



INTEGRAÇÃO DO
BAMBÚ COMO
TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL
NA RENOVAÇÃO DO
JARDIM ZOOLOGICO

Jéssica Emílio Madepule

TCC 2024/2025



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico

Trabalho de Culminação de Curso | 2024-2025

GRAU: Licenciatura em Arquitectura e Planeamento Físico

LINHA TEMÁTICA: Tecnologias e Planeamento de Construções

TEMA: INTEGRAÇÃO DO BAMBÚ COMO TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL
NA RENOVAÇÃO DO JARDIM ZOOLOGICO

CANDIDATA: Jéssica Emílio Madepule | CÓDIGO: 20170675

TUTOR: Arq. Mohamad Arif Mussagi

MAPUTO, ABRIL DE 2025

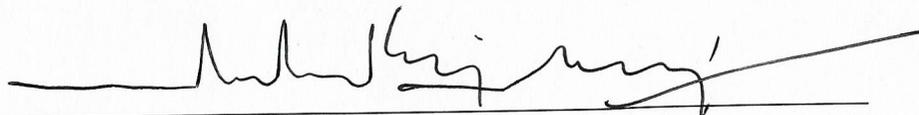
TERMO DE APROVAÇÃO

INTEGRAÇÃO DO BAMBÚ COMO TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NA REN- OVAÇÃO DO JARDIM ZOOLOGICO

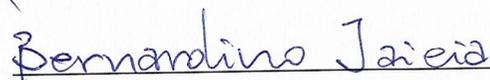
Monografia submetida ao Júri, designada pelo Reitor da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título do grau de licenciatura no curso de Arquitectura e Planeamento Físico.

Monografia aprovada em: Maputo, 15 de Abril de 2024

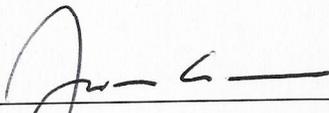
Por:



Orientador
Mohamad Arif Mussagi, Arq.º



Arguente
Bernardino Jaieia, Arq.º



Presidente
Jaime Comiche, Arq.º

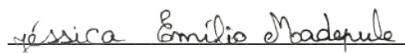


DECLARAÇÃO

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau ou outro âmbito e é resultado da minha investigação pessoal, estando indicados ao longo do documento nas referências bibliográficas, todas as fontes utilizadas na elaboração do trabalho. Estou ciente de que a cópia ou o plágio constituem uma violação da ética académica, e geram consequências disciplinares e criminais contra mim.

Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura da Universidade Eduardo Mondlane.

ASSINATURA


(Jéssica Emílio Madepule)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família pelo amor e dedicação, em especial aos meus pais, meus heróis, Emílio Francisco Madepule e Ester Michaque, que, desde sempre, têm se dedicado a acompanhar com prontidão a minha formação acadêmica e, aos meus amigos, por acreditarem em mim, e me incentivarem nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Endereço os meus sinceros agradecimentos:

- a Deus, pela vida, força e bondade de todos os dias;
- a minha família que me apoiou bastante, proporcionando-me tempo de frequentar o curso e realizar o meu Trabalho de Culminação de Curso.
- aos meus amigos Fred Nhacudime, Gílvia Tsandzana e a minha irmã, Vânia Madepule, que me apoiaram e incentivaram nos meus maiores momentos de dificuldade ao longo da elaboração deste trabalho; agradeço também, às minhas amigas e colegas, Erla Mafalacusser e Stefânia Segá, pelo companheirismo e apoio.
- ao meu supervisor, professor Mohamad Arif Mussagi, Arq^o, pelo acompanhamento e orientações para a elaboração deste trabalho;
- agradeço aos meus colegas do curso e toda comunidade académica da Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico que contribuíram de forma positiva para minha formação.
- a todos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O uso do bambú como um material estrutural para construção moderna, ainda é um grande desafio porque ainda é visto por muitos em Moçambique, apenas como capim, apesar da sua versatilidade de usos e resistência similar à do aço. A aplicação do bambú na renovação do Jardim Zoológico de Maputo foi bem desafiadora, tendo havido a necessidade de excluir a possibilidade de aplicá-la nas cercas de separação entre a zona dos animais e a dos visitantes, tendo-se optado por aplicá-lo no novo Museu do Jardim Zoológico, em que estariam expostas informações sobre os animais retirados do projecto geral de renovação do local. A combinação de pesquisas sobre o funcionamento de jardins zoológicos e do bambú, criou subsídios para a elaboração do Museu do Jardim Zoológico, que é um edifício de dois pisos, projectado com estruturas de bambú, combinado com materiais modernos, demonstrando assim, uma abordagem diferenciada da sua aplicação. Através do projecto de renovação do Jardim Zoológico espera-se contribuir com ideias que poderão ajudar a devolver o estatuto de um espaço verde, turístico e união de pessoas, para permitir pesquisas e que os animais sejam conhecidos por todos que por lá passarem, como foi nos seus melhores dias, olhando para as novas normas internacionais de protecção animal.

Palavras-chave: Jardim Zoológico, Bambú, Renovação, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The use of bamboo as a structural material for modern construction is still a major challenge because it is still seen by many in Mozambique as just grass, despite its versatility of uses and resistance similar to that of steel. The application of bamboo in the renovation of the Maputo Zoo was quite challenging, and there was a need to exclude the possibility of using it in the separation fences between the animal and visitor areas, and the decision was made to apply it in the new Zoo Museum, which would display information about the animals removed from the site's general renovation project. The combination of research on the functioning of zoos and bamboo created subsidies for the creation of the Zoo Museum, which is a two-story building, designed with bamboo structures, combined with modern materials, thus demonstrating a different approach. of your application. Through the Zoo renovation project, it is hoped to contribute with ideas that could help restore the status of a green, touristic space and bring people together, to allow research and for the animals to be known to everyone who passes by, as was the case in its best days, looking at the new international animal protection standards.

Keywords: Zoo, Bamboo, Renovation, Sustainability.

ÍNDICE

Siglas e Abreviaturas		
01 Introdução		
Contextualização	02	
Enquadramento Geográfico	02	
Enquadramento Histórico	03	
Objectivos	04	
Justificativa	04	
Problema	05	
Metodologia	06	
02 Revisão Bibliográfica		
Jardim Zoológico	08	
Evolução Histórica do Conceito de Jardim Zoológico	08	
Legislação sobre protecção animal - Mundo, África e Moçambique	09	
Design e Arquitectura	13	
Bambú	14	
Origem	14	
Classificação	14	
Características	15	
Partes e Usos do Bambú	15	
Aplicação na Construção Civil	16	
Normas Internacionais	19	
Como Implementar a sua produção?	19	
Preparação do Bambú para construção	20	
Ligações	28	
03 Análise SWOT		
Análise SWOT	31	
04 Referências Projectuais		
Energy Efficient Bamboo House		33
Community Sewing Workshop Amairis		34
Butterfly Roof		35
New Corvallis Museum		36
05 O Projecto		
Análise da Situação Actual		39
Master Plan		44
Conceito Volumétrico		47
Plantas de Piso		48
Alçados		51
Pré-dimensionamento de uma caleira		54
Processo Construtivo		55
Cortes		52
Detalhes		56
Conforto Térmico		75
Conforto Acústico		77
Orçamento		79
06 Conclusão		82
07 Referências Bibliográficas		83
Glossário		85

Lista de Figuras

Figura 01. Jardim Zoológico de Maputo	02	Figura 20. Colmos maduros com presença de líquens	19	Figura 38. Animais a serem adicionados	42
Figura 02. Decrescimento da área do Jardim Zoológico ao longo dos anos	03	Figura 21. Corte da cana do bambú	20		
Figura 03. Estruturas danificadas pela falta de manutenção e exposição à intempéries	04	Figura 22. Perfuração entre nós	20		
Figura 04. Evolução do Conceito de Jardim Zoológico	07	Figura 23. Proporção da solução de pentaborato	21		
Figura 05. Zoológico de Tapei, China	08	Figura 24. Ramos mergulhados	21		
Figura 06. Zoológico de Londres, Inglaterra	08	Figura 25. Remoção dos ramos mergulhados	21		
Figura 07. Zoo de Filadélfia, EUA	09	Figura 26. Hidrolavadora à jato	21		
Figura 08. Aquário de Johannesburg, África do Sul	09	Figura 27. Branqueamento do bambú	22		
Figura 09. Iba-Vet, Matola	10	Figura 28. Esquema da área de armazenamento	22		
Figura 10. MHMS Farms, Namaacha	11	Figura 29. Secagem acelerada utilizando o “polvo”	22		
Figura 11. Distribuição Geográfica	13	Figura 30. Processo de classificação dos colmos	23		
Figura 12. Partes do Bambú	13	Figura 31. Separação dos colmos por qualidade	24		
Figura 13. Partes e Usos do Bambú	14	Figura 32. Tipos de corte do bambú	27		
Figura 14. Versatilidade do uso do Bambú	15	Figura 33. Equipamentos e ferramentas	27		
Figura 15. Fundação em Betão Armado e Pilares de Bambú	16	Figura 34. Conexão C. H. Duff	28		
Figura 16. Paredes de Bambú	16	Figura 35. Conexão ARCE	28		
Figura 17. Telhas de Bambú	17	Figura 36. Conexão Obermann	28		
Figura 18. Escadas feitas com Bambú	17	Figura 37. Animais de grande porte: Maior espaço de locomoção e grandes quantidades de alimento	42		
Figura 19. Associação dos Amigos do Bambú	19				

Lista de Tabelas

Tabela 01. Indian Guidelines on minimum dimension of enclosures for housing animals of different species in Zoos	12
Tabela 02. Classificação dos Colmos	23
Tabela 03. Controle de Qualidade	25
Tabela 04. Espécies de Bambú em Moçambique, aplicáveis na construção	29

Lista de Gráficos

Gráfico 01. Comparação do bambú com outros materiais de construção	14
--	----

Siglas e Abreviaturas

AJZ	Associação do Jardim Zoológico (Designação actual)
ASJ	Associação do Jardim Zoológico (Designação antiga)
ASSAMBA	Associação dos Amigos de Bambú
EUA	Estados Unidos da América
INAM	Instituto Nacional de Meteorologia
ISO	International Organization for Standardization
IVA	Imposto de Valor Acrescentado
ONG	Organização não Governamental
PVA	Acetato de polivinila (Tinta)
PVC	Policloreto de Vinila (Plástico)
Zoo	Jardim Zoológico

GRANDEZAS

cm	Centímetro
dm ²	Decímetro quadrado
dm	Decímetro
h	Hora
K	Kelvin
L	Litro
un	Unidade
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
min	Minuto
ml	Metro linear
mm ²	Milímetro quadrado
mm	Milímetro
N	Newton
s	Segundo
W	Watt





01

Introdução

Contextualização

O Presente trabalho tem em vista fazer a demonstração da aplicabilidade do uso do bambú na reabilitação das instalações do Jardim Zoológico de Maputo.

O uso de materiais e tecnologias de alta resistência com baixa ou fácil manutenção e pouco prejudiciais ao meio ambiente, podem contribuir na criação de melhores condições de vida para todos os usuários deste espaço.

A reposição das condições anteriores do Jardim Zoológico vai permitir maior afluência de pessoas, recuperando desta forma, o turismo naquele lugar.

Enquadramento Geográfico

O Jardim Zoológico localiza-se na Cidade de Maputo (capital de Moçambique), no Distrito Municipal Kamubukwana, no Bairro do Jardim. Está no cruzamento entre duas grandes avenidas: a Avenida de Moçambique (Estrada Nacional nr.01) e Avenida de Joaquim Chissano.

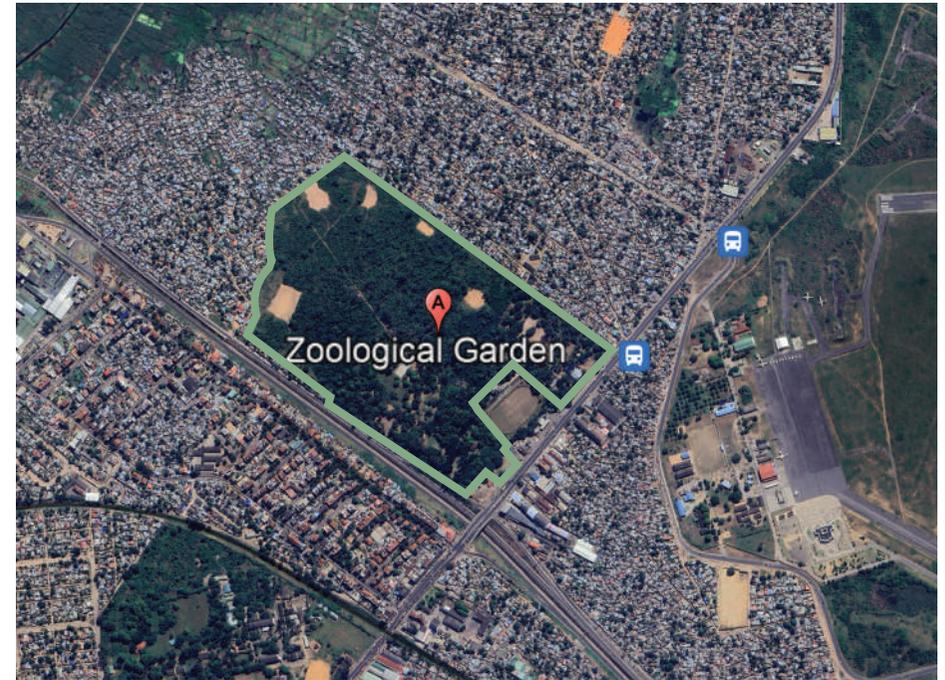
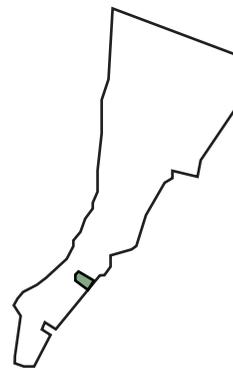


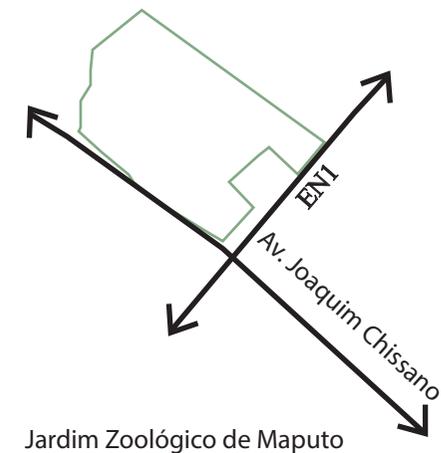
Figura 01. Jardim Zoológico de Maputo (Imagem Satélite Google Earth)



Cidade de Maputo

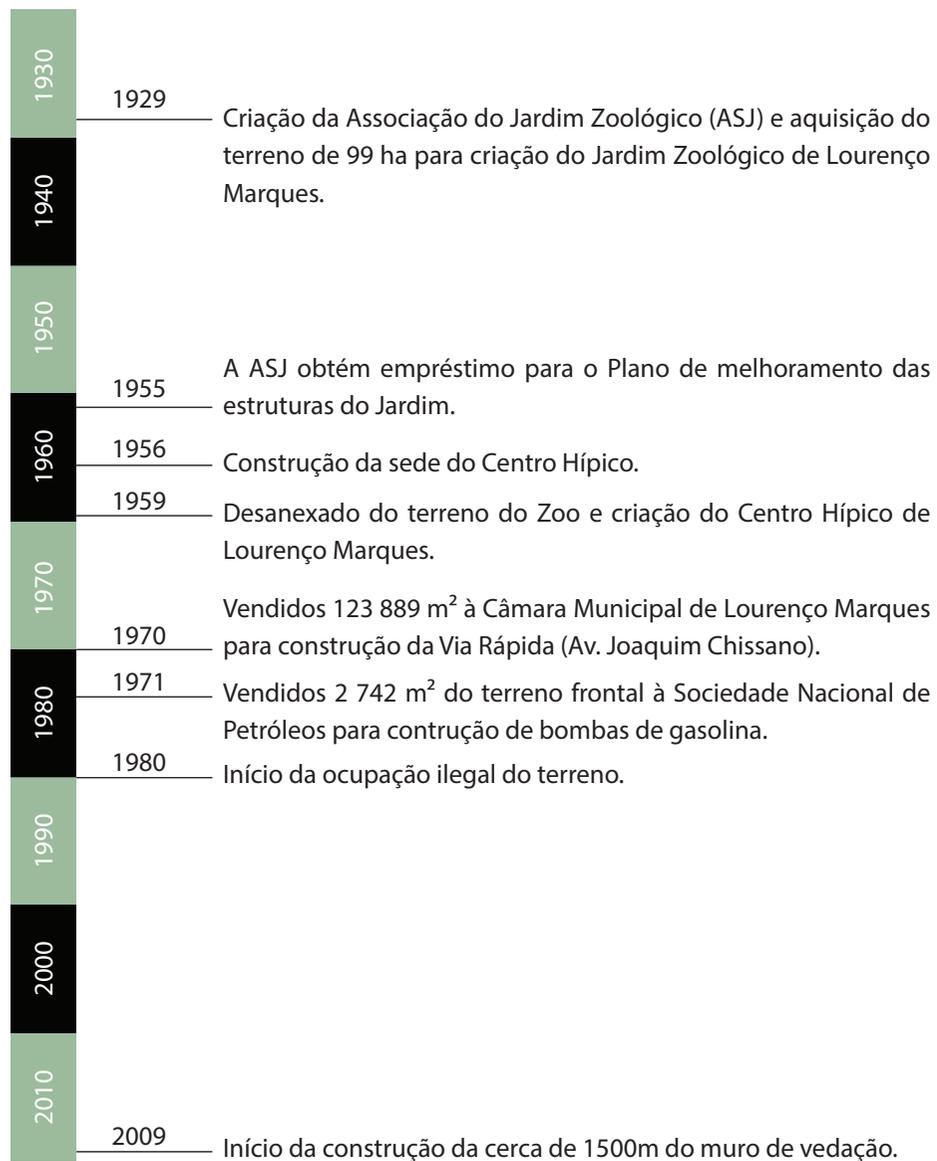


Distrito Municipal Kamubukwana



Jardim Zoológico de Maputo

Enquadramento Histórico



Dados fornecidos pela Associação dos Amigos do Jardim Zoológico



1985 - 90ha



2001 - 55ha



2023 - 40ha



Sobreposição (1985, 2001 e 2023)

Figura 02. Decrescimento da área do Jardim Zoológico ao longo dos anos (Google Earth)

OBJECTIVOS

Objectivo Geral

Identificar técnicas de uso do Bambú aplicáveis na reabilitação das construções danificadas do Jardim Zoológico de Maputo.

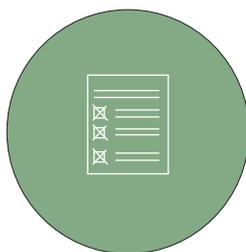
Objectivos Específicos

- Identificar a origem e enquadramento histórico do Bambú
- Analisar a aplicabilidade, impacto ambiental e custos da tecnologia;
- Aplicar as técnicas aprendidas na construção de uma das instalações do Jardim Zoológico;
- Impulsionar o turismo através do Jardim Zoológico;
- Devolver o estatuto de um dos espaços públicos de lazer mais atractivos da Cidade de Maputo.

METODOLOGIA



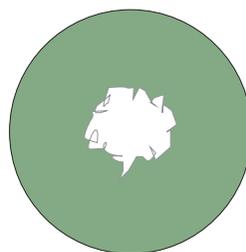
Definição do Problema



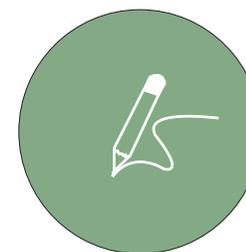
Consulta Bibliográfica



Entrevistas e Visitas a Espaços Similares ao Zoo



Levantamento de dados e Análise do Espaço



Aplicação do Bambú numa construção do Zoo



Documentação do Projecto

JUSTIFICATIVA

O Jardim Zoológico de Maputo foi considerado um dos maiores pontos turísticos da Cidade e atraía uma grande multidão que pretendia conhecer os animais que lá estavam e não só, era um espaço de lazer que juntava muitas pessoas de diferentes faixas etárias; as pessoas mais velhas, usavam o espaço para leitura, os jovens e/ou estudantes universitários, para praticar desporto e fazer pesquisas, respectivamente, e as crianças, usufruíam do parque infantil, celebrando lá o Dia da Criança e aproveitavam para conhecer os animais que muitas vezes eram vistos apenas em livros. É possível perceber que o Jardim Zoológico tinha uma grande importância do ponto de vista económico, social e cultural, que acabou se perdendo ao longo do tempo, devido a degradação das suas construções causada pela falta de manutenção, financiamento e morte dos animais que lá existiam.

O uso de materiais e tecnologias de alta resistência com baixa ou fácil manutenção e pouco prejudiciais ao meio ambiente, podem ajudar a resolver parte deste grande problema. Através desta pesquisa, espero contribuir em soluções tecnológicas que visam ajudar com a renovação do Jardim Zoológico de Maputo.

PROBLEMA

Quase todas as instalações do Jardim Zoológico encontram-se num estado avançado de degradação por falta de manutenção, que é habitualmente justificada pela falta de fundos monetários. As únicas que ainda funcionam, são a administração e o abrigo dos animais existentes, a saber, macacos e crocodilos, mas caminhando para o mesmo estado da maioria.

O uso de materiais e tecnologias de alta resistência com baixa ou fácil manutenção e pouco prejudiciais ao meio ambiente, podem ajudar a

resolver parte deste grande problema; dentre esses materiais, faz parte o Bambú, o escolhido para o Trabalho de Culminação de Curso. O Bambú é um material de alta resistência e que pode ser produzido no local, olhando e considerando a grande área do Jardim Zoológico. As imagens seguintes, foram tiradas no dia 03.08.2023, uma quinta-feira. Mostram o estado actual da área de estudo. Foi possível perceber que maior parte das construções estão em um estado avançado de degradação e que o número de visitas actual é muito baixo. Não foi possível identificar de que animais eram os abrigos.



Figura 03. Estruturas danificadas pela falta de manutenção e exposição à intempérie (Alexsica Madepule)

02

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

JARDIM ZOOLOGICO

A ENCYCLOPEDIA BRITANNICA (2023) define “jardim zoológico ou parque zoológico”, como um lugar onde se pode ver animais selvagens e, às vezes, animais domésticos que estão em cativeiro.

Em espaços como este, os animais recebem cuidados especiais, como em caso de ferimentos, que geralmente não teriam se estivessem na natureza. Alguns zoológicos têm uma variedade de animais, enquanto outros cuidam de grupos específicos, como macacos, tigres, pássaros tropicais ou aves aquáticas. Alguns zoológicos também têm aquários onde mostram animais marinhos como peixes e golfinhos.

Estes espaços visam não só, o entretenimento para curiosos, mas também educação e investigação para académicos e cientistas (CONCEITO DE, 2017).

Evolução Histórica do Conceito de Jardim Zoológico

Segundo a ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, não se sabe quando os primeiros jardins zoológicos foram criados, mas é provável que tenham surgido quando as pessoas começaram a domesticar animais. Por exemplo, os pombos, eram mantidos em cativeiro por volta de 4500 a.C., no actual Iraque. E, cerca de 2000 anos depois, elefantes começaram a ser semi-domesticados na Índia.

Há cerca de 5.500 anos, no Egito, em Nekhen, foi criado o que dizem ser o primeiro zoológico. Havia muitas espécies de animais, mas apenas o faraó e a nobreza podiam visitá-lo. Diz-se que Hatshepsut, uma rainha-faraó, foi quem criou o primeiro zoológico aberto ao público. Ela usava o espaço para mostrar seu poder, colecionando animais que eram levados como presentes (CONCEITO DE, 2017).



Figura 04. Evolução do Conceito de Jardim Zoológico (Wikipedia, the free encyclopedia, 2011)

Legislação sobre Proteção Animal - Mundo, África e Moçambique

a) Mundo

China

Na China, não há leis para proteger os animais. Situações terríveis acontecem, como ursos queimados com ácido, tigres de circo mortos por causa do cansaço, corte das cordas vocais de milhares de cães, e contrabando de marfim de elefantes africanos, só para exibicionismo como acontecia na antiguidade, mas para obter o marfim, os elefantes devem morrer. Actualmente, só há uma lei que protege animais em extinção, como pandas e tigres, e os que vivem nos zoológicos, que são uma fonte de dinheiro para o turismo chinês. (DE ANDRADE, 2015).

União Europeia

MORAIS (2022) diz que os europeus têm falado sobre os direitos dos animais há mais de 200 anos e tentam fazer leis contra maus tratos, competindo com os EUA nisso. Na Europa, existe um Plano de Acção para o Bem-estar dos Animais (2006-2010), que estabelece regras para cuidar e proteger os animais, e diz que só se pode usar animais em experiências quando não há outra opção, e as autoridades precisam aprovar esses projectos. Regras rígidas proíbem testes em animais para produção de cosméticos. Na Europa, há leis que definem como os animais devem ser tratados na pecuária, para que sofram menos. Mesmo assim, a crueldade com os animais ainda acontece muito pelo mundo, então é importante conscientizar os outros sobre isso.



Figura 05. Zoológico de Tapei, China (Xinhuai, 2023)



Figura 06. Zoológico de Londres, Inglaterra (Sanders, Mail Online, 2011)

Estados Unidos da América

Nos EUA, cada estado tem leis para proteger os animais contra maus-tratos. Dependendo da gravidade do acto, pode ser considerado uma infração, um delito ou um crime. O problema de não aplicar essas leis é muito sério, especialmente para os animais de fazenda. (DE ANDRADE, 2015).



Figura 07. Zoo de Filadélfia, EUA (ADAMS, The Keystone,2023)

b) África

Johannesburg Zoo

Desde a década de 60, o foco do zoológico tem estado ligado ao fornecimento de recintos maiores e mais naturais para os animais, o que marcou o início de um plano de longo prazo para melhorar as instalações tanto para os animais quanto para os visitantes (Joburg Zoo Website).



Figura 08. Aquário de Johannesburg, África do Sul (In your pocket, 2023)

c) Moçambique

Antes da Independência Nacional, o então chamado Jardim Zoológico de Lourenço Marques foi considerado um dos melhores de África, mas perdeu o seu encanto depois da independência do país. Houve algumas tentativas de reabilitação, mas sem muito sucesso. Parte destes animais foram roubados, outros morreram à fome ou por doenças e alguns outros foram transferidos para alguns dos jardins zoológicos da África do Sul (Informação obtida através de entrevistas à Dra. Helena Nicolau, representante da Associação dos Amigos do Jardim Zoológico e ao Dr. Samuel Bila, docente da Faculdade de Veterinária da UEM).



Figura 09.
Iba-Vet, Matola.
09.09.2023
©Jéssica Madepule

Surgiram algumas tentativas de criação de espaços similares, como o Iba-Vet (Matola) e MHM Farms (Namaacha), mas sem muito sucesso, em termos de protecção e conservação dos animais.

Estes locais foram visitados aquando da realização deste Trabalho de Culminação de Curso, de modo a perceber melhor sobre o cuidado dos animais em recintos similares à um jardim zoológico.



Figura 10.
MHMS Farms, Namaacha.
16.09.2023
©Jéssica Madepule

Design e arquitetura

De acordo com a ENCYCLOPEDIA BRITANNICA (2023), o design de um jardim zoológico precisa atender às necessidades dos animais e dos visitantes, que muitas vezes são diferentes. Como os zoológicos variam muito em localização, tamanho e clima, não há um único estilo arquitetónico padrão.

Os zoológicos urbanos, que representam cerca de 80% de todos os zoológicos existentes, geralmente, têm um espaço limitado e precisam de usar o espaço da melhor maneira possível. Os animais são

mantidos em recintos com gaiolas para evitar que eles fujam e para manter a segurança do público. Para criar um ambiente mais natural, próximo ao seu habitat, são usados materiais modernos como fundos artificiais, rochas e árvores.

Desta forma, é possível perceber que o design do zoológico combina e equilibra as necessidades dos animais e dos visitantes, adaptando-se às limitações de espaço e ao mesmo tempo, buscando proporcionar uma experiência agradável para todos.

Nr.	Designação	Tamanho mínimo do recinto exterior (m ²)	Tamanho de cubículos de alimentação/ abrigo noturno (c x l x h) para cada animal (m ³)
01	Pássaros que não voam (Ema)	500	3 x 2 x 2.5
02	Pássaros que voam	80 (com tamanho mínimo do aviário - 3 x 3 x 6m)	A altura do aviário deverá ser de 6m
03	Babuíno, Macacos Exóticos	500	-
04	Hipopótamo	1000	5 x 3 x 2.5
05	Jacaré e Crocodilo	500	200 (com profundidade de 2 m)
06	Pequenos pássaros (Periquito, pardais)	15	-
07	Leão Africano	1000	2.75 x 1.8 x 3

Tabela 01. Indian Guidelines on minimum dimension of enclosures for housing animals of different species in Zoos, 2009

BAMBÚ

Origem

O bambú tem origem na Ásia e é visto como “o material do futuro” e apresenta uma resistência similar à do betão.

O bambú destaca-se pela sua versatilidade, sendo por isso, usado no quotidiano dos povos asiáticos no artesanato (como acessórios, utensílios, instrumentos musicais, etc.) e na indústria (para fazer construções, móveis, papel, álcool, celulose e mais).

Existem cerca de 1300 tipos diferentes de bambú, que são bons tanto para decorar e fazer artesanato quanto para usar na indústria. (Origem das coisas, 2022).



Figura 11. Distribuição Geográfica (López, 2003)

Classificação

Segundo MORÉ apud NUNES, SOBRINHO JÚNIOR e DOS SANTOS (2021): “Os bambus são plantas gramíneas, herbáceas gigantes e lenhosas, de rápido desenvolvimento e classificada como Bambusea”. “Os colmos do bambú saiem do solo com diâmetro e números de nós definidos. Em menos de um ano, o bambú atinge a sua altura máxima e, após esse tempo, os colmos vão aumentando a sua resistência” (AZZINI e BERALDO apud NUNES, SOBRINHO JÚNIOR e DOS SANTOS, 2021). PADOVAN (2010), diz ainda que: “O bambú apresenta uma parte aérea formada por colmo, folhas e ramificação e outra parte subterrânea constituída por rizoma e raiz.

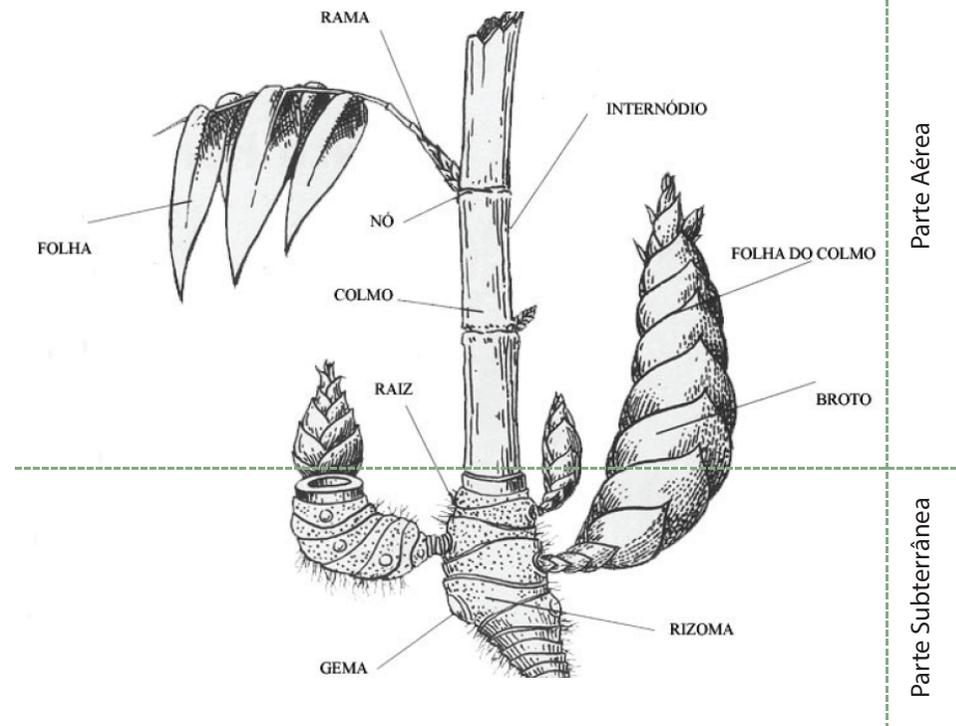


Figura 12. Partes do Bambú (PADOVAN, 2010)

Características

- Resistência: O material pode ser usado por um longo período de tempo, especialmente em construções e móveis.
- Durabilidade: Materiais feitos com bambú duram muito tempo e não precisam ser trocados com frequência.
- Flexibilidade: O bambú pode ser flexionado e moldado de maneiras diferentes, inclusive em círculos, o que significa que pode ser usado de várias formas.
- Alto índice de regeneração: A planta pode ser cortada sem danificar suas raízes, crescendo assim, novos caules depois de cada corte, tornando-a uma fonte de material renovável. (Origem das Coisas, 2022).

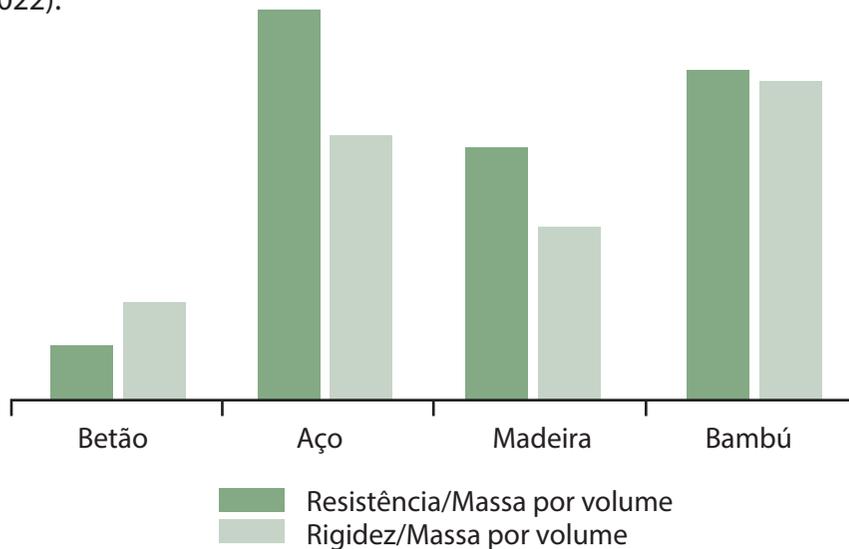
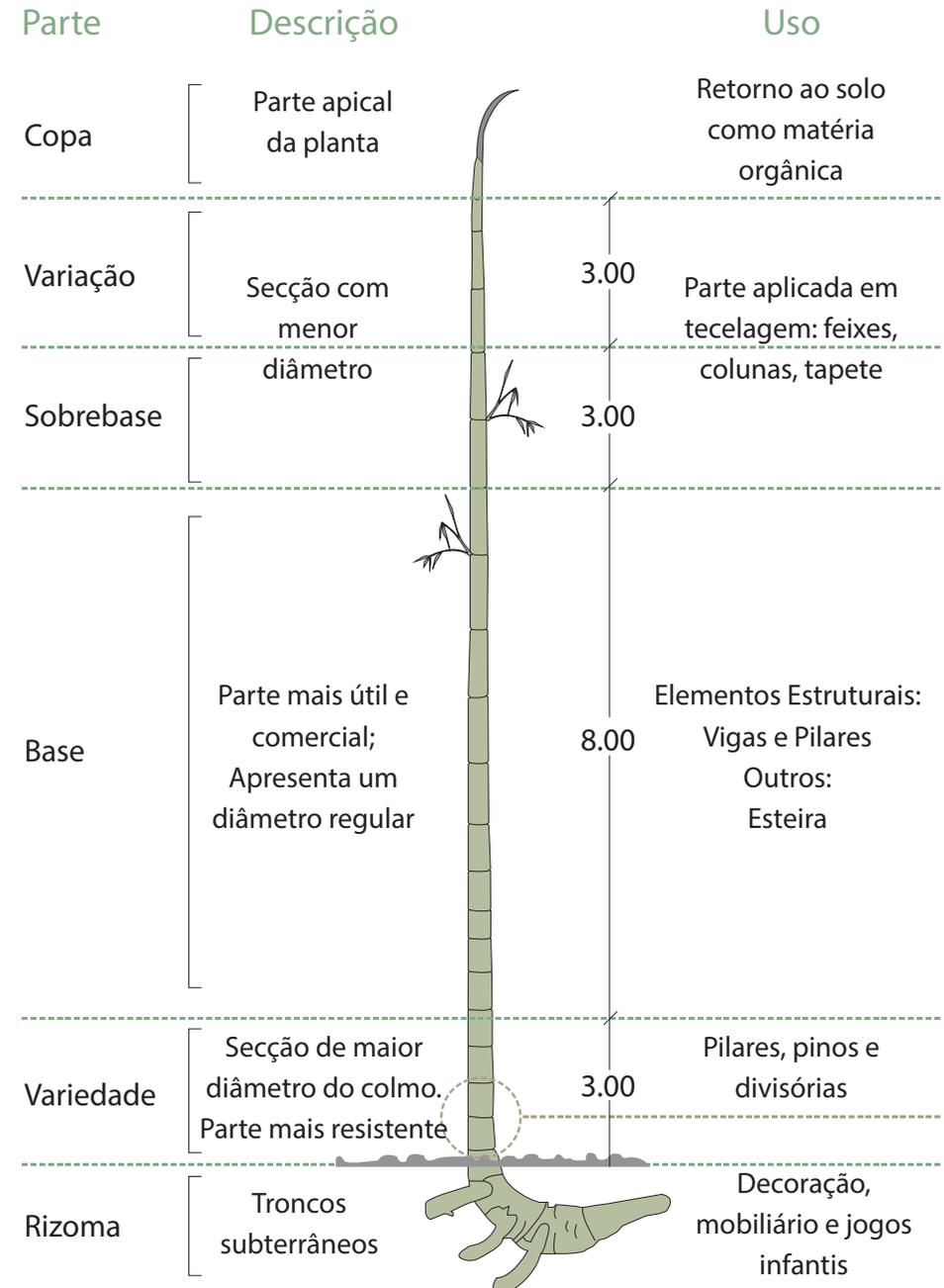


Gráfico 01. Comparação do bambú com outros materiais de construção (JANSSEN, 2000)

Partes e Usos do Bambú

Figura 13.(AGUILAR, 2019)



Aplicação na Construção Civil

As pessoas utilizam o bambú na construção, desde os tempos antigos, para fazer cabanas. Ele também é utilizado, há muito tempo, como material forte na estrutura de construções na América do Sul, especialmente na Colômbia, e também em lugares como China e Japão. O bambú pode ser uma alternativa ao aço em algumas partes da construção (NUNES, SOBRINHO JÚNIOR e DOS SANTOS, 2021).

De acordo com Marçal, citado por NUNES, SOBRINHO JÚNIOR e DOS SANTOS (2021): "a espécie *Guadua angustifolia* apresenta as melhores características para uso estrutural na construção civil, devido à sua grande dimensão e à pouca variação dimensional entre os colmos. Também a espécie *Dendrocalamus asper* possui excelente qualidade e resistência mecânica".

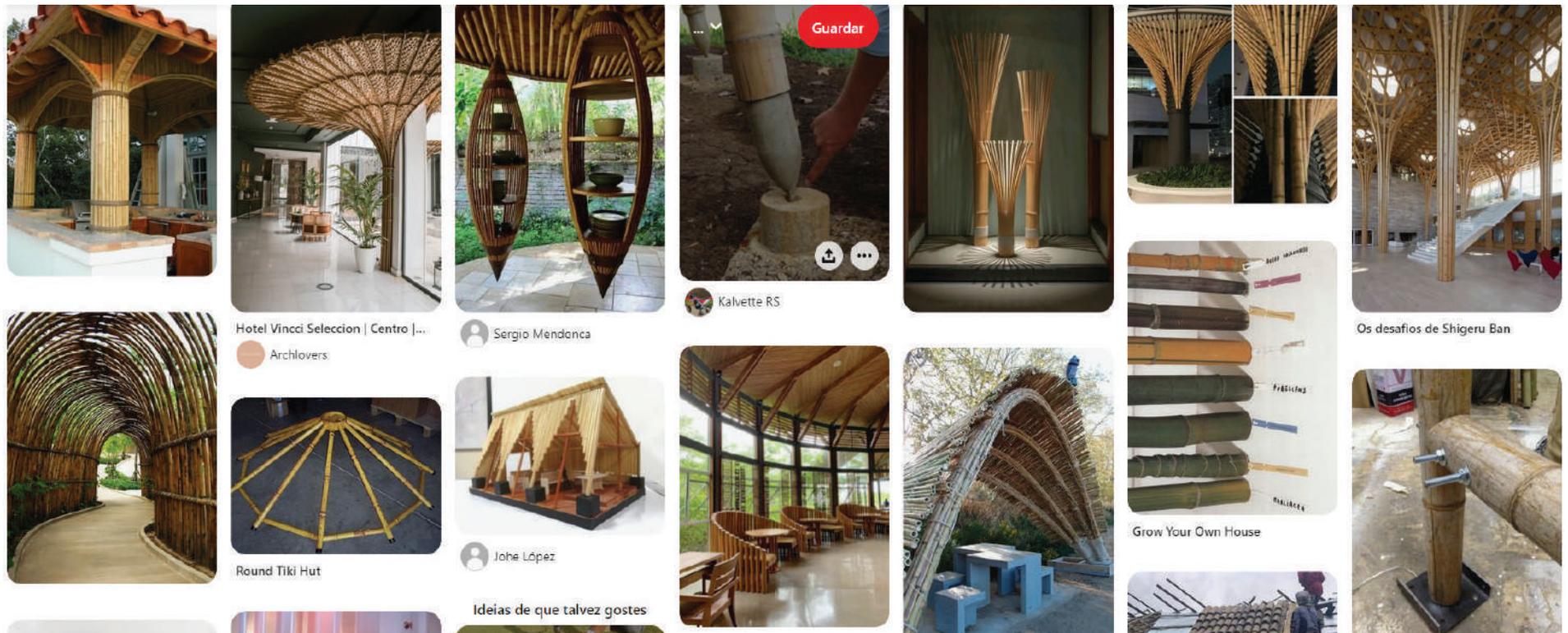


Figura 14. Versatilidade do uso do Bambú (Pinterest)

a) Fundações

Existem diferentes formas de ligar as canas de bambú à fundação. A mais comum é preencher o colmo com betão através de uma abertura circular acima do nível da massa a ser utilizada. (DOS SANTOS, 2021).

b) Pilares

Os pilares devem ser feitos da parte mais forte do bambú, que é da parte do meio até a parte de baixo do caule, porque é onde os nós apresentam maior resistência estrutural. (DOS SANTOS, 2021).

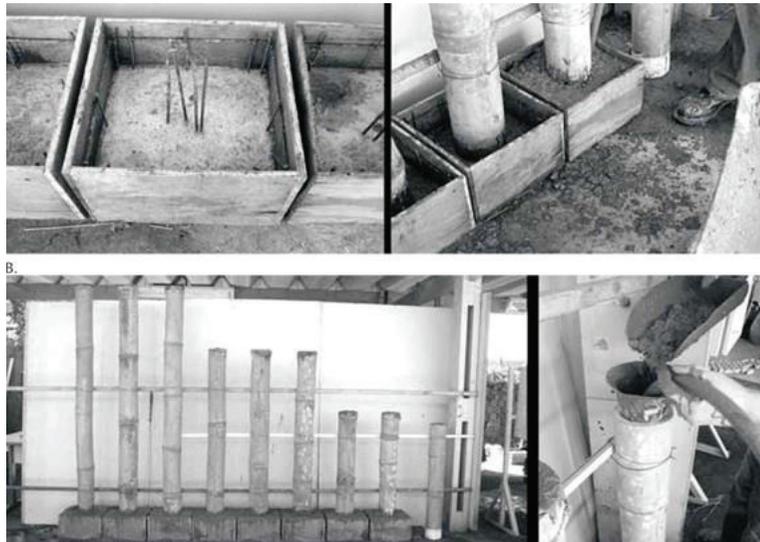


Figura 15. Fundação em Betão Armado e Pilares de Bambú (DOS SANTOS,

c) Painéis de vedação

Eles podem ser feitos de várias maneiras, podendo mudar, dependendo do local e clima onde são feitas as construções. Isso determinará se será necessário fechar toda ou parte delas (SANTOS, 2021).

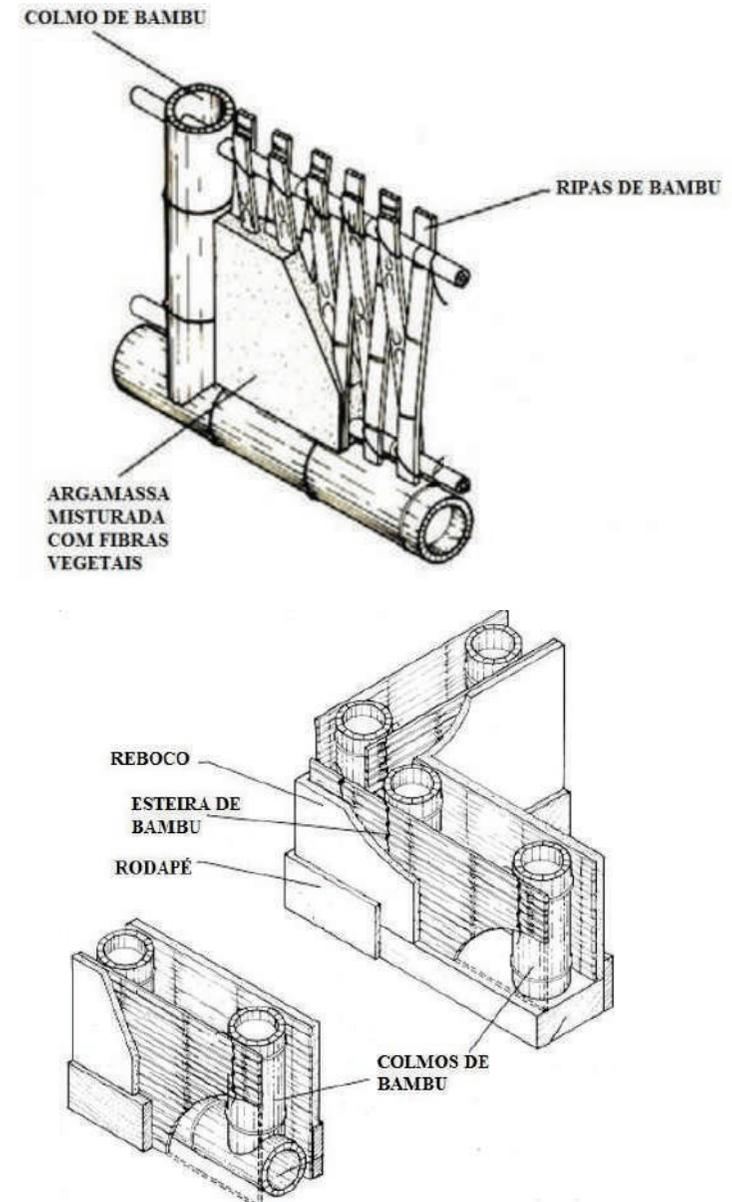


Figura 16. Paredes de Bambú (DOS SANTOS, 2021)

d) Telhas e Escadas

Ao fazer cobertura em bambú, é importante amarrar as telhas juntas usando arame galvanizado para evitar que o vento as mova. (DOS SANTOS, 2021).



Figura 17. Telhas de Bambú (Pinterest, 2023)

As escadas de bambú são suportadas por estruturas feitas de outros materiais, como o betão, para evitar que fiquem em contacto directo com o solo, o que poderia diminuir a sua durabilidade devido à humidade. Na conexão entre os degraus, podem ser utilizados elementos como metais ou fibras naturais para fortalecer e unir as escadas de bambú.(DOS SANTOS, 2021).



Figura 18. Escadas feitas com Bambú (Pinterest, 2023)

Normas Internacionais

A Índia, lugar onde existem muitas espécies do bambú, usa-os em construções desde os tempos antigos, tendo sido os primeiros, em 1973, a criar a norma técnica INDIAN STANDARD 6874.

Mas agora, a ISO (International Organization for Standardization) é a mais usada e serviu de base para outras normas. Engloba três normas técnicas:

- “Structural design – ISO 22156: 2004; Determination of physical and mechanical properties - Part 1: Requirements - ISO 22157-1: 2004.
- Determination of physical and mechanical properties - Part 2: Laboratory manual - ISO 22157-2: 2004” (MARÇAL, 2018), citado por Pessoa (2021).

“Países como a Colômbia (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente: NSR-10), Peru (Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma NTE E.100) e Equador (Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC - Estructuras de Guadúa (GaK)) também possuem norma técnica para o uso do bambú na construção civil” (MARÇAL, 2018), citado por Pessoa (2021).

Como implementar a sua produção?

a) O Exemplo do Brasil

O Brasil tem muitos tipos de bambú e está a trabalhar para potencializá-lo pois apresenta muitas vantagens. Algumas das estratégias incluem:

- Investimento em pesquisas sobre bambú.
- Estabelecimento de centros de pesquisa regional focados na produção de bambú.
- Assinatura de um Acordo Bilateral de Tecnologias do Bambú com a China em 2011.
- Aprovação da Lei 12.484 pelo governo brasileiro para incentivar o plantio de bambú, oferecendo financiamento e assistência técnica aos produtores.
- Desenvolvimento da técnica de clonagem do bambú, que permite a produção de muitas mudas de qualidade uniforme com menos recursos e tempo. A clonagem das mudas de bambu pode permitir uma produção em grande escala, com custo similar ao das mudas de eucalipto e pinheiro (LIPPEL, 2023).

b) Associação dos Amigos do Bambú (ASSAMBA)

Moçambique

ASSAMBA é uma ONG formada por diferentes entidades, com o objectivo de aumentar o conhecimento e promover o uso do bambú. Alguns detalhes sobre ela incluem:

- Localização: Ponta d'Ouro.
- Área do local: 10 hectares.
- Visão do ASSAMBA: Ser um catalisador para explorar o grande potencial do bambú em Moçambique.
- Actividades planeadas: Cultivo, processamento e desenvolvimento industrial do bambú (1º Seminário do Assamba, 2023).



Figura 19. Associação dos Amigos do Bambú

Preparação do Bambú para construção

a) O corte

Maturidade

Para usar o bambú na construção, é necessário que esteja bem maduro para que seja bem resistente. Saber a idade dos bambús na plantação é difícil, sendo importante marcar-se para facilitar a identificação. Ao cortá-lo, é importante que seja na altura do segundo nó para não deixar água acumular e o bambú apodrecer. Nas regiões tropicais, é melhor fazê-lo durante o tempo seco; nas subtropicais, no inverno, porque tem menos água e amido, o que evita ataques de insectos, fungos e deformações (PADOVAN, 2010).

A melhor idade para cortar é entre 4 e 6 anos, quando o bambú está bem maduro, com menos humidade e mais forte. Bambús maduros têm cor opaca, sem folhas nos caules velhos e podem ter musgo e líquenes. (AGUILAR, 2019).



Figura 20. Colmos maduros com presença de líquens (AGUILAR, 2019).

Método

Deve-se utilizar uma serra para cortar o bambú próximo do chão, logo acima do primeiro ou segundo nó. É importante fazer o corte nesse nó para evitar que a água da chuva se acumule e danifique o bambú (AGUILAR, 2019).

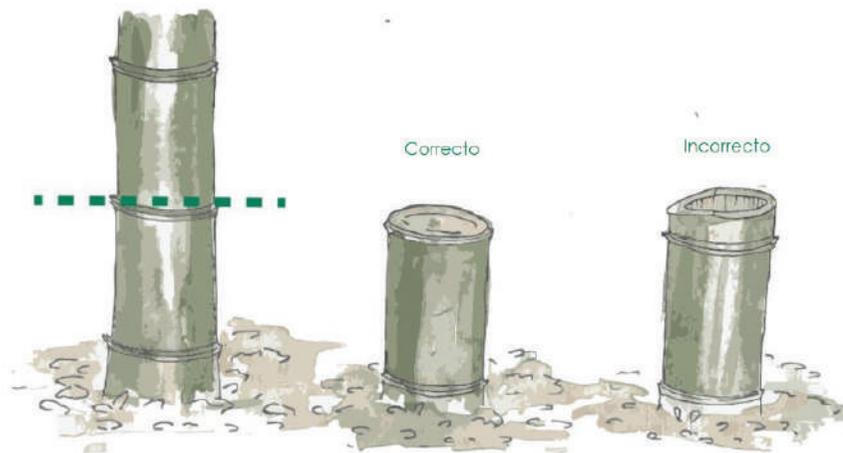


Figura 21. Corte da cana do bambú (AGUILAR, 2019).

Depois de se cortar o bambú, deve se remover os ramos com cuidado para não se danificar a parte externa do colmo. Para facilitar o transporte, corta-se o colmo de acordo com as necessidades do projecto, deixando cerca de um centímetro de distância do nó. (AGUILAR, 2019).

b) Preservação

Processo

De acordo com Liese, citado por Padovan (2010), o tratamento do bambú é fundamental para garantir sua durabilidade e prolongar sua vida útil. Segundo Aguilar (2019), após o corte dos ramos secos, estes, devem ser movidos para que se inicie a imunização. Os ramos não devem estar muito secos para permitir que o sal penetre por osmose. Este processo deve obedecer a esta ordem:

1. Fazer furos nas canas de bambú para permitir que o líquido entre.

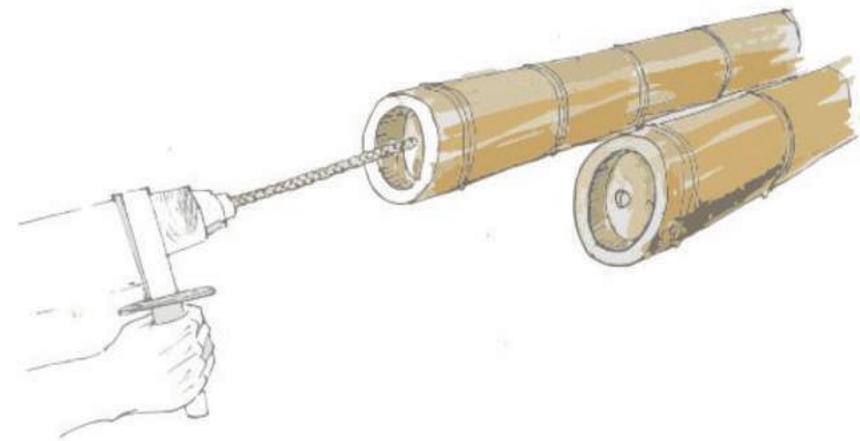


Figura 22. Perfuração entre nós (AGUILAR, 2019).

2. Preparar uma solução de bórax à 5% em água morna para preservar o bambú. A solução, composta por 50% de ácido bórico e 50% de óxido de bórax, é aplicada à uma concentração de 50kg por m³ para preservar aproximadamente 100 ou mais colmos, permanecendo activa por 1 ou 2 meses. (AGUILAR, 2019).

Mergulhar completamente o bambú seco na solução preservativa é crucial. A solução, contendo um ou mais sais hidrossolúveis, deve ser feita em razão de 1kg de sal para um litro de água (PADOVAN, 2010).

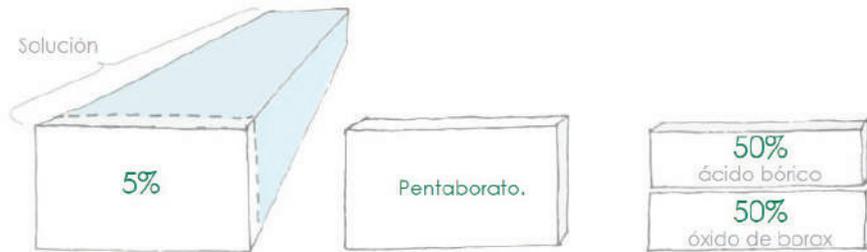


Figura 23. Proporção da solução de pentaborato (AGUILAR, 2019).

3. Submergir os ramos grisalhos com peso para que não flutuem e deixando-os em água morna por 25 horas ou em temperatura ambiente por 4 dias.

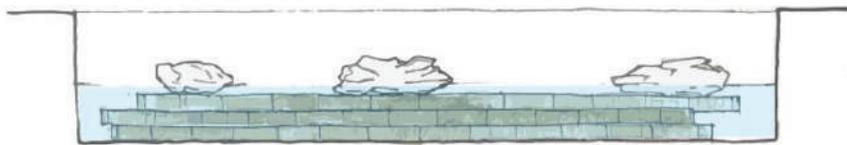


Figura 24. Ramos mergulhados (AGUILAR, 2019).

4. Remover os ramos da água, drenando o excesso, e limpando-os (AGUILAR, 2019).

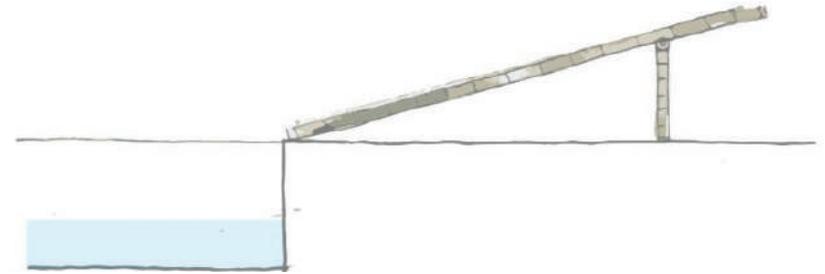


Figura 25. Remoção dos ramos mergulhados (AGUILAR, 2019).

c) Limpeza

Após a imersão, deve-se limpar bem os ramos secos, removendo-se o musgo e líquenes.

O método mais eficaz e económico é usar uma hidrolavadora de alta pressão para obter um produto final mais atraente. É necessário evitar utilizar esponjas ou escovas metálicas, pois podem danificar a parte externa do bambú (AGUILAR, 2019).



Figura 26. Hidrolavadora à jato (Nilfisk).

d) Branqueamento

Para clarear uniformemente as canas e obter a típica cor amarela do bambú, é essencial expô-las ao sol de forma controlada. Girar os colmos ao longo do dia, especialmente ao meio-dia, é crucial para evitar rachaduras causadas pelo calor excessivo.



Figura 27. Branqueamento do bambú

Este processo pode durar até um mês, variando conforme a luz solar. Visa melhorar a aparência do produto e valorizá-lo. Sem este procedimento, o colmo pode ficar com tons marrons devido à clorofila em seu caule. (AGUILAR, 2019).

e) Secagem

Conforme Hidalgo-López (2003), citado por Padovan (2010), é importante secar os colmos de bambú adequadamente, dependendo de como serão usados. Se não forem secos correctamente antes de serem usados na construção, podem encolher e causar problemas na estrutura.

A secagem do bambú deve ocorrer em local coberto e seco, com ventilação adequada. Um método eficaz é o "polvo", um soprador eléctrico que remove humidade dos colmos. O nível de humidade ideal é entre 15-17%, reduzindo 1% diariamente. (AGUILAR, 2019).

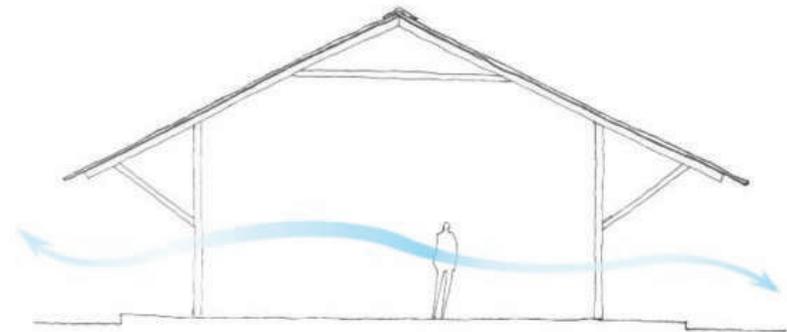


Figura 28. Esquema da área de armazenamento

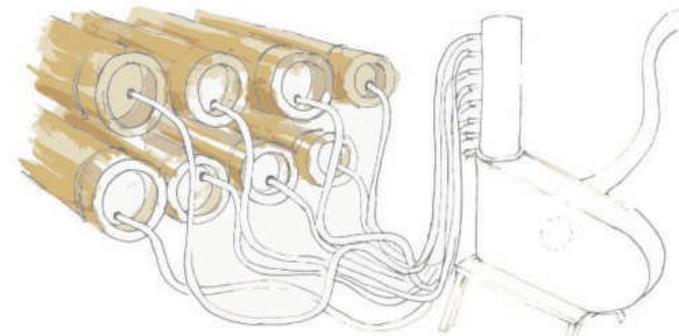


Figura 29. Secagem acelerada utilizando o "polvo" (AGUILAR, 2019)

f) Classificação/Seleção

Grau	Características	Usos	Observações
A	<ul style="list-style-type: none"> • Colmos fortes e rectos; classificar por diâmetros • Diâmetro mínimo: 9cm • Espessura mínima da parede: 8mm • Comprimento mínimo: 6.5m 	Colunas Feixes Latas Esteiras	Pertence à base e sobrebase da cana de bambú
B	<ul style="list-style-type: none"> • Colmos fortes, ligeiramente inclinados; classificar por diâmetro • Diâmetro mínimo: 9cm • Espessura mínima da parede: 8mm • Comprimento mínimo: 6.5m 	Colunas Feixes Latas Esteiras	Pertence à parte da base e sobrebase da cana de bambú
C	<ul style="list-style-type: none"> • Colmos com mais de uma curva, com rachaduras ligeiras. Útil apenas em secções. • Diâmetro mínimo: 9cm • Espessura mínima da parede: 5mm • Comprimento mínimo: 6.5m 	Latas Esteiras	Pertence à parte da base ao caule da cana de bambú

Tabela 02. Classificação dos Colmos (AGUILAR, 2019)

Processo de classificação dos colmos

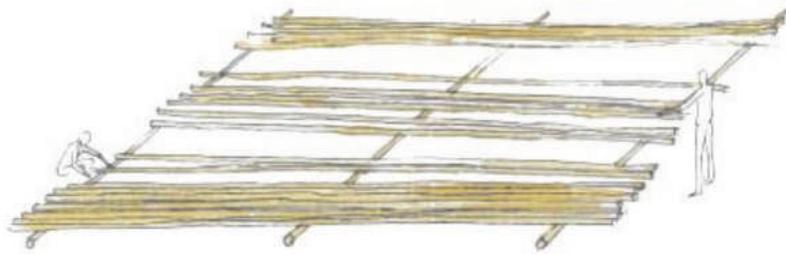


1. Colmos de apoio



2. Distribuição dos colmos

Figura 30. a) (AGUILAR, 2019)



3. Classificação dos colmos



4. Transferências dos colmos

Figura 30. b) (AGUILAR, 2019)

g) Armazenamento

Segundo Padovan (2010), é importante armazenar o bambú em local coberto, evitando sol e chuva e as varas em camadas com espaços para a circulação de ar, e mantendo-as afastadas do solo por cerca de 15 cm para evitar humidade.

Os colmos são empilhados em camadas separadas para permitir a ventilação, usando separadores como colmos de bambú ou madeira. Eles são classificados por qualidade e diâmetro, com os húmidos sendo secos no "polvo" por cerca de 10 dias. Colmos danificados são removidos para outros fins (AGUILAR, 2019).

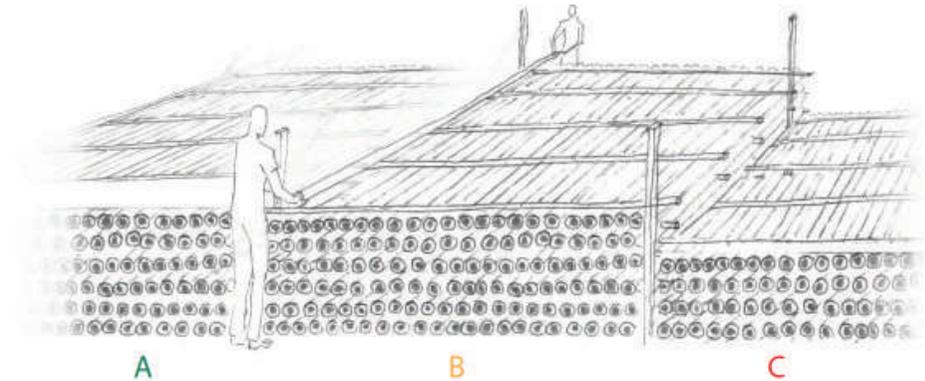


Figura 31. Separação dos colmos por qualidade (AGUILAR, 2019)

h) Controle de Qualidade

Características	Importância	Verificação
Maturidade: 4-6 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Possui menos humidade • Tecido mais duro • Mais resistente 	<p>Observar a secção transversal do colmo</p>  <p>Fibras visíveis Colmo jovem</p> <p>Fibras não visíveis Colmo Maduro</p>
Preservação e imunização: Imersão em pentaborato 5%	<ul style="list-style-type: none"> • Evita ataques de insectos e fungos • Dá-lhe maior durabilidade 	<p>Documento emitido pelo provedor que certifique a realização do processo de imersão.</p> <p>Visitas periódicas dos fornecedores e relatórios de resultados.</p>
Dimensões: Diâmetro mínimo - 8cm	Secção média de um colmo maduro de Gradua A.K.	Deve-se medir o trecho e aceitar apenas aqueles que atendam a este critério. Uma vez selecionados, serão classificados.

Características	Importância	Verificação
<p>Humidade < 15%</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abaixo dos 20% evita o ataque de fungos • Tem a resistência adequada • Evita uniões soltas • Reduz futuras rachaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Use medidor de humidade. • Para diminuir a humidade, ele será conectado ao polvo até atingir o grau ideal. 
<p>Branqueamento: Exposição ao sol no máximo por um mês</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acabamento estético final • Cor homogênea • Aumenta seu valor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeção visual • Colmo branqueado 

Tabela 03. Controle de Qualidade (AGUILAR, 2019)

Equipamentos e Ferramentas

Durante a construção com bambú, há diversas etapas que necessitam de determinadas ferramentas de trabalho, tais como:

A. Marcação da base e o modelo

- Estacas de madeira ou segmentos de vergalhão;
- Martelos e marretas, para cravar as estacas no chão;
- Cordas, para colocar os eixos e linhas dos gabaritos no chão;
- Fita métrica e Nível de mangueira;
- Picaretas e pás, para escavar a fundação.

B. Preparar materiais de acordo com o “tipo de corte”

- Lápis bicolor, para marcar as medidas dos colmos;
- Serra, para cortar os colmos;
- Limas, para refinar os cortes nos colmos;

C. Preparação de vigas e pilares

- Cordas, geralmente com 15 à 18 mm de espessura;
- Furadeira eléctrica;
- Martelos de vários tamanhos, incluindo borracha e madeira, para cravar pinos de bambú. (AGUILAR, 2019)

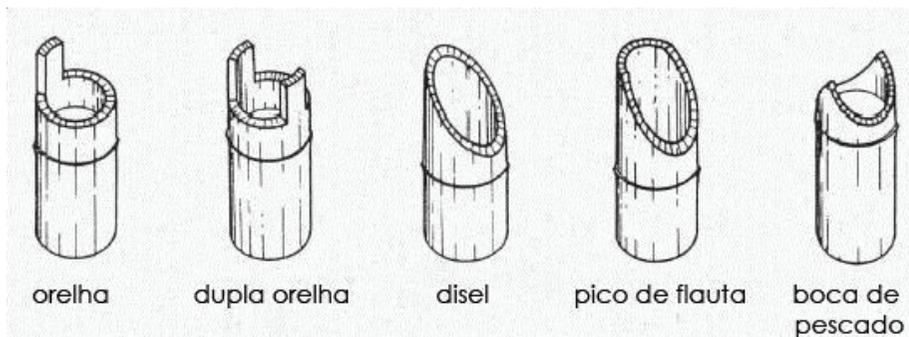


Figura 32. Tipos de corte do bambú (DOS SANTOS, 2021)



Figura 33. Equipamentos e ferramentas (AGUILAR, 2019)

Ligações

Mediante Padovan (2010), citado por Santos (2021), uma das principais dificuldades ao usar o bambú na construção, é a sua forma não uniforme, com variações no comprimento, diâmetro e espessura das paredes. O avanço das pesquisas sobre as propriedades do bambú levou ao desenvolvimento de novas ligações, muito utilizadas nas estruturas actuais. É importante que se perceba como as forças agem e garantir que a resistência seja adequada, independentemente do tipo ou material das ligações utilizadas.

Conexão C. H. Duff

Mediante Quintero e Silveira (2016), citado por Santos (2021), trata-se de uma ligação que utiliza a resistência natural à tração do bambú, economizando o uso de pregos e parafusos. Consiste em cortar os extremos do bambú em formato de cone, inserindo uma barra longitudinalmente. A extremidade do bambú é fechada com arame, e um pedaço de madeira dentro do bambú ajuda a fixar a barra. Conforme Caeiro (2010), citado por Santos (2021) a única inconveniência deste método de ligação está no tempo necessário para realizá-lo.

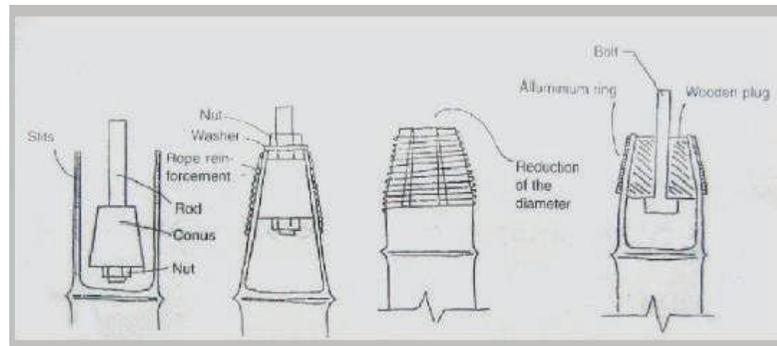


Figura 34. Conexão C. H. Duff

Conexão ARCE

De acordo com Caeiro (2010), citado por DOS SANTOS (2021), este método, criado por Oscar Arce, envolve o uso de madeira maciça para unir os colmos de bambú. A madeira é fortificada com metal e fixada às varas de bambú com parafusos, penetrando no interior delas para evitar que insectos construam seus ninhos nos extremos. Apesar de simples em termos de materiais, a técnica é complexa devido à grande variação de diâmetros dos colmos, exigindo um enchimento específico para cada um.



Figura 35. Conexão ARCE

Conexão Obermann

Essa união espacial suporta as forças unidireccionais nos elementos de bambú. Um elemento de aço é inserido em uma extremidade do colmo, enquanto outro é fixado em uma barra roscada de 9 cm de diâmetro, com 20 cm internos, conectada à uma esfera de metal de 10 cm. A esfera possui até 16 roscas para conexão, exigindo selecção cuidadosa de varas e pré-fabricação das peças (CAEIRO, 2010, citado por DOS SANTOS, 2021).



Figura 36. Conexão Obermann

Bambú em Moçambique

Apesar da escassez de dados sobre o bambú em Moçambique, este recurso é valioso e utilizado há anos pelas comunidades locais para várias finalidades, incluindo alimentação, construção, artesanato e medicina tradicional. No entanto, o potencial económico e ambiental do bambú ainda não foi totalmente explorado devido à falta de políticas públicas e investimentos adequados.

Para tornar o bambú mais acessível e promover seu uso sustentável, é necessário desenvolver projectos de cultivo sustentável, implementar políticas que incentivem seu uso como alternativa à madeira e capacitar tecnicamente os produtores e artesãos locais. Isso pode trazer benefícios económicos, sociais e ambientais significativos, como a redução da pobreza, a preservação da biodiversidade e a redução do impacto das mudanças climáticas em Moçambique.

De acordo com Botão e Uaila (2023), 8 espécies de Bambú foram registadas em Moçambique até agora:

- Nativas: *O. Latifolia*, *O. buchwaldii*, *O. Abyssinica*
- Introduzidas: *B. Bambos*, *B. Vulgaris*, *B. Balcoa*, *D. Hamiltonii*, *D. Strictus*.

Tipos de Bambú para construção em Moçambique

Espécie	Diâmetro	Altura Máxima	Propriedades Mecânicas
Bambusa Bambos	15-18cm	30m	A resistência mecânica média da maioria das espécies de bambú para a construção está situada em torno de: Tração: 160 N/mm ² ; Compressão: 40 à 80 N/mm ² ; Flexão: 50-150 N/mm ² .
Bambusa Vulgaris	4-10cm	10-20m	
Bambusa Balcoa	7-15cm	25m	
Dendrocalamus hamiltonii	12-15cm	15-18m	

Tabela 04. Espécies de Bambú em Moçambique, aplicáveis na construção (Bambusa Gradua)

03

ANÁLISE SWOT

Forças

- Possui uma área que permite a conservação de animais de pequeno porte;
- A vegetação existente funciona como um pulmão verde da cidade;
- Facilidade para aquisição de animais por parte da AJZ.

S

Fraquezas

- As suas instalações não permitem a conservação de animais de grande porte;
- Falta de recursos humanos qualificados para gestão do espaço.
- Algumas instalações em avançado estado de degradação.

W

ANÁLISE SWOT

Oportunidades

- Potencial Ponto Turístico;
- Pontencial Centro de Pesquisas para estudantes e investigadores;
- O bambú é originário de regiões tropicais;
- Existência de estudos sobre técnicas e aplicabilidade do uso do bambú.

O

Ameaças

- Usurpação do espaço pela população;
- Falta de sensibilidade por parte das pessoas sobre a importância deste lugar;
- Falta de financiamento para alimentação dos animais;
- O material escolhido não é produzido

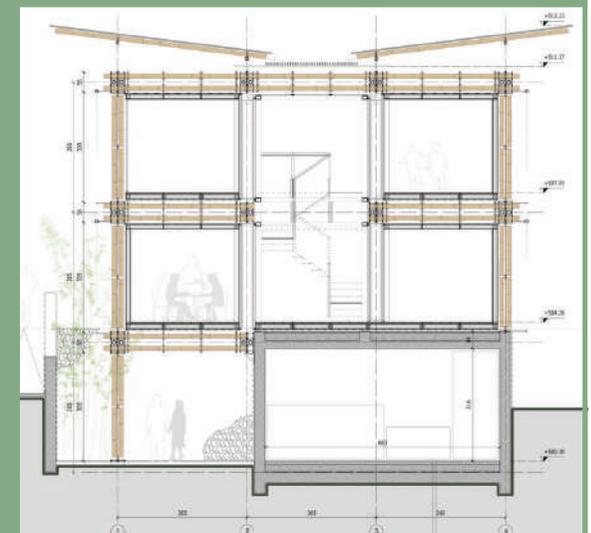
T

04

REFERÊNCIAS PROJECTUAIS

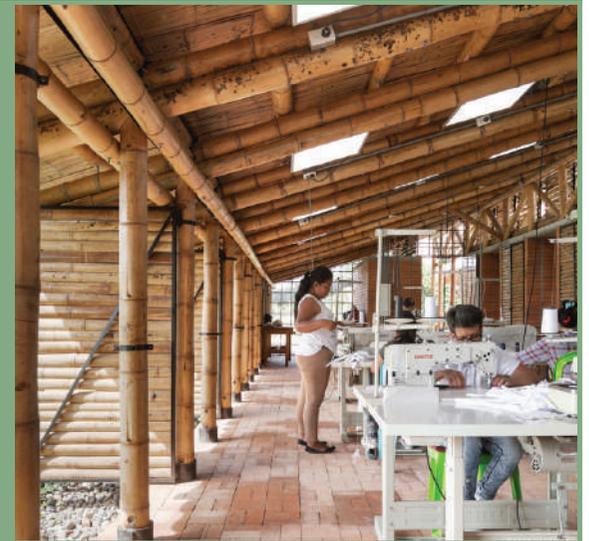
Energy Efficient Bamboo House / Studio Cardenas Conscious Design

Edifício de 3 pisos, com uma estrutura em bambú, exceptuando a zona do elevador, cujo suporte é em estrutura metálica e betão armado. Faz uma combinação do tradicional e do moderno, mostrando quão avançadas está o uso do bambú na construção (Archdaily, 2017).



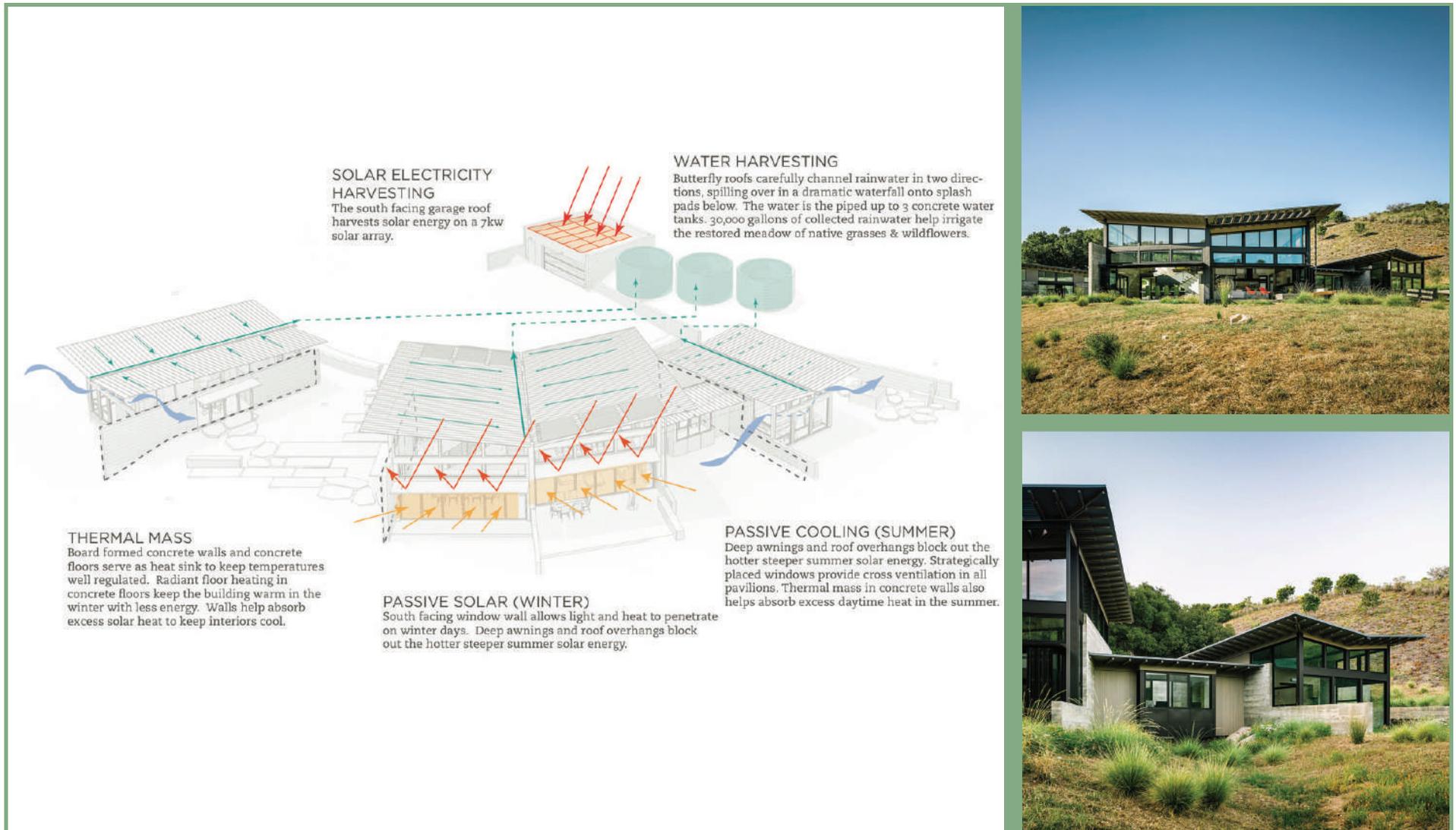
Community Sewing Workshop Amairis / ruta 4 taller

Este edificio faz a combinação entre o tijolo, o bambú e metal para as guarnições e gradeamento das portas e janelas. (Archdaily, 2020).



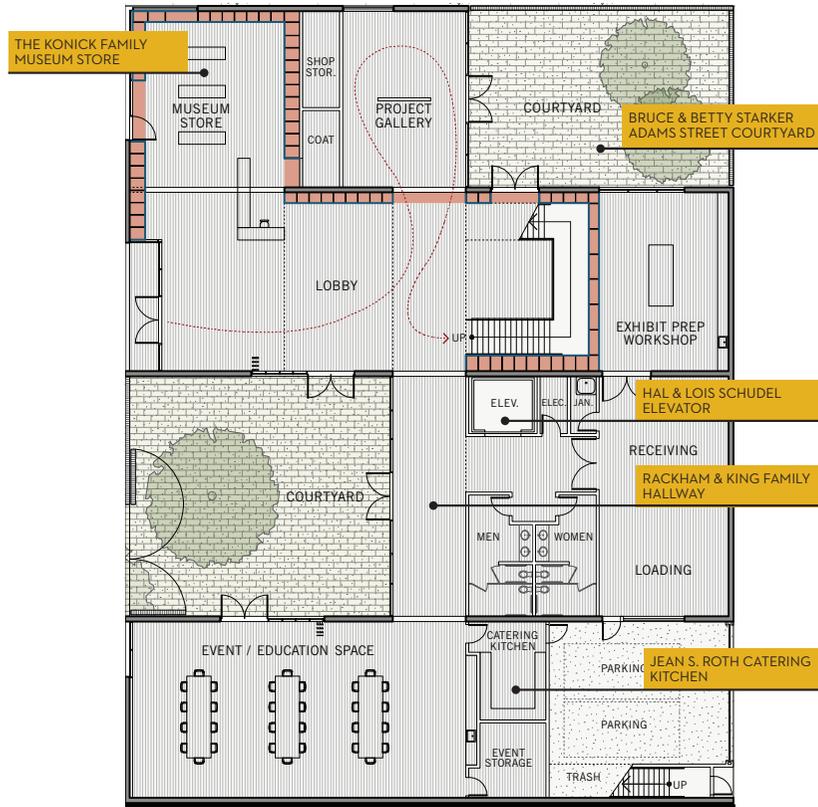
Butterfly Roof - Feldman Architecture

A Cobertura Borboleta converge as águas na região em que as duas se unem, e apresenta uma calceira central, que faz a recolha das águas pluviais e as direcciona para reservatórios para serem reaproveitadas (Archdaily, 2014). No caso da estrutura do bambú, é recomendável que o material para a cobertura seja leve de modo que seja mais suportável.



New Corvallis Museum

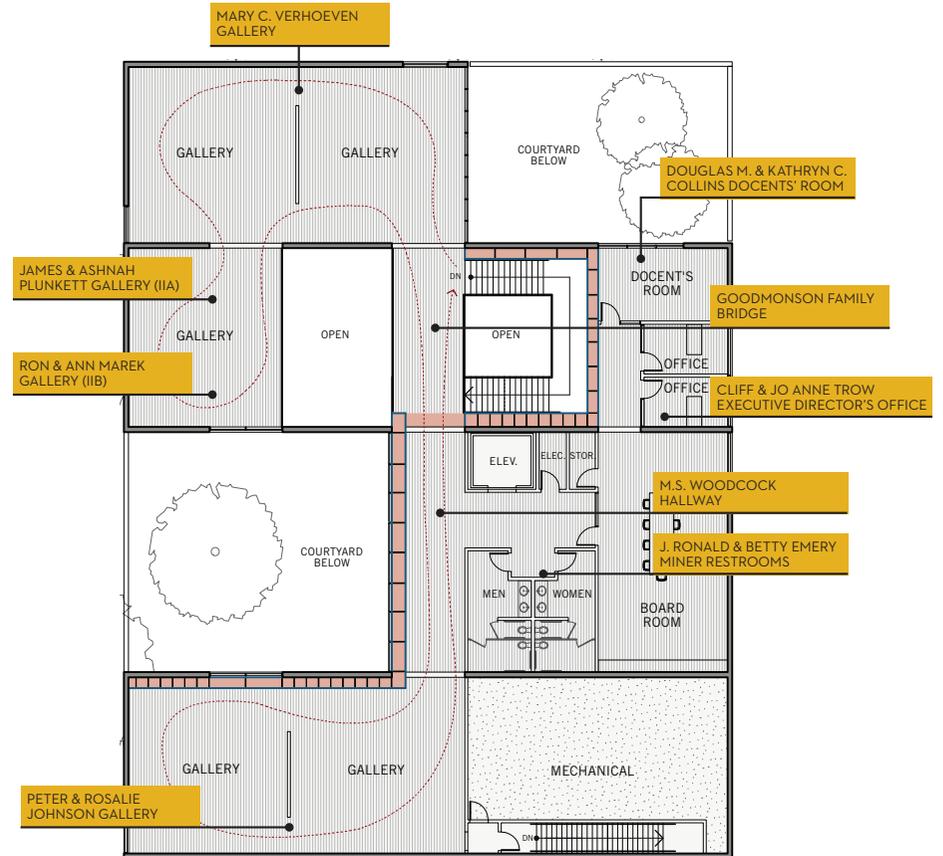
New Corvallis Museum Ground Floor



© Allied Works Architecture

Planta de R/C

Second Floor



© Allied Works Architecture

Planta do 1º Andar

05

© PROJECTO



PLANTA DE IMPLANTAÇÃO - SITUAÇÃO ACTUAL

Legenda

- 1 Cemitério de Animais
- 2 Campo de Futebol (Pavimentado)
- 3 Crocodilos
- 4 Leão, Hiena e Chita
- 5 Porcos
- 6 Crocodilos Pequenos
- 7 Rinocerontes
- 8 Porcos, Javalis e Porcos-espinho
- 9 Esplanada
- 10 Leões
- 11 Ursos
- 12 Macacos Cinzentos
- 13 Chipanzé
- 14 Elefantes e Búfalos
- 15 Crocodilos
- 16 Pássaros e Répteis
- 17 Pássaros
- 18 Pato Marreco
- 19 Hipopótamos
- 20 Pombos
- 21 Falcões
- 22 Leões
- 23 Tartarugas e Cágados
- 24 Corujas
- 25 Salamandra
- 26 Indeterminado
- 27 Patos
- 28 Playground
- 29 Estacionamento
- 30 Administração/Casa do chefe do Jardim
- 31 Restaurante
- 32 Bancadas e Restaurante
- 33 Hipódromo
- 34 Estábulo
- ↑↓ Acesso ao Estacionamento



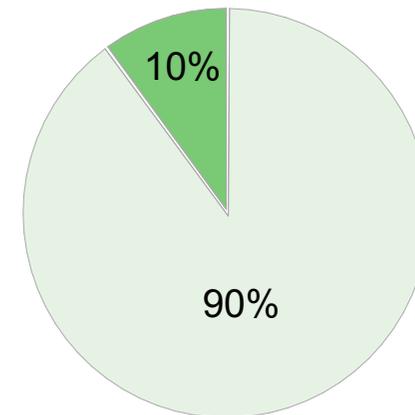
Escala 1:5000



PLANTA DE IMPLANTAÇÃO - ESTADO ACTUAL DAS CONSTRUÇÕES



Percentagem sobre o estado das construções



Área Total Construída : 17 069.86 m²

Abandonado: 15 331.81 m²

Operacional: 1 728.05 m²

Legenda

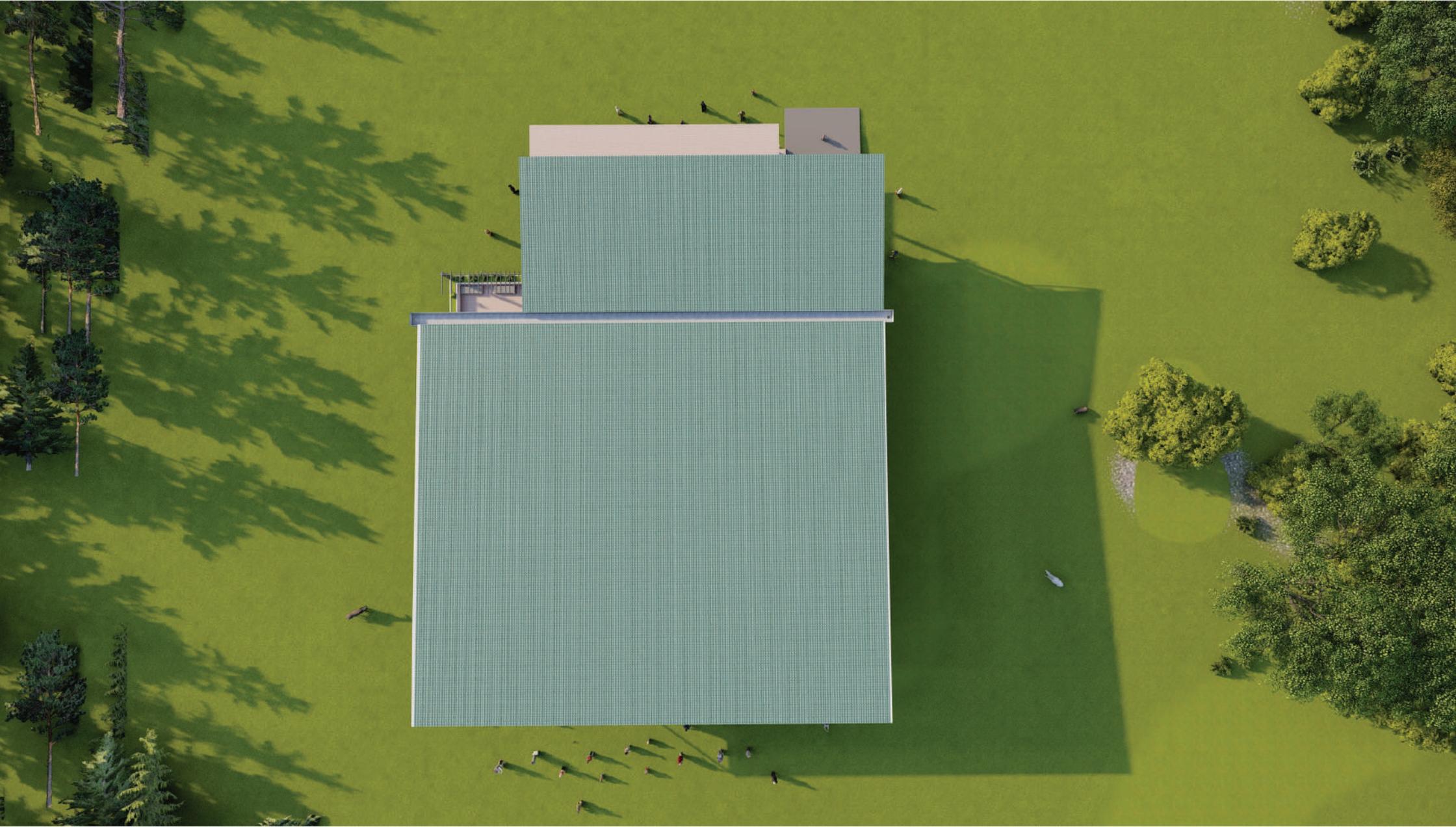
 Abandonado/Ruína

 Operacional



Escala 1:5000





Espécies

A reabilitação do Jardim Zoológico deve ser feita tendo em conta o bem estar dos animais, aproximando os espaços em que eles estarão ao seu habitat natural.

Os animais de grande porte, que consomem grandes quantidades de

alimentos e, conseqüentemente, requerem mais investimento e maior área de ocupação, não farão parte do Jardim Zoológico. Será usado o Museu do Zoo, para dar a conhecer as pessoas sobre os o modo de vida dos animais retirados.

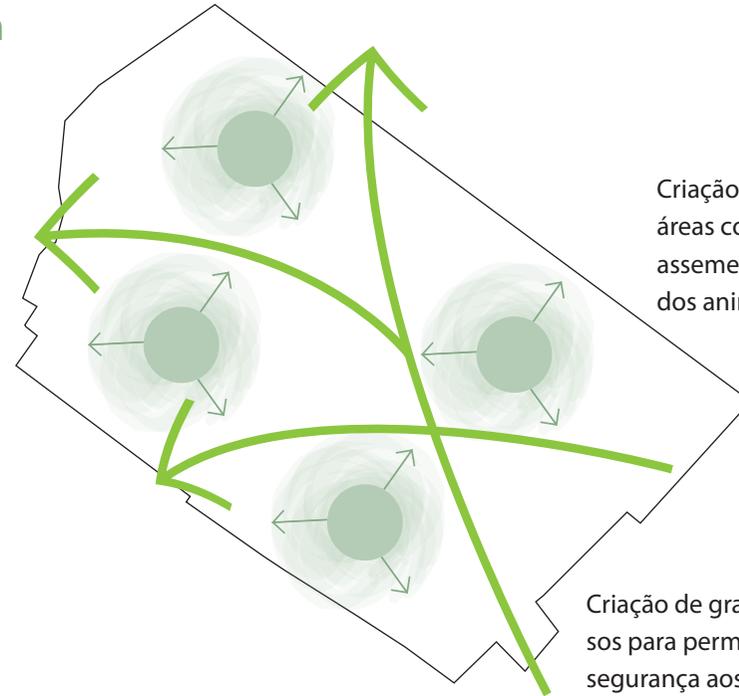


Figura 37. Animais de grande porte: Maior espaço de locomoção e grandes quantidades de alimentos
Imagens obtidas através do Pinterest



Figura 38. Animais a serem adicionados

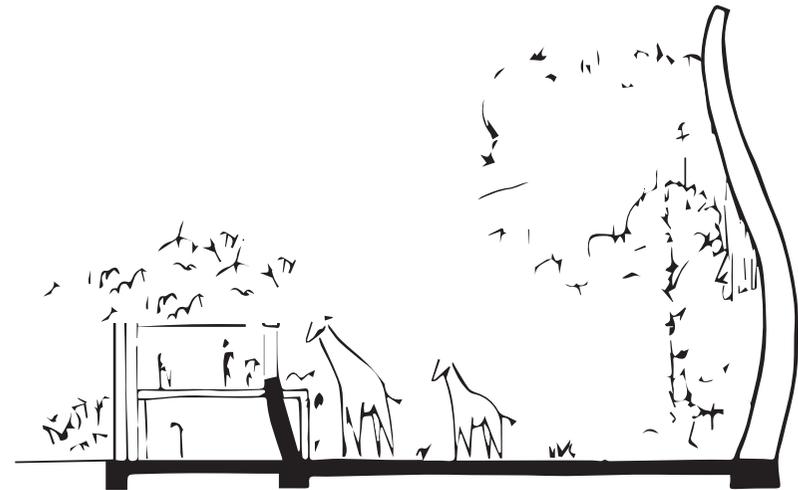
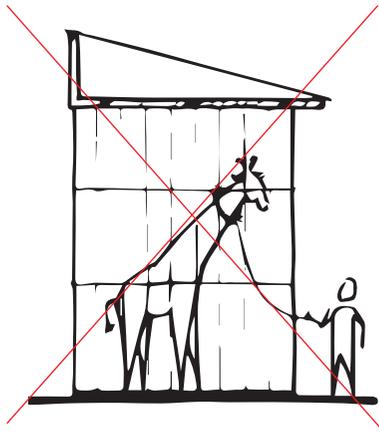
Conceito do Projecto de Renovação do Zoo Jardim



Criação de grandes recintos com áreas consideráveis, que se assemelhem ao habitat natural dos animais.

Criação de grandes percursos para permitir maior segurança aos visitantes.

Foto aérea (Google Earth)- Situação Actual



Substituição do conceito antigo dos zoolos, em que os animais eram encarcerados...

...para espaços maiores e similares ao seu habitat de natural.

Master Plan (Proposta)



Legenda

- 1 Savana - 63 998.51 m²
Hienas
Chitas
- 2 Primatas - 33 229.06 m²
Macacos Cinzentos
Chimpanzés
- 3 Répteis Aquáticos - 14 346.16 m²
Crocodilos
Jacaré
- 4 Répteis - 11 256.60 m²
Cobras
Salamandras
- 5 Lugar das Aves - 44 903.32 m²
Aviários
Flamingos
Patos Marreco
Ganso
Pavão
Aves de Pequeno Porte
Tartarugas e Cágados
- 6 Bambuzal - 16 431.52 m²
Plantação de Bambú
Campo de Futebol (Pavimentado)
- 7 Porcos, Javalis e Porcos-espinho
- 8 Grandes Aves - 33 447.06 m²
- 9 Playground - 1 723.40 m²
- 10 Restaurante e Esplanada
- 11 Centro de Estudos, Museu e Administração
- 12 Casa do Chefe do Jardim
- 13 Estacionamento - 3 478.30 m²
- 14 Centro Hípico
- ↑↓ Acesso ao Estacionamento



Escala 1:5000

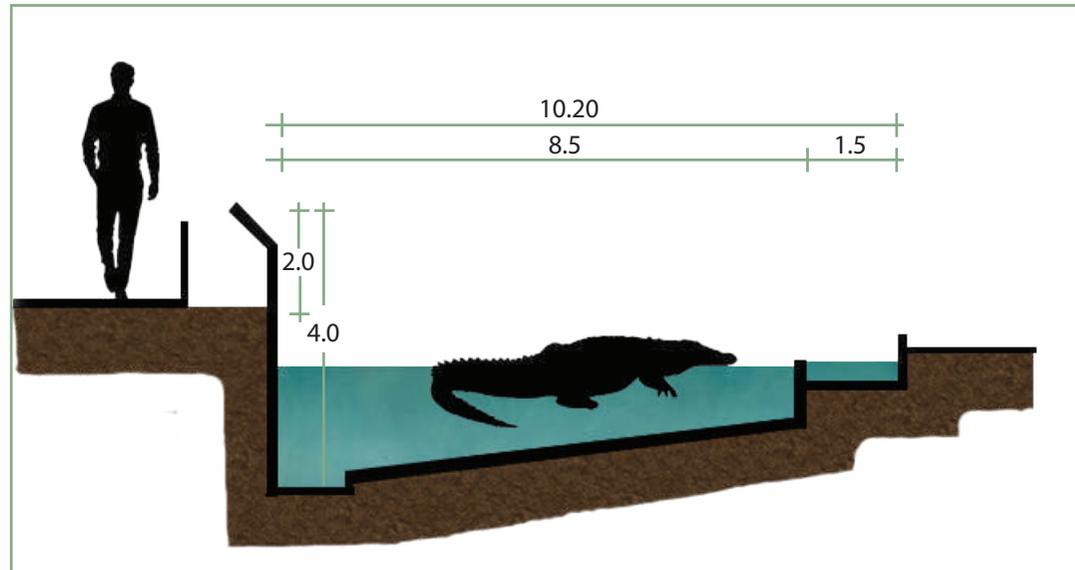


Corte Longitudinal



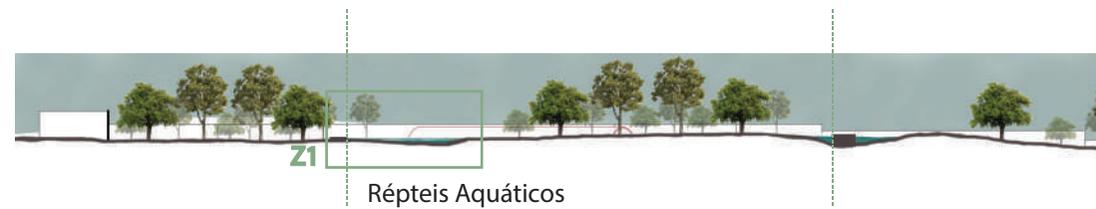
Z1

Os grandes recintos dos animais são separados por fossos que permite que os animais estejam livres e que, ao mesmo tempo, os visitantes do jardim estejam em segurança.



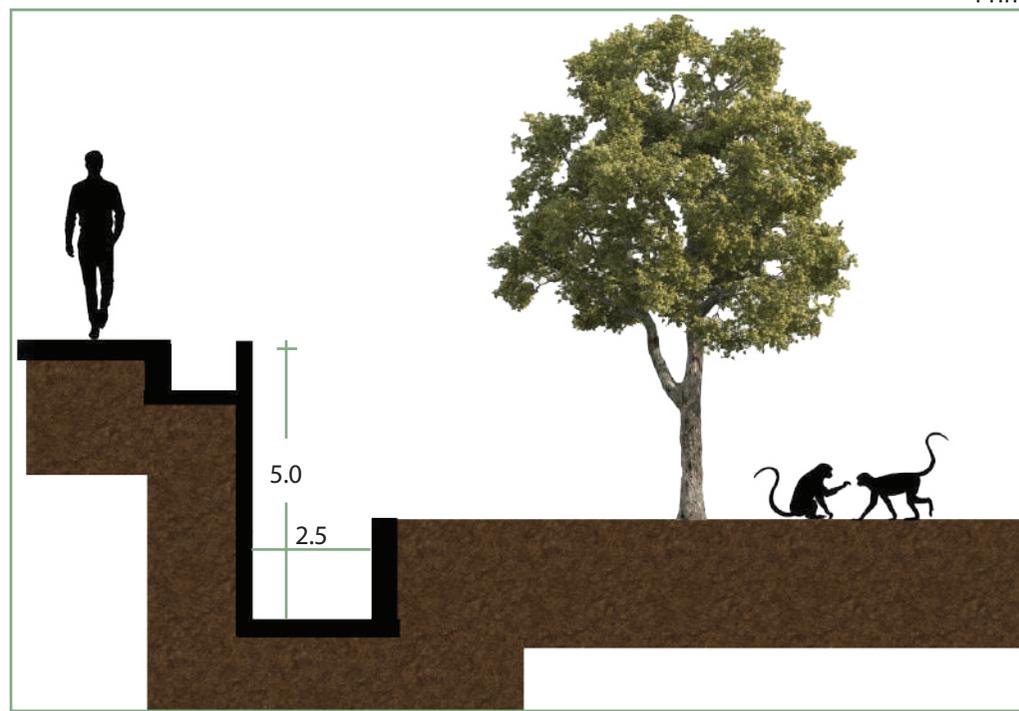
Detalhe de Fosso Húmido

Corte Transversal





Z2

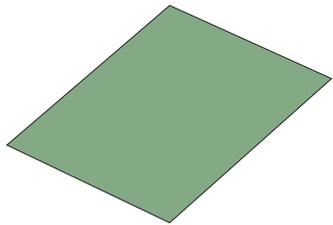


Detalhe de Fosso Seco

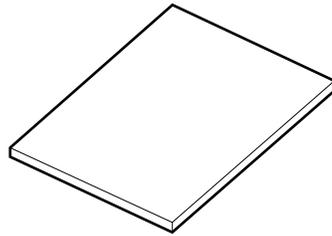
Lugar das Aves



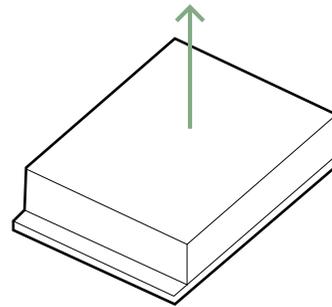
Conceito Volumétrico



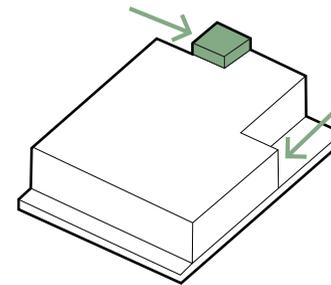
1. Definição da área de inserção do edifício.



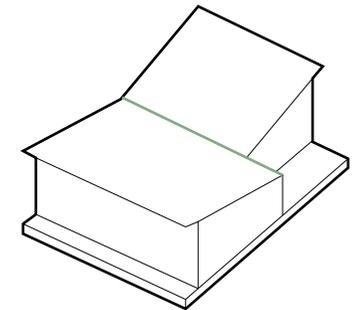
2. Construção de uma base elevada para protecção da estrutura de bambú.



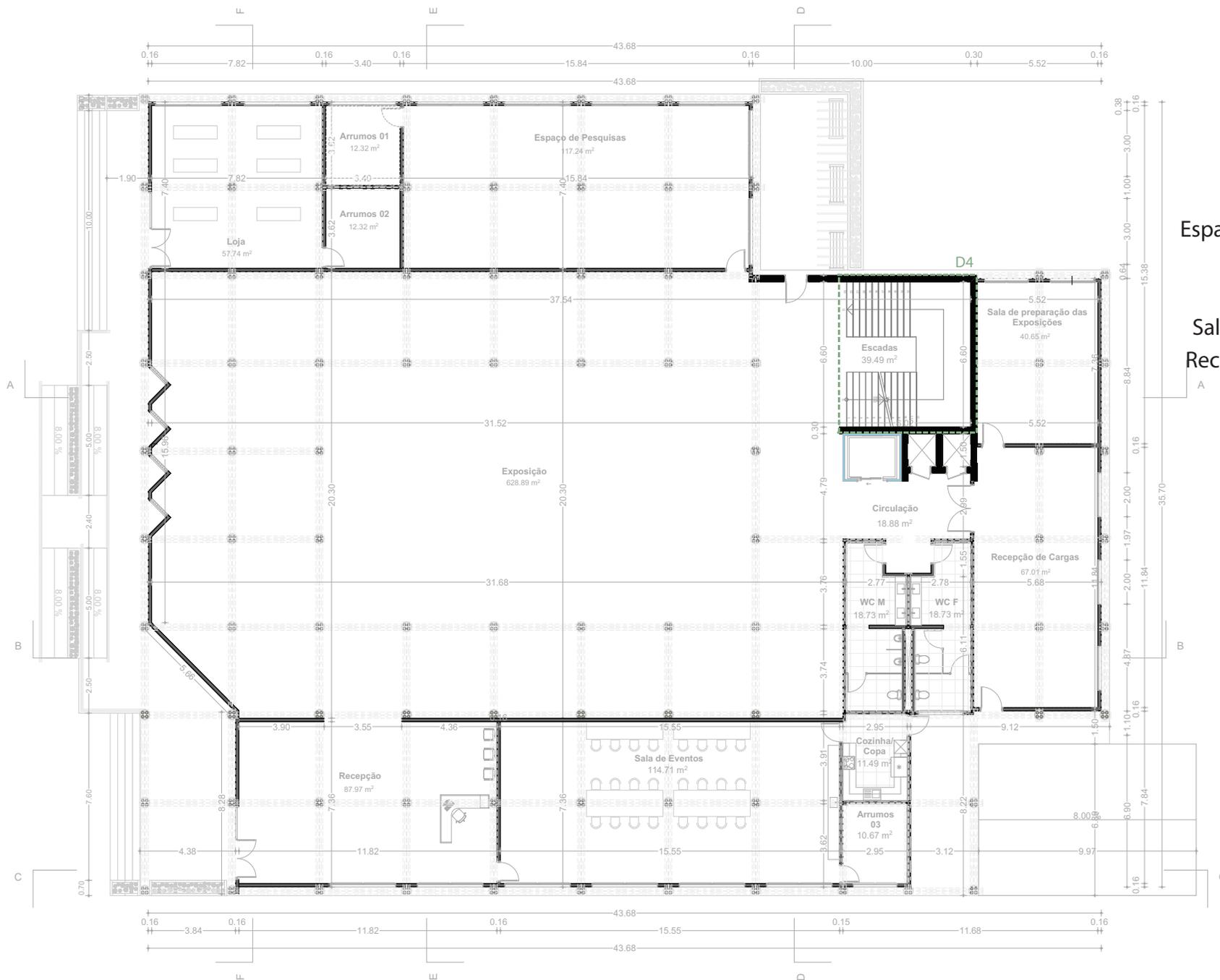
3. Elevação do corpo do edifício em dois pisos.



4. Definição da forma do edifício e posicionamento do corpo de elevadores.



5. Cobertura invertida (borboleta) que permite a colecta das águas das chuvas através de uma caleira central.



Planta de R/C

Espaço	Área (m ²)
Arrumos 01	12.32
Arrumos 02	12.32
Arrumos 03	10.67
Espaço de Pesquisas	117.24
Escadas	39.49
Exposição	628.9
Sala de preparação	40.65
Recepção de cargas	67.01
Sala de Eventos	114.71
Recepção	87.97
Cozinha/Copa	11.49
WC F	18.73
WC M	18.73

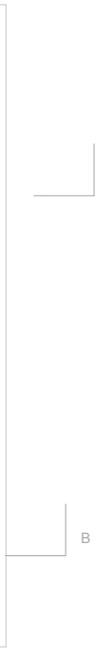
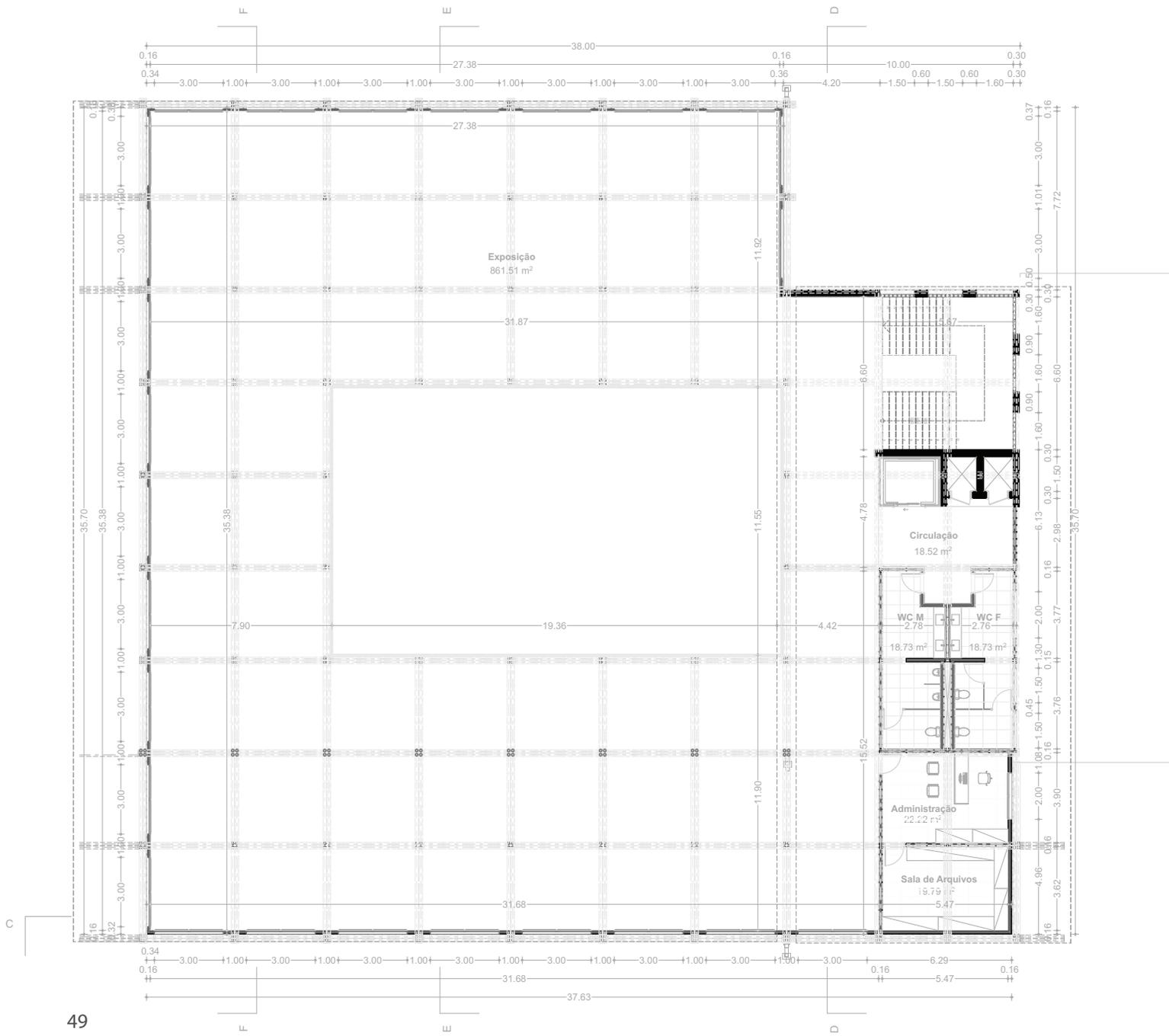


Escala 1:250



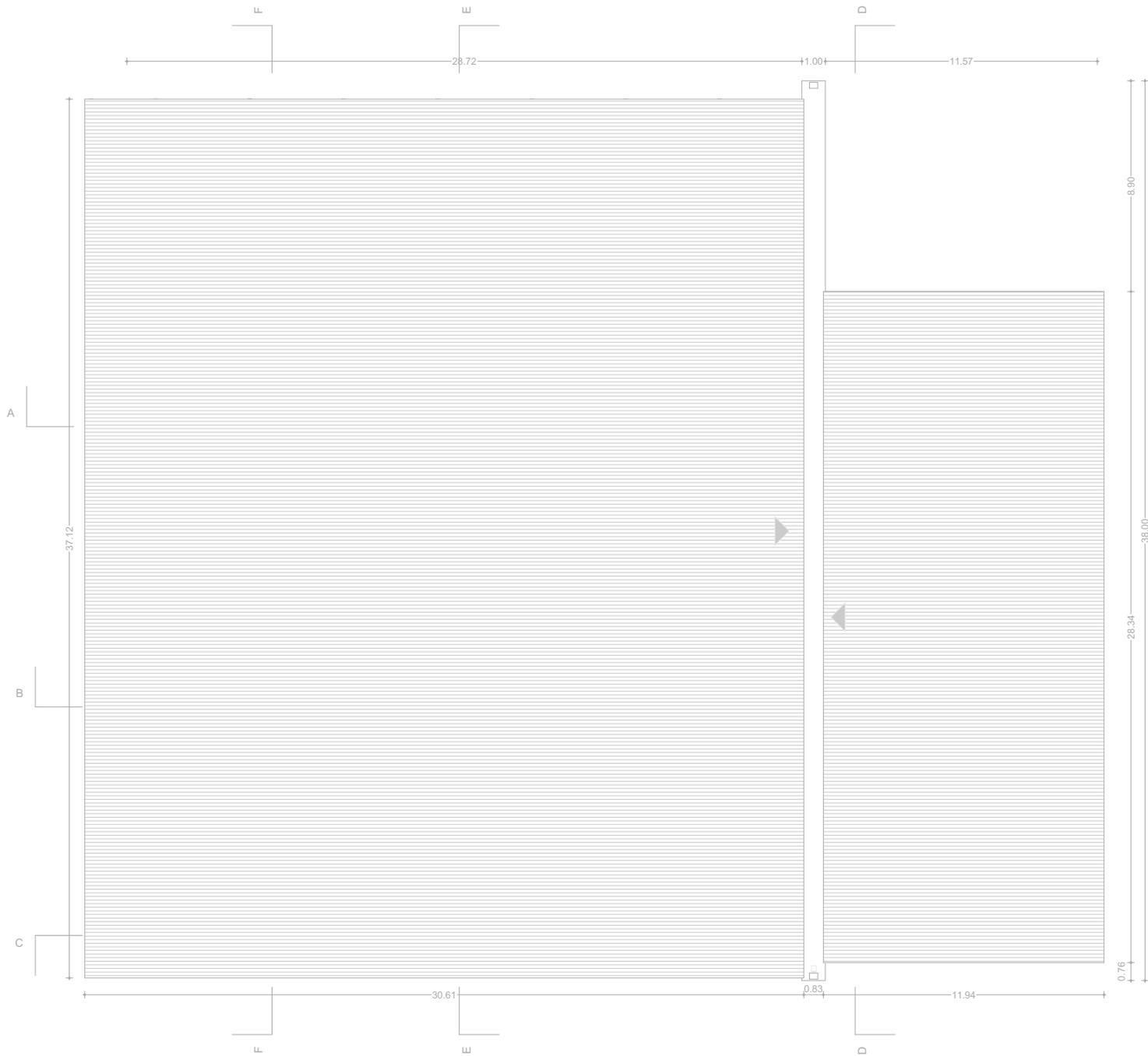
Planta do 1o Andar

Espaço	Área (m ²)
Exposição	861.51
Administração	22.22
Sala de Arquivos	19.79
Escadas	39.49
WC F	18.73
WC M	18.73

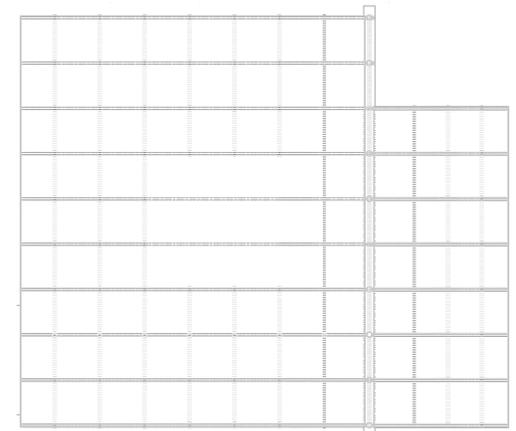


Escala 1:250





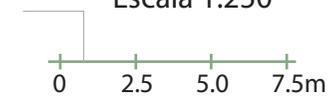
Planta de Cobertura



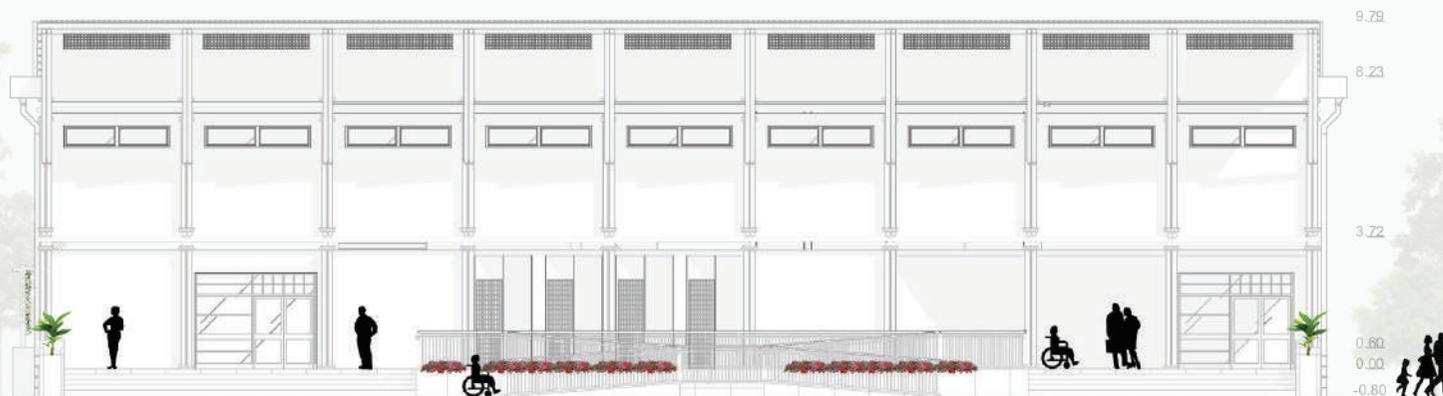
Estrutura de Cobertura



Escala 1:250



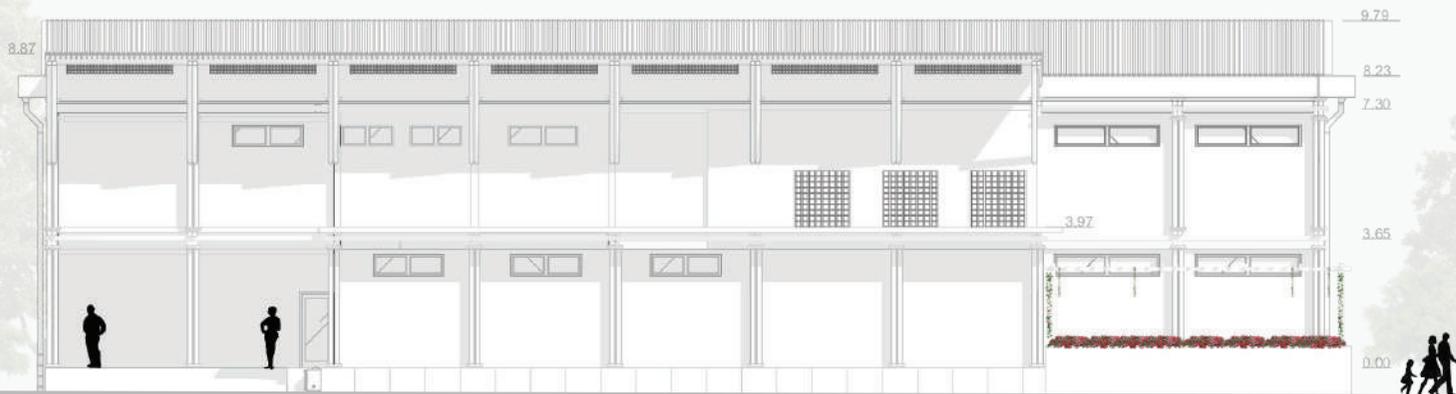
ALÇADO FRONTAL



Escala 1:250



ALÇADO POSTERIOR



Escala 1:250



ALÇADO LATERAL DIREITO



Escala 1:250



ALÇADO LATERAL ESQUERDO



Escala 1:250





Pré-dimensionamento da Caleira Central

Para fazer o pré-dimensionamento de uma caleira, é importante ter em conta a área de contribuição, que é indicada pela área da cobertura do edifício; a intensidade pluviométrica da região, neste caso, da Cidade de Maputo, obtida através de dados do INAM e; de que tipo de material se trata.

Área de Contribuição

Para determinar a área de contribuição desta cobertura, deve se ter em conta que tem uma superfície plana inclinada a ser determinada da seguinte forma:

$$A_1 = (a_1 + h_1/2)b_1 \Rightarrow (30.61 + 1.54/2)37.12 = 1\,164.83 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (a_2 + h_2/2)b_2 \Rightarrow (11.94 + 0.57/2)28.34 = 346.46 \text{ m}^2$$

$$A = A_1 + A_2 = 1\,511.29 \text{ m}^2$$

Vazão do Projecto

$$Q = C \times I \times A \Rightarrow Q = 0.8 \times 171.1 \text{ mm/h} \times 1\,511.29 \text{ m}^2 \Rightarrow$$

$$Q = 0.8 \times 0.03 \text{ dm/min} \times 151\,129 \text{ dm}^2 = 3\,627.10 \text{ L/min}$$

Onde:

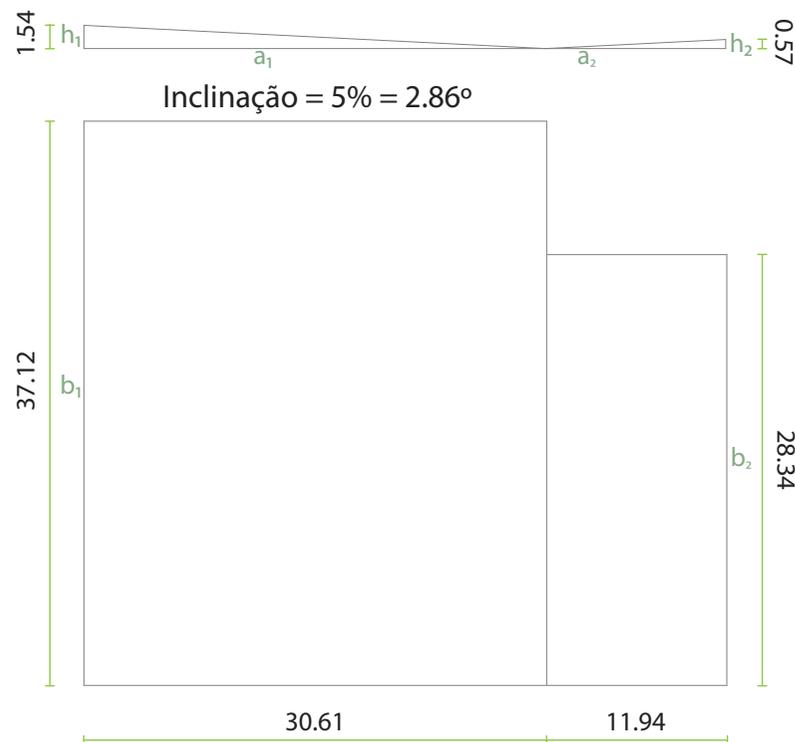
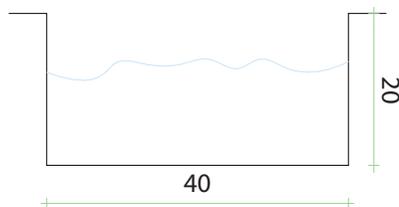
Q - Vazão do Projecto (L/min)

C - Coeficiente de Escoamento Superficial = 0.8

I - Intensidade Pluviométrica = 171.1 mm/h => (INAM, 2022)

A - Área de Contribuição (m²)

As dimensões foram determinadas em função da tabela ao lado. A vazão do projecto obtida, está acima dos 2,612.00 L/min, mas abaixo dos 5 625 L/min. Foi determinada por excesso, para que as águas das chuvas não transbordem em situações extremas.



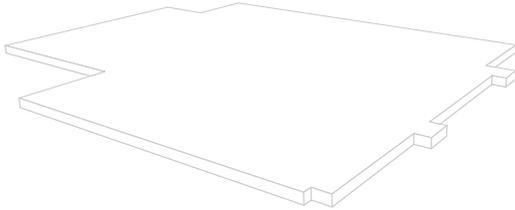
Calha Rectangular

LARGURA L (centímetros)	ALTURA H (centímetros)	VAZÃO (litros/minuto)
15	7	375
20	10	886
30	15	2.612
40	20	5.625

Vazões para uma declividade de 2% para calhas rectangulares dadas pela norma NBR-10844.

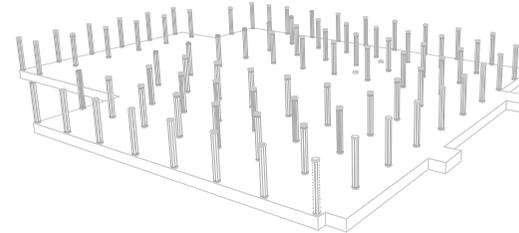
Processo Construtivo

1. Fundação



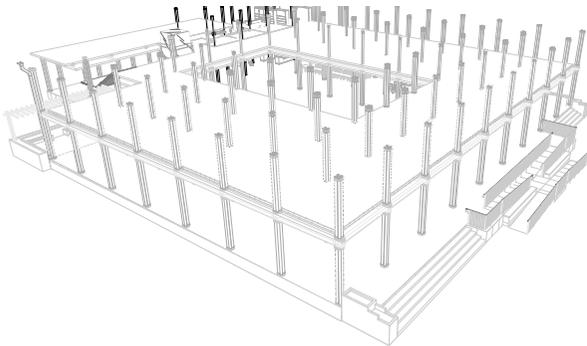
A fundação de uma construção em bambú é feita em betão, fixada ao solo com estacas que não absorvem humidade. A laje fica acima do solo, garantindo durabilidade e evitando humidade no interior do edifício.

2. Estrutura



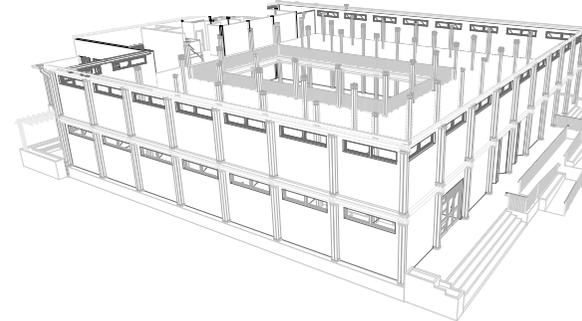
Os pilares ficam em peças metálicas embutidas nas bases, evitando contacto directo do bambú com o betão. As vigas são amarradas aos pilares para maior resistência da estrutura.

3. Piso



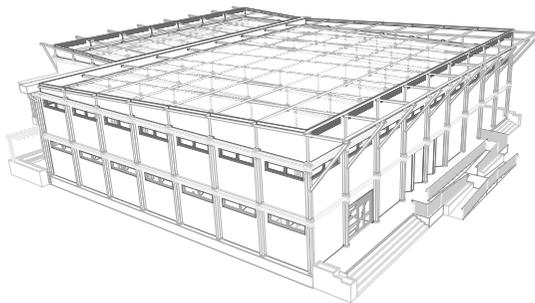
Para colocar a esteira de bambú, canas de 8 cm de diâmetro são amarradas lado a lado, formando uma base a 1,5 metros do solo. O bambú é cortado em tiras e entrelaçado para fazer a esteira.

4. Paredes e Esquadrias



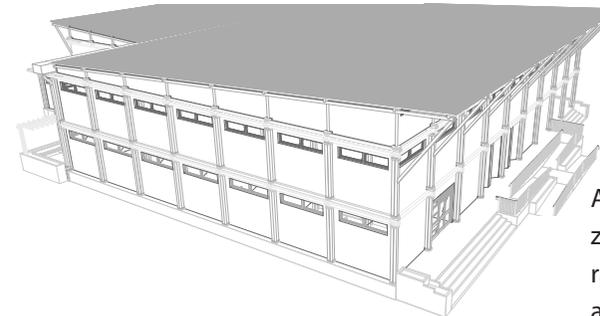
Para construir paredes e esquadrias, duas canas de bambú são colocadas paralelas no chão e fixadas com suportes metálicos. Nesse processo, também são instalados os caixilhos das janelas e portas.

5. Estrutura de Cobertura



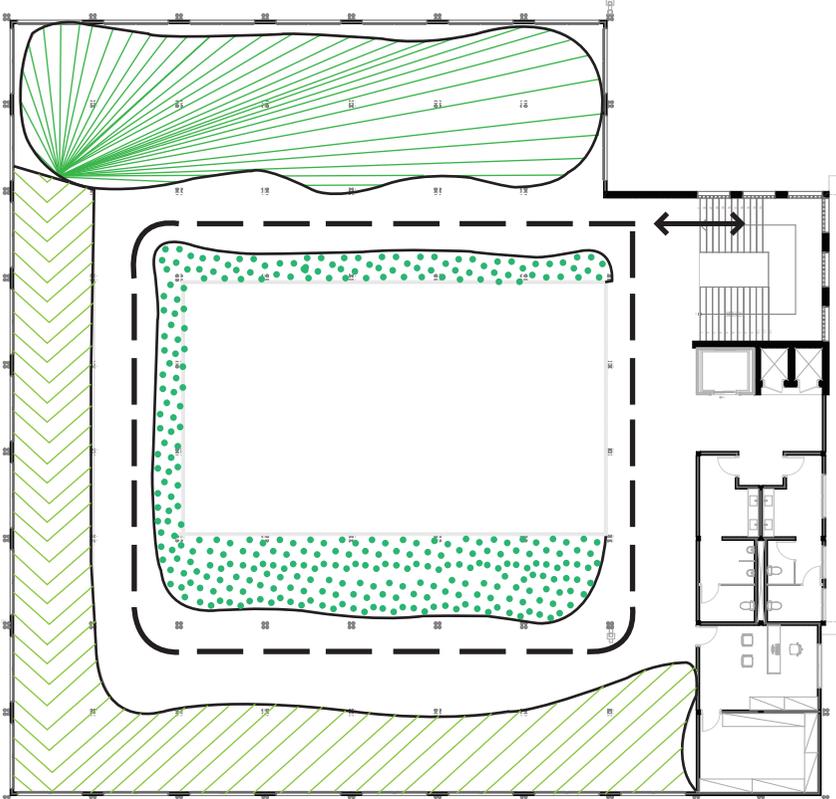
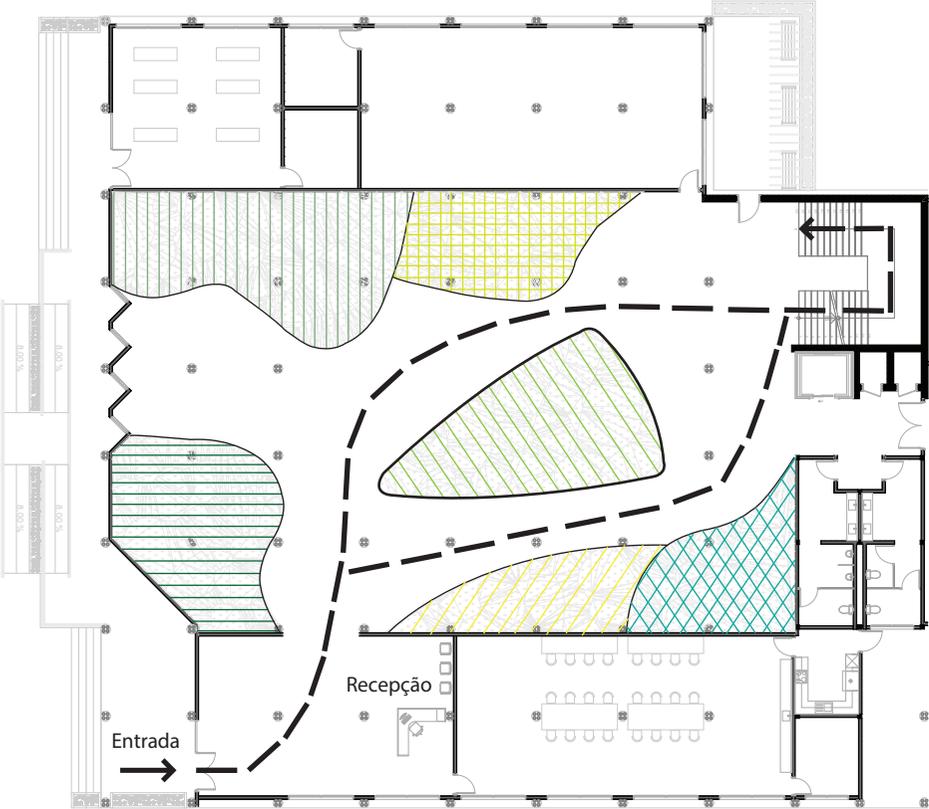
A estrutura do telhado é construída após as paredes, fixando madres de 6 cm e asnas de 8 cm de diâmetro aos pilares.

6. Cobertura



A cobertura de chapa de zinco é fixada com pregos ranhurados de cabeça em anel e juntas de borracha de 4 polegadas nas madres. A calha metálica é instalada sobre as chapas de zinco.

Esquema de Circulação

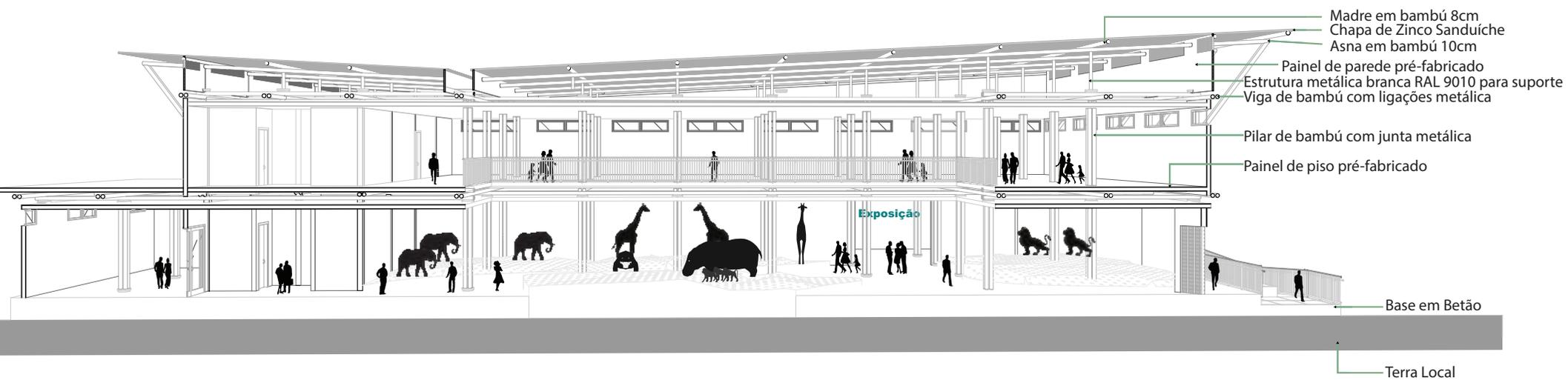


Legenda

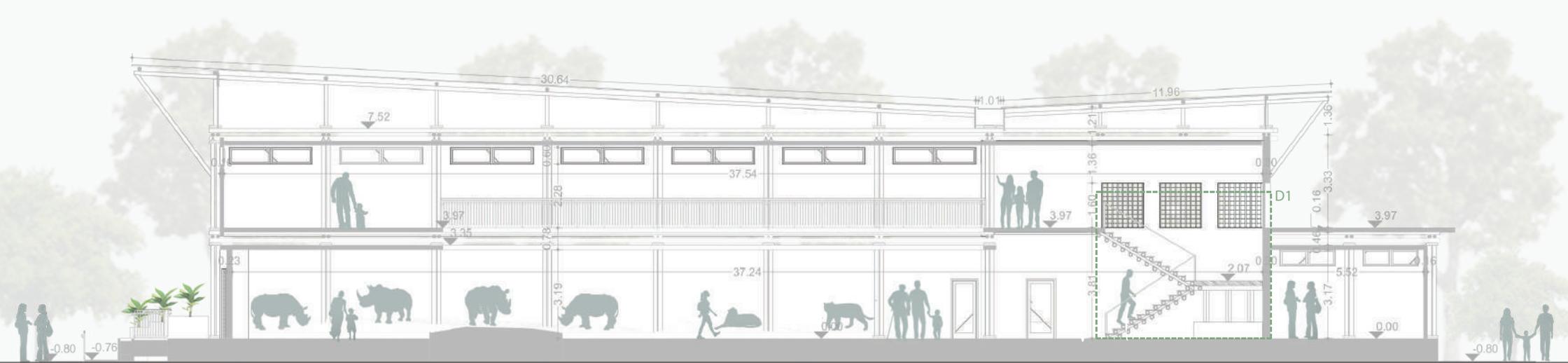
-  Rinoceronte
-  Búfalos
-  Chitas
-  Elefantes
-  Leões

-  Girafas
-  Exposição temporária de pequeno porte
-  Exposição temporária de grande porte
-  Outros animais da fauna moçambicana
-  Circulação

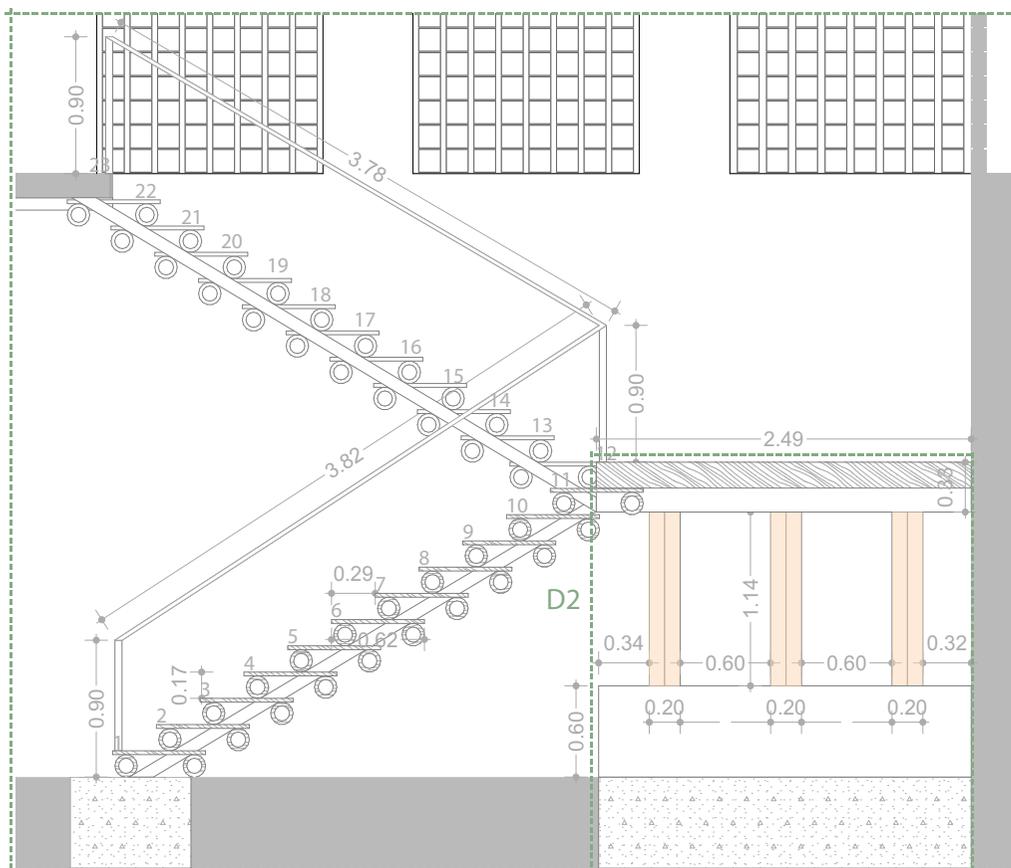
Corte Longitudinal 3D







D1. Escadas

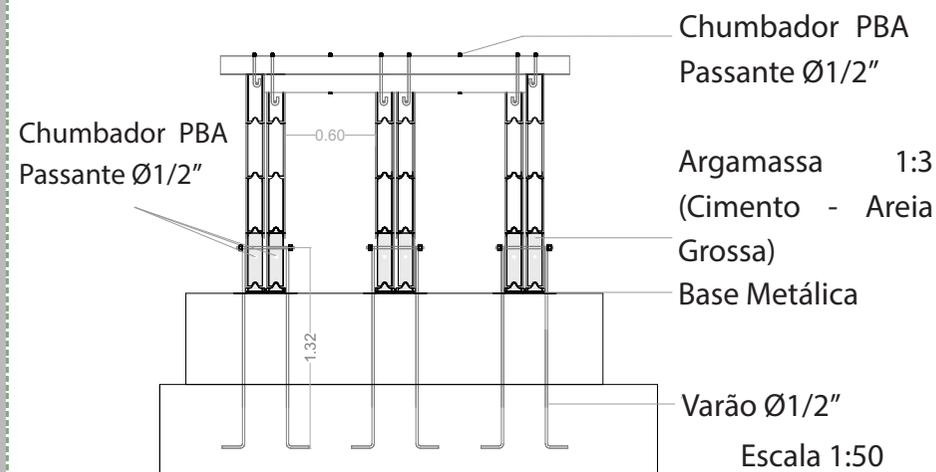


Corte AA

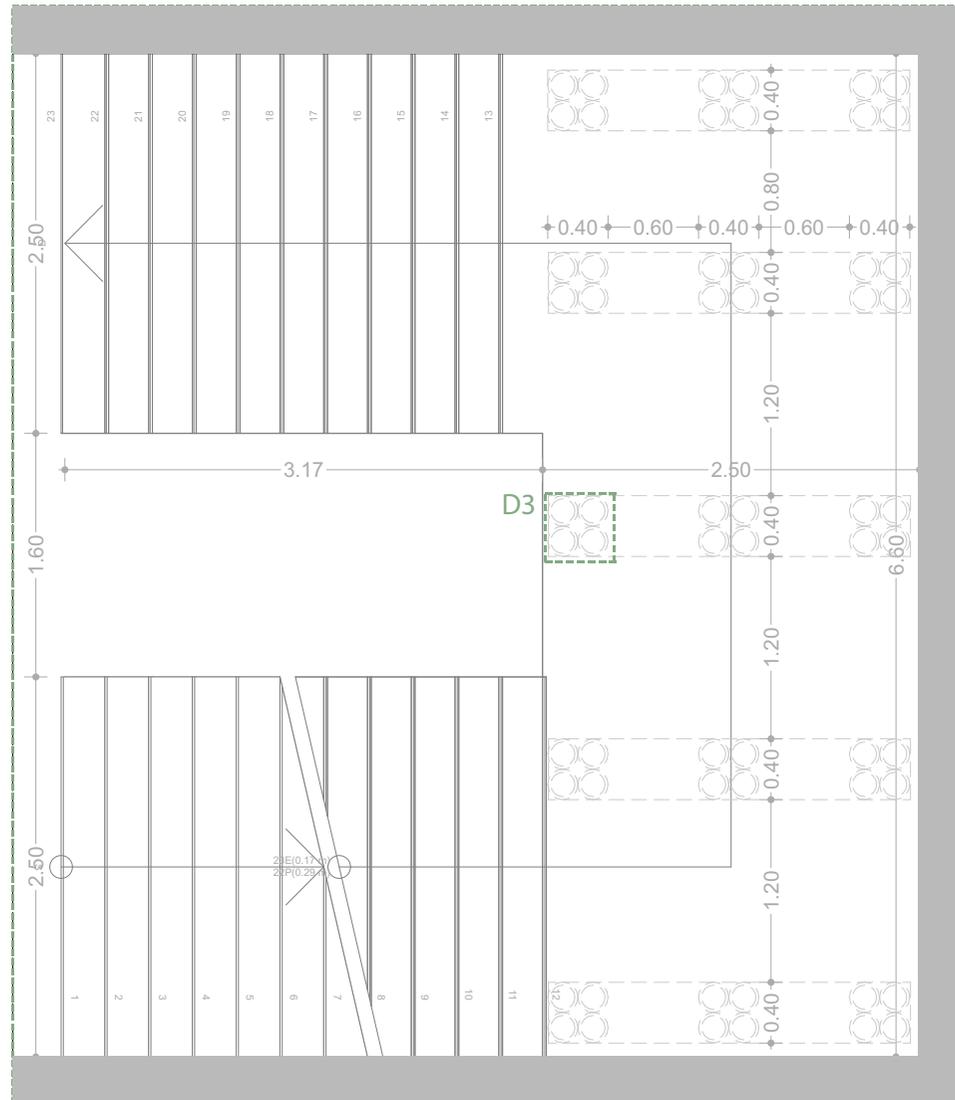
Escala 1:200



D2. Corte Transversal - Suporte do patamar das escadas

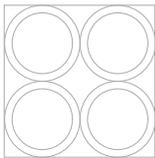


D4. Pilar de bambú para suporte do patamar



Escala 1:10

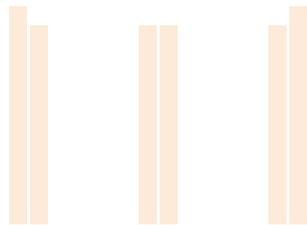
D3. Pilar de bambú para suporte do patamar



Escala 1:20

D2. Vista Lateral - Suporte do patamar

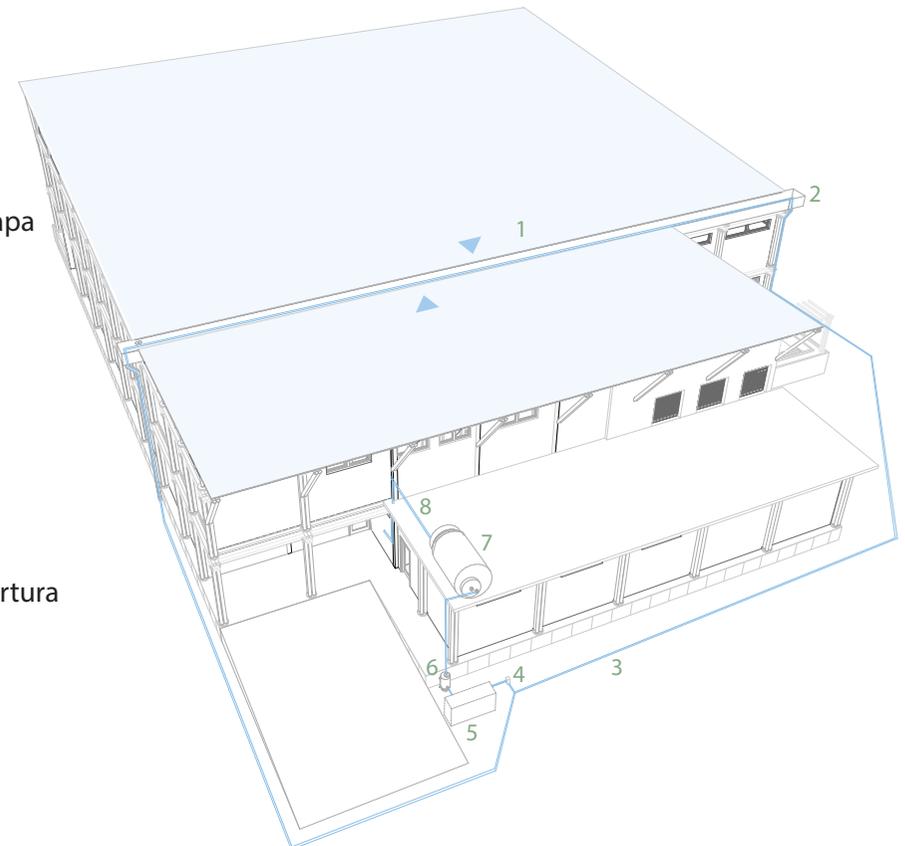
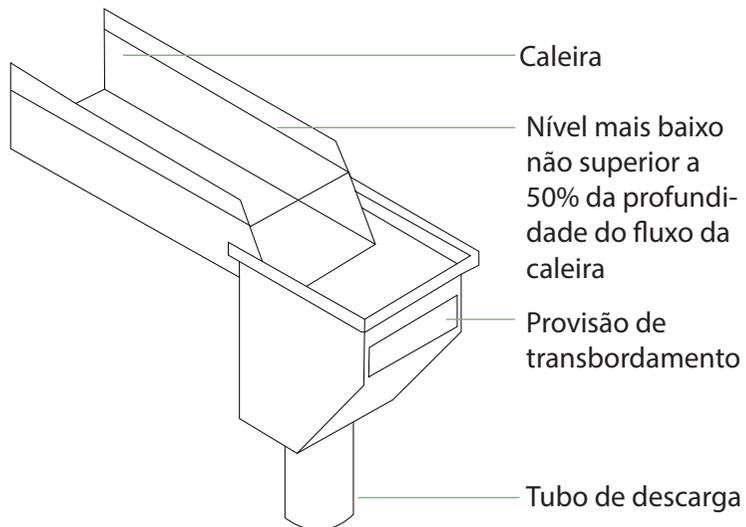
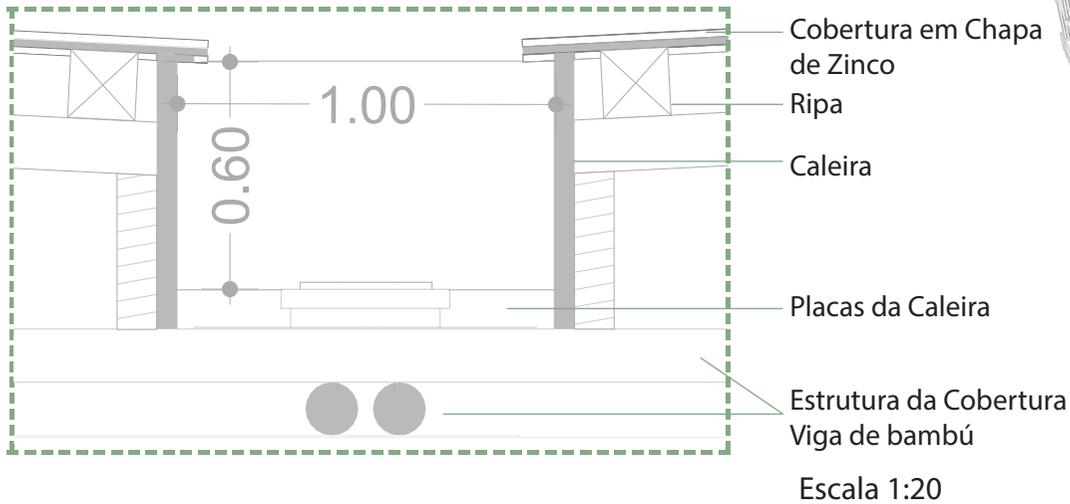
Chumbador PBA Passante Ø1/2"



Escala 1:10

Reaproveitamento da água da chuvas

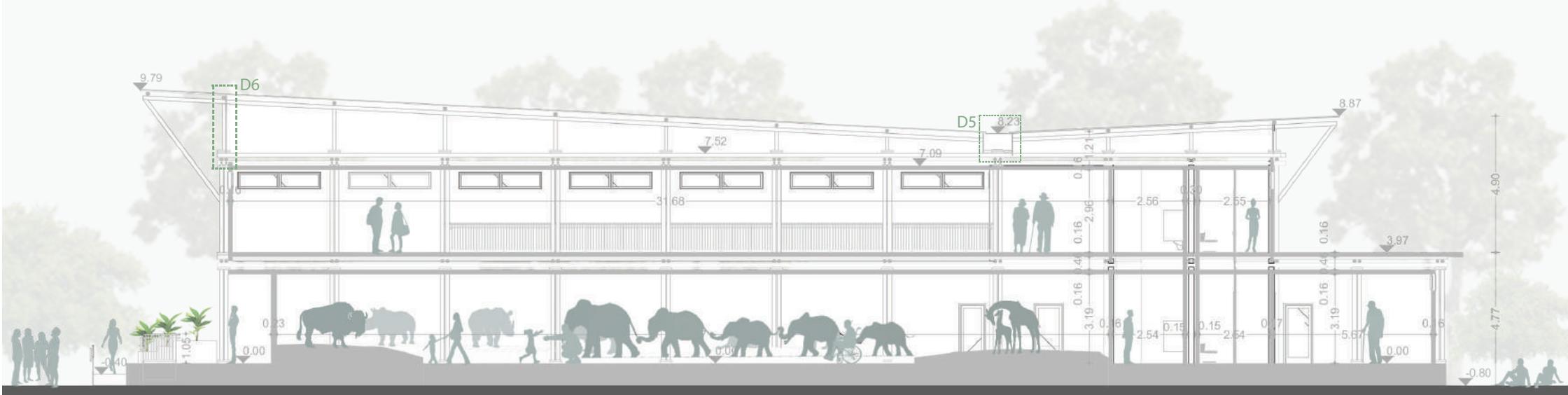
D5. Detalhe da Caleira



O esquema acima mostra o caminho da água da chuva desde a sua captação até o seu destino:

Legenda

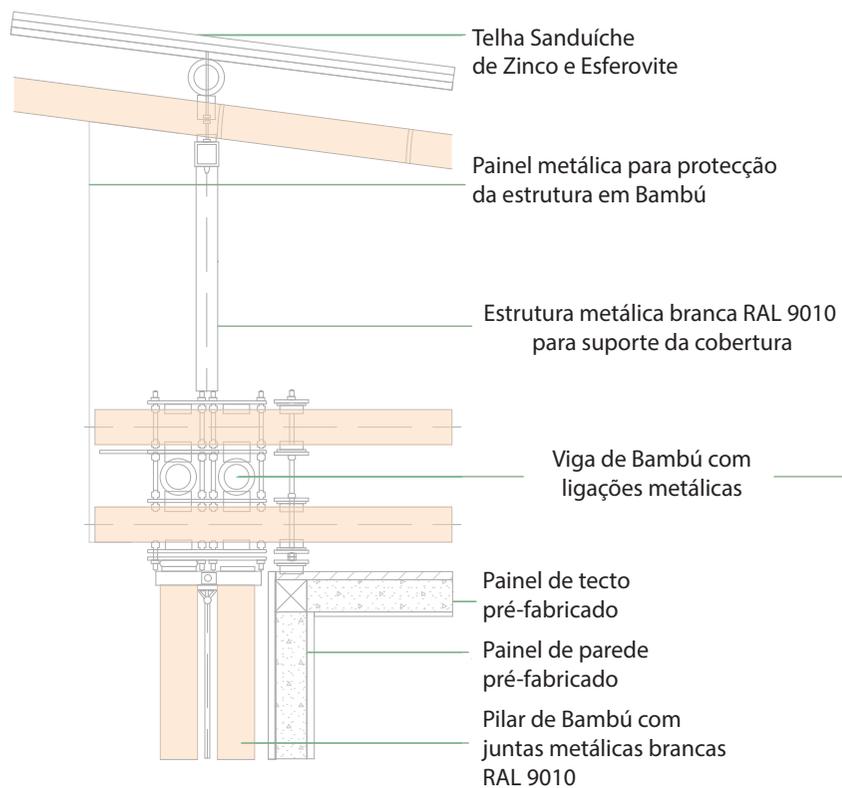
- 1. Água da Chuva
- 2. Calha
- 3. Tubulação
- 4. Filtro
- 5. Cisterna
- 6. Bomba de elevação
- 7. Reservatório
- 8. Pontos de Destino



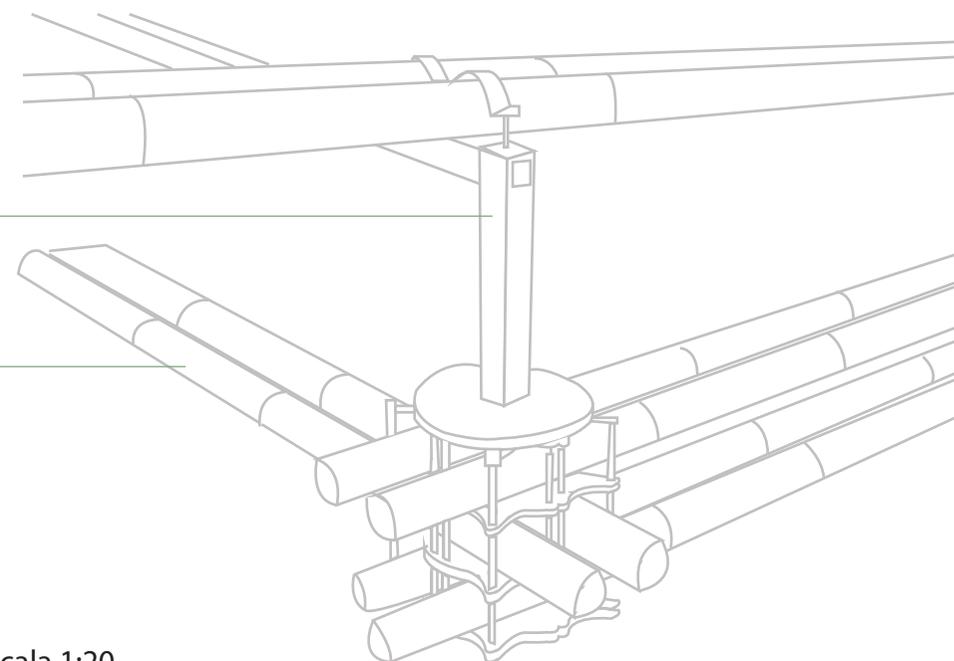
D6. Pilar de bambú para suporte do patamar

Corte BB

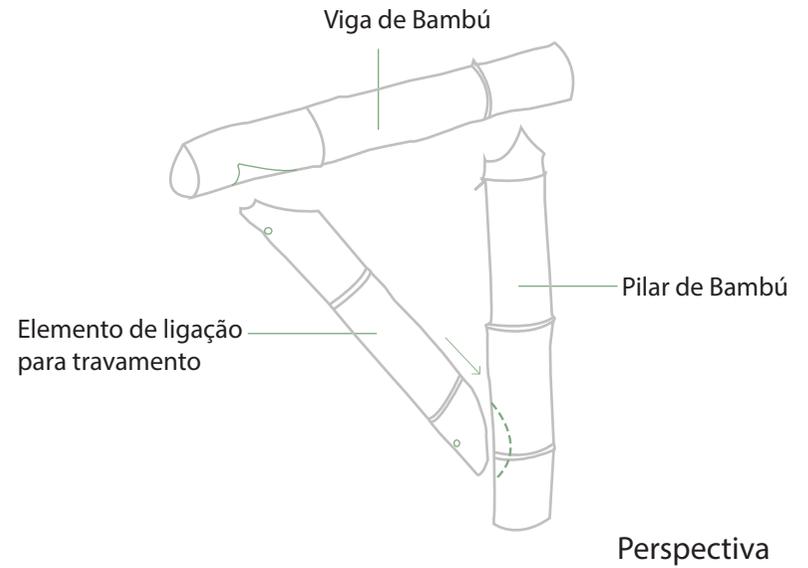
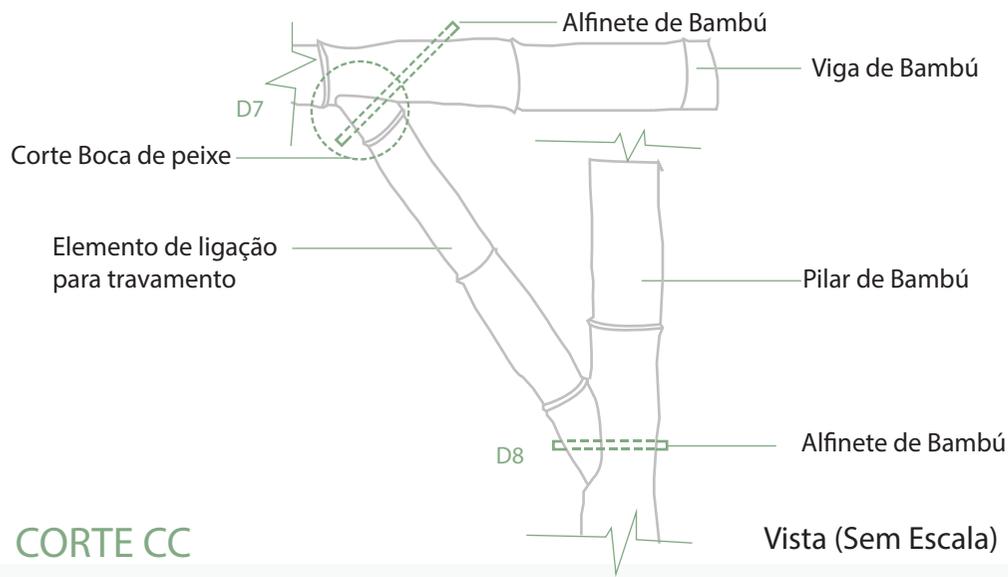
Escala 1:200



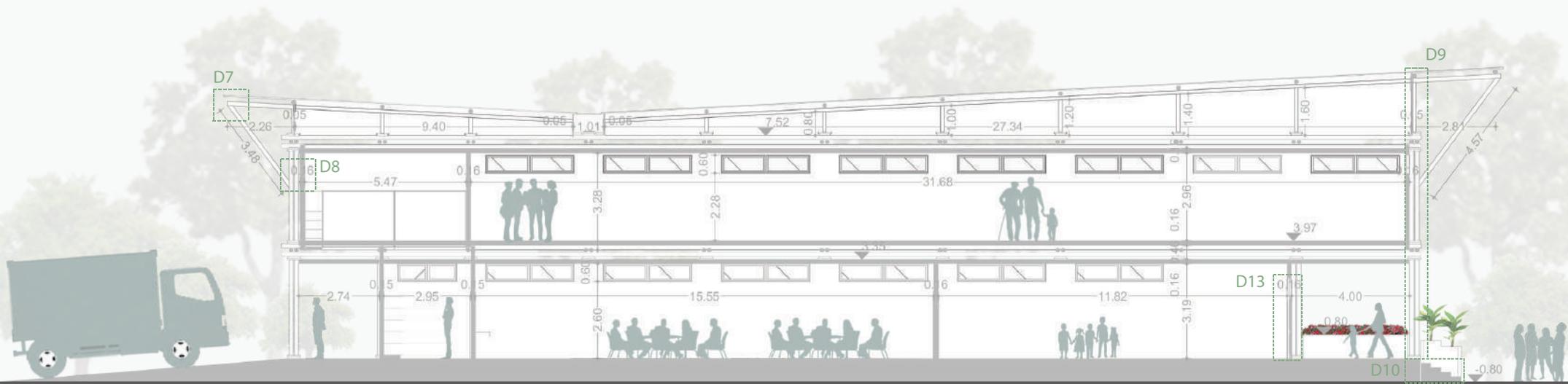
Escala 1:20



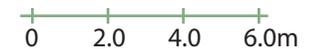
D7 e D8 - Detalhe da Estrutura de Cobertura

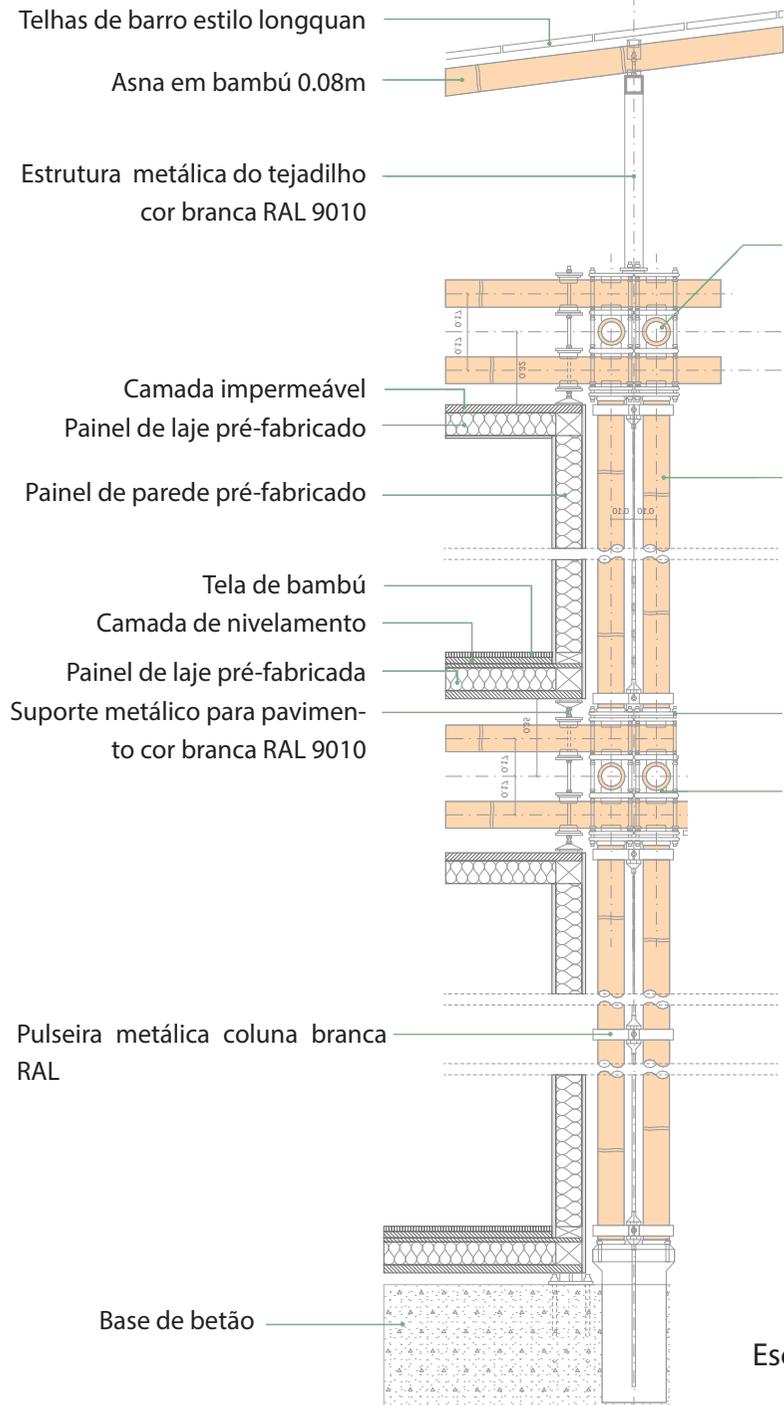


CORTE CC



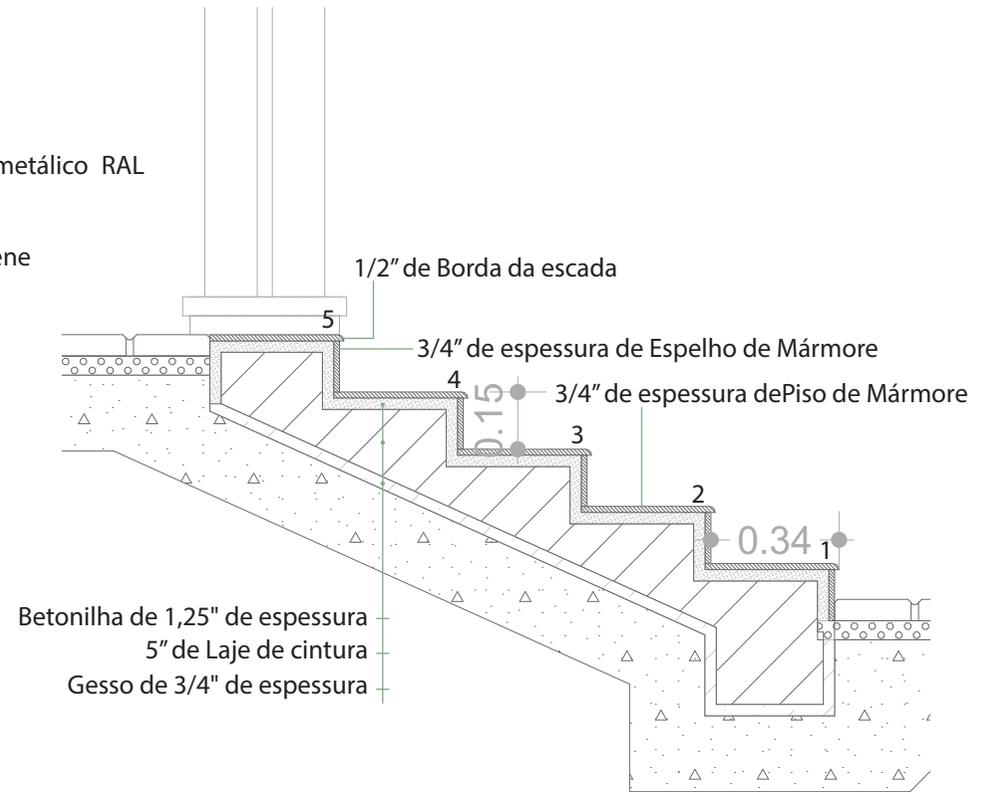
Escala 1:200





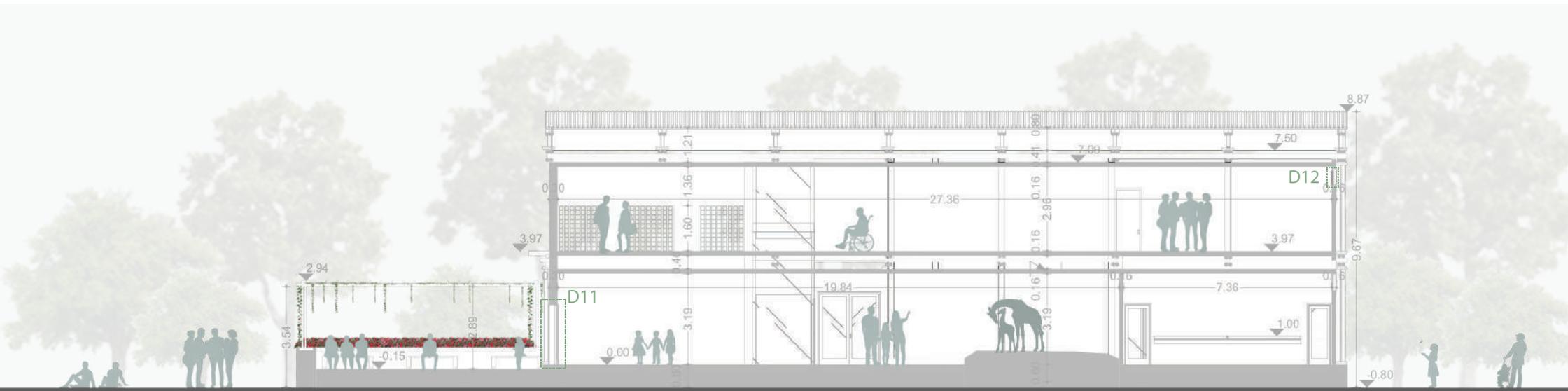
D9. Detalhe geral da parede

D10. Detalhe da Estrutura de Cobertura

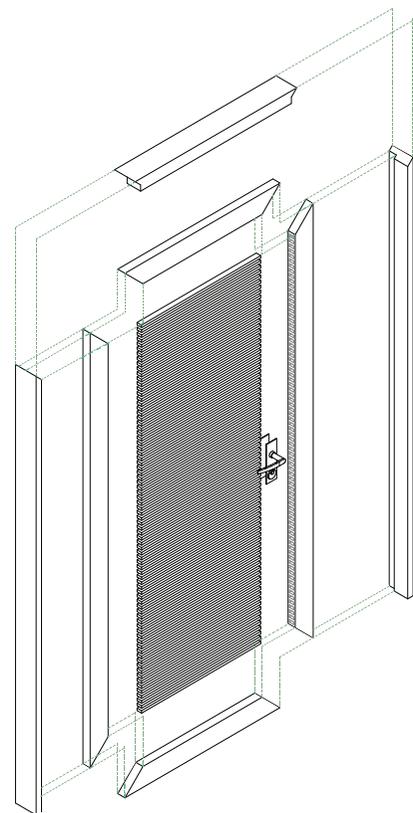
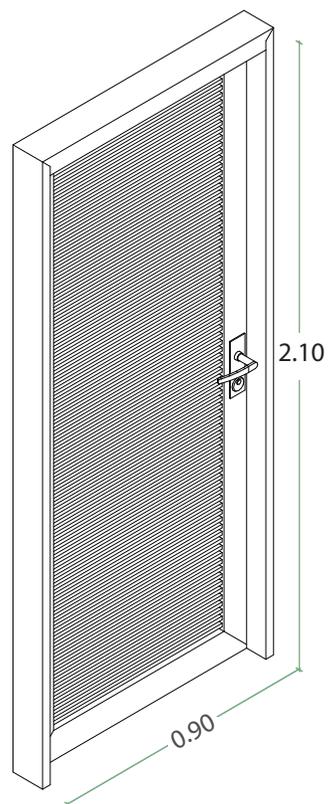


Escala 1:50

Escala 1:20

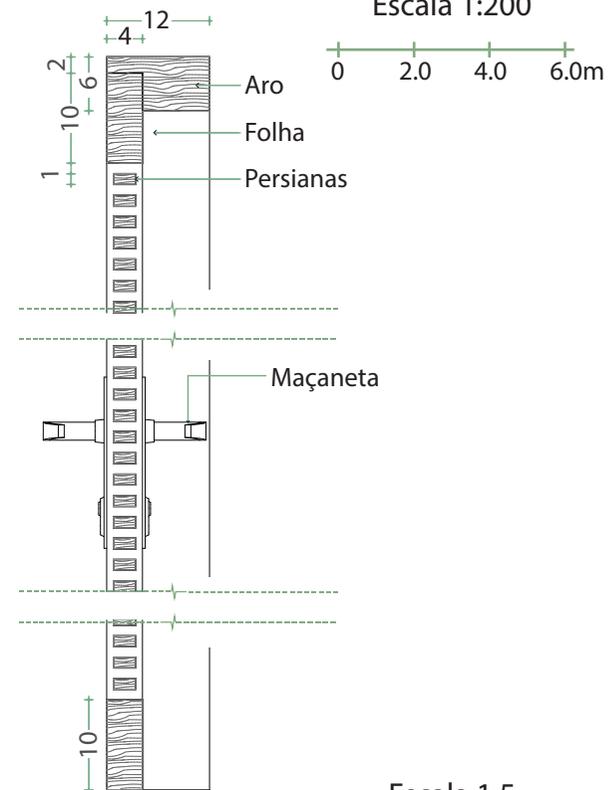


D11 - Detalhe da Porta



CORTE DD

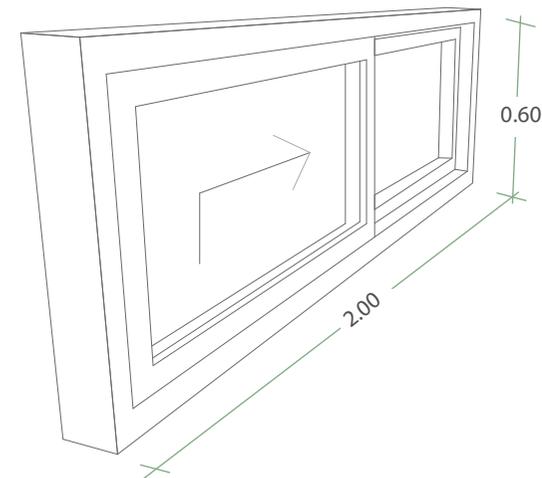
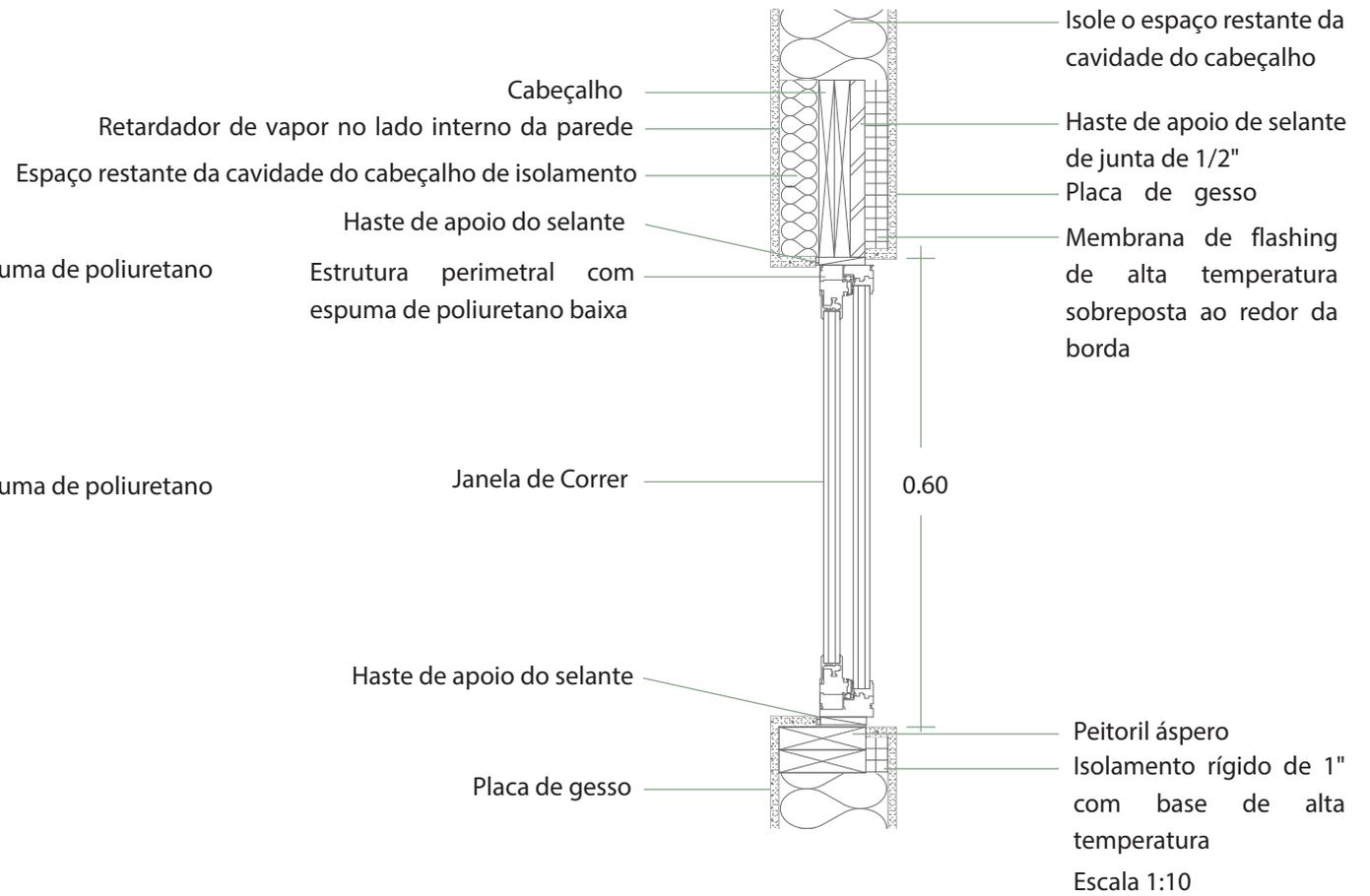
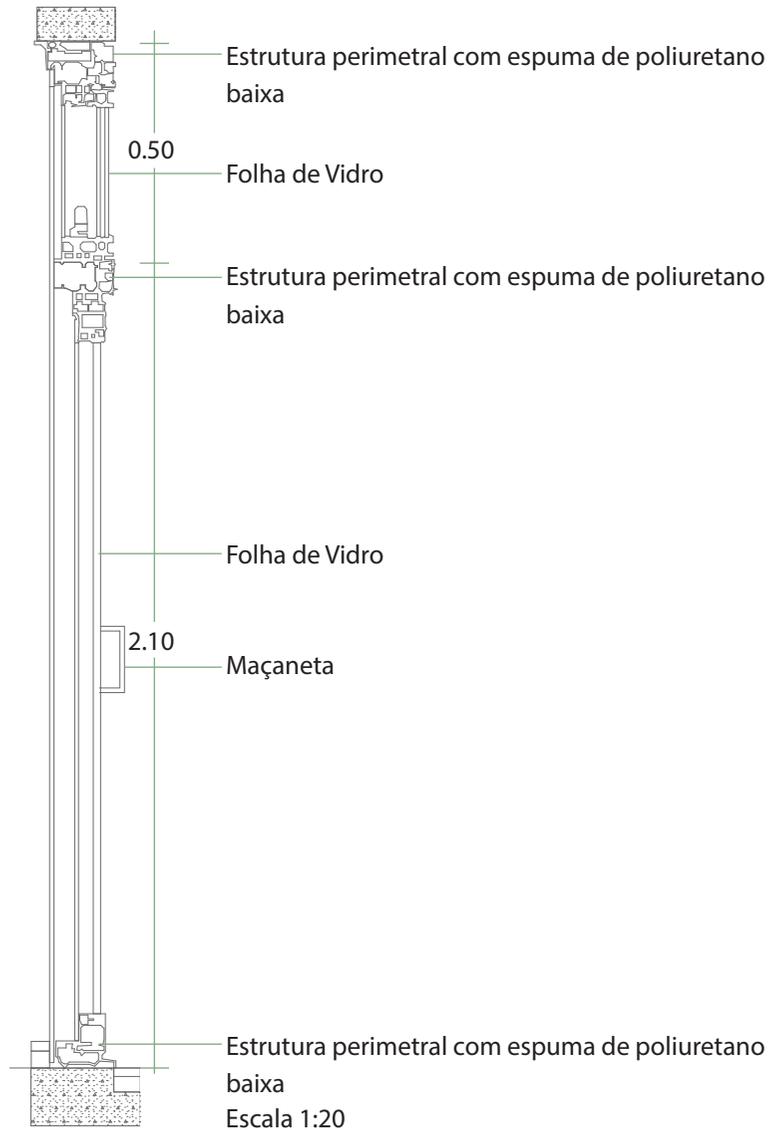
Escala 1:200



Escala 1:5

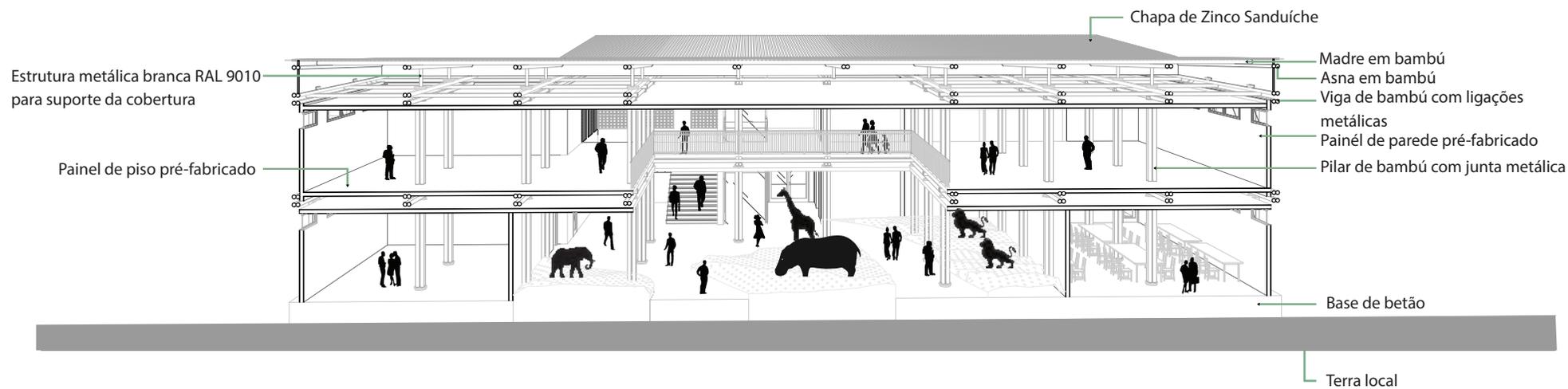
D12 - Detalhe da Janela

D13 - Detalhe da Porta de Alumínio

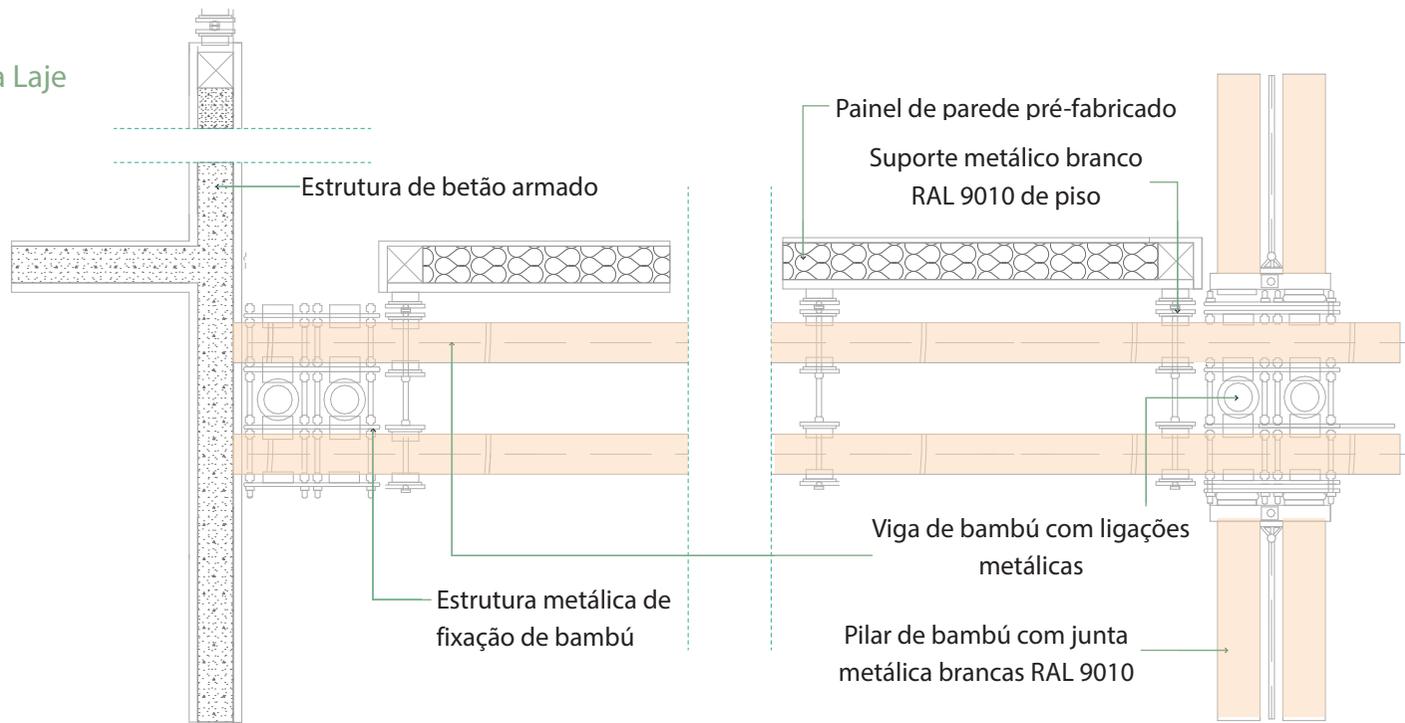




Corte Transveral 3D

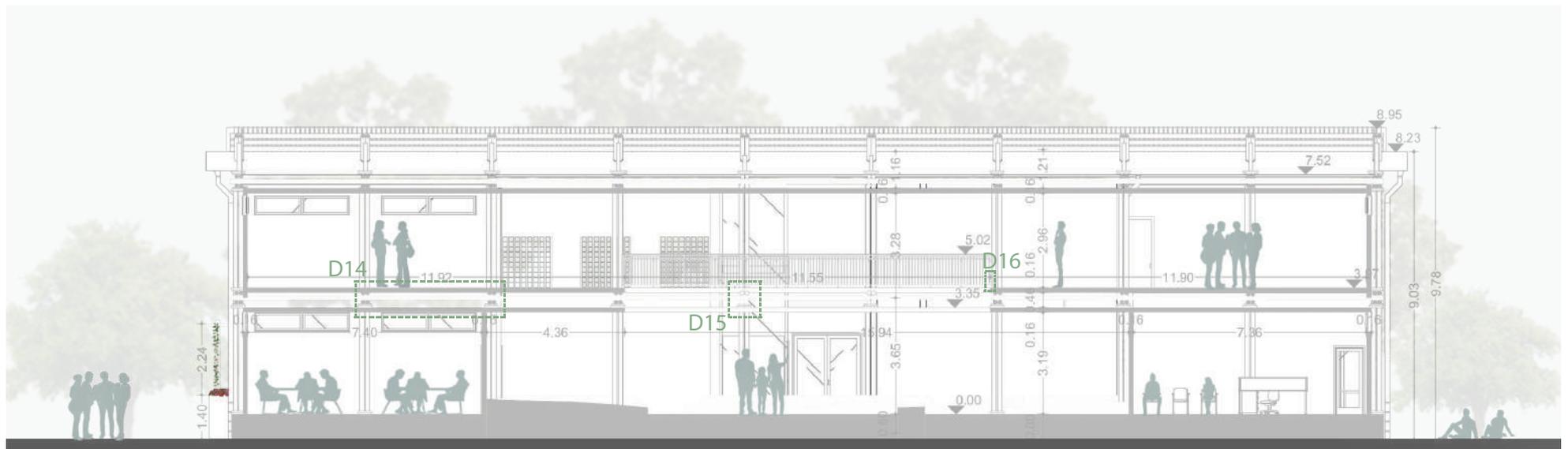


D14. Estrutura da Laje

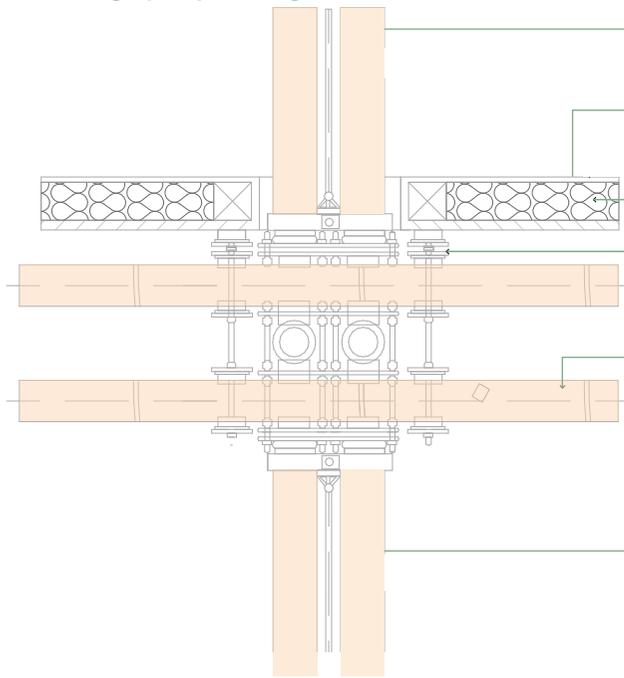


Escala 1:10

Corte EE



D15. Ligação pilar-viga



Pilar de Bambú
com junta metálica
branca RAL 9010

Camada Impermeável

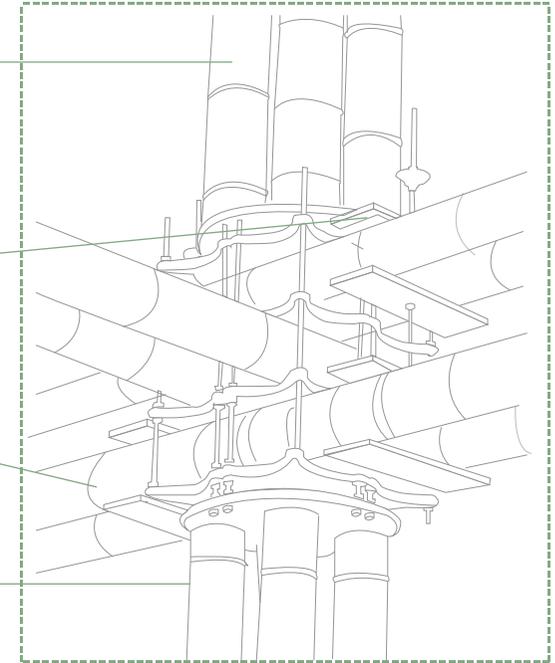
Painel de piso pré-fabricado

Suporte metálico branco
RAL 9010 de piso

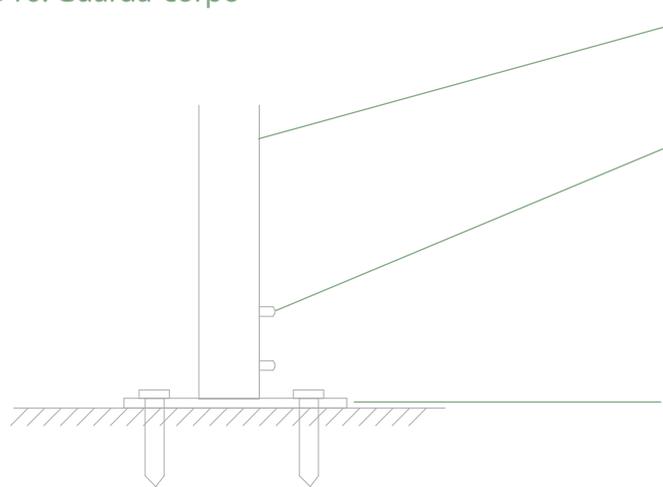
Viga de bambú com
ligação metálica

Pilar de Bambú
com junta metálica
branca RAL 9010

Escala 1:10



D16. Guarda-corpo



Poste Quadrado de 2"

Tampa de Rosca de
Parafuso

Parafuso de fixação

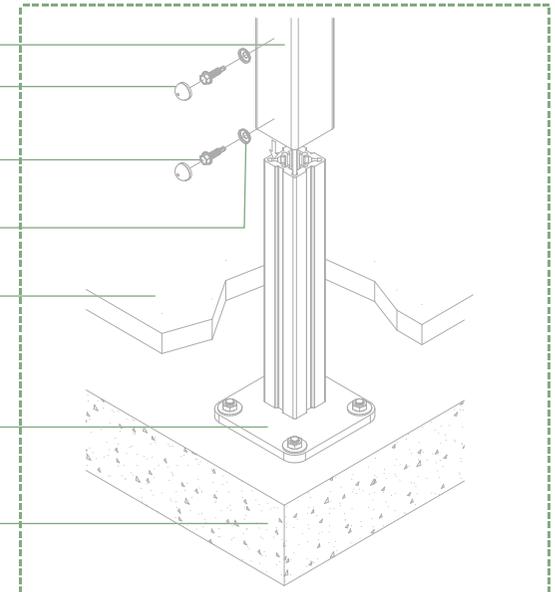
Arruela de tampa

Piso

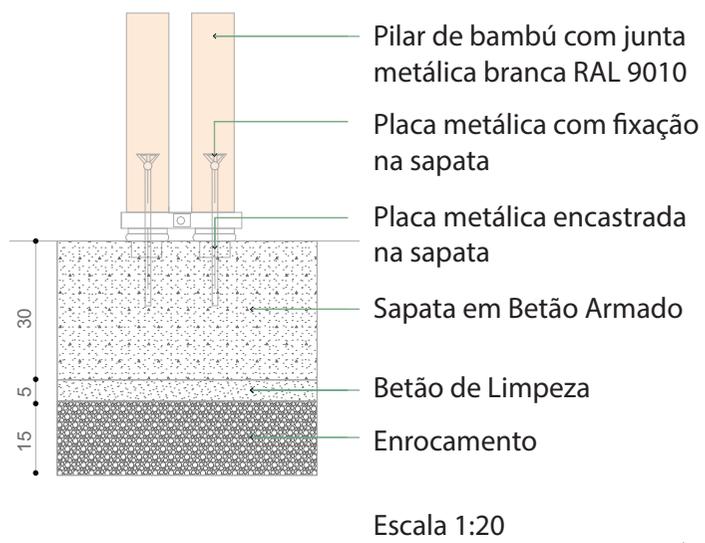
Poste preso à estrutura

Estrutura abaixo da
superfície

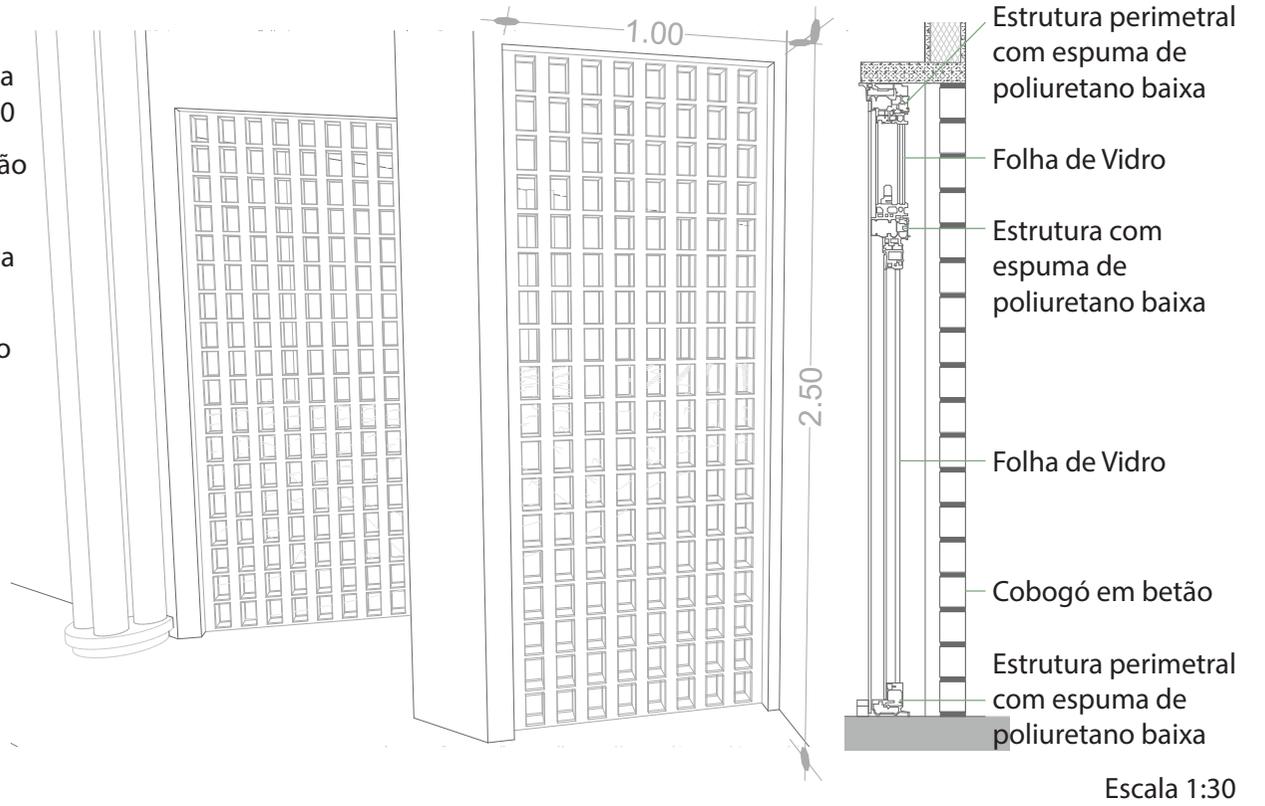
Escala 1:5



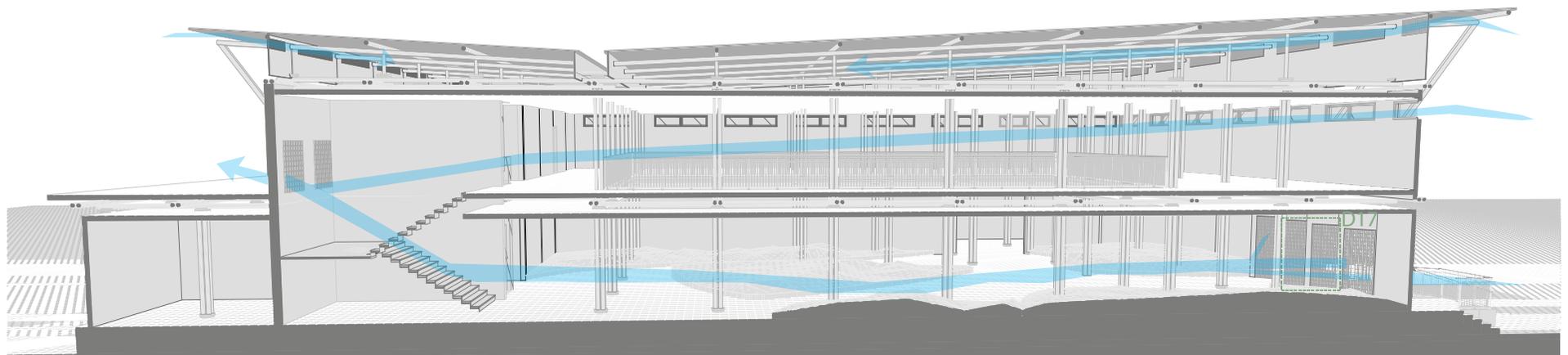
D16 - Detalhe da Fundação



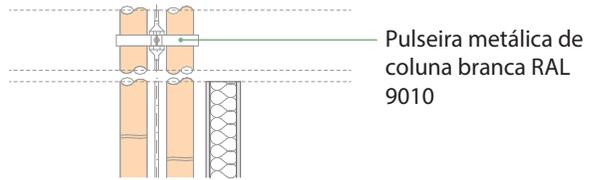
D17 - Cobogós



Esquema de Ventilação

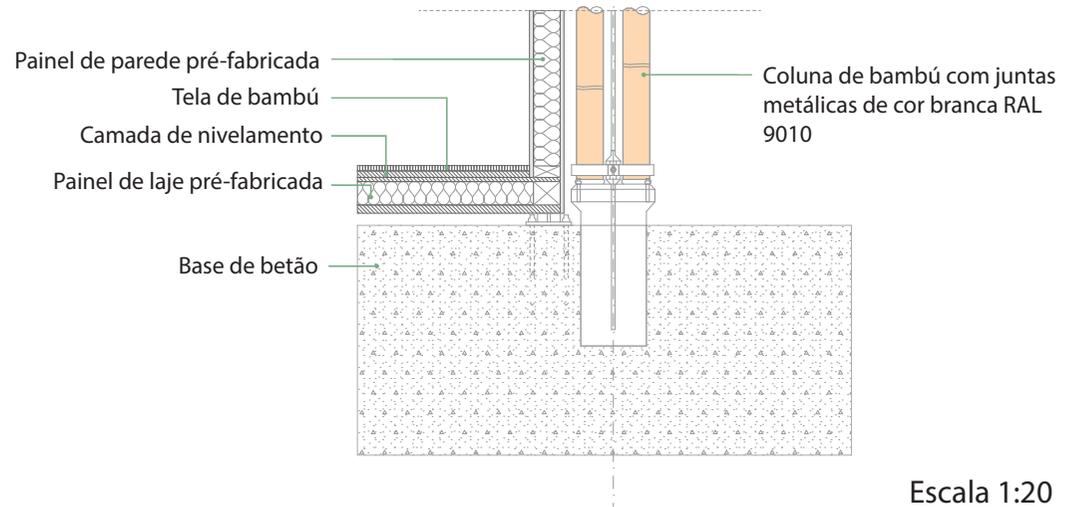


D18. Detalhe do pilar de bambú



Escala 1:20

D19. Detalhe do Piso



Escala 1:20

Corte FF

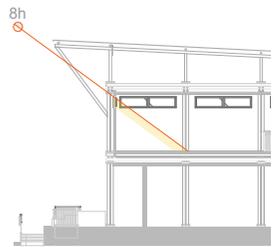
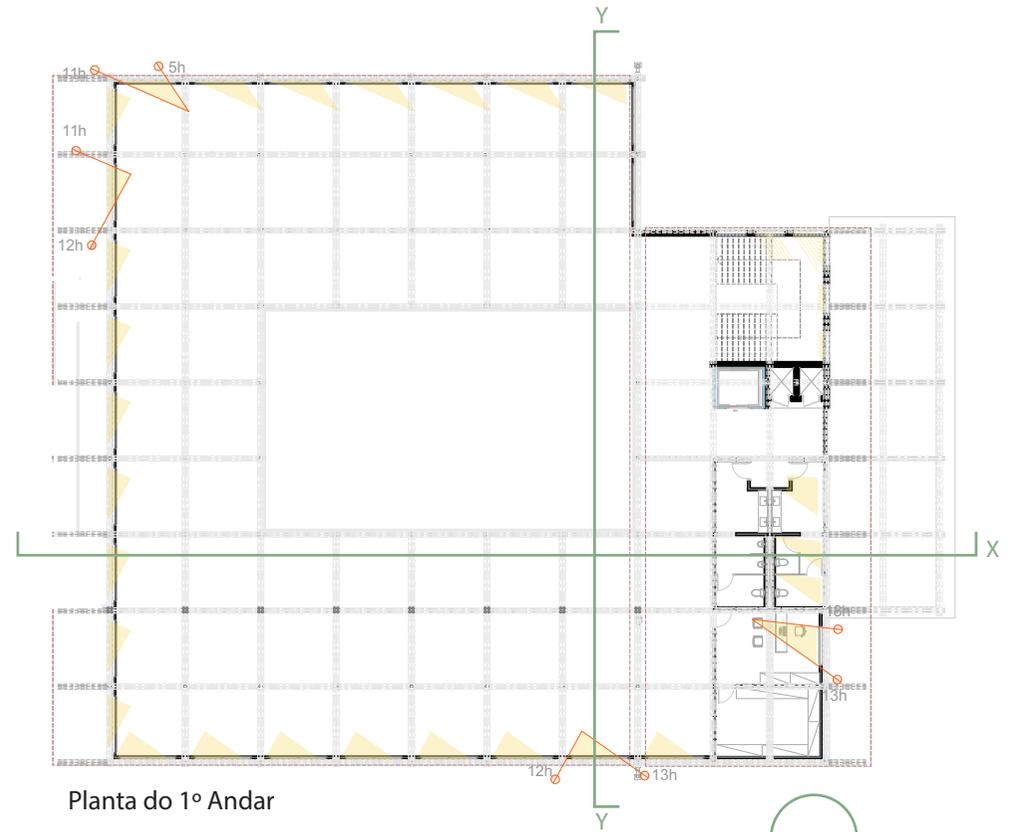
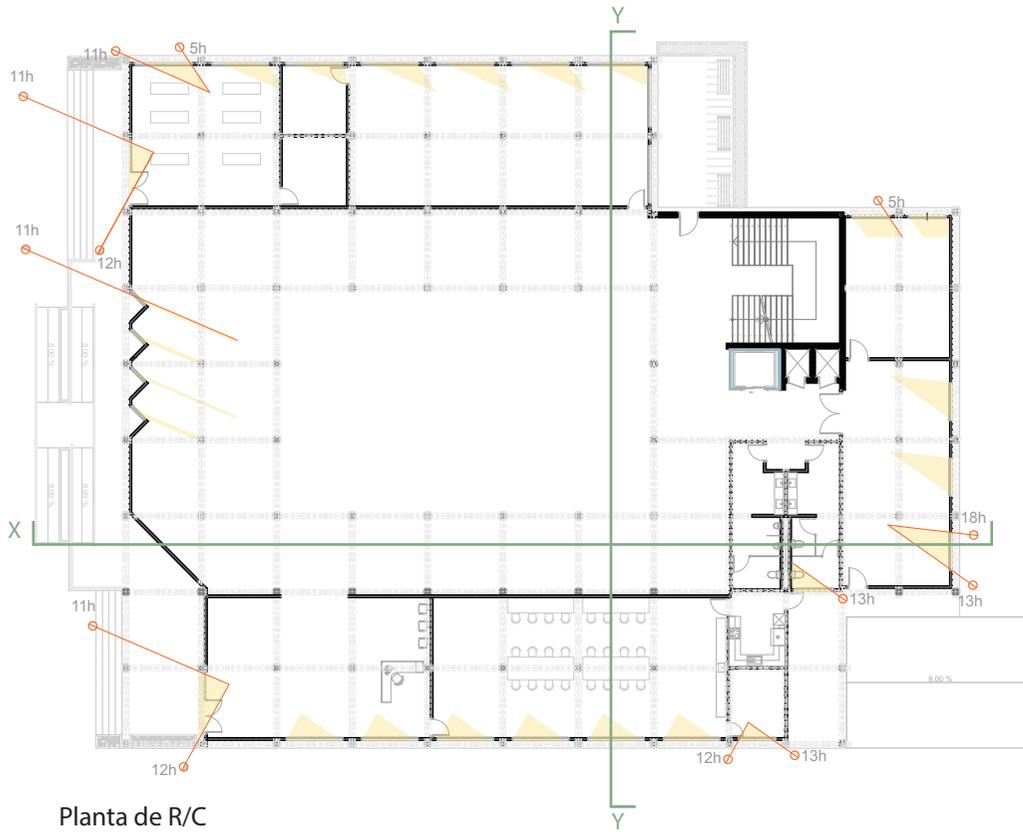


Escala 1:200

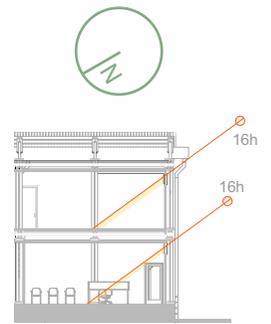
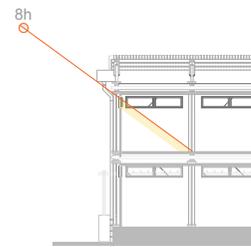
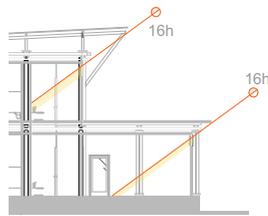


ESQUEMA SOLAR

Verão - 24 de Dezembro

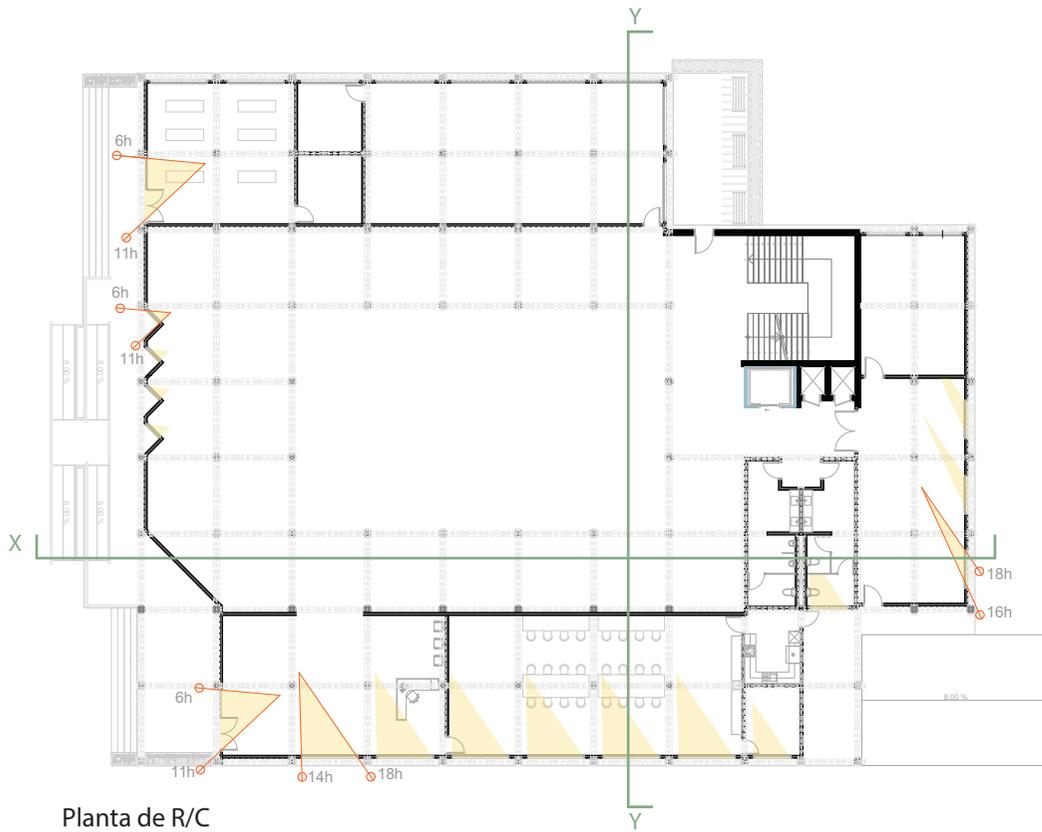


O projecto apresenta em sua maioria, janelas com pé direito alto, o que permite a entrada de luz e ventilação natural, permitindo que os espaços sejam iluminados, sem receber a luz do sol de forma directa.

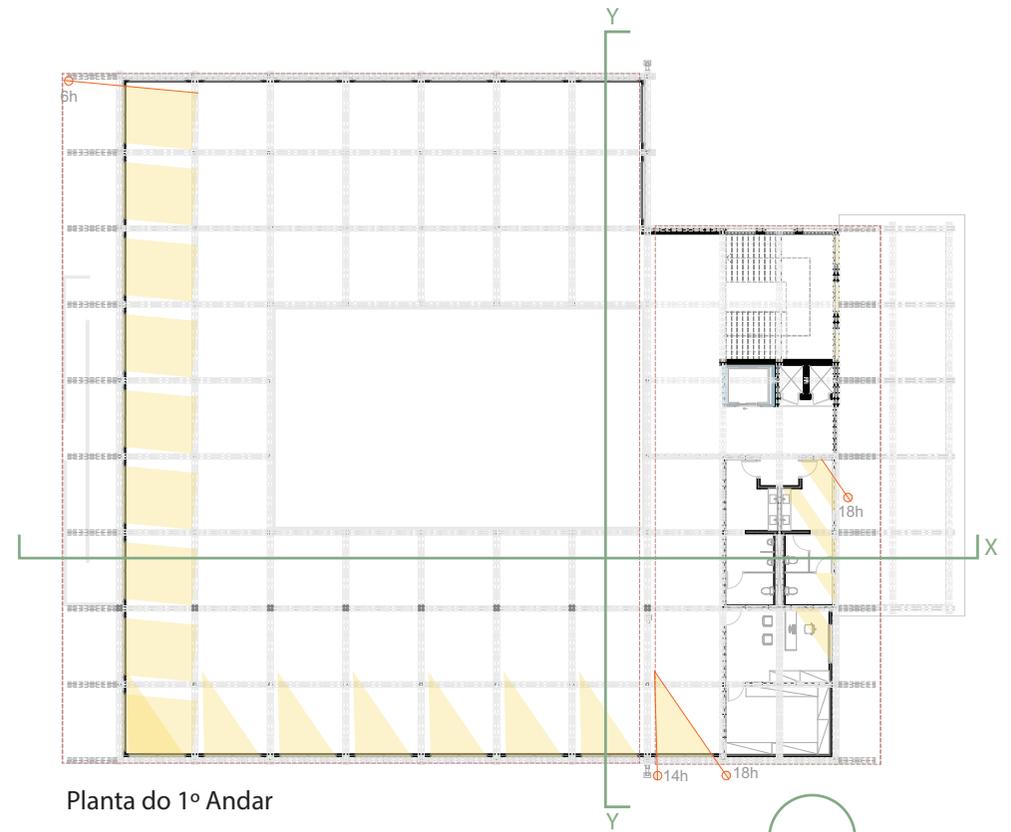


ESQUEMA SOLAR

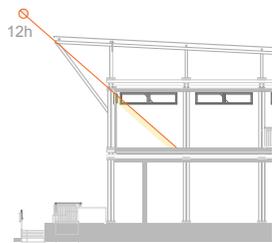
Inverno - 21 de Junho



Planta de R/C

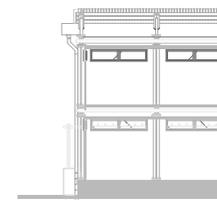
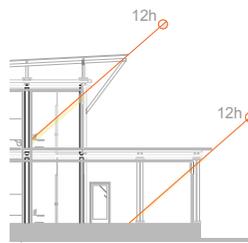


Planta do 1º Andar



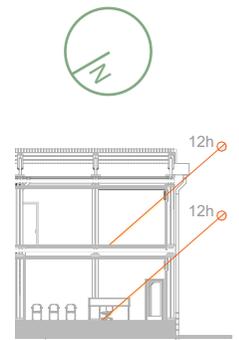
Corte X

Não foi considerados que-brassóis, devido a altura do peitoril das janelas, que não permitem a incidência directa da luz do sol.



Corte Y

No inverno, a incidência de luz solar, é menor que no verão.



Escala 1:400

Conforto Térmico

• Transmitância Térmica

A transmitância térmica, também conhecida como Valor U, é uma medida que indica o nível de isolamento térmico de uma superfície, calculada dividindo-se 1m^2 pela diferença de temperatura entre suas faces. (FRANCO, 2018).

• Resistência Térmica

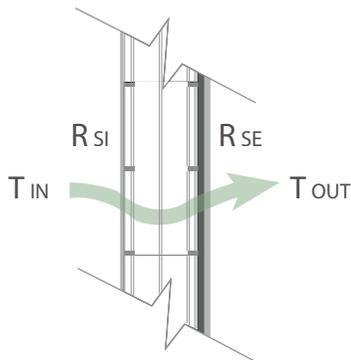
O Valor U é expresso em $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ e depende da resistência térmica de cada elemento da superfície, que por sua vez é determinada pela espessura e condutividade térmica de cada camada do material (FRANCO, 2018).

$$R = e / \lambda$$

Onde:

e = Espessura do Material (m)

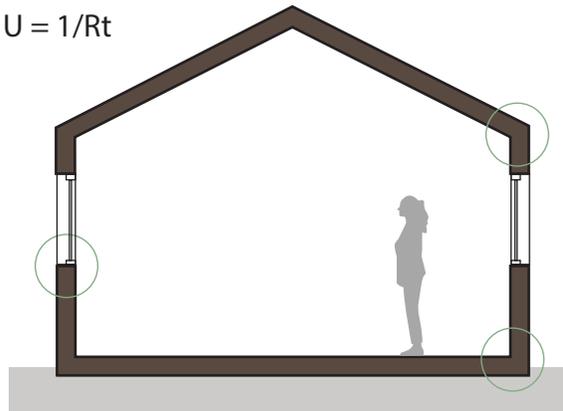
λ = Condutividade Térmica do Material ($\text{W}/\text{K}\cdot\text{m}$) (segundo cada material)



• Invólucro Térmico

O invólucro térmico de um edifício é a sua "pele", garantindo o conforto térmico e acústico internos. Ele inclui fechamentos opacos (paredes, pisos, tetos), elementos operáveis (portas, janelas) e pontes térmicas, pontos onde o calor passa mais facilmente devido à variações geométricas ou mudanças de materiais (FRANCO, 2018).

$$U = 1/R_t$$



Onde:

U = Transmitância Térmica ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)

R_t = Resistência Térmica Total do elemento composto por camadas ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).

A Transmitância Térmica é inversamente proporcional à Resistência Térmica (CON-NOR, 2024):

$$U = 1/R$$

$$R = 1/U$$



Tabela de Condutividade dos Materiais

Material	Condutividade (W/mK)
Chapa de Zinco	50
Painel Sanduínche	0.022
Bloco de cimento	0.91
Argamassa	1.15
Bambú	0.35
Betonilha com betão	1.25
Betão Armado	1.75
Isopor (EPS)	0.40

(Logacústica, 2022)

Cálculo do conforto térmico das Paredes

Parede Convencional

A parede convencional é composta por bloco de cimento vazado de 15 cm, junta e argamassa de 1.5 cm.

I. Resistência térmica

$R = e / \text{Conductividade térmica}$

$$R(\text{reboco}) = 0.015/1.15 = 0.013 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{bloco}) = 0.15/0.91=0.16 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{argamassa}) = 0.15/1.15=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{total}) = 0.013+0.16+0.13=0.30 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

II. Transmitância térmica

$$U = 1/R$$

$$U = 1/0.30=3.33 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Parede do Edifício

A parede do edifício é composta por uma parede pré-fabricada com 15 cm de espessura, composta por betão armado (3cm de cada painel) e isopor (EPS - Poliestireno Expandido, com 9cm) e revestimento em esteira de bambú de 1 cm.

I. Resistência térmica

$R = e / \text{Conductividade térmica}$

$$R(\text{bambú}) = (0.01/0.35) = 0.03 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{isopor}) = (0.09/0.40) = 0.23 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{betão}) = (0.03/0.15)*2 = 0.40 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{total}) = 0.03 + 0.23 + 0.40 = 0.66 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

II. Transmitância térmica

$$U = 1/R$$

$$U = 1/0.66= 1.52 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Cálculo do conforto térmico dos pisos de pavimento

Piso Convencional

O convencional é de laje de betão armado de 15 cm e betonilha com superfície de cimento queimado de 3 cm.

I. Resistência térmica

$R = e / \text{Conductividade térmica}$

$$R(\text{betonilha}) = (0.03/1.25) = 0.024 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{betão armado}) = (0.15/1.75) = 0.085 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{total}) = 0.024 + 0.085 = 0.109 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

II. Transmitância térmica

$$U = 1/R$$

$$U = 1/0.109 = 9.17 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Cálculo do conforto térmico da Cobertura

Cobertura Convencional

A cobertura é composta por chapa de zinco galvanizada ondulada de 2.6 cm, asna em bambú de 8 cm e madre em bambú de 6 cm.

I. Resistência térmica

$R = e / \text{Conductividade térmica}$

$$R(\text{asna}) = (0.08/0.35) = 0.23 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{madre}) = (0.06/0.35) = 0.17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{chapa de zinco}) = (0.026/50) = 0.00052 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{total}) = 0.22 + 0.17 + 0.00052 = 0.192 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

II. Transmitância térmica

$$U = 1/R$$

$$U = 1/0.192 = 5.20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Cobertura com Pannel Sanduíche

A cobertura do edifício é composta pela Pannel Sanduíche de 6cm de espessura, madres e asnas de bambú com 6 e 8 cm respectivamente e, um tecto de pannel pré-fabricado (betão de 3cm de cada lado e com isolamento de isopor de 9cm).

I. Resistência térmica

$R = e / \text{Conductividade térmica}$

$$R(\text{p. sanduíche}) = (0.06/0.02) = 0.01 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{asna}) = (0.08/0.35) = 0.23 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{madre}) = (0.06/0.35) = 0.17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{isopor}) = (0.09/0.40) = 0.23 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{betão}) = (0.03/0.15)*2 = 0.40 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R(\text{total}) = 0.01 + 0.23 + 0.17 + 0.23 + 0.40 = 0.83 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

II. Transmitância térmica

$$U = 1/R$$

$$U = 1/0.83 = 1.20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Com estes resultados podem ser resumidos na seguinte tabela:

Comparação do conforto térmico entre diferentes materiais					
	Pisos	Paredes		Cobertura	
	Piso em laje	Alvenaria	Parede de Bambú	Chapa de Zinco	Pannel Sanduíche
Transmitância Térmica (U - W/m ² K)	9.17	3.33	1.52	5.20	1.20
Resistência Térmica (R - m ² ·K/W)	0.30	1.11	0.66	0.19	0.83

Conforto Acústico

• Absorção Sonora

A absorção sonora é a capacidade dos materiais de absorver parte do som que chega à sua superfície. Isso é medido pelo coeficiente de absorção sonora, variando de 0 à 1, onde 0 reflecte todo o som e 1 absorve completamente (AECWeb, 2023).

Fórmula:

$$AS = A \times \text{Coeficiente do material}$$

Onde:

A - é a área medida em m²;

AS - é a absorção sonora

• **Tempo de reverberação**

O tempo de reverberação é o período que o som leva para desaparecer em um espaço fechado após a fonte sonora parar de emitir som. Quanto maior o tempo de reverberação, mais o som permanece, criando uma sensação de "eco". Um tempo de reverberação mais curto resulta em menos som no ambiente, proporcionando uma sensação mais "seca" (AECWeb, 2023).

Fórmula:

$$Tr = (K \times V)/AS$$

Onde:

- Tr - é o tempo de reverberação , medida em segundos (s);
- K - é uma constante = 0.1608;
- V - Volume do ambiente, medida em m³
- AS - Absorção sonora

• **Cálculo do conforto acústico**

Condicionantes

Para calcular a absorção sonora e o tempo de reverberação é necessário ter em conta os seguintes dados:

- O volume do ambiente;
- As áreas de todas superfícies do ambiente;
- E por último, deve-se consultar os coefici

entes de absorção sonora dos materiais.

$$Tr = (K \times V)/AS$$

Ambiente a ser estudado: Sala de Eventos

Condicionantes	
Coeficiente das janelas	1
Coeficiente da cobertura	0.03
Coeficiente de piso de bambú	0.05
Coeficiente de piso de betão	0.01
Coeficiente da parede de bambú	0.10
Coeficiente da parede de alvenaria	0.03

(Logacústica, 2023)

Cálculo do conforto acústico em moradia convencional

Absorção sonora

$$AS = A \times \text{Coeficiente do material}$$

Superfície	Área (m ²)	Coeficiente	Absorção sonora
Paredes	175.57	0.03	5.26
Janelas	15.00	1	15.00
Piso	130.30	0.01	1.30
Cobertura	130.30	0.03	3.91
Absorção Total			25.50

Tempo de reverberação

$$Tr = (K \times V)/AS$$

$$Tr = (0.1608 \times 521.20)/25.50$$

$$Tr = 3.29s$$

Cálculo do conforto acústico do projecto

Absorção sonora

$$AS = A \times \text{Coeficiente do material}$$

Superfície	Área	Coeficiente	Absorção sonora
Paredes	160.41	0.03	4.81
Janelas	12.22	1	15.00
Piso	114.71	0.05	5.74
Cobertura	114.71	0.03	3.44
Absorção Total			26.21

Tempo de reverberação

$$Tr = (K \times V)/AS$$

$$Tr = (0.1608 \times 400.57)/26.21$$

$$Tr = 2.46s$$

Conclusão:

A construção em bambú absorve mais som do que a construção convencional, mas em contrapartida, este desaparece no espaço com mais rapidez no primeiro caso.

	Convencional	Projecto
Absorção Sonora	25.50	26.21
Tempo de reverberação	3.29 s	2.46 s

Orçamento

Item	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	TOTAL (MZN)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Limpeza do Terreno e remoção de possíveis detritos	m ²	2,356.22	150.00	353,433.00
1.2	Implantação da obra	m ²	1,786.86	200.00	357,372.00
1.3	Montagem de cangalho em todo o perímetro da obra e todos trabalhos complementares	ml	177.79	400.00	71,116.00
	Subtotal 1				781,921.00
2	MOVIMENTO DE TERRAS				
2.1	Abertura de caboucos para as fundações dos edifício, incluindo remoção de possíveis raízes existentes no local.	m ³	685.04	900.00	616,536.00
2.2	Regularização do leito de fundações incluindo rega e compactação do leito	m ³	68.50	500.00	34,250.00
2.3	Fornecimento de aterro em caixas de fundações dos edifícios até altura desejada (pavimento) com uso de solos provenientes das escavações em camadas bem regadas e compactadas.	m ³	600.95	1800.00	1,081,710.00
2.4	Colocação do enrocamento 3/4, de 20cm	m ³	400.63	2,300.20	921,529.13
2.5	F/A de tela dupla pvc no pavimento	m ²	1,316.12	600.00	790,872.00
	Subtotal 2				3,444,897.13
3	BETÕES, AÇOS E COFRAGEM				
3.1	Betão de limpeza B15 de 5cm para o leito da fundação	m ³	60.00	1,200.36	72,021.60
3.2	Betão B25 em sapatas	m ³	35.02	7,400.00	259,148.00
3.3	Betão B25 em laje de pavimento térreo, numa espessura de 10cm	m ³	350.04	7,600.00	2,660,304.00
3.4	Betão B25 em laje de cobertura	m ³	550.08	11,000.00	6,050,880.00
3.5	Betão B25 para as paredes dos elevadores	m ³	80.04	11,000.00	880,440.00
3.6	Pinos de fixação	un	1,200.00	1,200.00	1,440,000.00
3.7	Aço galvanizado encastrado na sapata	un	900.00	800.00	720,000.00
3.8	Pilar em bambú de 12 cm de diâmetro (150mts por cada 5m)	ml	83,160.00	-	99,360.00
3.9	Vigas em bambú de 12cm de diâmetro (150mts por cada 5m)	ml	98,852.00	-	128,418.00
3.10	Bambú de 10cm de diâmetro para escadas	ml	106.08	-	6,364.00
3.11	Aquisição e montagem de elevador	un	1.00	1,200,000.00	1,200,000.00
	Subtotal 3				13,516,935.60
4	COBERTURA				
4.1	Assentamento da cobertura em chapas de zinco onduladas	m ²	1,511.29	3,500.00	5,289,515.00
4.2	Estrutura de cobertura em canas de bambú 5cm de diâmetro	ml	1,357.90	200.00	271,580.00
4.3	Caleira metálica de zinco de 1,60 mm de espessura e 1250 mm de desenvolvimento	ml	38.00	1,820.03	69,161.14

Item	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	TOTAL (MZN)
	Subtotal 4				5,630,256.14
5	ALVENARIAS				
5.1	Betão pré-fabricado para a parede	m ³	600.00	20,000.00	12,000,000.00
5.2	Esteira de bambú para o tecto	m ²	2,277.62	350.00	797,167.00
	Subtotal 5				12,797,167.00
6	CAIXILHARIA				
6.1	Colocação de janelas incluindo seus aros e seus elementos	un	53.00	5,200.00	291,500.00
6.2	Colocação de janelas com blocos de vidro incluindo seus aros e seus elementos	un	10.00	6,200.00	62,000.00
6.3	Colocação de portas duplas externas incluindo seus aros e seus elementos	un	2.00	5,800.00	11,600.00
6.4	Colocação de portas simples externas incluindo seus aros e seus elementos	un	3.00	3,800.00	11,400.00
6.5	Colocação de portas duplas internas incluindo seus aros e seus elementos	un	1.00	5,700.00	5,700.00
6.6	Colocação de portas simples internas incluindo seus aros e seus elementos	un	14.00	3,500.00	49,000.00
	Subtotal 6				431,200.00
7	REVESTIMENTOS				
7.1	Pintura em tecto a duas demãos em PVA sobre uma demão de primário, de cor branca	m ²	6,300.00	400.00	2,520,000.00
7.2	Assentamento de tijoleira (Geral), incluindo cimento cola e todos os trabalhos e acessórios	m ²	2,344.93	1,875.5	4,396,743.75
7.3	Assentamento de tijoleira (WC), incluindo cimento cola e todos os trabalhos e acessórios	m ²	74.92	1,875.5	140,475.00
7.4	Assentamento de tijoleira (Copa), incluindo cimento cola e todos os trabalhos e acessórios	m ²	11.49	1,875.5	21,543.75
7.5	Montagem de azulejos (Copa), incluindo cimento cola e todos os trabalhos e seus acessórios	m ²	48.36	1,111.12	53,733.76
7.6	Montagem de azulejos (WC), incluindo cimento cola e todos os trabalhos e seus acessórios	m ²	276.18	1,111.12	306,869.12
	Subtotal 7				7,439,365.38
8	HIDRÁULICA				
8.1	Assentamento de sanita de porcelana branca, incluindo todos os seus acessórios	un	6.00	1,000.00	6,000.00
8.2	Colocação de urinol de porcelana branca, incluindo todos os seus acessórios	un	4.00	1,000.00	4,000.00
8.3	Colocação de lavatório duplo, incluindo todos os seus acessórios	un	4.00	27,000.00	108,000.00
8.4	Colocação de lavatório duplo, incluindo todos os seus acessórios	un	2.00	20,000.00	40,000.00
	Subtotal 8				158,000.00
			Subtotal sem IVA		44 199 742.25 MZN
			IVA 16%		7 071 958.76 MZN
			TOTAL		51 271 701.01 MZN



CONCLUSÃO

Após pesquisa bibliográfica, análise espacial, levantamento de dados e entrevistas, novas técnicas foram identificadas para reabilitar o Jardim Zoológico de Maputo, atualmente em avançado estado de degradação, fazendo uso do bambu. Originária da Ásia, essa planta gramínea lenhosa apresenta versatilidade na construção civil devido à sua resistência comparável à do betão, durabilidade e flexibilidade. Sua rápida regeneração a torna uma fonte renovável com baixo impacto ambiental e potencialmente baixo custo quando integrada a uma cadeia de produção, distribuição e mão-de-obra especializada.

Com o intuito de impulsionar o turismo local, foi elaborada uma proposta de reestruturação do jardim, incluindo o redimensionamento das áreas para diferentes grupos de animais, visando equilibrar o conforto animal com a segurança dos visitantes. Esta proposta contempla a construção do Novo Museu do Jardim Zoológico, onde foram demonstradas aplicações de tecnologias de bambu, tornando-o uma referência educacional, cultural e ambiental.

Para restaurar o status de atração turística ecológica, as técnicas com bambu são consideradas uma excelente solução, apesar de serem subvalorizadas em Moçambique devido à falta de conhecimento. Para sua implementação eficaz, são necessários investimentos em produção local em grande escala, legislação adequada para seu uso e capacitação da mão-de-obra.

RECOMENDAÇÕES

Para introduzir a construção em Bambú no nosso país, tendo em conta que ainda não é cultivado, deve se ter conta o seguinte:

- Importar espécies adequadas para construção, como Guadua ou Bambusa vulgaris;
- Estabelecer parcerias com fornecedores confiáveis que garantam a qualidade e o tratamento adequado do bambú;
- Oferecer capacitação e treinamento para arquitectos, engenheiros trabalhadores da construção civil sobre as técnicas de construção com bambú.
- Colaborar com autoridades locais para desenvolver regulamentos específicos para a construção com bambú.
- Certificar que as práticas de construção com bambú cumpram os padrões de segurança e qualidade.
- Investir em pesquisa para adaptar as técnicas de construção com bambú às condições climáticas e ambientais locais e como solução a longo prazo.
- Realizar campanhas de sensibilização para promover as vantagens do bambú como material de construção sustentável.
- Buscar apoio governamental e incentivos para projectos de construção que promovam o uso do bambú como alternativa sustentável madeira e outros materiais de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jardim Zoológico

- The Editors of Encyclopaedia Britannica. Zoo - Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/zoo>. Acedido à 19.10.2023.
- DE ANDRADE, André. Como ocorre a proteção animal em legislações internacionais – EUA, União Europeia e China - Jusbrasil, 2015. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/como-o-ocorre-a-protecao-animal-em-legislacoes-internacionais-eua-uniao-europeia-e-china/245508154>. Acedido à 30.10.2023.
- Joburg Zoo Website. Disponível em: <https://www.jhbcitypark-sandzoo.com/services-facilities/zoo/about>. Acedido à 30.10.2023.
- Guidelines on minimum dimension of enclosures for housing animals of different species in Zoos. Central Zoo Authority. Índia. 2012. Equipe editorial de Conceito.de. (13 de Março de 2017). Atualizado em 23 de Dezembro de 2022. Zoológico - O que é, conceito e definição. Conceito.de. <https://conceito.de/zoologico>.
Wikipedia, the free encyclopedia (12 de Setembro de 2011). Evolution of zoos. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Evolution_of_zoos.jpg, acedido à 01.11.2023
- MORAES, D. A PREOCUPAÇÃO COM OS ANIMAIS AO REDOR DO MUNDO E A SUA REPERCUSSÃO NO BRASIL. Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8, nr.03, mar. 2022. Disponível em: https://www.academiad.edu/78216559/A_Preocupacao%3A7%3A3o_Com_Os_Animais_Ao_Redor_Do_Mundo_e_a_Sua_Repercussao%3A3o_No_Brasil. Acedido à 14.11.2023.

Bambú

- BOTÃO, P. e UAILA, K. Seminário Assamba, Maputo, Moçambique, Outubro de 2023.
- J. Pessoa, O uso do bambú como material estrutural na construção civil – Revista Principia, 2021. AMEDE, E. A. et al., A Review of Codes and Standards for Bamboo Structural Design. HINDAWI. Advances in Materials Science and Engineering. Volume 2021.
- Bambu: uma opção rentável em fase de implementação no Brasil - LIPPEL. Disponível em: <https://www.lippel.com.br/noticias/bambu-uma-opcao-rentavel-em-fase-de-implementacao-no-brasil/>. Acedido à 03.10.2023.
- Qual a Origem do Bambu e Como é Utilizado no Dia a Dia - Origem das coisas, 2022. Disponível em: <https://origemdascoisas.com.br/origem-do-bambu/>. Acedido à 03.10.2023.
- AGUILAR, L. MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ. Factoría Habana, 2019.
- DOS SANTOS, C., A POTENCIALIDADE DO BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/60378/3/2021_tcc_crbsantos.pdf. Acedido à Outubro de 2023.
- "Energy Efficient Bamboo House / Studio Cardenas Conscious Design" [Energy Efficient Bamboo House / Studio Cardenas Conscious Design] 13 Apr 2017. ArchDaily. Accessed 10 Mar 2024. <<https://www.archdaily.com/868926/energy-efficient-bamboo-house-studio-cardenas-conscious-design>> ISSN 0719-8884
- "Butterfly House / Feldman Architecture" 15 Jul 2014. ArchDaily. Accessed 11 Mar 2024. <<https://www.archdaily.com/524830/but>

terfly-house-feldman-architecture> ISSN 0719-8884

- WATANABE, R. Cálculo de calha do telhado - ROBERTO WATANABE. 15.02.2023. Disponível em: <https://robertowatanabe.com.br/calculo-de-calha-do-telhado/>. Acedido à 03.03.2024
- "Community Sewing Workshop Amairis / ruta 4 taller" [Taller de costura comunitario Amairis / ruta 4 taller] 16 Mar 2020. ArchDaily. Accessed 11 Mar 2024. <<https://www.archdaily.com/935533/community-sewing-workshop-amairis-ruta-arquitectura>> ISSN 0719-8884.
- Types of bamboo used for building - Gradua Bamboo. Disponível em: <https://www.guadubamboo.com/blog/types-of-bamboo-used-for-building>. Acedido à 23.03.2024

Conforto Térmico e Acústico

- FRANCO, J. Como calcular a transmitância térmica (valor U) na envoltória de um edifício? - Archdaily (2018). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/899167/como-calcul-a-transmitancia-termica-valor-u-na-envoltoria-de-um-edificio>. Acedido à 27.03.2024.
- Coeficientes de absorção sonora - Logacústica (2022). Disponível em: <https://logacustica.com/coeficientes-de-absorcao-sonora/>. Acedido à 27.03.2024.
- CONNOR, N. O que é resistência térmica – Resistividade térmica – Definição (2024). Disponível em: <https://www.thermal-engineering.org/pt-br/o-que-e-resistencia-termica-resistividade-termica-definicao/>. Acedido à 27.03.2024.



- Bórax - Também conhecido como borato de sódio ou tetraborato de sódio, é um mineral alcalino derivado da mistura de um sal hidratado de sódio e ácido bórico. Facilmente solúvel em água, é frequentemente formado na natureza como evaporito. Por isso é encontrado na forma de pequenos cristais agrupados facilmente friável, com aparência de um pó esbranquiçado.
- Conservação Holística - Quando entendemos que qualquer prática de um sistema conservacionista é dependente de um todo, e cada uma acaba influenciando sua totalidade, podemos afirmar que se trata de um conservacionismo holístico.
- Diorama - exposição tridimensional, muitas vezes em escala miniatura, frequentemente alojada em um cubículo e vista através de uma abertura. Geralmente consiste em um pano traseiro plano ou curvo sobre o qual é montada uma pintura ou fotografia cênica.
- Jardim Zoológico - também chamado de zoológico ou simplesmente zoo, é um local específico para se manter animais selvagens que podem ser exibidos ao público. Os zoológicos possuem vários objectivos, dentre os quais estão o lazer, a pesquisa, a preservação e educação ambiental.
- Menagerie - é uma palavra francesa para designar um estabelecimento histórico, de luxo e de curiosidade, para manter e apresentar animais selvagens e exóticos vivos em cativeiro, podendo ser considerado o predecessor dos jardins zoológicos modernos.
- Parque Ecológico - Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável que tem como objetivo conservar amostras dos ecossistemas naturais, propiciar a recuperação dos recursos hídricos e recuperar áreas degradadas, promovendo sua revegetação com espécies nativas; Os animais têm um estilo de vida livre em seu habitat natural.
- PVA - Acetato de Polivinilo é um polímero sintético, insípido e inodoro da família dos ésteres polivinílicos. Por isso, é muito utilizado na indústria para a produção de cola de madeira, tinta, materiais de construção, etc.
- PVC - Policloreto de vinila, mais conhecido pelo acrónimo PVC (da sua designação em inglês Polyvinyl chloride) é um dos polímeros sintéticos de plástico mais produzidos no mundo, com uma vasta possibilidade de aplicações, principalmente na construção civil, moda e medicina.
- Renovação urbana - Esta intervenção consiste na reabilitação, mas ocorre também uma transformação ligeira da malha urbana para introduzir aspectos que podem garantir o seu bom funcionamento face a demanda actual. Por exemplo: podem ser removidos alguns edifícios para dar lugar a um espaço público. Assim a renovação urbana vai se distinguir da reabilitação urbana por trazer novos conteúdos na malha urbana. Contudo na renovação urbana a área mantém a sua categoria urbanística.
- Santuários - locais sem fins lucrativos onde animais são reabilitados após serem vítimas de maus-tratos e exploração em circos ou no tráfico. Eles são tratados e, na maioria dos casos, reintroduzidos na natureza.
- Taxonomia - ramo da biologia responsável pela identificação e classificação de todos os animais e plantas que habitam a Terra, com base nas diferentes características que estes partilham entre si.
- Osmose - É o processo em que a água move-se, sem gasto de energia pela célula, do meio menos concentrado para o mais concentrado através de uma membrana selectivamente permeável.

