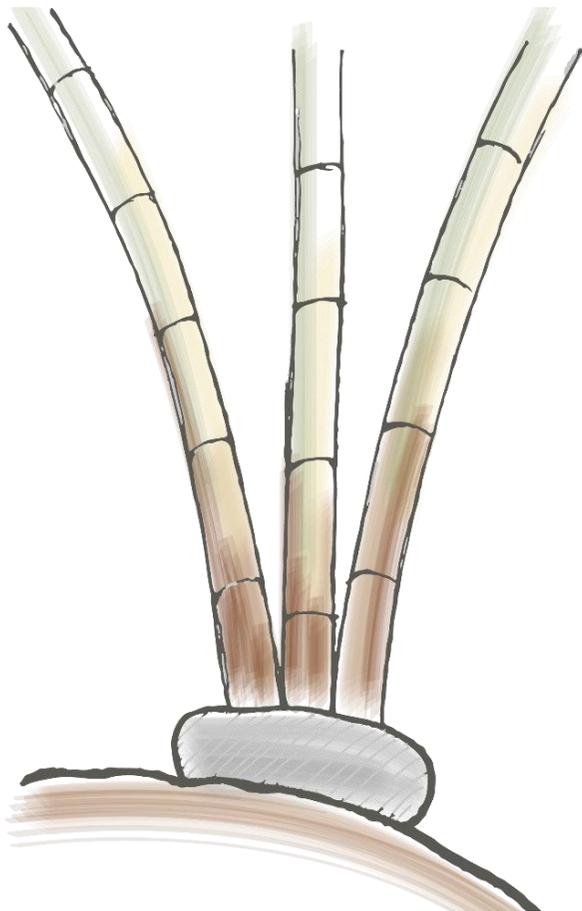


Figura 42 - Redesenho da transição entre o sítio e a estrutura formal.

Fonte: Autor, 2024.

O embasamento da Ananda House, proposto por bases de concreto que se assemelham à pedra, ocorre sobre os patamares naturais existentes no lote, fomentando a proposição de estruturas que expressam sutis detalhes de transições entre o sítio e a estrutura formal [Figura 42], esses que ocorrem por meio da conexão do Grupo 2 (Widyowijatnoko, 2012)⁵, ressaltando a leveza e a resistência do bambu *Dendrocalamus Asper*, assim como uma das diretrizes de sua proteção contra intempéries – resguardar a base do colmo do contato direto com o solo, então prevenindo o apodrecimento do colmo.

No mais, o patamar do nível mais baixo (cota -8,10m) evoca maior conexão física com o ambiente externo, já que a circulação interna da cozinha e da área de estar se estende ao deck de madeira da piscina, que apresenta forma orgânica [Figura 43 – p.94].

Ademais, o limite de contorno do deck de madeira infere uma ruptura material que se observa na transição ao último patamar da área de lazer [Figura 44 – p.94], este, revestido em pedra e destinado ao complemento da área da piscina, que apresenta escalonamento em prol da continuidade da cascata artificial do projeto [Figura 45 – p.95].

Finalmente, é preciso dizer alguma coisa sobre a importância da “quebra” ou “disjunção” em contraste com a significação da junção. Refiro-me àquele ponto em que as coisas se rompem em vez de se conectarem; àquele fulcro significativo em que um sistema, superfície ou material, termina abruptamente para ceder lugar a outro. O significado pode então estar contido no jogo entre “junção” e “quebra” e, nesse sentido, a ruptura pode ter tanto significado como a conexão. (FRAMPTON, 2013 [1990], p.568)



Figura 43 - Conexão entre a área de estar e o deck de madeira da piscina.

Fonte: Airbnb. Disponível em: <https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE>. Acesso em: 02 nov. 2024.



Figura 44 - Expressão da ruptura material (madeira e pedra) no patamar da piscina.

Fonte: IBUKU, 2023.
Fotografia: Stephen Johnson. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 45 - Cascata da piscina.

Fonte: Green Village. Disponível em: <<https://greenvillagebali.com/houses/ananda-house/>>. Acesso em 02 nov. 2024.

Na relação Sistema resistente | Estrutura formal arquitetônica é veemente o caráter *light-weight* estabelecido pelos elementos estruturais que são concebidos visando enaltecer a abordagem formal do objeto intencionado. Ao idealizar o a estrutura portante, o IBUKU toma partido da verdade estrutural decorrente da exposição dos seus elementos constituintes e de suas junções [Figura 46]. Desta forma, o princípio estrutural (viga e pilar-árvore), se mostra como o próprio definidor espacial [Figura 47 – p.96], no qual cada pavimento vai estabelecer vínculos e rupturas entre os colmos de suporte e as vedações.



Figura 46 - Expressão da verdade estrutural.

Fonte: IBUKU, 2023.
Fotografia: Stephen Johnson.

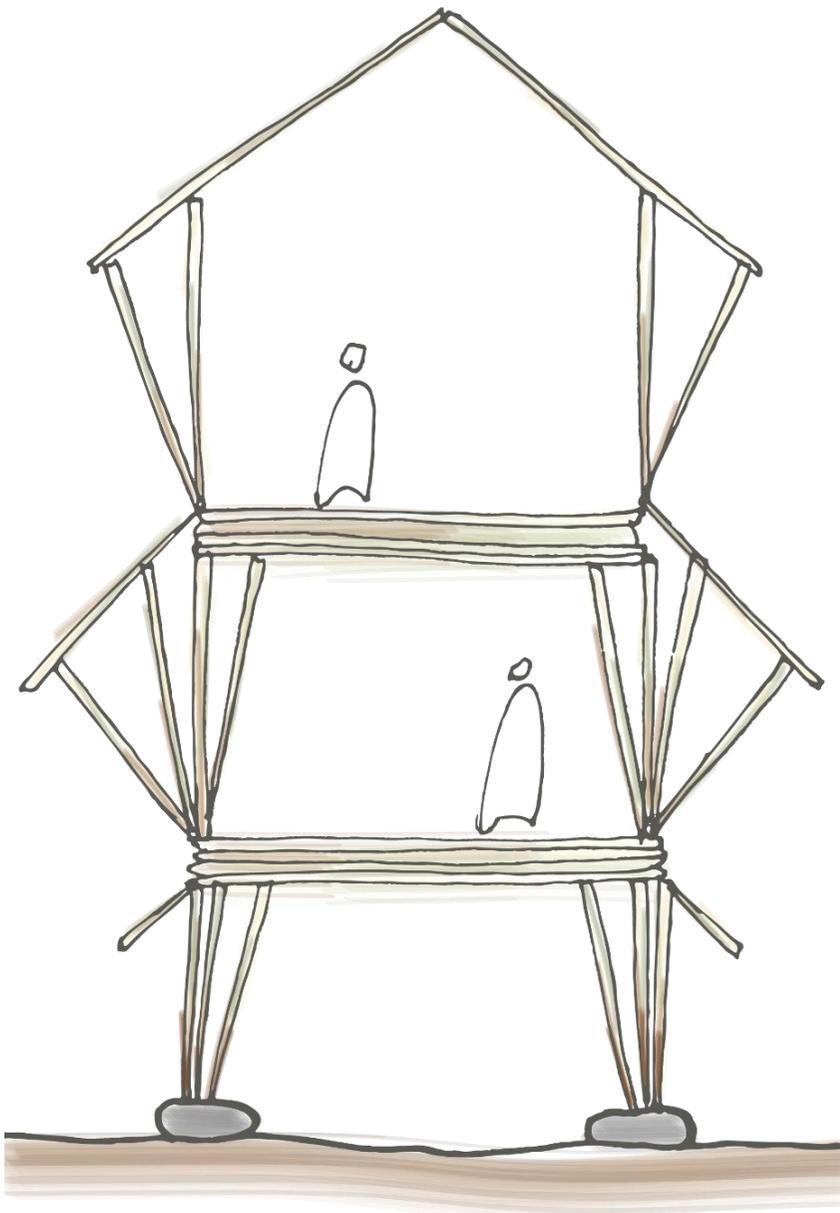


Figura 47 - Redesenho do princípio estrutural como definidor do espaço.

Fonte: Autor, 2024.

Nessa perspectiva, a Ananda House se estrutura, principalmente, pelo que pode ser identificado como pilares-árvores, sendo uma solução que “visa a diminuição dos vãos da estrutura sustentada, sem adensamento de pilares na base” (REBELLO, 2000, p. 180), assim como no decorrer da planta arquitetural – estabelecendo vãos mais amplos de acordo com a capacidade do material em uso. Dessa forma, essa associação de pilares proporciona a otimização do caminho das forças que agem no objeto formal, direcionada por meio das conexões entre o topo dos colmos com o viga radial da cobertura dos blocos [Figura 48].

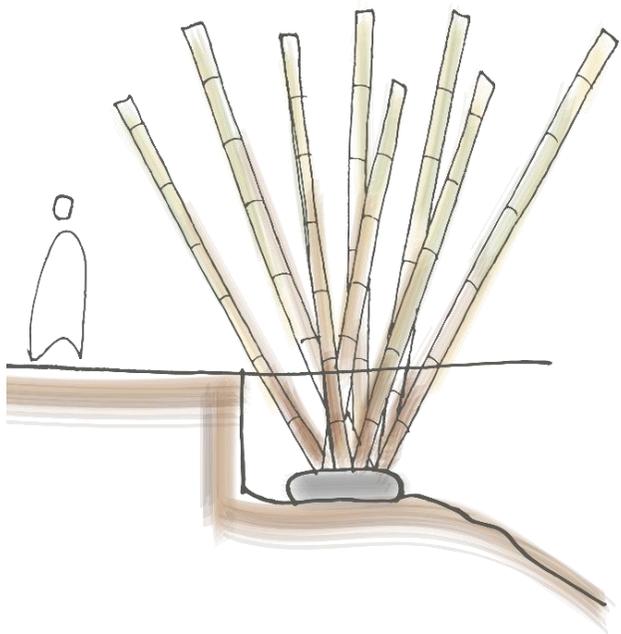


Figura 48 - Redesenho dos pilares-árvores.

Fonte: Autor, 2024.

Por sua vez, a estrutura das coberturas é desenvolvida em três camadas, sendo:

- 1º Camada: se estrutura por um conjunto de vigas centrais de bambu – entendido como a cumeeira – e colmos radiais que definem a empena da coberta e se conectam aos pilares, assim, de acordo com a ótica da arquitetura biomimética, o conjunto pode assemelhar-se a estrutura morfológica de uma folha, contendo a nervura central e as nervuras secundárias [Figura 49 – p.98];
- 2º Camada: definida por feixes – entendidos como as terças do telhado em madeira – produzidos com finas fibras de bambu, flexíveis, curvados

de acordo com a delimitação da coberta e posicionados em um intervalo de medida que forma uma malha em consonância com a camada anterior, assim como entre o primeiro e o segundo feixe há a inserção de colmos que fomentam um sistema treliçado em prol da estabilidade estrutural, como observado no volume principal e no de visitas [Figura 50];

- 3º Camada: se assemelha a primeira no tocante aos colmos radiais – aqui entendidos como os caibros, mas com intervalo menor entre a disposição da gramínea, que gera a forma da coberta e em seu perímetro infere um detalhe com a união de ripas curvas de bambu conectadas por passadores transversais e amarrações, então delimitando a área das cobertas [Figura 51].

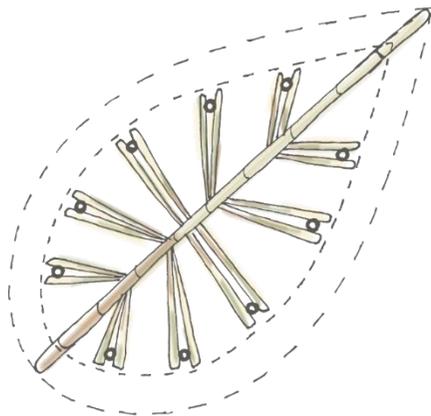


Figura 49 - Redesenho da 1º camada da estrutura da coberta.

Fonte: Autor, 2024.

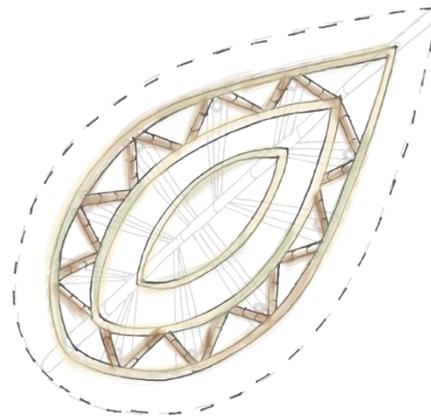


Figura 50 - Redesenho da 2º camada da estrutura da coberta.

Fonte: Autor, 2024.

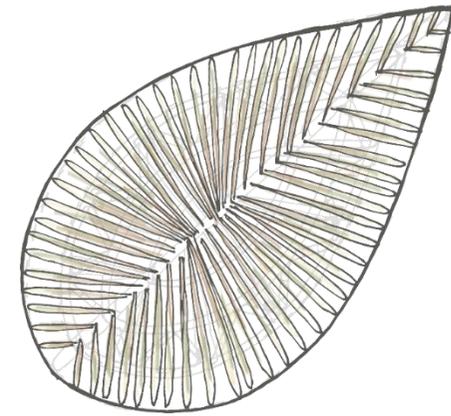


Figura 51 - Redesenho da 3º camada da estrutura da coberta.

Fonte: Autor, 2024.

Por meio da vertente construtiva existente na Indonésia e sua consequente influência nas manifestações da cultura arquitetônica de Bali, se identifica o caráter tradicional expresso na proposição das cobertas da Ananda House em associação às tipologias das residências tradicionais do referido país [Figura 52], como abordado por Lima (2021) ao discorrer sobre os “dramáticos e imponentes telhados com seção curva e extremidades pontiagudas” (LIMA, 2021, p. 141) cheios de simbolismos, rituais e crenças religiosas que pairam sobre o processo de construção e manutenção das residências balinesas.

Assim, apesar do projeto não demonstrar relação direta às influências religiosas da ilha, a concepção da estrutura de cobertura aborda similaridades com o vernáculo da Indonésia.

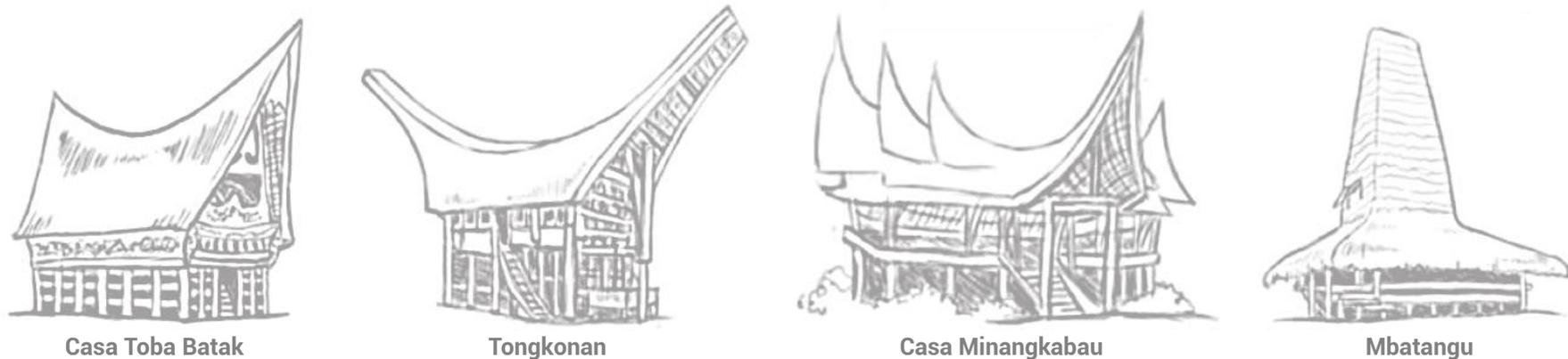


Figura 52 - Tipologias residenciais da Indonésia.

Fonte: Lima (2021). Editado pelo Autor, 2024.

Importa reconhecer a aplicação dos grandes beirais proporcionados por essa estrutura imponente, que graças aos pilares inclinados, ultrapassam a margem dos pisos em aproximadamente 2m [Figura 53], evidenciando um valor estético relacionado a leveza da própria matéria-prima em uso.

Ademais, os beirais também proporcionam as necessárias proteções contra intempéries, valendo salientar o clima da região como sendo o Tropical – que alterna entre estações secas e chuvosas.

No tocante às áreas privativas dos volumes, se observa uma proposta estrutural retilínea, na qual os colmos são posicionados em um ângulo de 90° em relação às lajes [Figura 54 – p.101], estabelecendo uma disposição necessária a fixação das vedações, assim como de suporte à própria estrutura dos pavimentos – que têm suas áreas reduzidas no decorrer da verticalidade, demarcando um escalonamento que reflete diretamente no todo arquitetural [Figura 55 – p.101].

Nessa perspectiva, a estrutura das lajes – também produzida em bambu-colmo – se desenvolve por meio da combinação entre colmos, formando duplas e grupos de três colmos que transversalmente suportam o viga longitudinal dos pavimentos [Figura 56 – p.101].

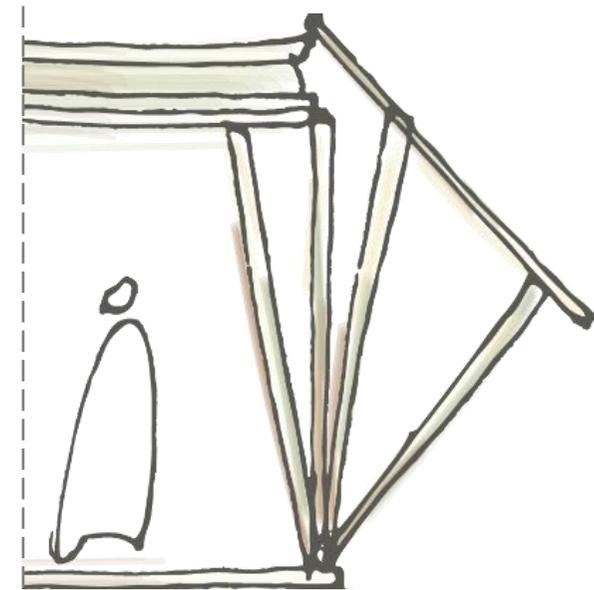


Figura 53 - Redesenho do beiral da coberta.

Fonte: Autor, 2024.

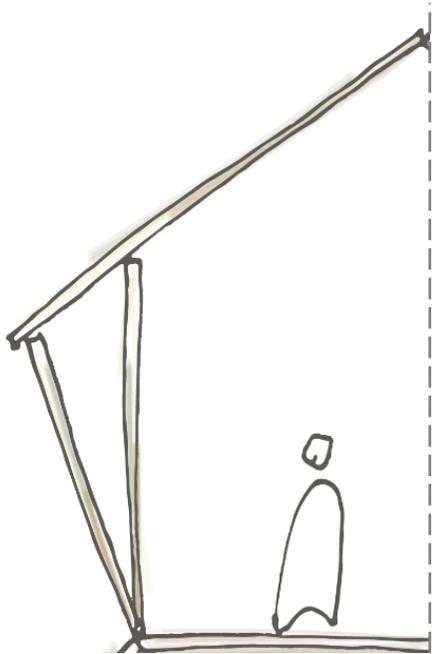


Figura 54 - Redesenho dos pilares em relação ao piso.

Fonte: Autor, 2024.

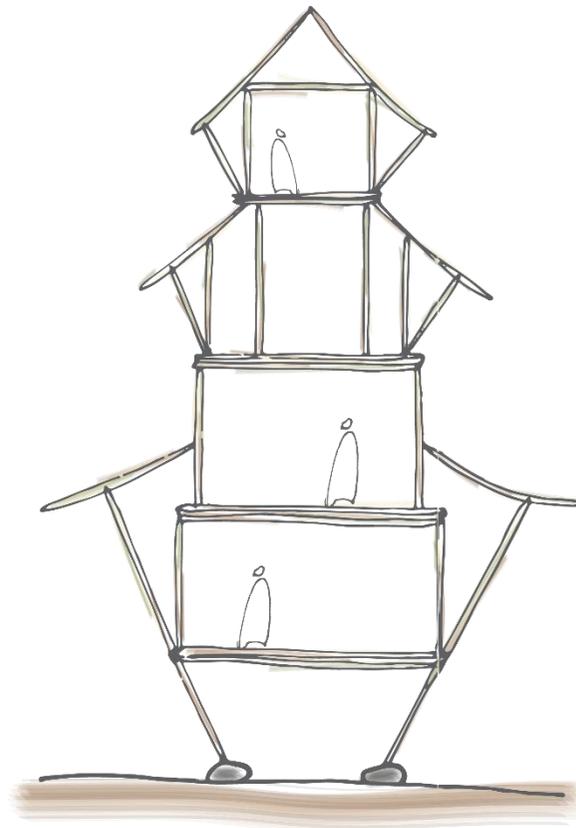


Figura 55 - Redesenho do escalonamento da estrutura.

Fonte: Autor, 2024.

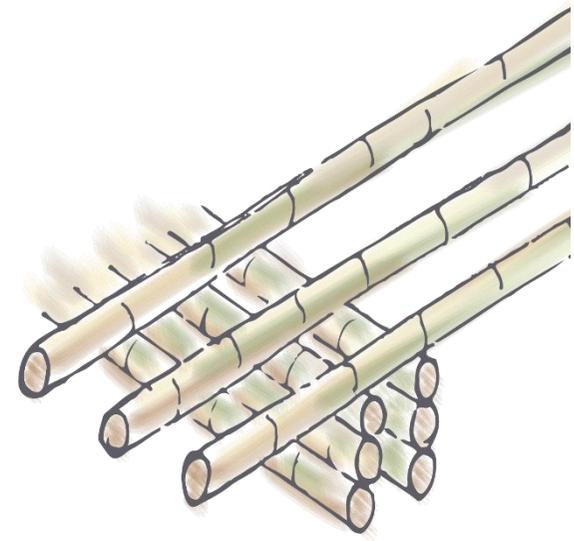


Figura 56 - Redesenho da estrutura da laje.

Fonte: Autor, 2024.

Por fim, a relação Elementos de vedação | Estrutura formal arquitetônica demonstra a versatilidade do bambu no âmbito da arquitetura, pois afirma proposições plásticas que estão nas vedações dos pisos, paredes e coberta.

Nessa perspectiva, o piso dos pavimentos é vedado por ripas e laminados de bambu que são visíveis nas imagens compartilhadas pelo escritório [Figura 57], mas não consta a representação de suas hachuras gráficas no projeto disponibilizado por aquele, com exceção da representação do volume de estar, que demarca alguns materiais de piso.

No mais, diante da privacidade dos ambientes, em especial os quartos, as paredes e esquadrias vão do opaco do bambu – a partir da fachada oeste de acesso ao lote – ao translúcido, então proporcionado com o uso do vidro na vedação dos quartos e em sua conexão com as varandas [Figura 58 – p.103], estabelecendo relações dicotômicas entre as vedações de um mesmo ambiente.

Importa compreender que, na Ananda House, as paredes se dão por meio de ripas horizontais de bambu que se conectam aos elementos estruturais dos volumes propostos, estabelecendo as camadas de vedação externa e interna, enquanto as esquadrias são fixas e de giro – como as da varanda, desenvolvidas em caixilhos de bambu e lâmina de vidro [Figura 59 – p.103].



Figura 57 - Piso dos pavimentos.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Stephen Johnson.

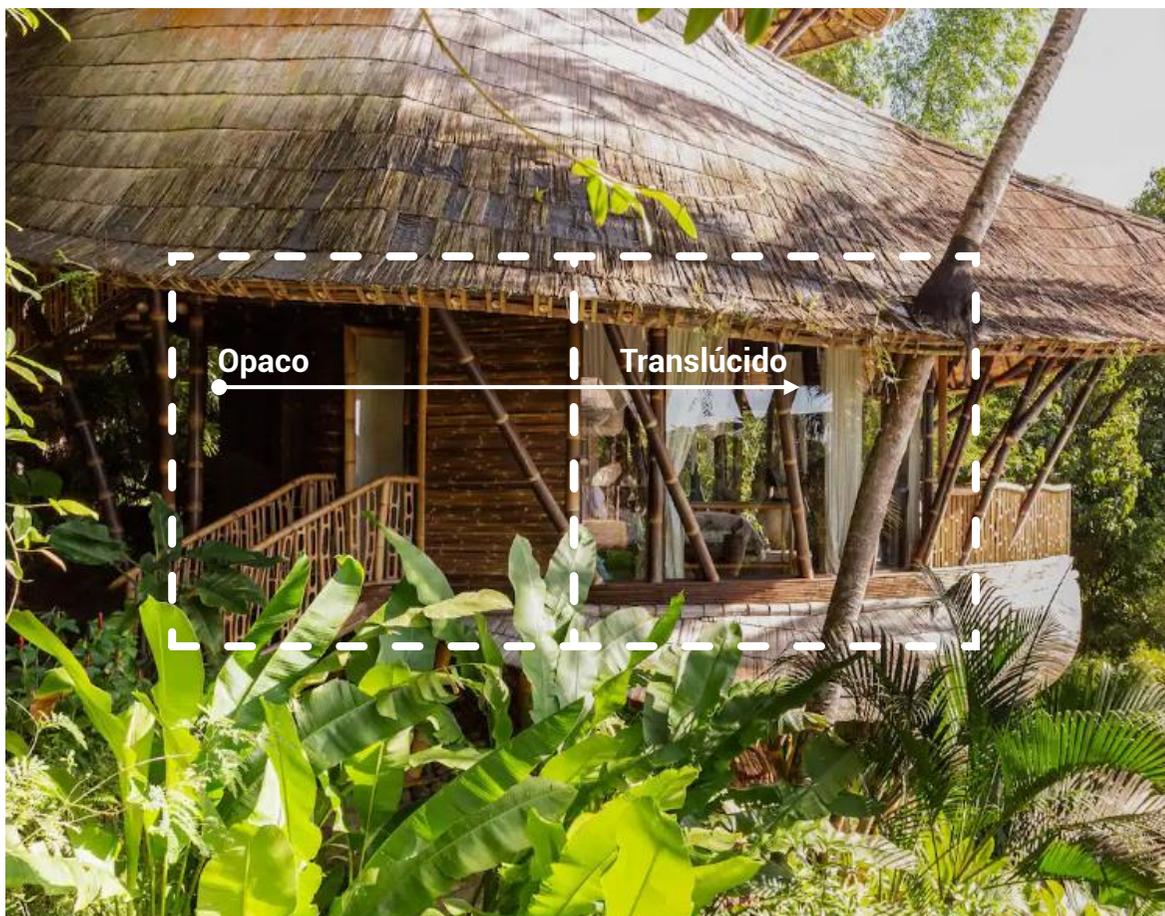


Figura 58 - Dicotomia entre os elementos de vedação opaco e translúcido.

Fonte: Airbnb. Disponível em: <https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE>. Acesso em: 02 nov. 2024. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 59 - Esquadria em caixilho de bambu e lâmina de vidro.

Fonte: Airbnb. Disponível em: <https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE>. Acesso em: 02 nov. 2024.

Vale salientar, também, que no guarda-corpo das varandas se destaca uma solução pouco comum em projetos que fomentam o estado da arte do uso do bambu, sendo a exploração da ‘alma do bambu’, ou como o IBUKU descreve: *bamboo bone* – em tradução literal: osso do bambu, um elemento representado pelo fatiamento do colmo que demarca um aspecto plástico e agrega versatilidade à estrutura formal arquitetônica [Figura 60].

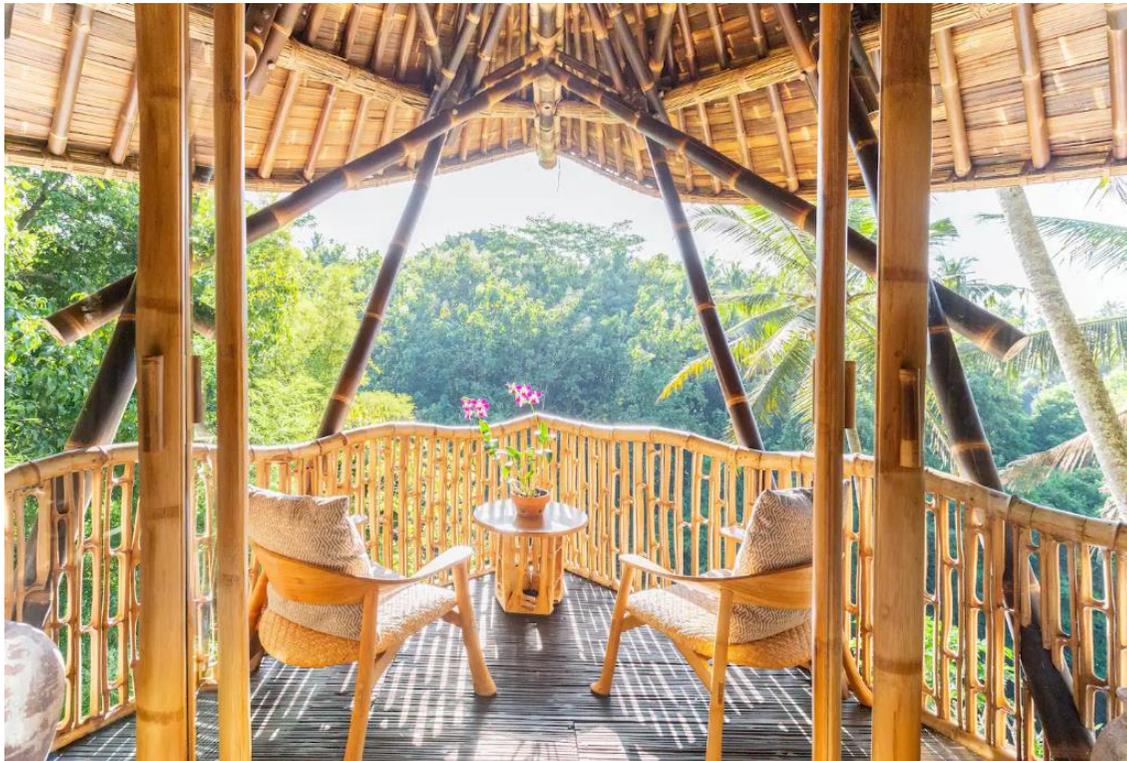


Figura 60 - Expressão do guarda-corpo em Alma do bambu.

Fonte: Airbnb. Disponível em: https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE. Acesso em: 02 nov. 2024.



Figura 61 - Painel de tramas em ripas de bambu.

Fonte: Airbnb. Disponível em: <https://www.airbnb.fr/rooms/36654469?source_impression_id=p3_1704251315_BgVjfuYsEa1wD%2BM%2F&modal=PHOTO_TOUR_SCROLLABLE>. Acesso em: 02 nov. 2024.

Além disso, internamente aos quartos, há a presença da ‘alma do bambu’ e tramas em ripas de bambu como elementos de vedação [Figura 61] que têm por finalidade delimitar a setorização do quarto em relação ao closet e ao banheiro, este, que é posicionado em duas situações: interno e externo à estrutura em bambu. Com isso, o Wc externo estabelece um ambiente com vedações em paredes de pedra diretamente conectadas ao *earthwork* [Figuras 62 e 63].

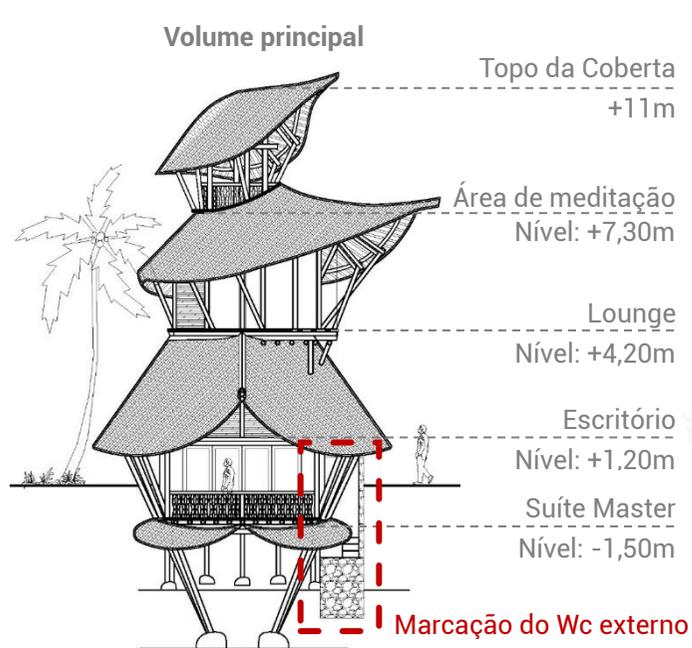


Figura 62 - Marcação do wc externo do volume principal.

Fonte: IBUKU, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

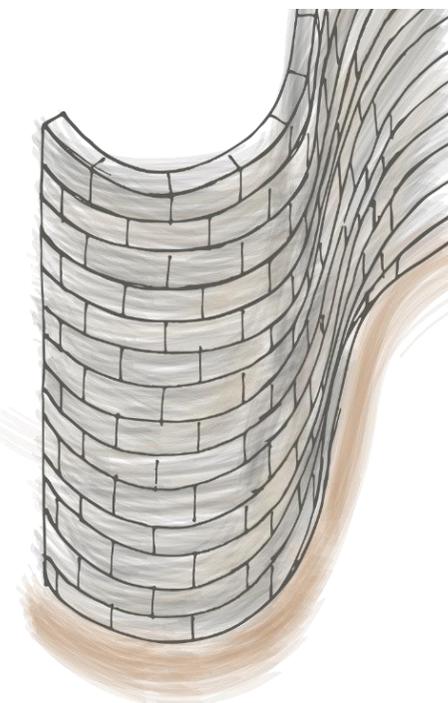


Figura 63 - Redesenho da vedação em pedra do wc externo.

Fonte: Autor, 2024.

Em suma, a vedação da cobertura apresenta um forro em esterilha de bambu, no sentido longitudinal [Figura 64], que possui determinado fator estético e proporciona a sobreposição de camadas superiores de esterilhas destinadas à proteção da cobertura, então posicionadas no sentido da inclinação da estrutura [Figura 65].

Assim, a cobertura fomenta uma solução que aborda o uso bambu mais exposto a intempéries, apesar de estudos científicos demonstrarem que a vida útil do material depende veementemente de sua proteção aos fatores ambientais. Não havendo, em projeto, menção referente às manutenções preventivas e corretivas devido ao desgaste do material exposto aos efeitos diretos do clima.



Figura 64 - Forro em esterilha de bambu.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Stephen Johnson. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 65 - Coberta em esterilha de bambu.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Stephen Johnson. Editado pelo Autor, 2024.

Portanto, a análise projetual da Ananda House expõe o que Lima (2021) aborda em consideração à arquitetura com cultura construtiva formal⁶, já que o referido projeto traz técnicas contemporâneas ao emprego do bambu estrutural, estas, de acordo com o observado, influenciadas pelo vernáculo tradicional presente na ilha de Bali, apesar do projeto não ter sido concebido totalmente vinculado ao que fora exposto da cultura construtiva das residências balinesas tradicionais em suas simbologias, crenças e rituais.

Entretanto, não se pode negar a influência do contexto ambiental sobre a arquitetura, a qual por meio do seu reconhecimento frente à ótica tectônica, expressa valores que corroboram a verdade estrutural e forte influência da materialidade na comunicação entre o objeto formal intencionado e o sítio de implantação, assim enaltecendo o bambu por meio de uma proposta projetual que articula seu uso estrutural e elemento vedação, ambos, como potências que exploram o teor expressivo da gramínea na formação do caráter estético-formal da arquitetura.

6 Categorização da cultura técnica descrita na p.54.

3.2. The ARC

Desenvolvido pelo escritório IBUKU, o projeto The ARC (2021) [Figura 66] foi construído na *Green School*, Bali – Indonésia, com uma concepção alinhada ao firmamento de um espaço adequado às atividades esportivas da referida escola.

Fundada em 2008 por John e Cynthia Hardy, a *Green School* é um polo educacional – próximo à *Green Village* – dedicado à sustentabilidade e educação ambiental, tendo por princípio “a integração com a natureza e o compromisso na formação de alunos com consciência ambiental” (TEIXEIRA, 2024, p. 212). Como resultado, o complexo se mostra um exemplar arquitetônico que respalda o uso do bambu nas mais diversas tipologias edilícias, tal como a educacional, já que a escola abrange cerca de setenta e cinco estruturas nas quais a referida gramínea é a protagonista.

Nesse sentido, a relação Sítio | Estrutura formal arquitetônica estabelecida no The ARC tem por estopim o reconhecimento das características do lote de implantação [Figura 67 – p.109], este de baixa variação topográfica e com um entorno imediato que contempla habitações, estruturas da própria escola, vegetações e um campo no qual ocorrem as atividades esportivas e de lazer da unidade educacional.



Figura 66 - The ARC, 2021.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Tommaso Riva.



Rio Ayung

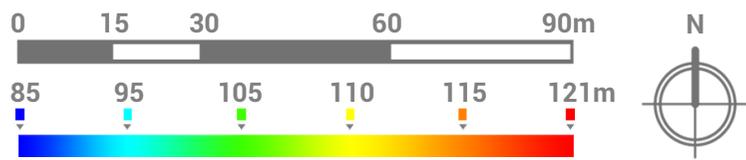


Figura 67 - Implantação The ARC.

Fonte: Google Earth. Editado pelo Autor, 2024.

À vista disso, infere-se que o lote de intervenção não apresentou condições adversas à locação do equipamento esportivo, mas abriu oportunidades ao processo criativo do partido arquitetônico que compreende um ginásio com dimensões de, aproximadamente, 23.50m de largura e 43.20m de comprimento, mas que compreendem uma área coberta de 760m².

No tocante a sua estrutura, os arcos de bambu *Dendrocalamus Asper* alcançam 14m de altura e efetivam um vão livre de aproximadamente 19m, o qual abriga a quadra e duas baterias de vestiários. Ademais, infere-se que a estrutura embasada por um piso plano, no nível 00.00m, que dá origem a quadra e por uma composição de dezoito bases orgânicas com o topo elevado à 70cm do nível do solo em prol da proteção aos colmos de bambu.

Dentre as bases de suporte das cargas representadas no perímetro do projeto disponibilizado pelo IBUKU [Figura 68 – p.111], há dez concebidas em formato escalonado com diâmetro inferior de aproximadamente 1.70m e superior de 1m [Figura 69 – p.112], as quais possuem vão livre perimetral de aproximadamente 7m entre elas. Enquanto isso, as oito bases menores localizadas nas extremidades longitudinais não apresentam escalonamento, mas possuem formato cônico com diâmetro inferior aproximado de .90m e superior de .70m [Figura 70 – p.112] e vão livre perimetral que varia de 1.50m a 2.40m.

Importa reconhecer, também, o detalhe que efetiva a transição entre a base e o roofwork, necessário à proteção da estrutura de bambu. Assim, de acordo com imagens do processo construtivo, se verifica que a conexão empregada faz parte do Grupo 2 discorrido por Widyowijatnoko (2012)¹, já que as forças atuantes na estrutura são transferidas às fundações por meio do atrito com a parede interna dos colmos, neste caso em específico, com a utilização do concreto inserido nos internós próximos à base, na qual há vergalhões pré-instalados no seu processo de cura para engastar o bambu-colmo [Figuras 71 e 72 – p.113].

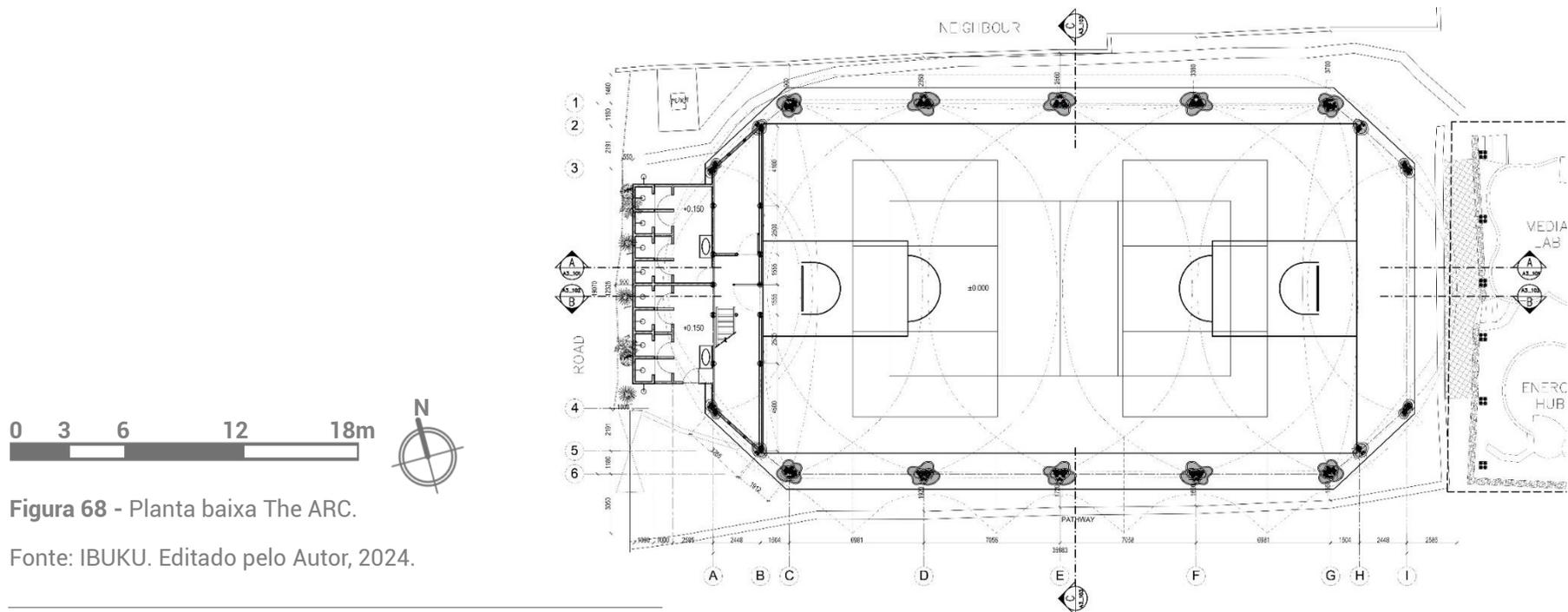


Figura 68 - Planta baixa The ARC.

Fonte: IBUKU. Editado pelo Autor, 2024.

1 Categorização dos grupos de conexões conforme descrito na p.45.

Ademais, no hall que antecede os vestiários a transição ocorre com junções semelhantes, entretanto as bases se diferenciam pois foram projetadas para pilares individuais de bambu-colmo, os quais são elevados apenas alguns centímetros do nível 00.00m.

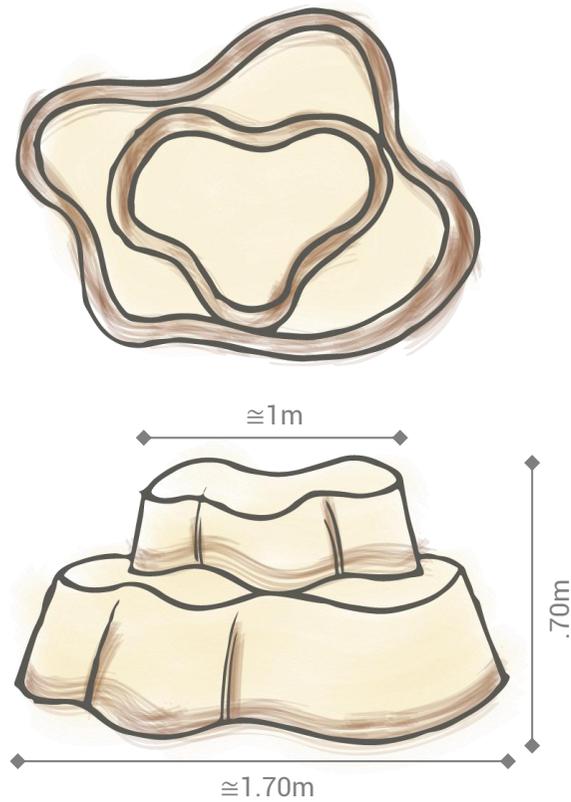


Figura 69 - Redesenho da base escalonada.

Fonte: Autor, 2024.

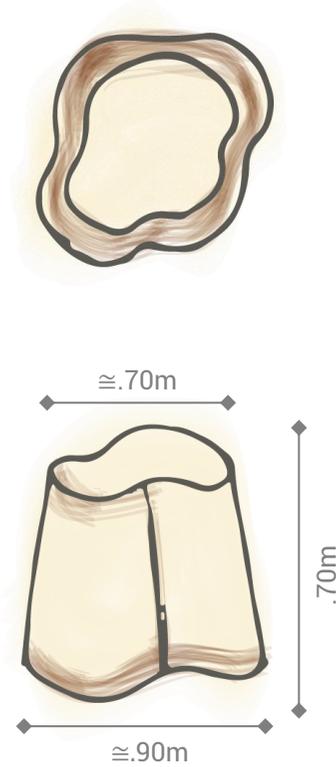


Figura 70 - Redesenho da base cônica.

Fonte: Autor, 2024.



Figura 71 - Execução da conexão entre os arcos e a base.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.

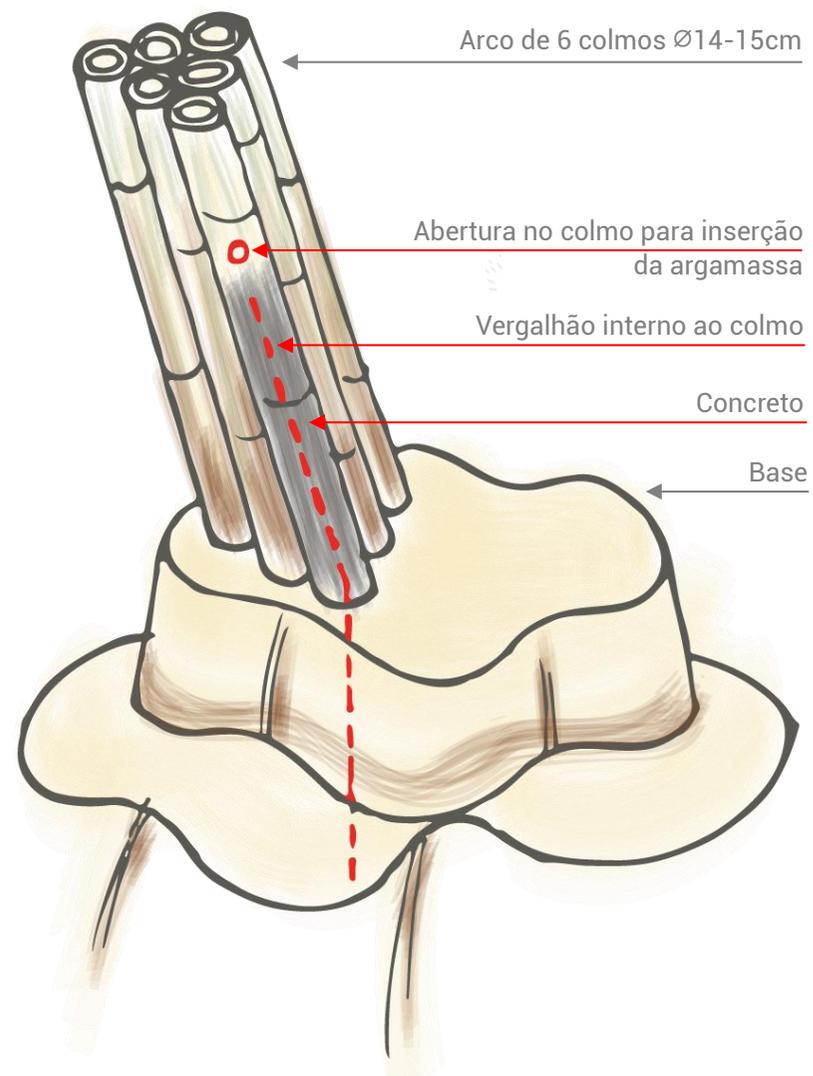


Figura 72 - Redesenho do detalhe da conexão entre os arcos e a base.

Fonte: Autor, 2024.

Por tratar-se de uma proposta arquitetônica concebida para ser um ginásio esportivo, The ARC apresenta forte expressão tectônica em seus nexos estabelecido na categoria de análise Sistema portante | Estrutura formal arquitetônica.

Desenvolvido em arcos intercalados de bambu *Dendrocalamus Asper* – popularmente conhecido em Bali por bambu *Petung* – o projeto traz uma concepção estrutural com linhas orgânicas que enaltecem a resistência e a materialidade do bambu, já que a referida espécie pode alcançar colmos com alturas que variam entre 20-30m e diâmetro base de até 30cm². Com isso, o diâmetro médio dos colmos utilizados nos arcos estruturais varia de 14 a 15cm.

Ao considerar o sistema estrutural utilizado para vencer o vão livre de 19m, se verifica nos cortes AA e CC [Figuras 73 – p.115] que a composição dos arcos varia em seis e quatro colmos unidos por elementos metálicos perpendiculares às fibras do bambu [Figura 74 – p.116], sendo os com maior quantitativo direcionados aos arcos que alcançam topo nas alturas +11.51m, +13.41m e +13.97m, enquanto o menor conjunto apresenta arcos que atingem +7.52m e +10.31m – sendo alturas que não correspondem às suas respectivas flechas devido às inclinações em uso na estrutura.

2 Dados da ficha catalográfica do bambu *Dendrocalamus Asper* coletados na Materioteca Sustentável da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

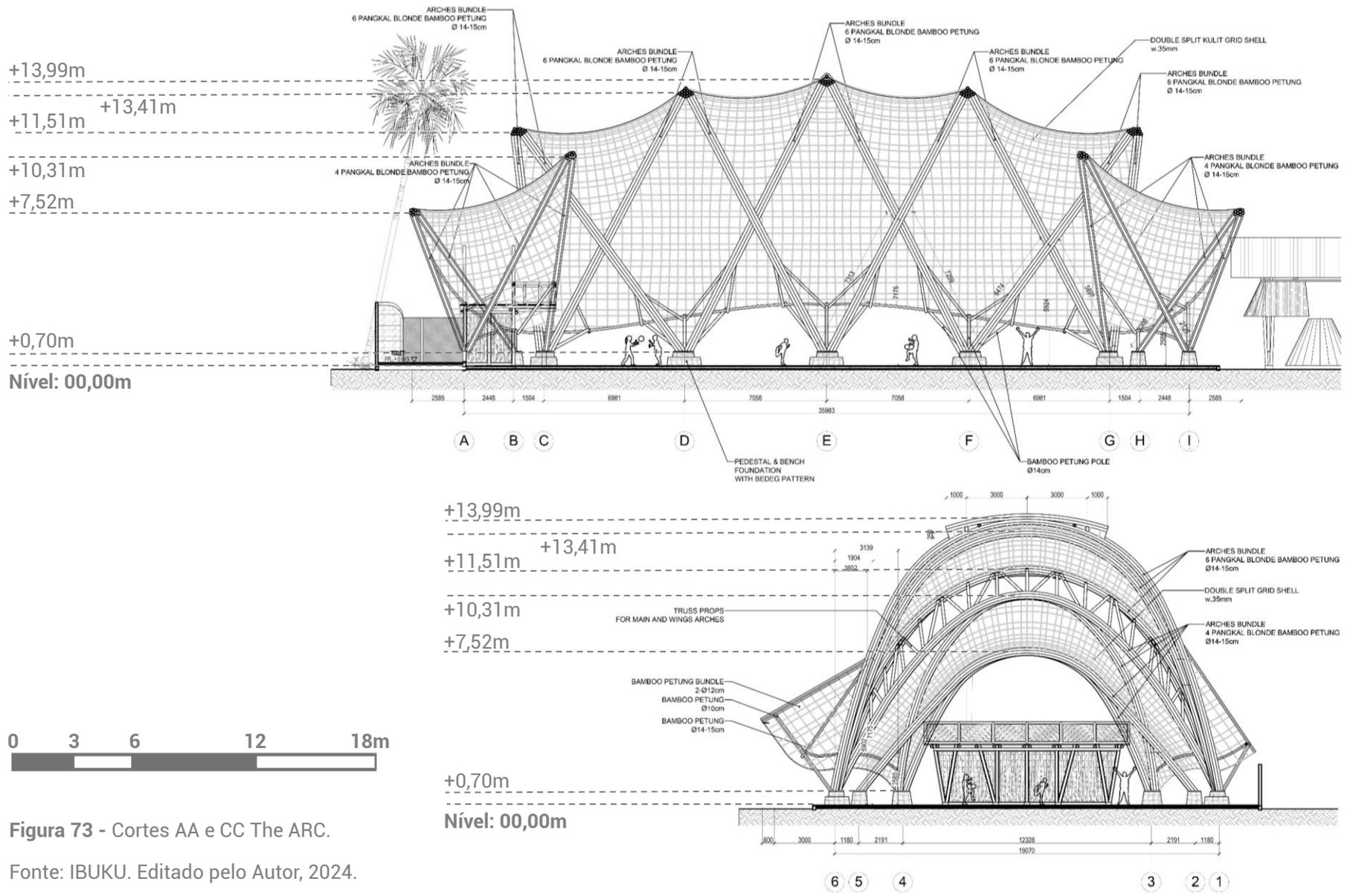


Figura 73 - Cortes AA e CC The ARC.
 Fonte: IBUKU. Editado pelo Autor, 2024.

Nesse sentido, diante da resistência físico-mecânica do bambu *Dendrocalamus Asper* e a força de flexão que pode ocorrer em razão das ações de compressão que atuam no arco (Rebello, 2000) [Figura 75], o projeto veio a requerer um conhecimento técnico necessário à angulação dos colmos e a estabilização do empuxo horizontal que pode deformar o arqueamento da estrutura, já que não foram utilizados tirantes para este fim.

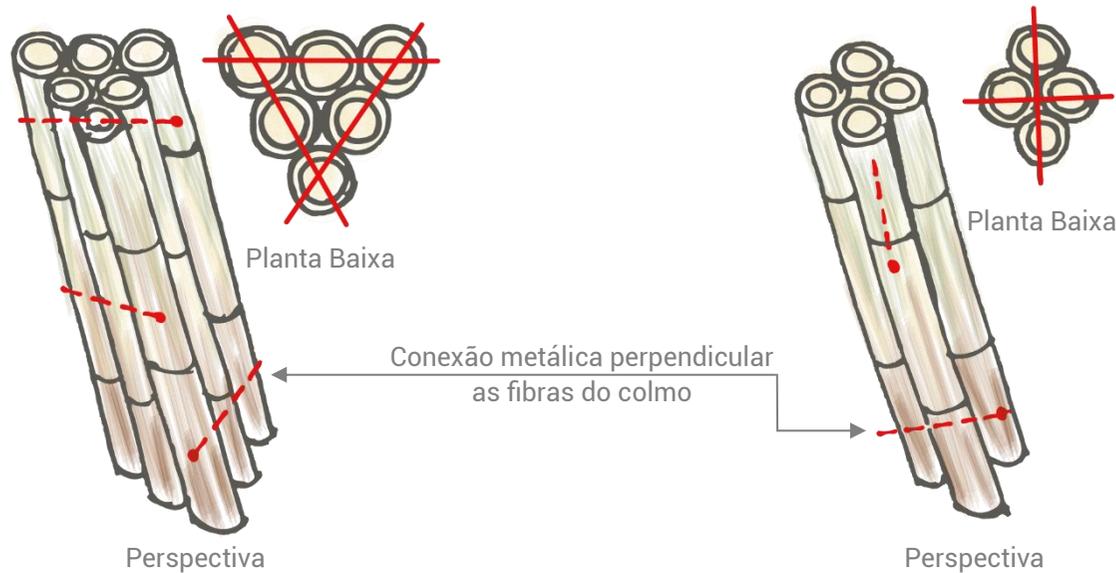


Figura 74 - Croqui da conexão entre os colmos dos arcos.

Fonte: Autor, 2024.

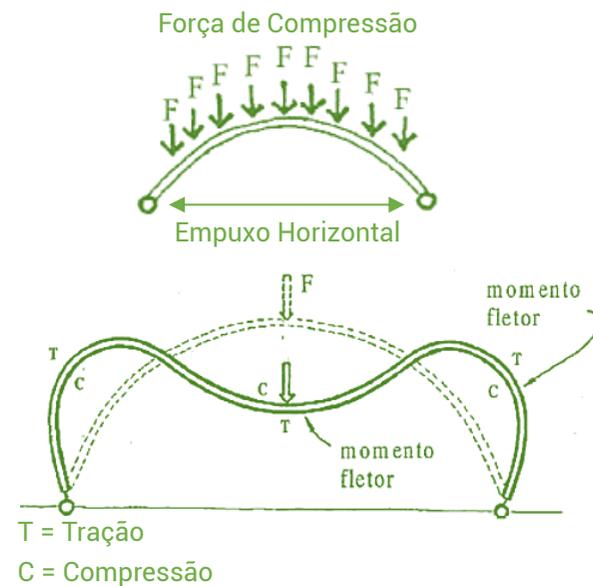


Figura 75 - Ações que atuam no arco.

Fonte: Rebello, 2000. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 76 - Processo construtivo da conexão de travamento do arco.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.

À vista disso, para efetivar o caminho das forças que será exercido no objeto edificado, é possível observar, nos registros da construção, a inserção de ripas de bambu sobrepostas aos cortes que percorrem a gramínea para viabilizar o travamento do arco e firmar a conexão da curvatura [Figura 76], já que The ARC traz um sistema de cortes perpendiculares ao eixo das fibras do bambu-colmo nos internós, em espaçamentos que permitam sua angulação no próprio canteiro de obra [Figura 77], marcado com estacas que forneçam o gabarito dos arcos.

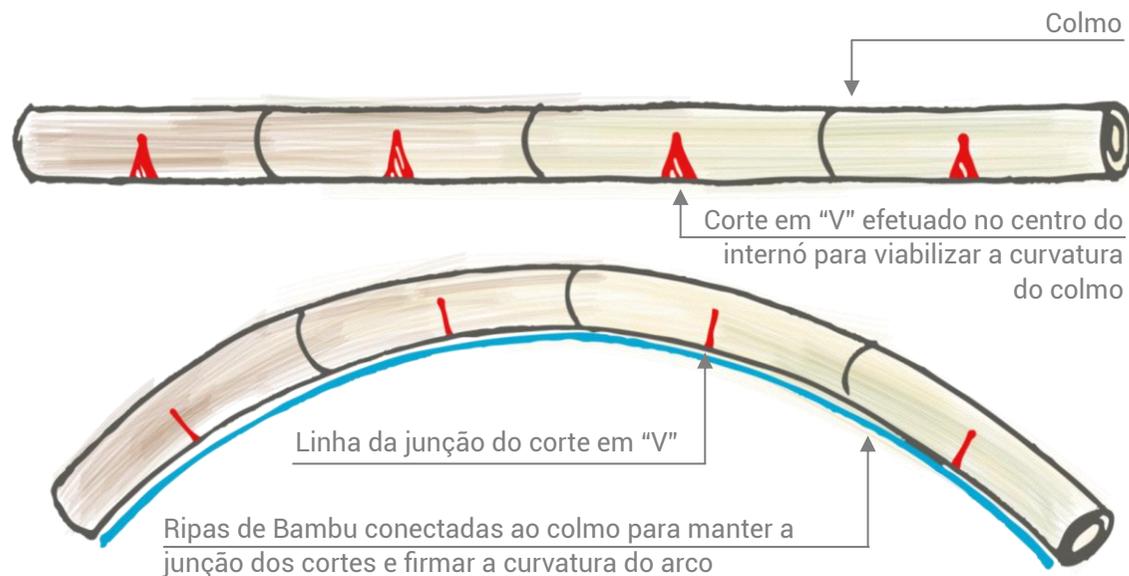


Figura 77 - Croqui dos cortes para angulação do colmo.

Fonte: Autor, 2024.

No mais, outro detalhe tectônico de veemente importância se mostra na união entre arcos, sendo necessário discernir como ocorre o ponto de sobreposição e o encontro dos colmos no topo da estrutura. Assim, com base na utilização de maquetes de estudo [Figura 78], o IBUKU explora as potencialidades desses vínculos e desenvolve croquis que viabilizam a eficácia da comunicação no canteiro de obra ao abordar informações referentes ao processo técnico-construtivo das conexões [Figura 79 – p.119].

Importa salientar, também, que o uso das maquetes vai além das explorações projetuais no íterim de concepção, sua apropriação compreende o auxílio da construção do objeto [Figura 80 – p.120], roborando os escritos de Gregotti (2013 [1983]) no tocante ao detalhe tectônico nascer no próprio processo criativo, o qual infere valor à arquitetura por meio de tensões que não podem ser solucionadas apenas no ato construtivo, mas sim no projeto.

O detalhe é seguramente um dos elementos mais reveladores da transformação da linguagem da arquitetura [...] No entanto, as construções que fazemos ganham uma forma, e esta adquire automaticamente uma capacidade de comunicação com a linguagem. Por essa razão, é importante examinar a sua constituição, da qual o detalhe certamente não é só uma questão de detalhe. (GREGOTTI, 2013 [1983], p. 536)



Figura 78- Maquetes de estudo do IBUKU.

Fonte: Disponível em
<<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 12 de Ago, 2024.

GS GYM - CROSSING ARCHES
BOLTING & WIRE JOINERY

ARCHES MEET
BOLTING & WIRE JOINERY

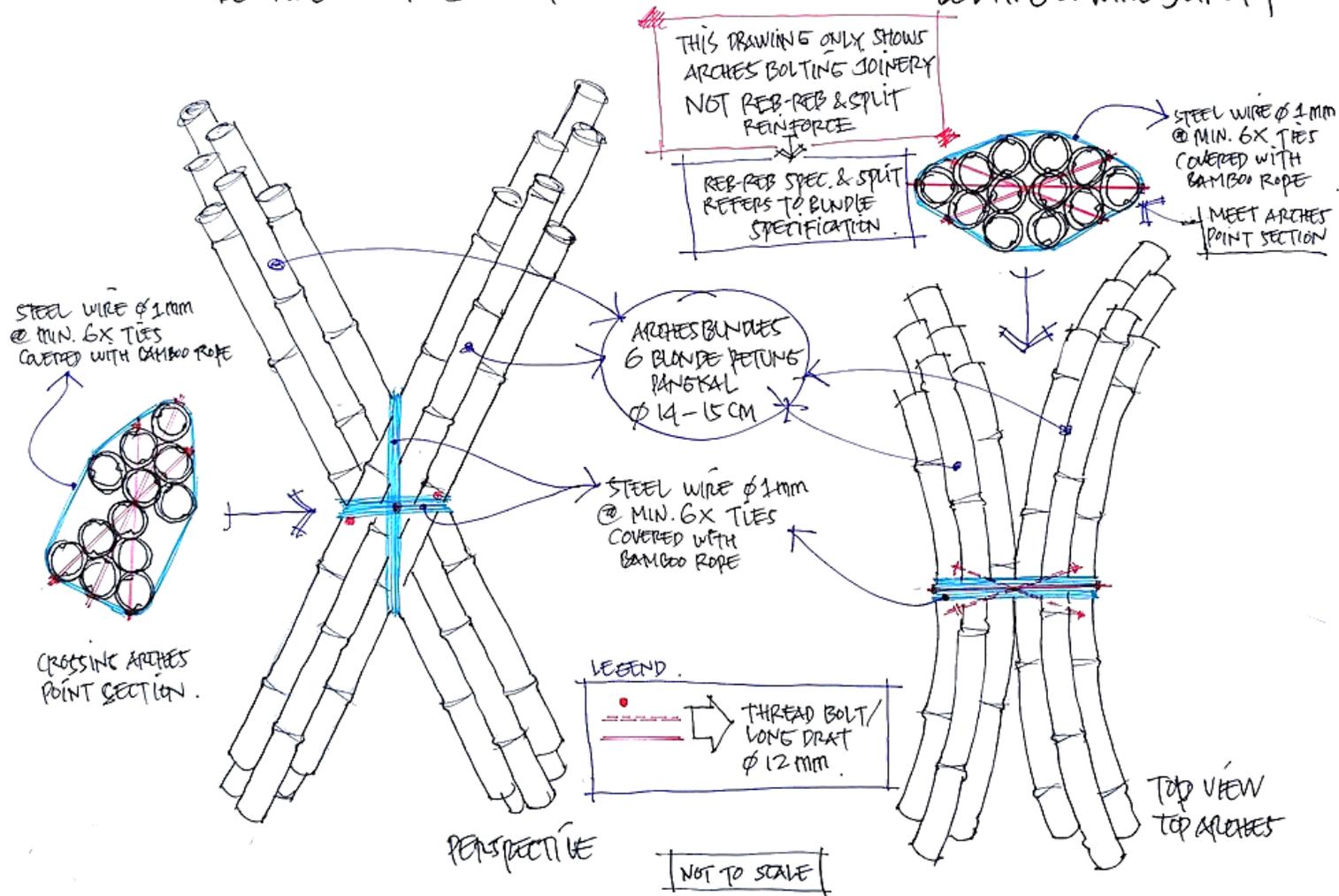


Figura 79 - Croqui do IBUKU sobre o processo das conexões.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 12 de Ago, 2024.



Figura 80 - O uso da maquete como instrumento de auxílio no canteiro de obra.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.

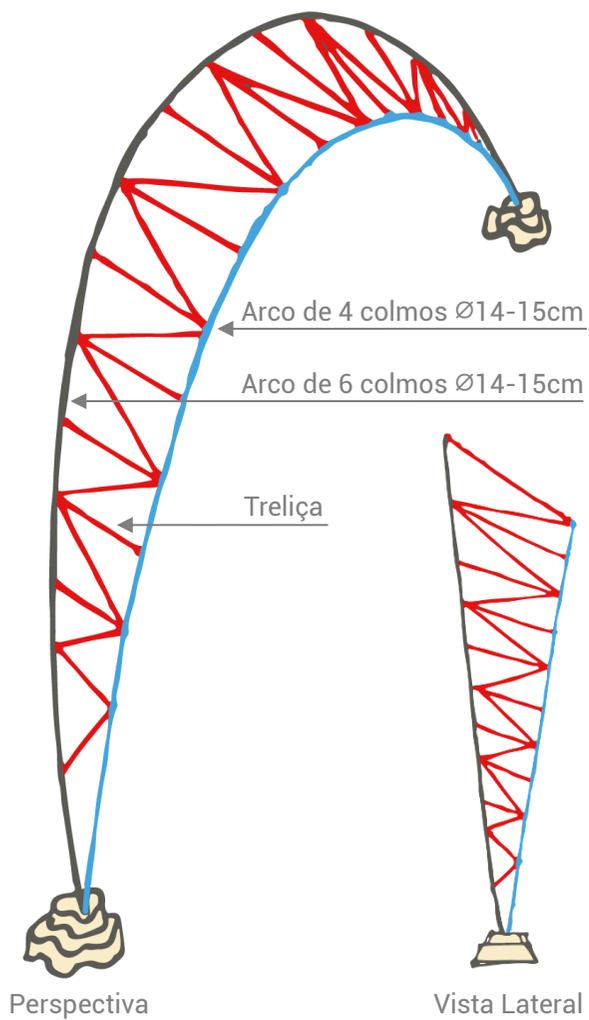


Figura 81 - Croqui do posicionamento da treliza.

Fonte: Autor, 2024.

Dessa forma, é possível pontuar a proposição das treliças em bambu-colmo que acontecem nas extremidades longitudinais da estrutura, sendo uma estratégia utilizada em prol da junção dos arcos com topo nos níveis +11.51m e +10.31m, assim estabelecendo continuidade entre as camadas estruturais e promovendo a iluminação e ventilação natural no The ARC [Figuras 81 e 82].



Figura 82 - Expressão da treliza no objeto edificado.

Fonte: IBUKU, 2023.

Fotografia: Tommaso Riva.

Ademais, apesar de possuir simetria nos arcos estruturais, o projeto apresenta diferentes abordagens nos beirais das Fachadas Norte (posterior) e Sul (frontal): Ao norte, direção em que a locação do objeto é próxima ao limite do lote, o beiral apresenta apoios contidos com escalonamentos que promovem uma curva moderada com feixe de bambu próximo à delimitação da cobertura [Figuras 83, 84 e 85 – p.123]; Ao sul, orientação na qual o projeto se conecta ao campo da Green School, os beirais – em aporte ao feixe de bambu – elevam a malha da estrutura de cobertura proporcionando aberturas que evidenciam os acessos e as atividades em andamento no interior do ginásio [Figuras 86, 87 e 88 – p.124 e 125].



Figura 83 - Beiral Norte.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024. Fotografia: Tommaso Riva. Editado pelo Autor, 2024

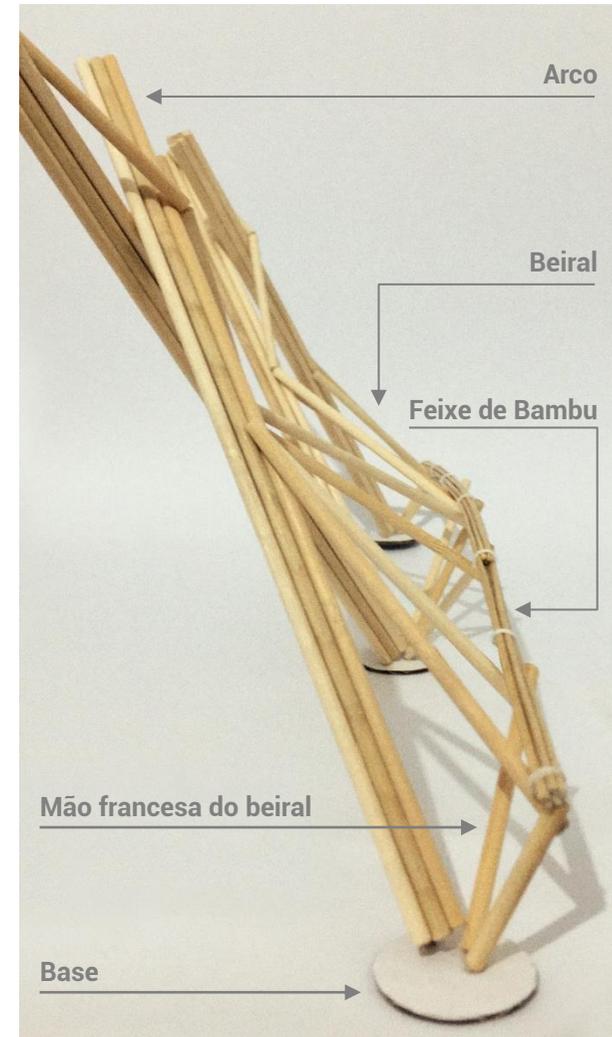


Figura 84 - Protótipo com vista lateral dos beirais da fachada posterior.

Fonte: Autor, 2024.

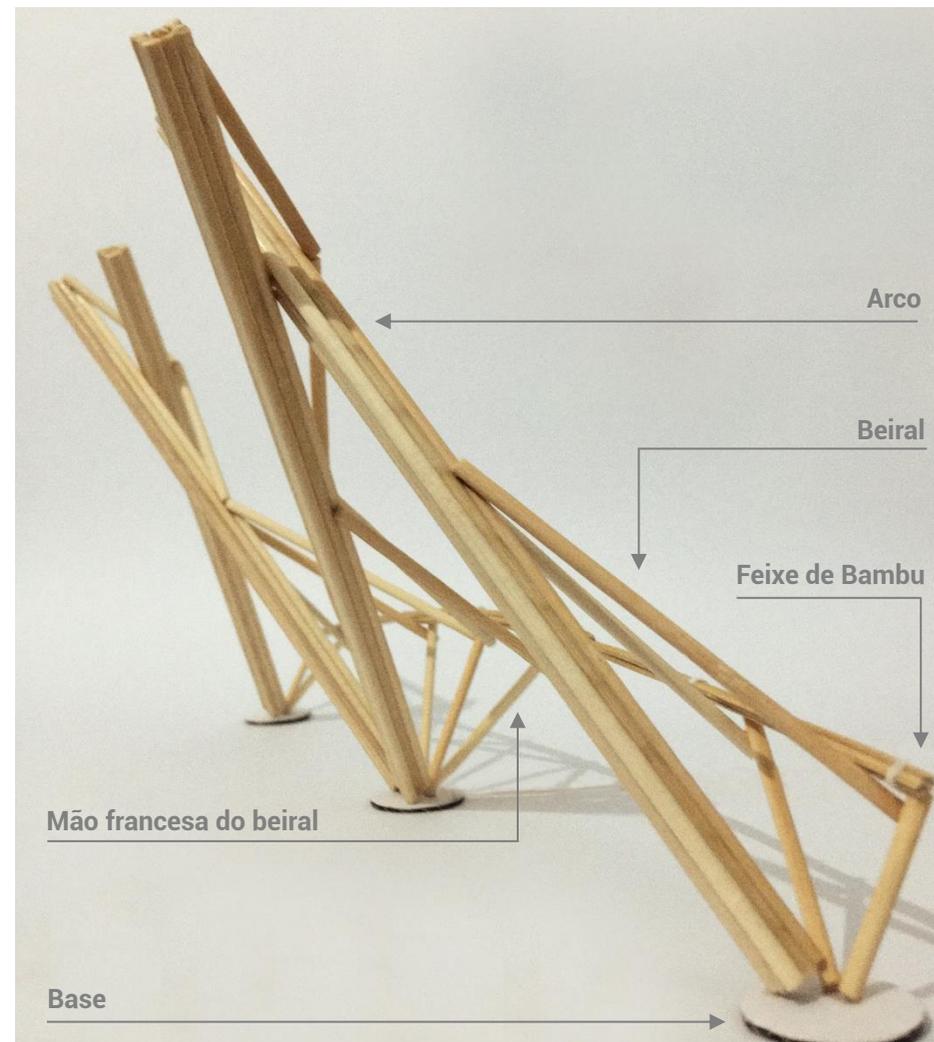
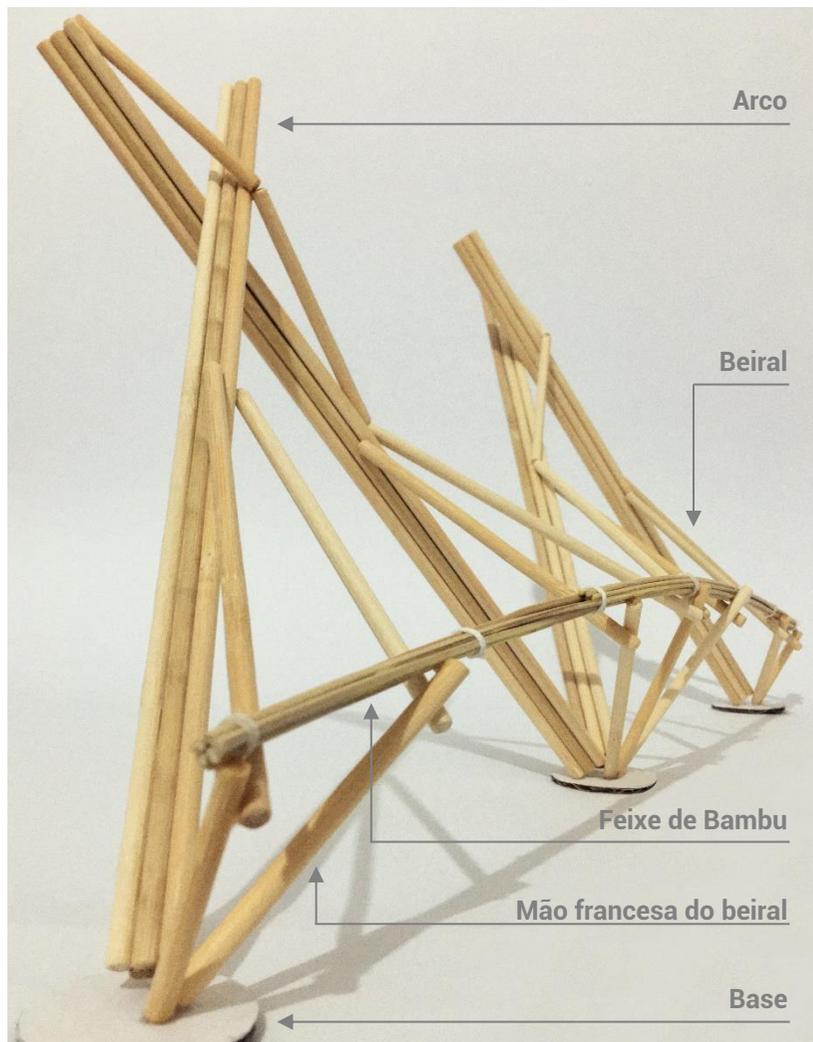


Figura 85 - Perspectivas do protótipo da fachada posterior.

Fonte: Autor, 2024.



Figura 86 - Beiral Sul.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.

124

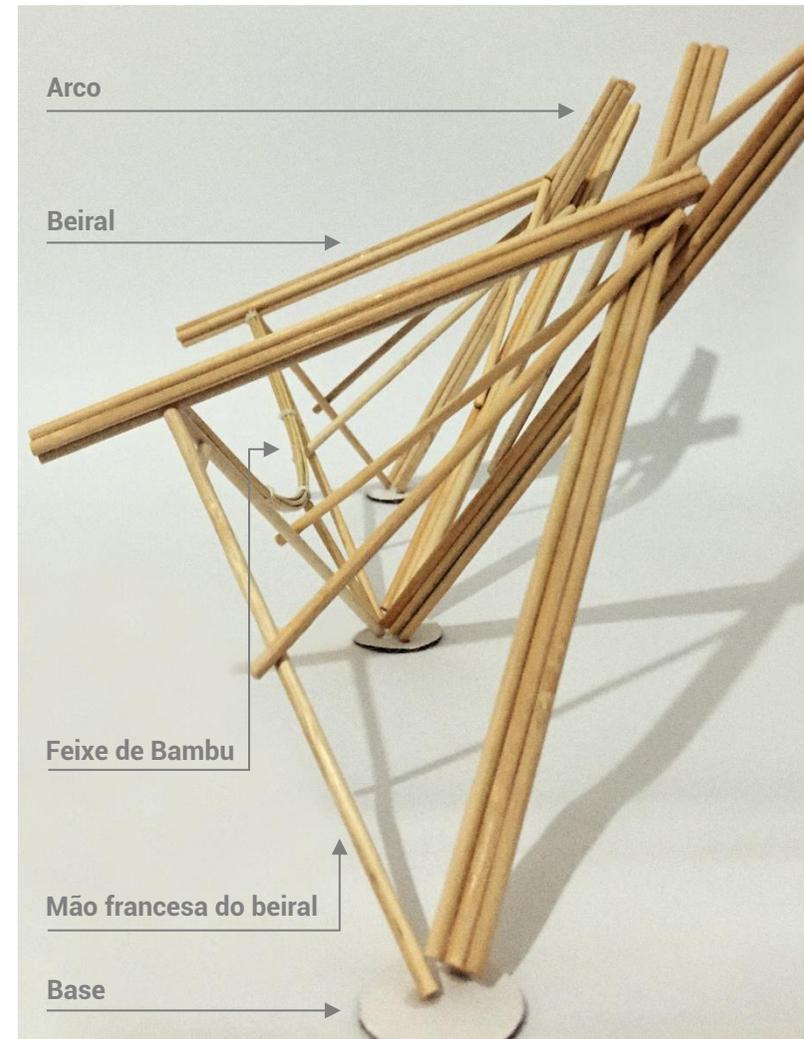


Figura 87 - Protótipo com vista lateral dos beirais da fachada frontal.

Fonte: Autor, 2024.

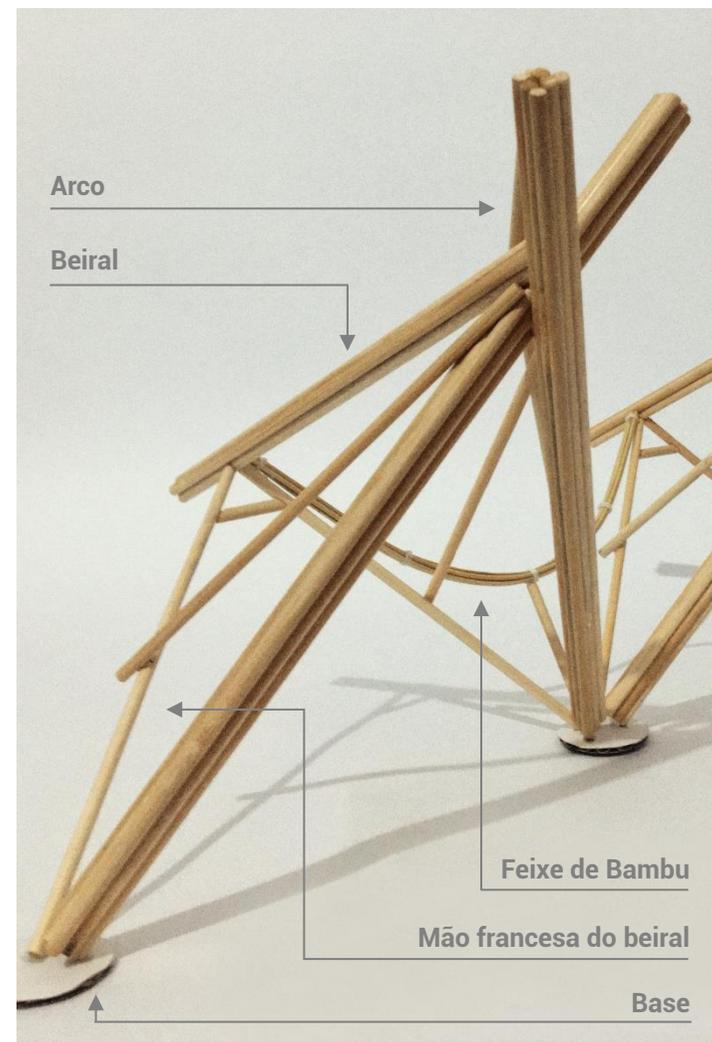
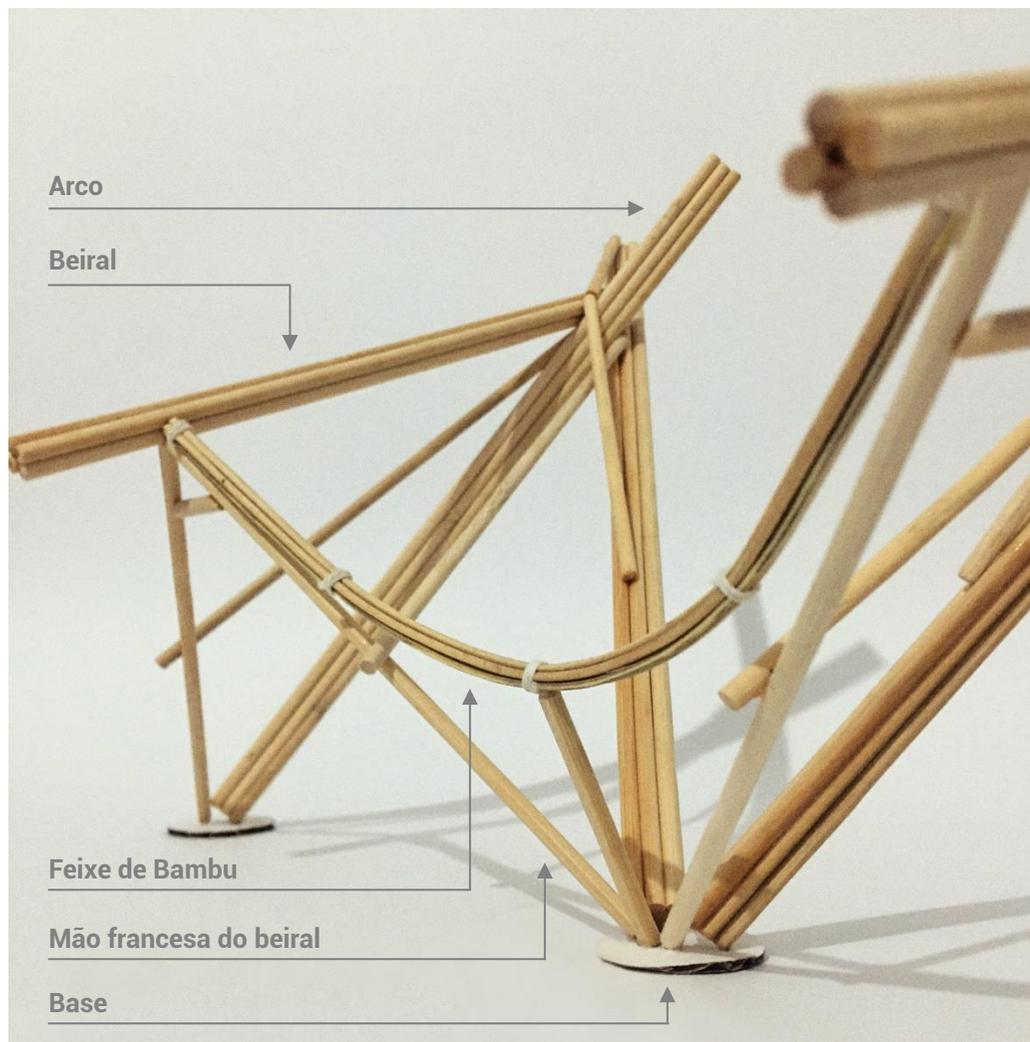


Figura 88 - Protótipo com perspectivas dos beirais da fachada frontal.

Fonte: Autor, 2024.

No tocante à trama, desenvolvida em ripas duplas de bambu com 35mm de largura, que viabiliza a inserção da cobertura, sua proposição se deu com base na vertente estrutural de *gridshells* anticlásticos – com teste de desempenho *in loco* [Figura 89] – sendo, portanto, uma malha de curvatura dupla em direções opostas que atua em prol da estabilização dos arcos da estrutura, como discorrido por Neil Thomas, diretor do Atelier One, que junto à Jörg Stamm compõe o grupo de engenharia do projeto:

As *gridshells* usam a rigidez da forma para formar o fechamento do telhado e fornecer resistência à flambagem para os arcos parabólicos. Os dois sistemas juntos criam uma estrutura única e altamente eficiente, capaz de flexionar sob carga, permitindo que a estrutura redistribua o peso, aliviando forças localizadas nos arcos.³ (Bamboo Pure. Neil Thomas, 2024)

Nesse sentido, é possível estabelecer relações com os propostos teóricos de Semper (1851) sobre a noção têxtil na arquitetura, já que o projeto evidencia as *gridshells* como membranas estruturais que apresentam forte expressão estética

3 Traduzido do texto original: “The gridshells use shape stiffness to form the roof enclosure and provide buckling resistance to the parabolic arches. The two systems together create an unique and highly efficient structure, able to flex under load allowing the structure to redistribute weight, easing localised forces on the arches” (Bamboo Pure. Neil Thomas, 2024).



Figura 89 - Modelo para teste estrutural das *gridshells*.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.



Figura 90 - Estética estrutural das *gridshells*.

Fonte: Disponível em <<https://www.buildporto.com/blog/the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 10 de Ago, 2024.
Fotografia: Tommaso Riva.

observada no detalhe da bifurcação que ocorre no sentido da cobertura ao percorrer a inclinação dos arcos e se ramificar para os beirais [Figuras 90 e 91].



Figura 91 - Linha de bifurcação da *gridshell*.

Fonte: Disponível em <<https://www.stirworld.com/see-features-the-arc-by-ibuku-at-green-school-bali-is-held-by-swathes-of-bamboo-arches>>. Acesso em: 12 de Ago, 2024.
Fotografia: Tommaso Riva.

Na relação Elementos de vedação | Estrutura formal arquitetônica, The ARC segue com a linguagem material do bambu em sua exploração por meio de tramas, forro e coberta.

Conforme observado nos modelos gráficos da proposta arquitetônica, há divergências entre a vedação do acesso aos vestiários definida no projeto [Figura 92] – sendo o *bamboo bone* / alma do bambu – em relação a aplicada na execução do artefato arquitetônico, que se concretiza com a inserção de esterilhas de bambu organizadas em tramas horizontais, assim demarcando o único volume presente no interior do ginásio [Figura 93 – p.129].

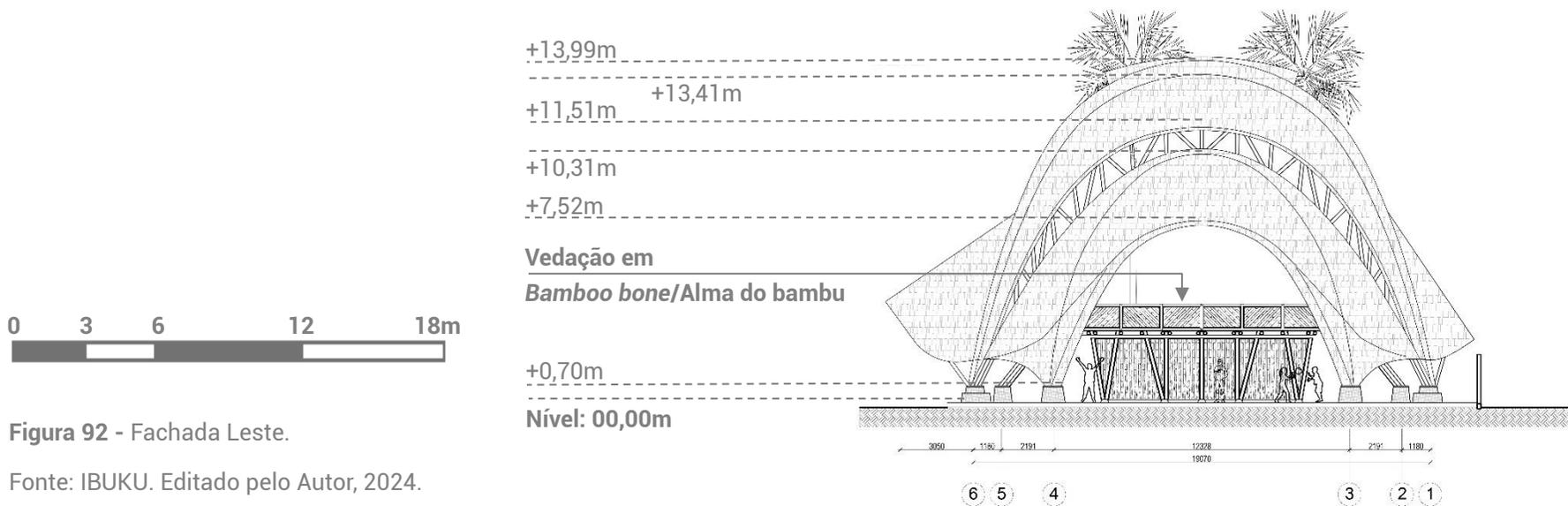


Figura 92 - Fachada Leste.

Fonte: IBUKU. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 93 - Volume interno em trama de bambu.

Fonte: Disponível em < <https://www.archdaily.com.br/br/964377/pavilhao-the-arc-na-green-school-ibuku>>. Acesso em: 20 de Jul, 2024.

Fotografia: Tommaso Riva.

Importa salientar, também, que por situar-se próximo à vegetação ao oeste, os vestiários não apresentam fortes indícios de sua expressividade estereotômica na percepção total do invólucro, apesar de ser a única vedação desenvolvida em paredes de pedra que estão em contato direto com o embasamento da proposta arquitetônica [Figura 94].

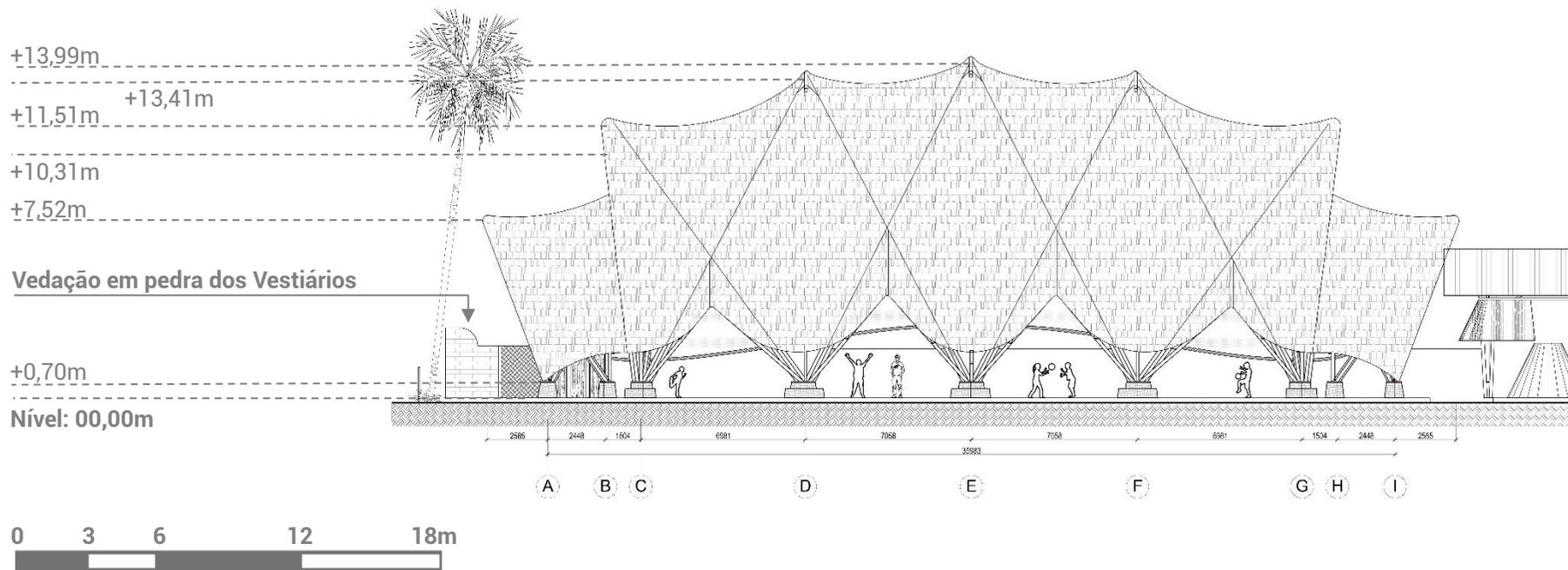


Figura 94 - Fachada Sul.

Fonte: IBUKU. Editado pelo Autor, 2024.

No tocante à vedação da coberta, sua proposição emprega a esterilha de bambu na forração da estrutura de coberta [Figuras 95] – implicando na expressividade decorrente das curvas que acompanham as *gridshells* – assim como na própria cobertura de esterilhas dispostas em camadas sobrepostas, que, conseqüentemente, requerem procedimentos de manutenção preventiva em prol de sua proteção às intempéries, a exemplo da aplicação do impermeabilizante vinílico – contra raios ultravioleta – que é efetivada no objeto a cada dois anos, conforme discorrido por Anderson (2023).



Figura 95 - Forro em esterilhas de bambu na cobertura das *gridshells*.

Fonte: Disponível em
<<https://www.atelierone.com/green-school-gymnasium>>. Acesso em: 22 de Jul, 2024.

Ademais, com a dupla curvatura das *gridshells* anticlásticas, a tectônica do invólucro traz o caráter das linhas orgânicas e da geometria complexa como protagonistas da linguagem arquitetônica [Figuras 96, 97 e 98 – p.133 e 134], assim, fomentando uma edificação cujo valor estético segue consonante ao mérito estrutural do projeto.



Figura 96 - Invólucro arquitetônico.

Fonte: Disponível em < <https://www.archdaily.com.br/br/964377/pavilhao-the-arc-na-green-school-ibuku>>. Acesso em: 20 de Jul, 2024.
Fotografia: Tommaso Riva.



Figura 97 - Detalhe construtivo do invólucro arquitetônico.

Fonte: Disponível em < <https://www.archdaily.com.br/br/964377/pavilhao-the-arc-na-green-school-ibuku>>. Acesso em: 20 de Jul, 2024.

Fotografia: Tommaso Riva.



Figura 98 - Coberta em esterilha de bambu.

Fonte: Disponível em < <https://www.archdaily.com.br/br/964377/pavilhao-the-arc-na-green-school-ibuku>>. Acesso em: 20 de Jul, 2024.
Fotografia: Tommaso Riva.

Em suma, o caráter tectônico expresso no projeto The ARC também se caracteriza por meio da cultura técnica na exploração o uso contemporâneo do bambu.

À vista disso, o escritório IBUKU apresenta uma proposição na qual o protagonismo do bambu emerge dos esbeltos arcos estruturais que proporcionam o vão livre para apropriações da *Green School*, assim como dão forma ao invólucro arquitetônico com base nas noções do *light-weight* e da noção têxtil das *gridshells* anticlásticas.

No mais, importa reconhecer os esforços na busca ativa de soluções estruturais para a eficácia do artefato no ínterim da concepção projetual, ao instrumentalizar croquis e maquetes para aporte das proposições e suas conseqüentes materializações.

Assim, infere-se que a tectônica analisada no The ARC possui forte conexão com a própria narrativa do processo criativo, revelando o valor de suas técnicas e das diversas apropriações que uma única matéria prima pode exercer – em excelência.

3.3. Refúgio das Borboletas

Projetado por Helena Ruelle – Arquiteta e Urbanista brasileira formada pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, o Refúgio das Borboletas (2022) [Figura 99] construído ao sul de Cavalcante na região da Chapada dos Veadeiros, Goiás – Brasil, se mostra como um exemplar da arquitetura sustentável que, além de explorar a tectônica do bambu, se apropria da expressividade decorrente da relação material entre a referida gramínea e o tijolo de adobe.

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, criado em 1961, está localizado na região centro-oeste do Brasil e compõe o segundo maior bioma do país, o Cerrado – Berço das Águas, que representa “5% da biodiversidade planetária e a maior parte das águas que formam três (3) das maiores bacias hidrográficas brasileiras e sul-americanas: dos rios São Francisco, Tocantins/Araguaia e Paraná/Paraguai” (MAZZETTO, 2009, p. 93) [Figura 100 – p.137].

Ademais, o Cerrado possui estações com invernos secos e verões chuvosos representativos do clima Tropical Chuvoso (Ribeiro e Walter, 2008), e sua topografia apresenta paisagens com o contraste das “superfícies mais baixas (inferiores a 300m), as longas chapadas entre 900 e 1.600m” (RIBEIRO; WALTER, 2008, p. 154).



Figura 99 - Refúgio das Borboletas, 2022.

Fonte: Helena Ruelle, 2023.

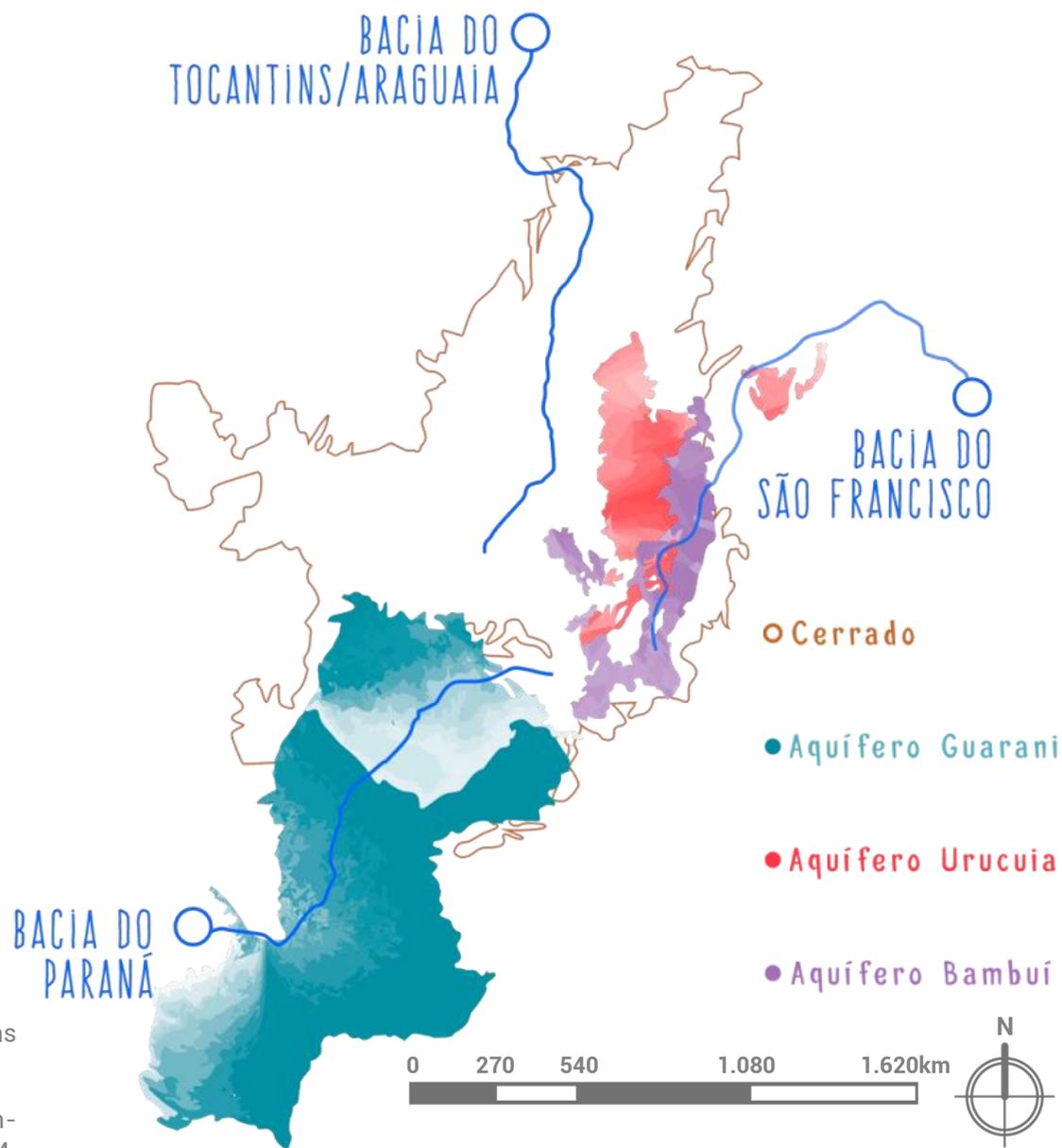


Figura 100 - Delimitação do Cerrado e bacias hidrográficas.

Fonte: Disponível em <<https://estudiomassa.com.br/sem-cerrado-storytelling/>>. Acesso em: 01 de Set, 2024. Editado pelo Autor, 2024.

Ao considerar o relevante contexto do referido Parque, em 2001, este fora reconhecido como Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO. Entretanto, importa pontuar questões sensíveis à preservação ambiental que pairam sobre o Parque desde sua criação, já que por meio de decretos federais a sua área original com 625.000 hectares fora paulatinamente reduzida chegando a 65.514,7259 hectares – em 1990, que representam 10% de sua abrangência inicial, como discorre Silva e Araújo (2023):

O próprio Decreto de 1972 [...] ensejou a redução de 625.000 hectares a meros 171.924,54 hectares; ou seja, uma redução na extensão da área do PNCV em 72%. Em 1981, por meio do Decreto 86.173 (Brasil, 1981), o Parque foi reduzido a apenas 9,6% de sua área original, com vistas a se adequar à falta de recursos para os processos de regularização fundiária e, assim, evitarem-se tensões com os proprietários rurais do entorno [...] Em 1990, por meio do Decreto 99.279 (Brasil, 1990) o Parque teve sua área levemente incrementada para 65.514,7259ha, ficando com aproximadamente 10% de sua extensão original (SILVA; ARAÚJO, 2023, p. 07).

Com isso, frente a inércia do Estado para com o manejo e a preservação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Silva e Araújo (2023) argumentam que em 2016, sob pena de tornar-se um Patrimônio Mundial em Perigo, a Comissão do Patrimônio Mundial reiterou as solicitações da extensão jurídica do

Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Desta forma, em junho de 2017, foi decretada a ampliação de 175.096,274 hectares que totalizaram uma área de 240.611 ha [Figura 101].

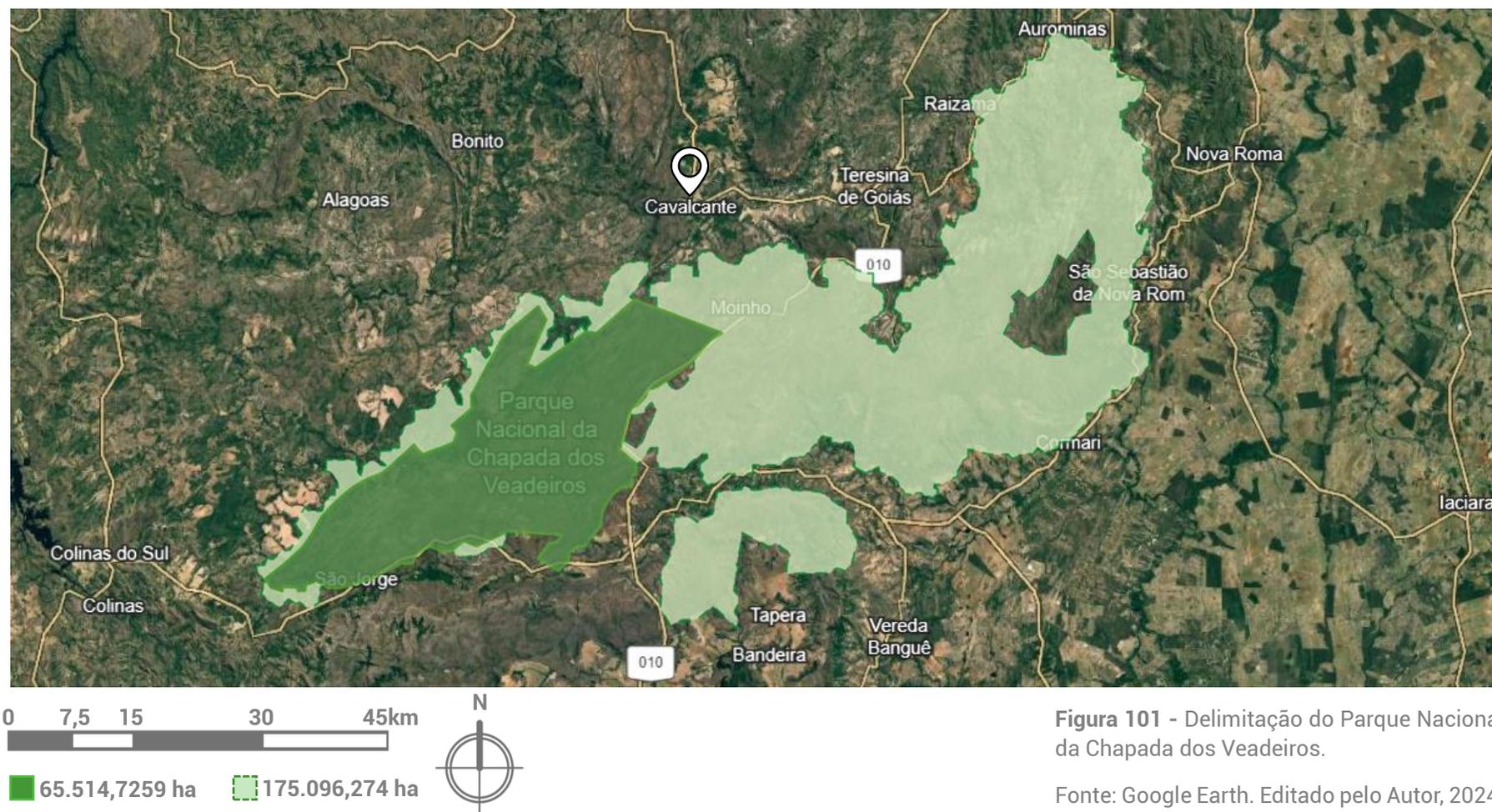


Figura 101 - Delimitação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Fonte: Google Earth. Editado pelo Autor, 2024.

Nesse contexto, de busca e preservação dos direitos ambientais do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, o Refúgio das Borboletas emerge como uma proposta arquitetônica que foge ao sistema construtivo convencional no Brasil, onde predomina a utilização do tijolo cerâmico.

Frente à tectônica, na relação Sítio | Estrutura formal arquitetônica, o referido projeto é locado em uma gleba com desníveis que variam dos níveis +798m a +814m [Figura 102 – p.141]¹. Apesar dessa variação topográfica, o espaçamento entre as curvas de nível configura um declive não acentuado, proporcionando a implantação da proposta sem requerer uma cultura construtiva complexa para efetivar a locação do objeto arquitetônico [Figura 103 – p.142].

No tocante ao embasamento, sua proposição é desenvolvida por meio do radier de concreto armado que, por meio das fundações e das vigas de contorno, formalizam uma malha que ‘abraça’ à paginação da Área Externa, assim como demarcam os quatro níveis para o contrapiso do artefato [Figura 104 – p.142], sendo: Nível +0,40m (Café, Cozinha e Wc Social); Nível +0,74m (Suíte e Wc Casal); Nível +0,53m (Jardim) e Nível +0,93m (Oficina e Lavanderia).

1 O recurso do Google Earth não possui imagens de satélite com atualizações que demarcuem a construção do objeto, desta forma, a Figura 102 não apresenta o topo do imóvel na marca de sua implantação.

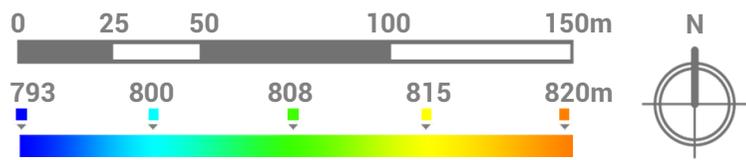


Figura 102 - Gleba de implantação do Refúgio das Borboletas.

Fonte: Google Earth. Editado pelo Autor, 2024.

Nesse sentido, o embasamento do Refúgio das Borboletas evoca a noção estereotômica por meio do seu volume e da forma que este é inserido na área de intervenção, como se observa nos registros do processo construtivo do objeto, no qual se verifica o manejo do solo para receber a base da proposta arquitetônica [Figura 105 – p.143].

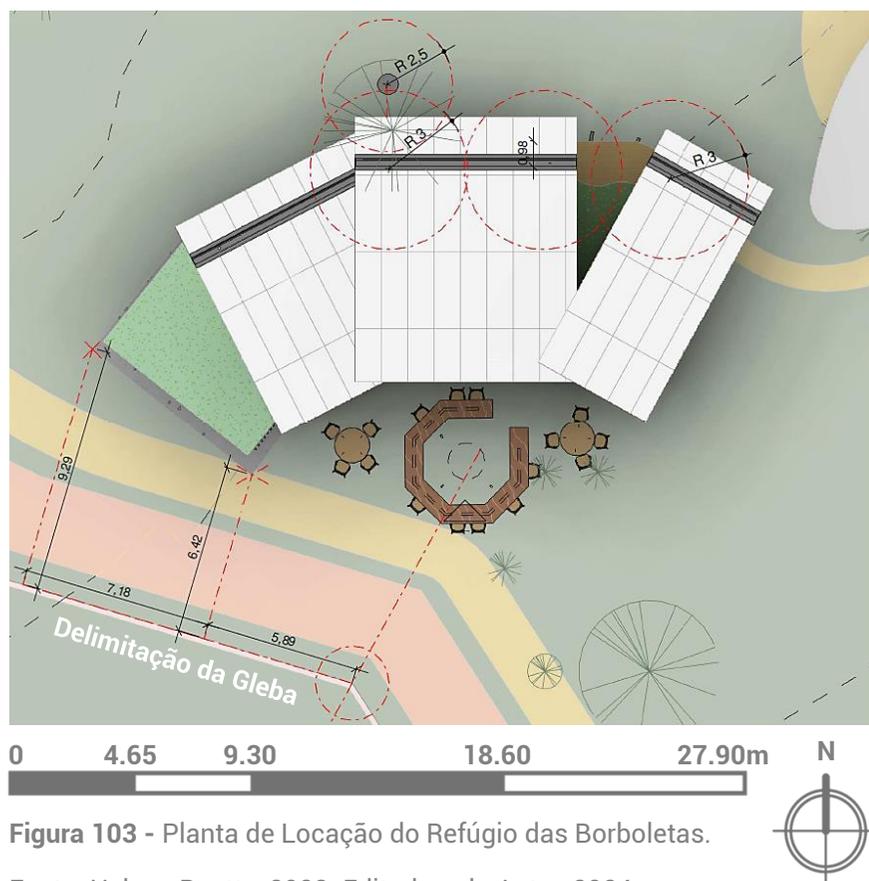


Figura 103 - Planta de Locação do Refúgio das Borboletas.

Fonte: Helena Ruetter, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

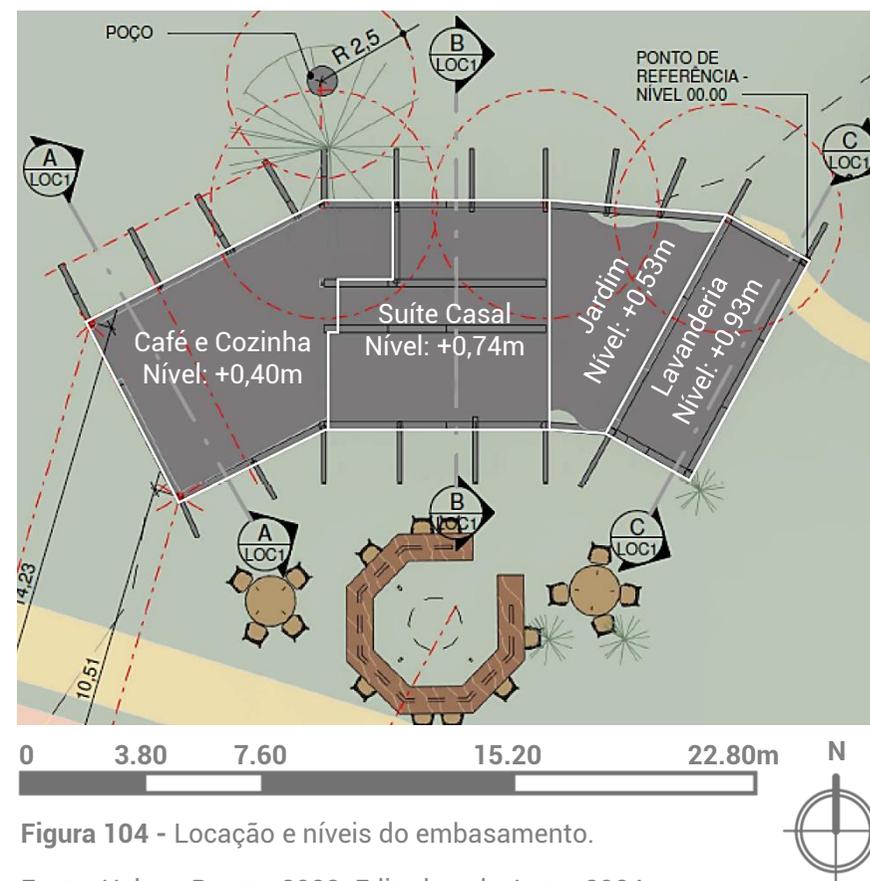


Figura 104 - Locação e níveis do embasamento.

Fonte: Helena Ruetter, 2023. Editado pelo Autor, 2024.



Figura 105 - Processo construtivo do radier de embasamento.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/CfUAwWCOW20/>>. Acesso em: 05 de Set, 2024.

Fotografia: Melissa Simões.

Na relação Sistema portante | Estrutura formal arquitetônica, conectada à delimitação longitudinal do radier de embasamento, o projeto traz vigas de concreto que, por fazer parte do próprio radier, suportam as cargas do objeto, no qual importa mencionar o barroteamento de madeira das duas circulações elevadas ao nível do terreno nas Fachadas Norte e Sul [Figuras 106 e 107 – p.145]. Portanto, ao considerar o declive da gleba, infere-se que na Fachada Norte as vigas do radier de concreto se mostram mais elevadas do solo em comparação às vigas da Fachada Sul, mesmo que a estrutura esteja no mesmo nível em ambos os casos [Figura 108 – p.145].



Figura 106 - Fachadas Norte e Sul.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

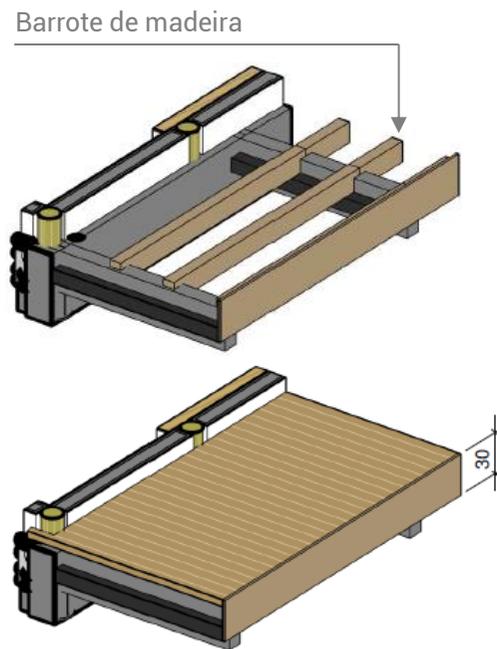


Figura 107 - Detalhe estrutural da circulação externa das Fachadas Norte e Sul.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.



Figura 108 - Croqui da estrutura do deck em comparação ao nível do solo.

Fonte: Autor, 2024.

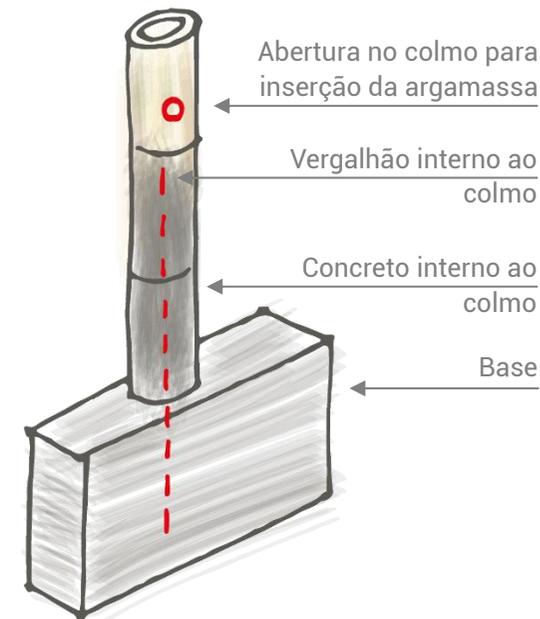


Figura 109 - Redesenho da conexão do pilar na base.

Fonte: Autor, 2024.

No tocante a transição entre a base de radier e os pilares em bambu-colmo *Dendrocalamus Asper* com diâmetro de 15cm, sua proposição direciona as forças que atuam na estrutura por meio da conexão do Grupo 2 (Widyowijatnoko, 2012)² [Figura 109], então evidenciando sua eficácia no uso estrutural do bambu em diferentes sistemas estruturais, como: Pilar; Pilar-árvore e Arcos.

Ademais, o posicionamento dos pilares no projeto ocorre predominantemente no perímetro do objeto, enquanto internamente sua presença é observada apenas no Café/Cozinha e na Suíte Casal [Figura 110]. Com isso, importa mencionar que, em prol do travamento da malha dos pilares, o projeto emprega vigas duplas formadas por esbeltos colmos com diâmetro de 10cm, os quais possuem o corte “Boca de Peixe” [Figura 111 – p.147] nas suas extremidades, sendo necessário para efetivar a conexão com os pilares por meio de passadores metálicos – Grupo 4B (Widyowijatnoko, 2012)³ [Figura 112 – p.147].

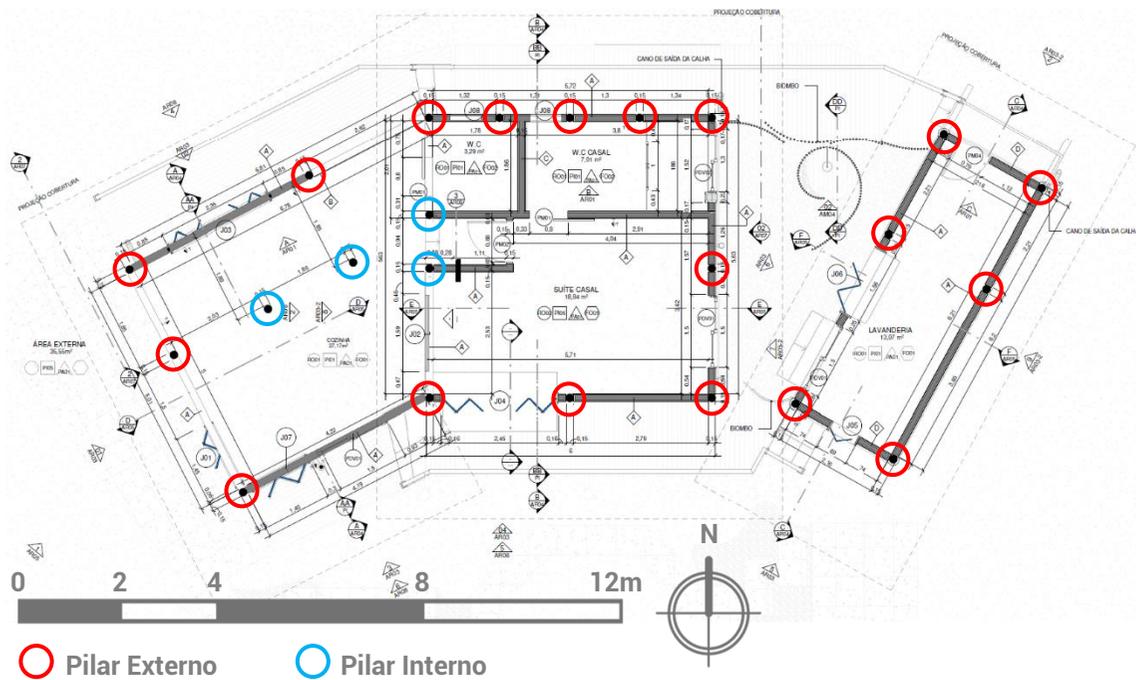


Figura 100 - Posicionamento dos pilares.

Fonte: Helena Ruetter, 2023. Editado pelo Autor, 2024.

³ Categorização dos grupos de conexões conforme descrito na p.49.

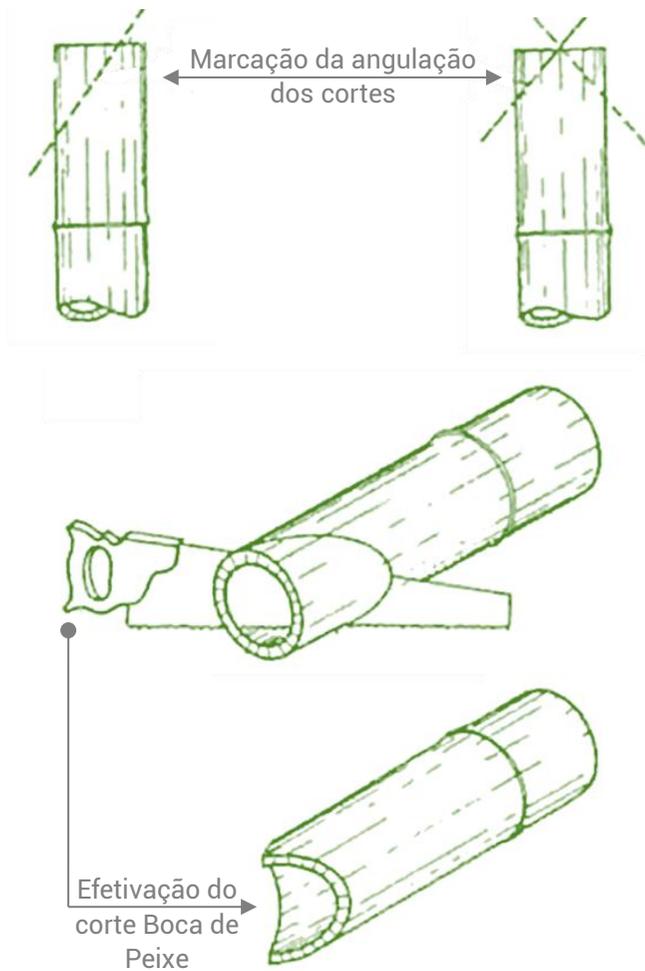


Figura 111 - Processo de confecção do corte boca de peixe.

Fonte: LÓPEZ, 1981. Editado pelo Autor, 2024.

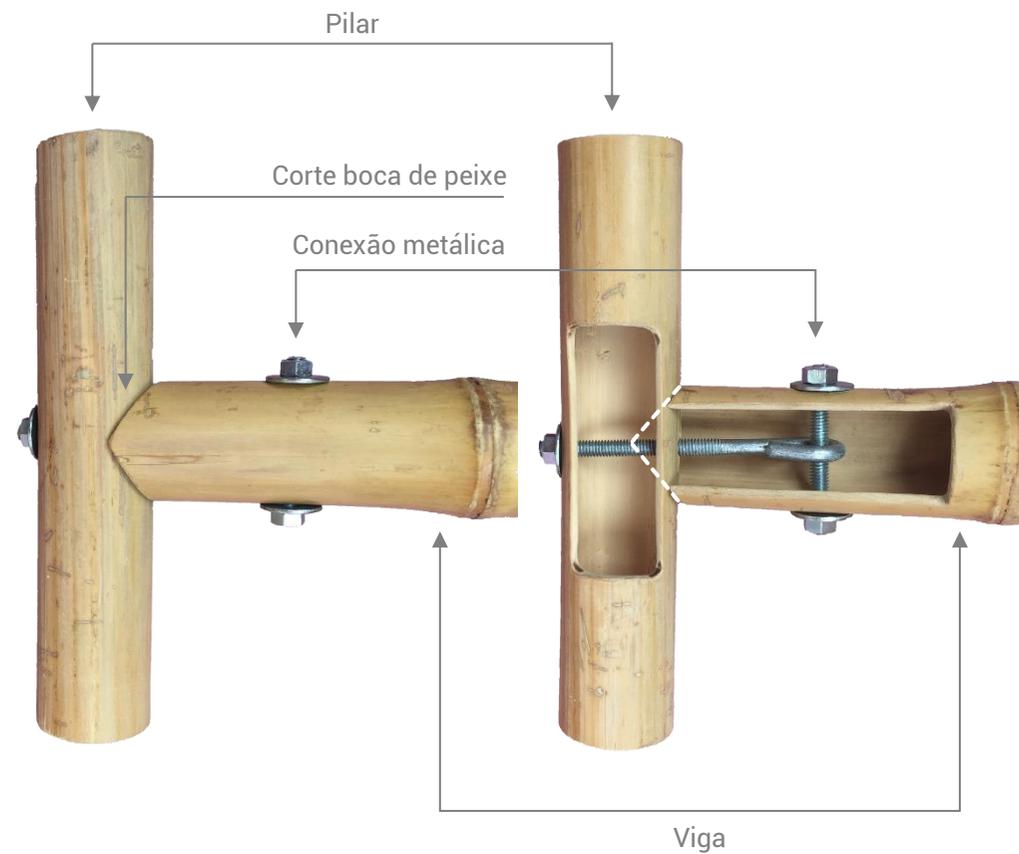


Figura 112 - Protótipo (em corte) da conexão metálica entre as vigas de travamento e os pilares.

Fonte: Rocha; Santos; Alves (2018). Editado pelo Autor, 2024.

Por tratar-se de um projeto no qual a cobertura é uma das protagonistas da expressividade almejada ao artefato, sua inclinação limita o avanço dos pilares e conseqüentemente requer um aporte à própria estrutura, também efetivado com o corte Boca de Peixe [Figura 113] na recepção das vigas duplas em colmos com diâmetro de 15cm que proporcionam a inclinação da cobertura [Figura 114]. Dessa forma, o referido vigaumento fornece aporte aos caibros da espécie *Phyllostachys Bambusoides* que possuem 10cm de diâmetro [Figuras 115 e 116 – p.149].



Figura 113 - Corte Boca de Peixe no topo do pilar.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/Cf7SWfUPKtc/>>.
Acesso em: 06 de Set, 2024.
Fotografia: Gio Gelain.



Figura 114 - Viga dupla inclinada apoiada no pilar.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/Cf7SWfUPKtc/>>.
Acesso em: 06 de Set, 2024.
Fotografia: Gio Gelain.



Figura 115 - Caibros da espécie *Phyllostachys Bambusoides*.

Fonte: Disponível em <https://www.instagram.com/p/Chly43DM4ga/?img_index=1>.

Acesso em: 06 de Set, 2024.

Fotografia: Gio Gelain.

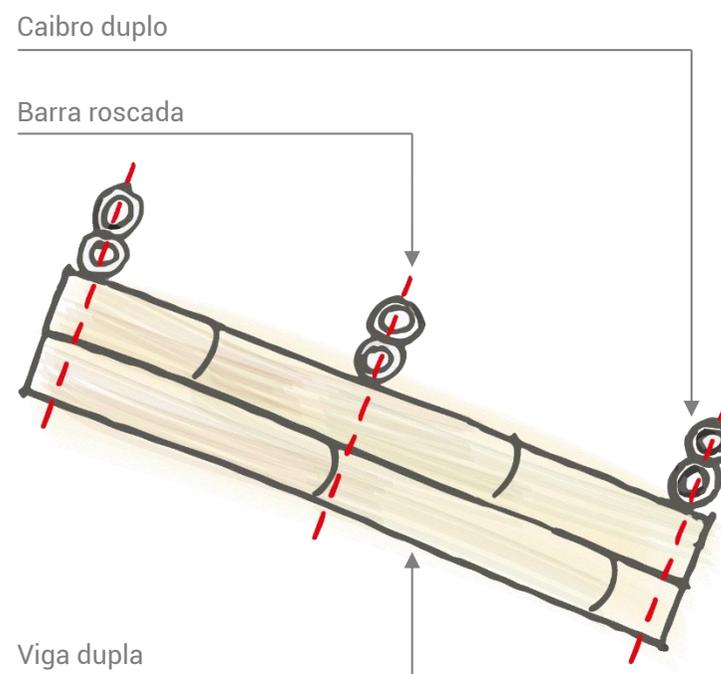


Figura 116 - Croqui da conexão entre o caibro e o vigamento da cobertura.

Fonte: Autor, 2024.

No mais, as vigas inclinadas da cobertura acarretam beirais que conferem teor estético-formal à proposta arquitetônica, junto aos quais são empregadas mãos-francesas para atuar como reforço estrutural. Com isso, vale salientar que os beirais das Fachadas Norte e Sul apresentam detalhes distintos, de forma que os cortes das mãos-francesas variam entre o Boca de Peixe e o Bico de Flauta [Figuras 117 e 118].

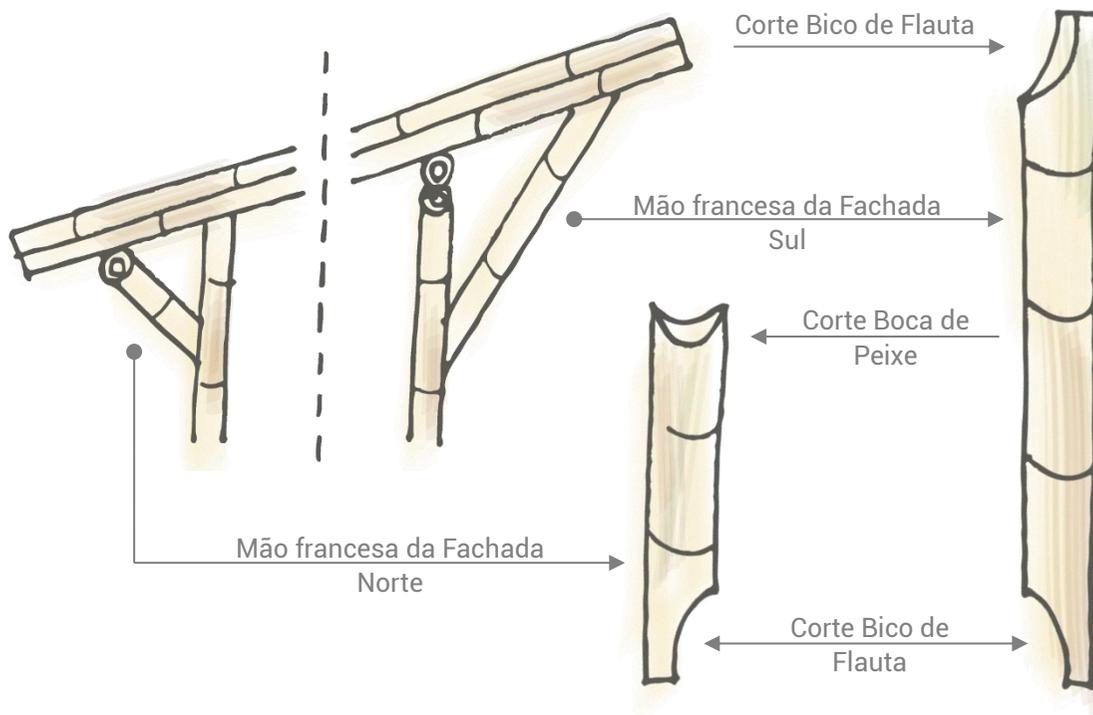


Figura 117 - Croqui dos beirais.

Fonte: Autor, 2024.

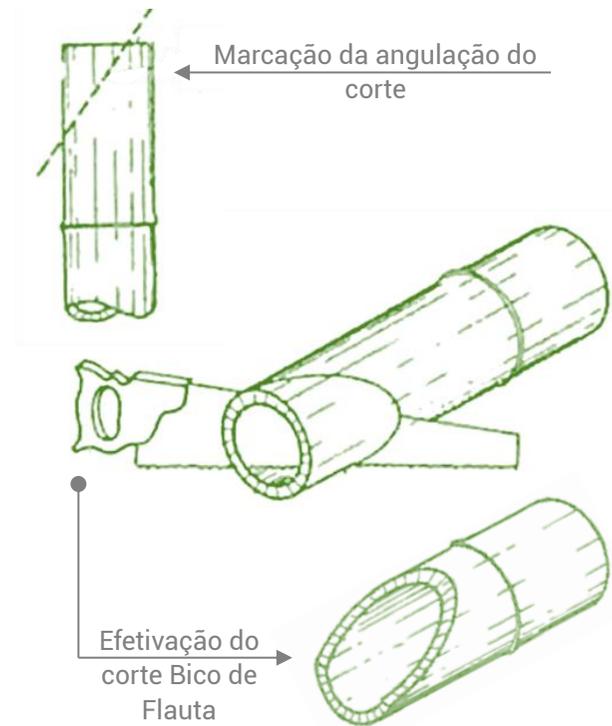


Figura 118 - Processo de confecção do corte bico de flauta.

Fonte: LÓPEZ, 1981. Editado pelo Autor, 2024.

Em suma, entre os documentos disponibilizados por meio da arquiteta responsável pelo projeto, há uma estrutura na Fachada Oeste desenvolvida por pilares inclinados e vigas de bambu-colmo que sustentam uma cobertura verde [Figura 119]. Entretanto, sua cultura construtiva não é explorada no decorrer das plantas, cortes e detalhamentos da proposta arquitetônica, com exceção da Planta Estrutural de Coberta que apresenta os caibros em esbeltos colmos de bambu [Figura 120 – p.152].

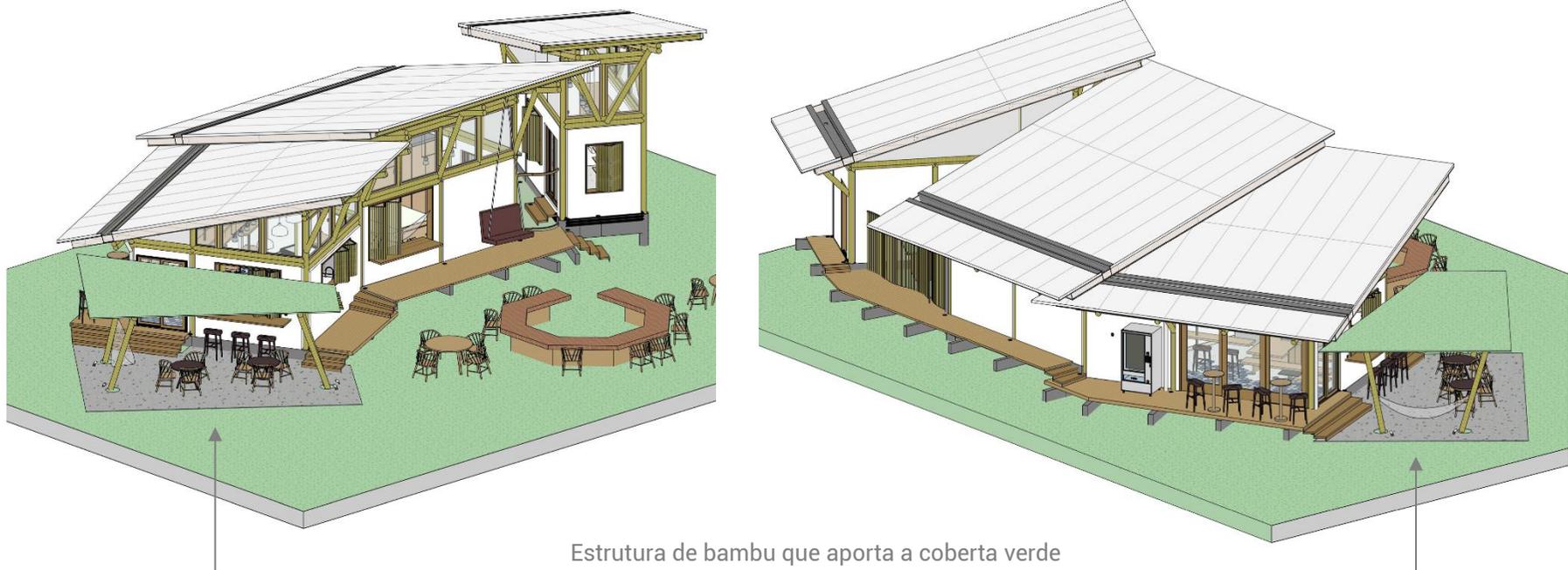


Figura 119 - Perspectivas da estrutura com cobertura verde.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

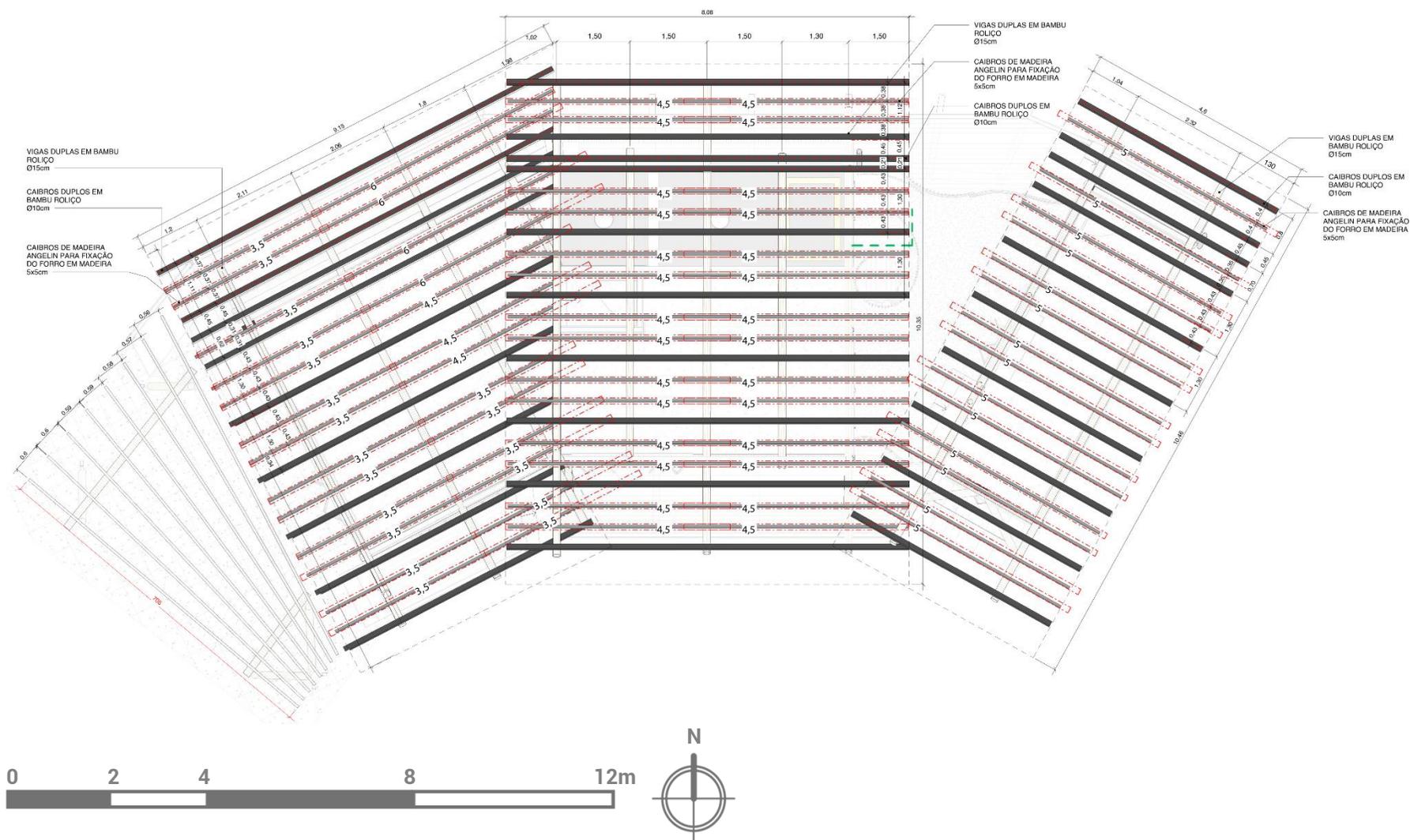


Figura 120 - Planta Estrutural de Coberta.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.



Figura 121 - Fechamento do piso.

Fonte: Disponível em https://www.instagram.com/p/CfXQwKVvq2a/?img_index=1. Acesso em: 05 de Set, 2024.
Fotografia: Melissa Simões.

Por sua vez, na relação Elementos de vedação | Estrutura formal arquitetônica, o Refúgio das Borboletas traz elementos representativos do *light-weight* e do *heavy-weight*, explorando a dicotomia entre a tectônica do vidro e a estereotomia do tijolo de adobe.

Nesse sentido, a proposta arquitetônica apresenta um fechamento de piso desenvolvido em lajes de concreto apoiadas na estrutura do embasamento [Figura 121], estabelecendo o contrapiso do projeto e proporcionando a inserção dos revestimentos internos; do deck de madeira que faceja as Fachadas Norte e Sul e do jardim interno que configura o detalhe de uma laje verde [Figuras 122 e 123 – p.154] estabelecida entre a Suíte Casal e a Lavanderia.

Ademais, sendo uma área delimitada apenas por biombos de bambu-colmo, a vedação do jardim interno destaca a permeabilidade visual entre o interior e o exterior do *place-form*, fomentando a noção do *light-weight* em oposição à alvenaria de fechamento do *roof-work*.

No tocante a alvenaria, o Refúgio das Borboletas aborda o teor ambiental por explorar o uso dos tijolos de adobe, que não passam por processos de queima, como o tijolo cerâmico, e conseqüentemente reduzem a pegada de carbono do projeto, já que sua fabricação é feita *in-loco* com moldes que auxiliam o processo

de padronização dos blocos de terra crua [Figura 124 – p.155]. No mais, importa destacar que, para efetivar a estabilidade da alvenaria em sua junção com os pilares de bambu-colmo, foram utilizadas ripas de madeira para proporcionar o travamento dos blocos na malha estrutural [Figura 125 – p.155].

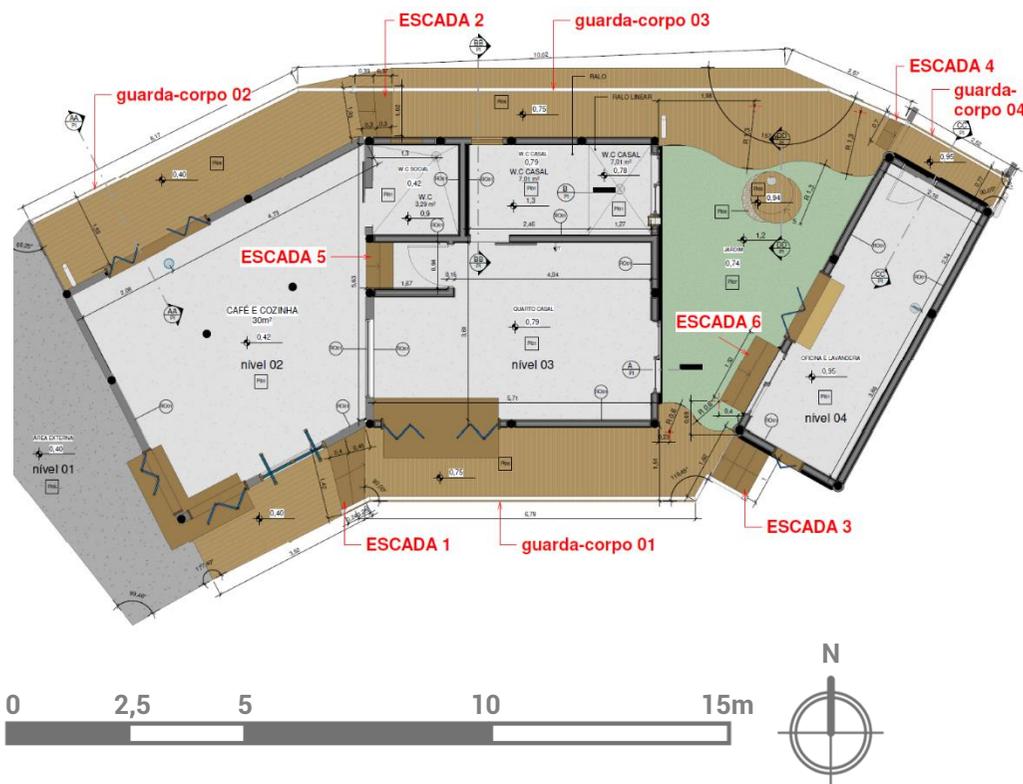


Figura 122 - Revestimentos do fechamento do piso.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

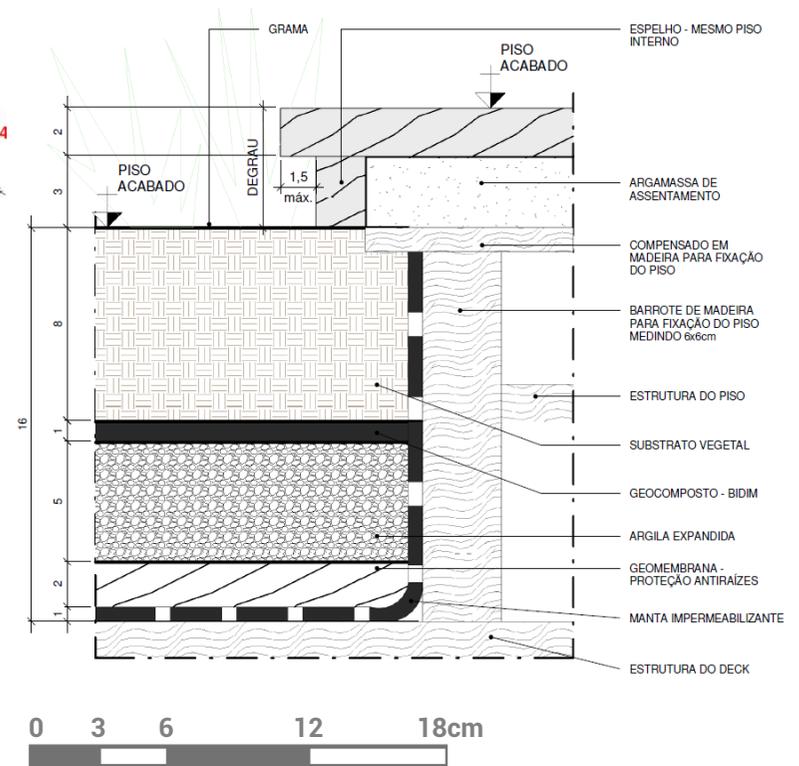


Figura 123 - Detalhe da laje verde do jardim interno.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.



Figura 124 - Processo de confecção do tijolo de adobe.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/Civ1iXXAG0a/>>. Acesso em: 05 de Set, 2024.

Fotografia: Melissa Simões.

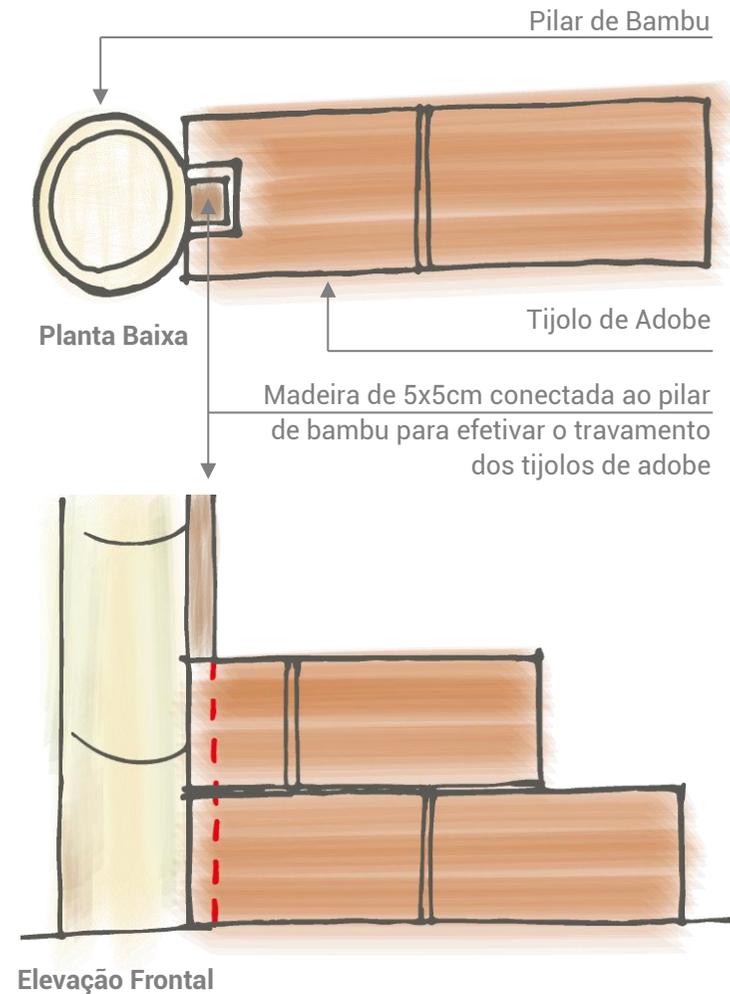
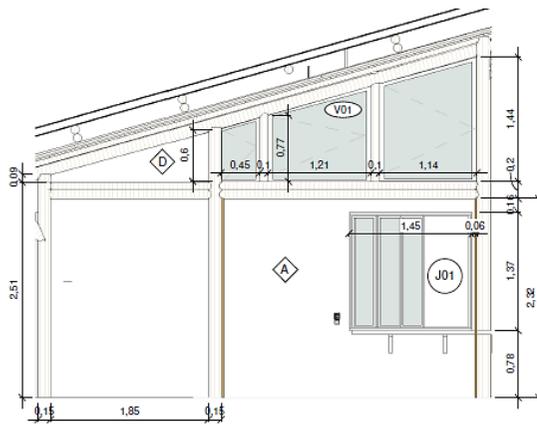
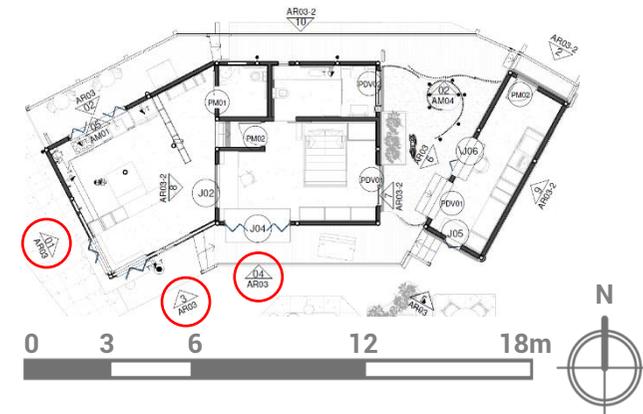


Figura 125 - Redesenho do detalhe da conexão entre o tijolo de adobe e os pilares de bambu.

Fonte: Autor, 2024.

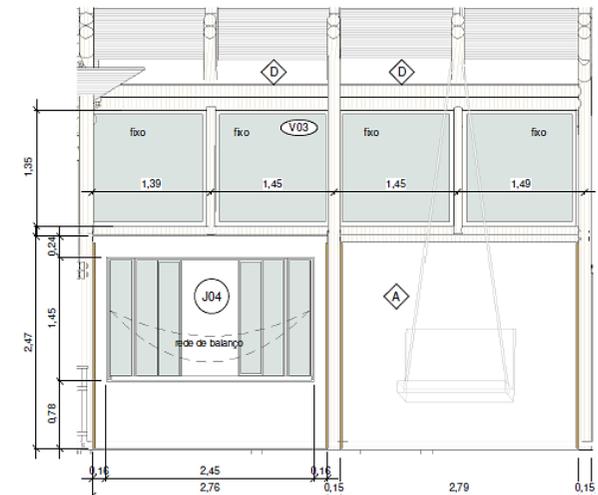
Com isso, o invólucro arquitetônico expressa o caráter estereotômico presente na compressão dos blocos do adobe que divergem da noção desmaterializada das esquadrias, como abordado por Frampton (1995), já que essas são compostas por caixilhos de madeira cumaru que emolduram as lâminas de vidro, então caracterizando os cheios e vazios das fachadas, que possuem grandes painéis de vidro na transição entre a alvenaria e a cobertura [Figura 126], com exceção da Fachada Norte que apresenta poucas aberturas.



Elevação 01



Elevação 03



Elevação 04

Figura 126 - Esquadrias de vidro na marcação dos cheios e vazios das fachadas (Elevações 01, 03 e 04).

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

No mais, a cobertura da proposta exerce o caráter tectônico expresso por sua leveza e grandes beirais que ultrapassam os fechamentos verticais do Refúgio das Borboletas.

Dessa forma, a estética da cobertura apresenta consonância com os colmos de bambu, pois seu forro em madeira de pinus (*Pinus elliottii Engelm*) se mostra como elemento complementar à materialidade da estrutura portante [Figuras 127 e 128 – p.158], acima da qual repousam as telhas termoacústicas que resguardam a integridade física do objeto e proporcionam o uso de tabeiras metálicas na cor branca – necessárias ao isolamento da cobertura e esteticamente importantes à marcação do coroamento do artefato [Figura 129 – p.159].

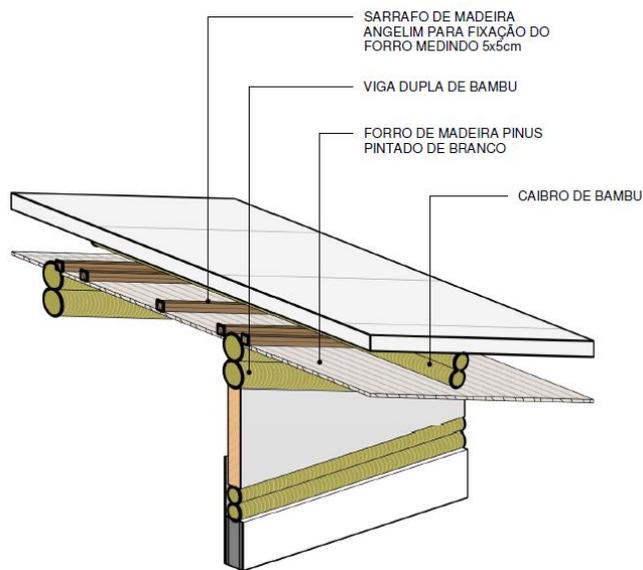


Figura 127 - Detalhe do forro em madeira de pinus.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

Em suma, em prol da exploração dos recursos energéticos renováveis, a proposta da cobertura conta com a inserção de painéis fotovoltaicos – para converter energia solar em eletricidade – e boilers responsáveis por armazenar e aquecer a água utilizada no objeto [Figura 130 – p.160].

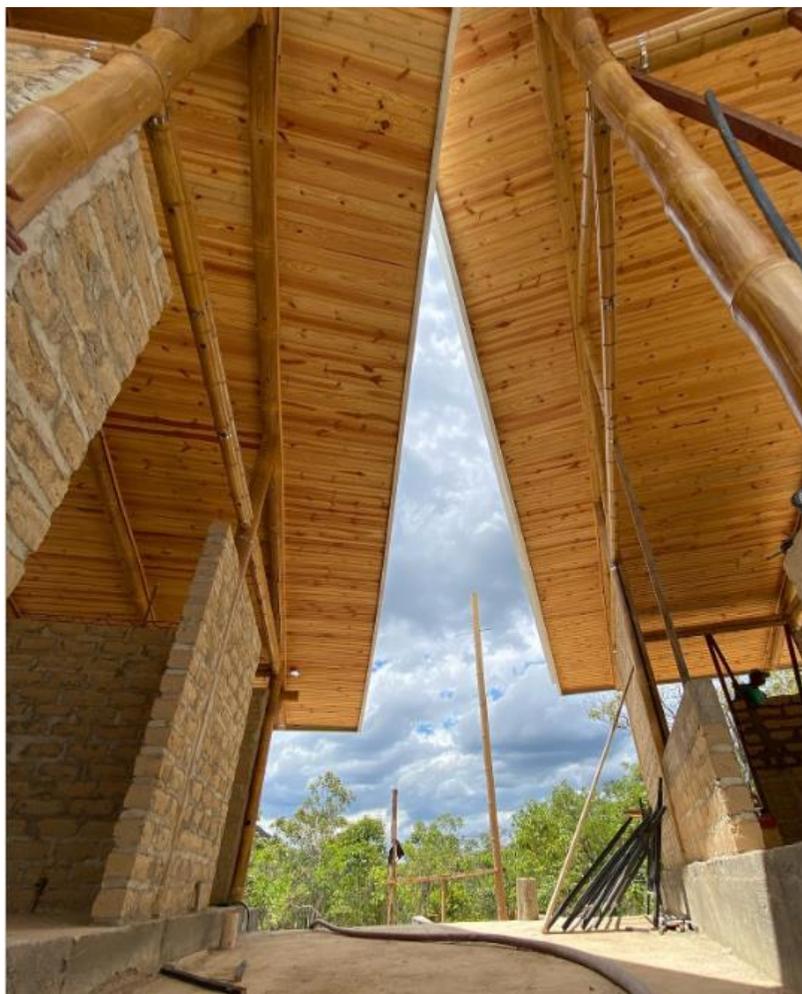


Figura 128 - Estética do forro em madeira de pinus.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/CIWljSruwST/>>. Acesso em: 05 de Set, 2024.

Fotografia: Melissa Simões.



Figura 129 - Marcação do coroamento do artefato.

Fonte: Disponível em <<https://www.instagram.com/p/CrzBQrLPnii/>>. Acesso em: 05 de Set, 2024.

Fotografia: Melissa Simões.

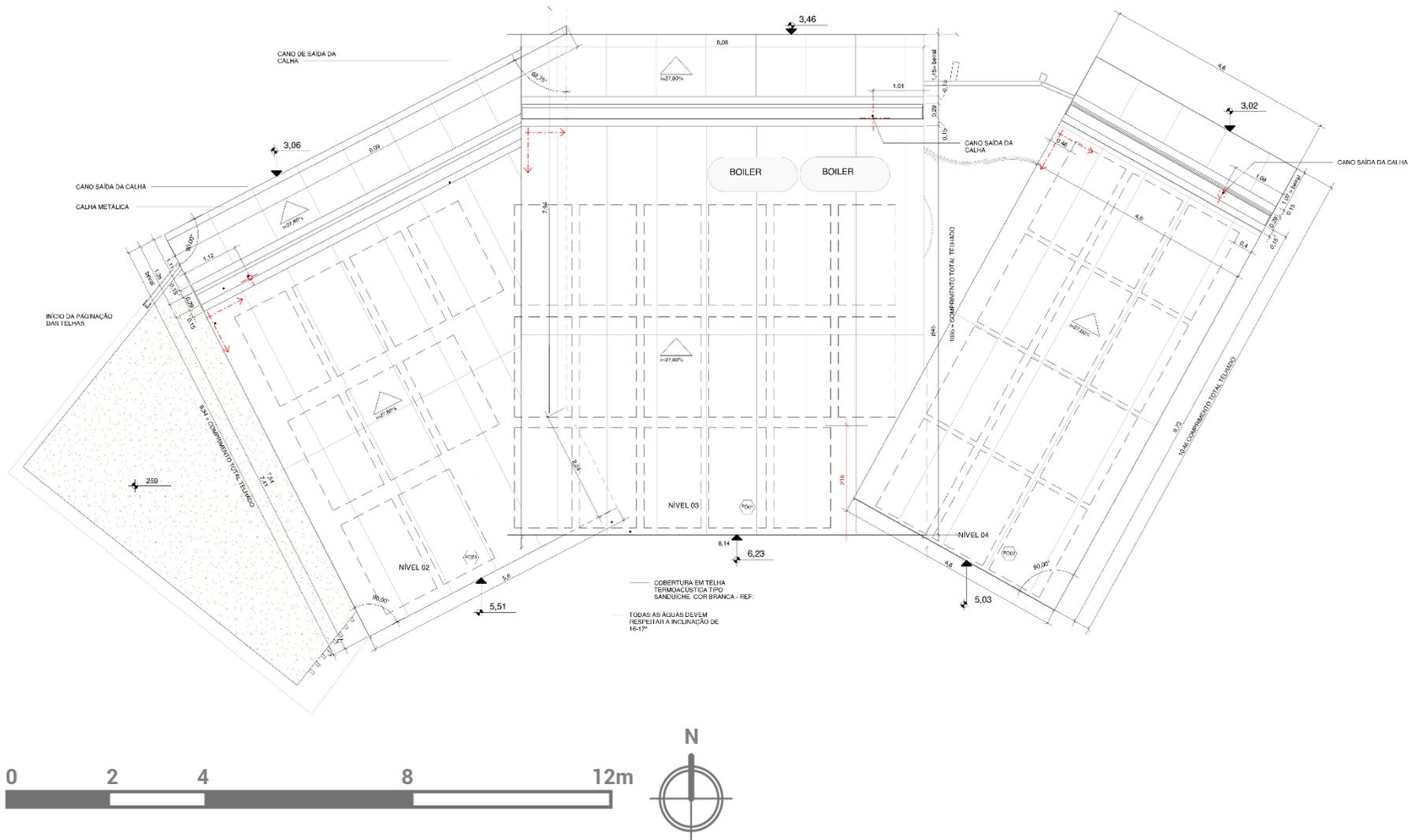


Figura 130 - Recursos energéticos renováveis presentes na coberta.

Fonte: Helena Ruetter, 2023.

Portanto, o projeto do Refúgio das Borboletas apresenta uma cultura técnica que propõe métodos construtivos tradicionais – como a produção e uso do tijolo de adobe – assim como técnicas contemporâneas ao emprego do bambu estrutural, fomentando uma proposta sustentável e ecoeficiente.

Ademais, na ótica tectônica, infere-se que o referido projeto utiliza da verdade estrutural e explora os contrastes dos elementos leves e pesados, presentes no sistema portante e nos fechamentos do objeto, corroborando – por meio dos desenhos técnicos presentes nos documentos projetuais disponibilizados – os escritos de Vittorio Gregotti (2013 [1983]) e Marco Frascari (2013 [1984]), nos quais o detalhe arquitetônico protagoniza as soluções necessárias ao artefato em sua consciência construtiva como abordado por Edson Mahfuz (2004).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ananda House - IBUKU

Fotografia: Stephen Johnson

Editado pelo Autor, 2024

Ao término desta dissertação, infere-se que a tectônica – enquanto caráter quintessencial da arquitetura – utiliza vertentes analíticas que abordam o teor técnico-expressivo presente no próprio cerne arquitetural: o projeto. Sendo, este, o campo teórico por meio do qual se desenvolve a expressividade intencionada ao artefato, que emerge dos detalhes criados no processo criativo.

Assim, a exploração da cultura técnica dos detalhes, no íterim projetual, declara as proposições teóricas de Hélio Piñón (2006) e Edson Mahfuz (2004) em suas arguições sobre a íntima relação entre o projeto e as noções construtivas. Portanto, a técnica exerce a consciência projetual que se faz veementemente necessária às propostas arquitetônicas que atribuem o bambu como elemento estrutural do objeto edificado.

Nesse sentido, a referida consciência agrega valores que vão além do mero detalhe – propriamente dito – enquanto representação gráfica da arquitetura, visto que o bambu é uma gramínea que possui especificidades que requerem aprofundamentos técnicos para sua eficaz atuação na vertente portante.

Com isso, os projetos aqui analisados abordam valores semelhantes na cultura técnica, por explorarem soluções estético-formais que associam o vernáculo e a influência contemporânea no uso do bambu como elemento estrutural.

Entretanto, sob a ótica tectônica, a expressão dos projetos **Ananda House, The ARC e Refúgio das Borboletas** apresenta vínculos e dicotomias exercidas por meio dos materiais propostos que, junto ao bambu, efetivam a noção do invólucro arquitetural.

Desta forma, seguem as considerações que elucidam a indagação: **Quais aspectos o caráter tectônico revela em projetos arquitetônicos desenvolvidos ao considerar o bambu como elemento estrutural do objeto edificado?**

Visto que as análises dos projetos foram desenvolvidas de acordo com os parâmetros analíticos propostos por Rocha (2012), assim como corroborando com a proposição de Amaral (2010) em defesa à dimensão teórica intitulada Tectônica do Projeto, as considerações seguem as 03 (três) categorias de análise em uma abordagem sobre os aspectos tectônicos expressos nos projetos analisados.

- I - Relação sítio / Estrutura formal arquitetônica;
- II - Relação sistema portante / Estrutura formal arquitetônica;
- III - Relação elementos de vedação / Estrutura formal arquitetônica.

I. Relação sítio / Estrutura formal arquitetônica

Conforme observado no íterim das análises projetuais, as interações do sítio de intervenção com a arquitetura são desenvolvidas de acordo com implantações que apresentam responsabilidade ambiental, destacando noções projetuais que respeitam o entorno e expressam o embasamento em contato direto com o todo formal – Refúgio das Borboletas – assim como propostas nas quais a edificação está elevada ao nível do lote, como a Ananda House e, em parte, The ARC.

Nesse sentido, a relação entre o *earthwork* e o *roofwork* apresenta o manejo do terreno e o desenvolvimento das junções necessárias ao aporte do objeto, por meio das quais, a noção técnica traz detalhes que exemplificam o estado da arte da cultura construtiva com o bambu, a exemplo da conexão do Grupo 2 (Widyowijatnoko, 2012) utilizada nas três propostas arquitetônicas, assim remetendo à eficácia da referida conexão para com o artefato intencionado.

Desta forma, em projetos estruturados por bambu, essa relação corrobora com as necessidades da própria matéria-prima em uso, pois diferente dos materiais convencionais, como o concreto, a gramínea intitulada de “aço verde” requer decisões projetuais que preservem sua proteção contra o contato direto com o solo, sendo esta, a consciência motriz do ato projetual com o bambu.

II. Relação sistema portante / Estrutura formal arquitetônica

Na relação que analisa as soluções projetuais do sistema portante para com a arquitetura, foi observado que as propostas têm sistemas estruturais diversos e apresentam elementos como pilares – e sua variação para pilar-árvore, vigas, arcos, treliças e *gridshells*. Com isso, infere-se que a versatilidade do bambu e sua cultura técnica ao emprego estrutural permite a apropriação de diversas linguagens projetuais tectônicas.

Ademais, nos projetos analisados, se constata a apreciação e ampla exploração da verdade estrutural (Frampton, 1995) do bambu, sendo esta, uma vertente entre as possibilidades do projeto que permite protagonismo à referida gramínea em sua atuação na arquitetura, visto que sua capacidade físico-mecânica, para alguns, ainda pouco conhecida, e conseqüentemente surpreende por tratar-se de uma matéria não convencional capaz de alcançar grandes vãos livres.

Nesse sentido, o trabalho técnico da exposição estrutural do bambu desde a concepção projetual, elucida a intenção dos profissionais em expressar a estética de sua materialidade, mas também aborda o caráter facilitador dos processos de manutenção e substituição de peças necessárias à estabilização estrutural, independente do grau de complexidade dos projetos arquitetônicos.

III. Relação elementos de vedação / Estrutura formal arquitetônica

No tocante à relação elementos de vedação / estrutura formal arquitetônica, as propostas arquitetônicas analisadas trazem a expressividade estético-formal presente nas diversas formas de exploração do bambu na apreciação do *light-weight* – como visto nos projetos do IBUKU, assim como expressa a dicotomia entre o *light-weight* e o *heavy-weight*, respectivamente, das esquadrias e da vedação em tijolo de adobe no projeto Refúgio das Borboletas.

Desta forma, importa reconhecer que a versatilidade da linguagem dos elementos de vedação presentes na Ananda House e no The ARC partem de um mesmo material, já que desde o projeto, o bambu é trabalhado para se obter variadas formas de expressão que decorrem das ripas, esterilhas, tramas e *bamboo-bone* empregados nas vedações do projeto em consonância com a desmaterialização do vidro (Frampton, 1995).

Nesse sentido, essa desmaterialização também se faz presente no Refúgio das Borboletas, caracterizando os cheios e vazios que se formam nas transições dos tijolos de adobe para com as esquadrias de vidro. Portanto, essa relação apresenta aspectos projetuais que protagonizam a estética dicotômica da cultura do leve e do pesado, assim como sua consequente repercussão no todo formal.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Refúgio das Borboletas - Helena Ruetter.

Fotografia: Helena Ruetter.

Editado pelo Autor, 2024.

AMARAL, Izabel. **Tensions tectoniques du projet d'architecture: études comparatives de concours canadiens et brésiliens (1967-2005)**. Tese de Doutorado em História do Desenvolvimento e Teorias da Arquitetura - Université de Montréal - Faculté de l'aménagement, Montréal, 2010.

AMARAL, Izabel. **Quase tudo que você queria saber sobre tectônica, mas tinha vergonha de perguntar**. PósFAUUSP, v.16, n. 26, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43644>>. Acesso em: 09 set. 2023.

ANDERSON, Collin. **Detalhe: Estrutura de bambu do arco na Green School Bali**. In: Archello, 17 abr. 2023. Disponível em: <<https://archello.com/news/detail-bamboo-structure-of-the-arc-at-green-school-bali>>. Acesso em: 02 nov. 2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16828-1: Estruturas de bambu - Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro - RJ. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16828-2: Estruturas de bambu - Parte 2: Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu**. Rio de Janeiro - RJ. 2020.

AYRES, Eliane; DELGADO, Patrícia Santos; LAGO, Rochel Monteiro; LANNA, Sebastiana L. de Bragança. **Eco-design: a eficiência de produtos feitos de Bambu para o sequestro de carbono**. Estudos em Design, v. 22, n. 1, 2014. Disponível em: <<https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/150>>. Acesso em: 05 dez. 2021.

BAMBOO PURE. **The Arc.** Disponível em: <<https://bamboopurebali.com/project/the-arc/>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CANTALICE II, Aristóteles de Siqueira Campos. **Descomplicando a tectônica: três arquitetos e uma abordagem.** Tese de Doutorado em Desenvolvimento Urbano - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

DAVISON, Julian; GRANQUIST, Bruce. **Balinese Architecture.** Periplus Editions, 2000, p. 249.

DAVISON, Julian. **Balinese Architecture: A Guide to Traditional and Modern Balinese Design.** Tuttle Publishing, 2023, p. 112.

DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Poética.** Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/poetica/#:~:text=Significado%20de%20Po%C3%A9tica,um%20escritor%2C%20de%20uma%20%C3%A9poca>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

DINIZ, Diêgo C. S. **TECTÔNICA DO HABITAR MODERNO: ESTUDO EM JOÃO PESSOA E CAMPINA GRANDE, PARAÍBA (1950-1960).** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

DRUMOND, Patrícia Maria; WIEDMAN, Guilherme. **Bambus no Brasil: Da Biologia à Tecnologia.** 2017.

ESPELHO, Jean C. Chiozzini. **TRATAMENTO QUÍMICO DE COLMOS DE BAMBU PELO MÉTODO DE BOUCHERIE MODIFICADO.** Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRAMPTON, K. **Studies in tectonic culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture.** 2a ed. Massachusetts: Mit Press, 1995, p. 421.

FRAMPTON, K. **Between earthwork and roofwork. Reflections on the future of the Tectonic Form.** Lotus International, n.99, 1998, p. 24-31.

FRAMPTON, K. **Seven points for the millennium: an untimely manifesto.** In: The Journal of Architecture, vol. 5, no1, Printemps, 2000, p. 21-33.

FRAMPTON, K. **Rappel à L'Ordre: Argumentos em Favor da Tectônica.** (1990). In: Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Tradução Vera Pereira. São Paulo: Coleção Face Norte Cosac Naify, 2a ed. Rev., 2013. p.556-569.

FRASCARI, M. **O Detalhe Narrativo.** (1984). In: NESBITT, K. Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Tradução Vera Pereira. São Paulo: Coleção Face Norte Cosac Naify, 2a ed. Rev., 2013. p. 538-555.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREGOTTI, V. **O Exercício do Detalhe**. (1983). In: NESBITT, K. Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Tradução Vera Pereira. São Paulo: Coleção Face Norte Cosac Naify, 2a ed. Rev., 2013. p. 535-538.

KAMINSKI, Sebastian; LAWRENCE, Andrew; TRUJILLO, David; KING, Charlotte. **Structural use of bamboo-Part 2: Durability and preservation**. 2016.

LIESE, Walter. **The Anatomy of Bamboo Culms**. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Technical Report 18. China, 1998.

LIMA, Hélio Costa. **Tectônica é uma disciplina, uma área ou uma abordagem da arquitetura?** ENANPARQ, II, 2012. Natal: PPGAU, UFRN, 2012.

LIMA, Luísa Amanda de Macêdo. **Um elo entre a arquitetura vernacular e a contemporaneidade: a incorporação de culturas e inteligências construtivas tradicionais**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

LÓPEZ, Oscar Hidalgo. **Manual de construcción com bambú**. Universidad Nacional de Colombia. Estudios Técnicos Colombianos Ltda, 1981.

LÓPEZ, Oscar Hidalgo. **Bamboo the gift of the gods**. 2003.

MAHFUZ, Edson. **Reflexões sobre a construção da forma pertinente.** Arqtextos, São Paulo, ano 04, n. 045.02, Vitruvius, fev. 2004. Disponível em : <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/04.045/606>>. Acesso em: 09 set. 2023.

Materioteca Sustentável. **Dendrocalamus asper.** Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2024. Disponível em: <<https://materioteca.paginas.ufsc.br/dendrocalamus-asper/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MAZZETTO, Carlos Eduardo. **Ordenamento Territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 19. Ed. UFPR, 2009, p. 89-109. DOI: 10.5380/dma.v19i0.16407. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273026125_Ordenamento_Territorial_no_Cerrado_brasileiro_da_frenteira_monocultora_a_modelos_baseados_na_sociobiodiversidade>. Acesso em: 10 ago. 2024.

MOHR, H; SCHOPFER, P. **Plant Physiology.** Berlin: Springer-Verlag, 1995.

MURAD. José Roberto de Lima. **As propriedades físicas, mecânicas e meso-estrutural do bambu Guadua weberbaueri do Acre.** PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2007.

PAIXÃO, Stephanie Sayuri Komatsu. **Arquitetura em Bali: Os símbolos criadores do espaço.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Portugal, Coimbra, 2017.

PADOVAN, Roberval Bráz. **O bambu na Arquitetura: Design de Conexões Estruturais**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

PEREIRA, Marcos A. R. **Projeto bambu: introdução de espécies, caracterização e aplicações**. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Universidade, Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012.

PIÑÓN, H. **Teoria do projeto**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006. p.126.

REBELLO, Yopanan C. P. **A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E A ARQUITETURA**. 9a ed. São Paulo: Ziguarte, 2000.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: Cerrado: ecologia e flora. Ed. 1, v.1, p. 152 - 212, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283072910_As_principais_fitofisionomias_do_bioma_Cerrado>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ROCHA, Germana Costa. **O Caráter Tectônico do Moderno Brasileiro: Bernardes e Campello na Paraíba (1970-1980)**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

ROCHA, Germana Costa; SANTOS, João Victor Silva; ALVES, Stela Dias de Sá. **CONEXÕES TECTÔNICAS EM ESTRUTURAS DE BAMBU**. In: V ENANPARQ - Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2018, Salvador. V ENANPARQ ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL ATUAL: CRISES, IMPASSES E DESAFIOS. Salvador - BA: EDUFBA, 2018.

SALGADO, Antônio L. B. **Bambu com sal: aqui e agora, lá e então**. Campinas: Amaro Comunicação, 2014, 352p.

SEKLER, E. F. **Structure, construction, tectonics**. (1965). In: KEPES, Gyorgy (Org.). Structure in art and in science. Nova York: George Braziller, 1965. p. 89 - 95.

SEMPER, G. **Style in the Technical and Tectonic Arts; or Practical Aesthetics: A Handbook for Technicians, Artist, and Friend of Arts**. Tradução: H.F. Mallgrave e Michael Robinson. Getty Research Institute, Los Angeles, 2004.

SILVA, José Antônio Tietzmann; ARAÚJO, Luciane Martins. **O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV): de patrimônio mundial em perigo a indutor da governança multinível e interfederativa**. Sequência Estudos Jurídicos e Políticos, Florianópolis, v. 44, n. 94, p. 1-38, 2023. DOI: 10.5007/2177-7055.2023.e76441. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/76441>. Acesso em: 15 set. 2024.

SOARES, Sebastião Froes Brandão de Sousa. **Estruturas em Bambu**. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal. 2013.

TEIXEIRA, Anelizabeth A. **PAINÉIS DE BAMBU PARA HABITAÇÕES ECONÔMICAS: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa.** Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

TEIXEIRA, Rubenilson Brazão; BEZERRA, Jessica Bittencourt; LIMA, Luísa Amanda de Macêdo. **TRÊS CONCEITOS, UMA APLICAÇÃO E ALGUMAS LIÇÕES: O CASO DA ARQUITETURA TRADICIONAL BALINESA.** Revista PROJETAR. Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente, v. 9, n. 2, p. 200-216, 2024. DOI: 10.21680/2448-296X.2024v9n2ID32885. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/32885>>. Acesso em: 01 jul. 2024.

WAZIR, Zuber Angkasa; INDRIANI, Irma. **VERNACULAR ANSWERS TO SPATIAL NEEDS OF HUMAN ACTIVITIES: INDONESIAN HOUSES.** DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment), v. 46, n. 2, p. 141-154, 2020. DOI: 10.9744/dimensi.46.2.141-154. Disponível em: <<https://dimensi.petra.ac.id/index.php/ars/article/view/21380>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

WIDYOWIJATNOKO, Andry. **Traditional and Innovative Joints in Bamboo Construction.** Faculty of Architecture of the Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen University, Alemanha, 2012.

“A arquitetura é a arte da escolha apropriada dos detalhes para imaginar a história.

FRASCARI, 2013 [1983], p. 543.

