

U●E●M - F●A●P●F

TCC 2023-2024  
TECNOLOGIA

## CONSTRUÍNDO RESILIÊNCIA À CICLONES:

- HABITAÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA AS VÍTIMAS DOS DESASTRES

**Candidata:** Cássia da Graça António Uamusse

**Supervisor:** Mohamad Arif Mussagi, Arq.º

Maputo, Abril de 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ARQUITECTURA E PLANEAMENTO FÍSICO**  
Licenciatura em Arquitectura e Planeamento Físico

Trabalho de Culminação de Curso  
Linha Temática: Tecnologia

## **CONSTRUÍNDO RESILIÊNCIA À CICLONES:**

- HABITAÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA AS VÍTIMAS DOS DESASTRES

Candidata: Cássia da Graça António Uamusse  
Supervisor: Arq.º Mohamad Arif Mussagi

Maputo, Abril de 2024

## Declaração

Declaro que este conteúdo nunca foi apresentado para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu labor individual.

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

---

**(Cássia Uamusse)**

## Termo de Aprovação

Cássia da Graça António Uamusse

**Construído Resiliência a Ciclones: Habitações sustentáveis para as vítimas dos desastres.**


Monografia submetida ao Júri, designado pela Coordenação do TCC da Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Arquitectura e Planeamento Físico.

Monografia aprovada em: Maputo, 17 de Maio de 2024.

Por:



Mestre Mohamad Arif Mussagi, Arq.



Lic. Mercília Lombe, Arq.



Lic. António Simão Júnior, Arq.





# Termo de Aprovação

**Cássia da Graça António Uamusse**

## **CONSTRUÍNDO RESILIÊNCIA À CICLONES: Habitações Sustentáveis Para as Vítimas dos Desastres**

Trabalho de Culminação de Curso submetido ao Júri, designada pelo Reitor da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de licenciatura em Arquitectura e Planeamento Físico.

Trabalho de Culminação de Curso aprovado em: Maputo, 30 de Abril de 2024.

Por:

---

Lic. Arif Mussagi, Arq.  
Universidade Eduardo Mondlane

---

Lic. António Simão Jr. , Arq.  
Universidade Eduardo Mondlane

---

Lic. Mercília Lombe, Arq.  
Universidade Eduardo Mondlane

## Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e força, por guiar meus passos durante toda a jornada acadêmica e por me conceder saúde e discernimento alcançar este importante objectivo.

Ao meu pai, **António Uamusse** (em memória), que sempre me inspirou com sua perseverança, dedicação e exemplo de vida. Sua presença, mesmo ausente, me impulsionou a seguir meus sonhos e lutar por meus objectivos.

À minha mãe, **Ana Uamusse**, meu porto seguro e fonte de amor incondicional. Agradeço por seu apoio incansável, incentivo e por acreditar sempre em meu potencial.

Aos meus irmãos, **Chelsea e Kelvin Uamusse** pelo companheirismo, amizade e apoio durante toda a minha vida. Por sempre torcerem por minhas conquistas. Vocês são a minha base.

Aos meus amigos Kevin Muzuana, Blaundícia Blaunde, Áulio Macuacua, Fernando Cavele e principalmente à minha melhor amiga **Belise Irakoze**, por toda a amizade, companheirismo e momentos de alegria compartilhados. Agradeço por tornarem essa jornada mais leve e prazerosa.

Ao **Alves Gerson**, por cada palavra de incentivo, pela constante presença nos momentos de dificuldade e por todo amor.

Ao meu orientador, **Arif Mussagi**, agradeço pela orientação, paciência, dedicação e pelos valiosos ensinamentos que me proporcionaram um crescimento profissional e pessoal. Sua expertise e apoio foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos demais professores, pela transmissão de conhecimento, pelos desafios e oportunidades de aprendizado ao longo da minha formação.

Agradeço também a todos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a minha formação e para a realização deste trabalho. Agradeço a todos que acreditaram em mim, que me incentivaram e que me apoiaram durante essa jornada.

**"A arquitetura só é considerada completa com a intervenção do ser humano que a experimenta."**

**-Tadao Ando**



## RESUMO

Moçambique é um país tropical, localizado na costa da África Austral, altamente vulnerável aos impactos dos ciclones e ventos fortes, que causam anualmente grandes danos às infraestruturas e à população. A construção de habitações sustentáveis e resilientes a estes fenómenos é uma prioridade para o país, de forma a reduzir o risco de desastres e melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Este trabalho tem em vista analisar as principais características das habitações sustentáveis e resilientes, incluindo a sua localização, design, materiais e tecnologias. Também examinar os desafios e oportunidades para a implementação dessas habitações em Moçambique, que podem ajudar a reduzir o impacto desses eventos, proporcionando um habitat seguro e confortável para as pessoas.

Assim, o trabalho pode contribuir para o conhecimento sobre a construção de habitações sustentáveis e resilientes a ciclones e ventos fortes em Moçambique., trazendo resultados que fornecem orientações valiosas para os profissionais envolvidos na construção e reabilitação de habitações no país.

Além disso, o trabalho destaca a importância da sustentabilidade e da resiliência na construção de habitações em Moçambique.

**Palavras-chave:** Habitações; Sustentabilidade; Resiliência; Ciclones; Aceitabilidade; Vulnerabilidade.



Mozambique is a tropical country, located on the coast of Southern Africa, highly vulnerable to the impacts of cyclones and strong winds, which annually cause major damage to infrastructure and the population. The construction of sustainable housing that is resilient to these phenomena is a priority for the country, in order to reduce the risk of disasters and improve people's quality of life.

This work aims to analyze the main characteristics of sustainable and resilient housings, including their location, design, materials and technologies. Also examine the challenges and opportunities for implementing these housings in Mozambique, which can help reduce the impact of these events by providing a safe and comfortable habitat for people.

Thus, the work can contribute to knowledge about the construction of sustainable housing that is resilient to cyclones and strong winds in Mozambique, bringing results that provide valuable guidance for professionals involved in the construction and rehabilitation of housing in the country.

Furthermore, the work highlights the importance of sustainability and resilience in housing construction in Mozambique.

**Keywords:** Housing; Sustainability; Resilience; Cyclones; Acceptability; Vulnerability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Mapa de zoneamento ciclónico	03	Figura 23- Fundação	14
Figura 2-Mapa de zoneamento sísmico	03	Figura 24- Paredes	14
Figura 3- Principais efeitos dos ciclones nas construções	04	Figura 25- Reboco	14
Figura 4-Destruição causada pelo ciclone Idai-Sofala	04	Figura 26- Pintura	14
Figura 5-Destruição causada pelo ciclone Idai-Sofala	04	Figura 27- Planta	14
Figura 6-Efeitos do ciclone Freddy - Inhambane	04	Figura 28- Corte	14
Figura 7-Destruição causada pelo ciclone Freddy - Inhambane	04	Figura 29- Materiais	14
Figura 8-Destruição causada pelo ciclone Kenneth-Cabo Delgado	04	Figura 30- Pátio	15
Figura 9-Efeitos do ciclone Gombe-Nampula	04	Figura 31- Vista Frontal	15
Figura 10- Resiliência	07	Figura 32- Planta	15
Figura 11- Sustentabilidade	07	Figura 33- Vista Lateral	15
Figura 12- Arquitectura Resiliente	08	Figura 34- Corte	15
Figura 13- Arquitectura Sustentável	08	Figura 35- Interior do corredor	15
Figura 14 -Tornado	09	Figura 36- Vista Posterior	15
Figura 15 - Ciclone	09	Figura 37- Vista de cima	15
Figura 16- Principais vulnerabilidades das construções	11	Figura 38- Vista	16
Figura 17- Premissas para uma construção resiliente	11	Figura 39- Reboco	16
Figura 18- Formas mais adequadas para os edifícios	12	Figura 40- Caixilharias	16
Figura 19- Formas mais adequadas para as coberturas dos edifícios	12	Figura 41- Fundação	16
Figura 20- Fundações mais adequadas para os edifícios	13	Figura 42- Paredes	16
Figura 21- Portas e Janelas	13	Figura 43- Planta de piso	16
Figura 22- Portas e Janelas	13	Figura 44- Planta de Cobertura	16

Figura 45- Cortes	16
Figura 46- Corte	16
Figura 47- Alçados	16
Figura 48- Construção em superadobe	18
Figura 49- Sacos de rafia	19
Figura 50- Terra argilo-arenosa	20
Figura 51- Terra siltosa	20
Figura 52- Moçambique	26
Figura 53- Província de Inhambane	26
Figura 54- Distrito de Vilankulos	26
Figura 55- Casa de caniço	26
Figura 56- Casa de Chapas de Zinco	26
Figura 57- Traço do adobe para os sacos	27
Figura 58- Traço do adobe	27
Figura 59- Premissa 1	28
Figura 60- Premissa 2	28
Figura 61- Premissa 3	28
Figura 62- Fundação	44
Figura 63- Pavimento	44
Figura 64- Paredes	44
Figura 65- Paredes	45
Figura 66- Caixilharias	45

Figura 67- Revestimento	45
-------------------------	----

### LISTA DE DESENHOS

Desenho 01- Planta Mobilada	29
Desenho 02- Planta Cotada	30
Desenho 03- Alçado Frontal	31
Desenho 04- Alçado Posterior	32
Desenho 05- Alçado Lateral Direito	33
Desenho 06- Alçado Lateral Esquerdo	34
Desenho 07- Planta de Cobertura	35
Desenho 08- Corte Longitudinal AA'	37
Desenho 09- Corte Transversal BB'	38
Desenho 10- Corte Longitudinal CC'	39
Desenho 11- Detalhe da Fundação	40
Desenho 12- Detalhe da ligação entre parede e janela	41
Desenho 13- Parede	42
Desenho 14- Detalhe da Cobertura	43
Desenho 15- Etapas construtivas	46

### LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Classificação dos ciclones tropicais	09
Tabela 02- Estimativa de custos	47

# ESTRUTURA

01|

## DISPOSIÇÕES INICIAIS

Introdução  
Justificativa  
Problema  
Objectivos  
Metodologia

02|

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Enquadramento teórico  
Conceitos fundamentais

03|

## HABITAÇÃO RESILIENTE A CICLONES

Premissas para uma construção resiliente  
Medidas técnicas para construções resilientes  
Referências projectuais

04|

## MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

O superadobe  
Vantagens  
Conforto ambiental  
Desvantagens

05|

## O PROTÓTIPO

Área de intervenção  
Protótipo  
Técnicas construtivas  
Processo construtivo  
Custo

06|

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclusão  
Recomendações  
Referências bibliográficas

# DISPOSIÇÕES INICIAIS

## 01

1. INTRODUÇÃO
2. JUSTIFICATIVA
3. PROBLEMA
4. OBJETIVOS
5. METODOLOGIA



INTRODUÇÃO

Os ciclones tropicais, representam uma ameaça constante para as comunidades costeiras e insulares em todo o mundo. A fúria dos ciclones assola comunidades costeiras, deixando um rastro de devastação e sofrimento. Famílias perdem seus lares e meios de subsistência, mergulhando em um ciclo de vulnerabilidade e pobreza. Diante dessa realidade, surge a necessidade urgente de soluções habitacionais inovadoras e resilientes que possibilitem a reconstrução de vidas e comunidades.

Moçambique é um país que está localizado na costa sudeste da África e é frequentemente atingido por ciclones tropicais, que causam danos significativos à infraestrutura e às comunidades locais.

Por isso, pensar num projecto de habitações resilientes a ciclones é importante para ajudar a proteger as habitações e melhorar a qualidade de vida das populações vulneráveis que vivem em áreas propensas a tempestades tropicais.

O presente trabalho, pretende explorar o potencial da tecnologia na criação de habitações resilientes a ciclones, propondo soluções inovadoras e sustentáveis que atendam às necessidades específicas das comunidades afetadas, que visam contribuir para a redução da pobreza e promover a sustentabilidade ambiental.



As mudanças climáticas têm aumentando a frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos, como ciclones e furacões, tornando a necessidade de habitações resilientes a tais eventos uma questão global e urgente.

Moçambique, devido a sua fraca capacidade de resposta, ocupa a primeira posição no ranking mundial dos países mais vulneráveis a ciclones tropicais, e a quarta posição no ranking dos mais propensos, devido à sua localização geográfica. E tem um histórico de eventos climáticos extremos que causaram grande devastação no país. Portanto, desenvolver habitações resilientes a ciclones mostrar-se essencial para garantir a segurança das comunidades vulneráveis.

**Relevância:**

Este estudo é de grande relevância social e ambiental, pois busca soluções para um problema urgente e de grande impacto na vida de milhares de pessoas. As habitações resilientes podem contribuir para a redução do risco de desastres, a recuperação das comunidades afetadas e a construção de um futuro mais sustentável.

A construção de habitações resilientes a ciclones é crucial para reduzir o impacto social e econômico desses desastres, promovendo a segurança e o bem-estar das comunidades afetadas.

## PROBLEMA

Moçambique é um país situado na costa sudeste da África, frequentemente impactado por ciclones devastadores.

Nos últimos 5 anos, o país enfrentou diversos eventos climáticos extremos, com impactos devastadores na população e na economia.

Em 2019, os Ciclones Idai e Kenneth atingiram as regiões central e norte de Moçambique, causando centenas de mortes e deixando mais de um milhão de pessoas desabrigadas. Em 2023, a região sul foi atingida pelo ciclone Freddy, tendo sido o mais severo para fazer aterro.

Entre os principais problemas enfrentados pela população moçambicana em relação a esses eventos climáticos extremos, destacam-se as significativas perdas humanas e materiais, Falta de Abrigo e Acesso a Serviços Básicos. Pois, a maioria das habitações nas zonas rurais de Moçambique é construída com **materiais precários**, que não oferecem resistência suficiente aos ventos fortes e chuvas intensas dos ciclones, e não possuem as devidas **medidas de segurança**, tornando-as ainda mais vulneráveis aos desastres naturais.

Muitas casas estão localizadas em áreas de risco, como zonas baixas e próximas à costa, aumentando a suscetibilidade a inundações e outros impactos dos ciclones.

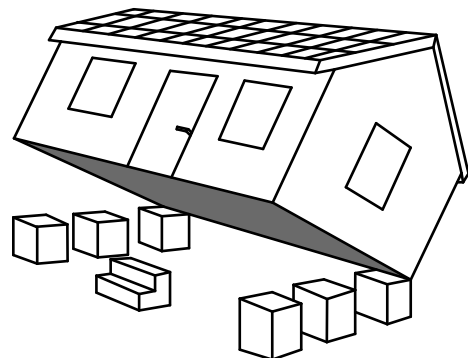


Fig.1-Mapa de zoneamento ciclónico  
Fonte: UN-HABITAT (<https://unhabitat.org/mozambique>)

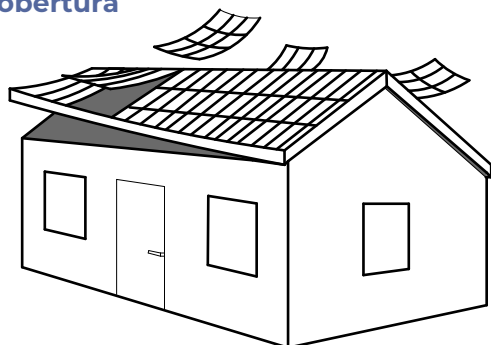


Fig.2-Mapa de zoneamento sísmico  
Fonte: UN-HABITAT (<https://unhabitat.org/mozambique>)

Falhas estruturais



Falhas na cobertura



Alagamento do edifício



Fig.3- Principais efeitos dos ciclones nas construções  
Fonte: Guide to dominica's houses standards (Modificado)



Fig.4-Destruição causada pelo ciclone Idai-Sofala  
Fonte: DW



Fig.5-Destruição causada pelo ciclone Idai-Sofala  
Fonte:https://observador.pt/



Fig.6-Efeitos do ciclone Freddy - Inhambane  
Fonte: DW



Fig.7-Destruição causada pelo ciclone Freddy - Inhambane  
Fonte: DW



Fig.8-Destruição causada pelo ciclone Kenneth - Cabo Delgado  
Fonte: DW



Fig.9-Efeitos do ciclone Gombé-Nampula  
Fonte: DW

## Geral

Desenvolver um conjunto de soluções tecnológicas para a construção de habitações resilientes a ciclones para as vítimas de desastres em Moçambique, considerando as necessidades e realidades socioeconômicas do país.

## Específicos

- Desenvolver soluções técnicas e tecnológicas para a construção de habitações resilientes a ciclones, incluindo materiais de construção resistentes, e sistemas de protecção contra ventos fortes e inundações.
- Melhorar o desempenho estrutural das construções, e promover a sustentabilidade ambiental na área da arquitetura.
- Reduzir a vulnerabilidade das comunidades locais aos ciclones e outros desastres naturais, aumentando a segurança e a resiliência das habitações.
- Minimizar o impacto económico causado por ciclones através da redução de custos de reconstrução a longo prazo.

## METODOLOGIA

A metodologia usada a fim de atingir os objectivos determinados para este trabalho, baseou-se nos seguintes procedimentos e técnicas:





## 02

1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO
2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS



## EQUADRAMENTO TEÓRICO

A última década foi a mais quente da história da humanidade. Incêndios e inundações, **ciclones** e furacões são cada vez mais o novo normal, e as emissões são 62% mais altas agora do que quando as negociações internacionais sobre o clima começaram em 1990.

Responsável por 38% do total das emissões globais de CO2 relacionadas com a energia, a indústria da construção terá um papel importante no cumprimento de nossa meta de limitar o aquecimento global a bem abaixo de 2 °C.

O novo relatório do PNUMA (Programa das nações Unidas para o Meio Ambiente), Um Guia Prático para Construções e Comunidades Resilientes ao Clima , mostra como edifícios e espaços comunitários podem ser construídos para aumentar a resiliência, especialmente em países em desenvolvimento,

onde os assentamentos são em grande parte autoconstruídos.

Nos últimos anos, os termos **resiliência** e **sustentabilidade** ganharam destaque no sector da arquitetura e construção. Essa crescente ênfase se deve a diversos factores interligados, que exigem uma mudança de paradigma na forma como projectamos e construímos.

A necessidade de construir edifícios mais resilientes e ecológicos é impulsionada por diversos fatores, desde as mudanças climáticas e a escassez de recursos até as demandas da sociedade e as regulamentações governamentais. A adoção de práticas sustentáveis e resilientes na construção é crucial para a proteção do meio ambiente, a mitigação das mudanças climáticas e a criação de um futuro mais sustentável para as próximas gerações.



Fig. 10- Resiliência



Fig. 11- Sustentabilidade



## CONCEITOS FUNDAMENTAIS

**Sustentabilidade-** É um conceito relacionado ao desenvolvimento sustentável, ou seja, formado por um conjunto de ideias, estratégias e demais atitudes ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente diversas.

**Arquitetura Sustentável-** É aquela que busca reduzir o impacto ambiental, otimizando o uso de recursos e reduzindo resíduos, a fim de trazer conforto e bem-estar para os usuários, em processos economicamente viáveis.

A Comissão de Brundtland define a **arquitetura sustentável** como: “Toda construção concebida...que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.” (WCED, 1987)



Fig. 12- Arquitetura Resiliente

**Resiliência-** Na física é a propriedade que alguns corpos apresentam de retornar à forma original após terem sido submetidos a uma deformação elástica. Na **arquitetura** é a capacidade de se adaptar às mudanças e resistir às adversidades sem perder a sua funcionalidade ou qualidade.

**Arquitetura resiliente-** é uma abordagem de design que visa criar sistemas que possam se adaptar a mudanças e resistir a falhas.

A definição de resiliência no campo do ambiente construído, é compreendida como a capacidade do ambiente absorver, adaptar-se e transformar-se de forma positiva ao enfrentar as mudanças impostas ao longo do tempo (PICKETT et al., 2014, GARCIA; VALE, 2017, ARAÚJO, 2020).



Fig. 13- Arquitetura Sustentável

## CONCEITOS FUNDAMENTAIS

**Ciclone-** Refere-se a um movimento de ar giratório que se apresenta em uma grande área, podendo deslocar-se de uma região para outra. Costuma apresentar ventos com velocidades iguais ou superiores a 120 km/h e é bastante destrutivo, pois atinge um grande número de áreas. Apresentam pressão menor que suas áreas vizinhas, gerados pela convergência dos ventos. São formados, principalmente, sobre os oceanos que se localizam em regiões tropicais.

**Tornado-** Também é um movimento de ar giratório, mas que se estabelece em uma área menor, embora se apresente em velocidades maiores, que giram em torno dos 500 km/h ou mais. O grau de destruição do tornado, nos pontos onde passa, é até maior que o do ciclone, porém atinge uma área mais restrita.



Fig. 14 -Tornado



Fig. 15 - Ciclone

Tufão e furacão são dois tipos de ciclones tropicais. A diferença entre eles é apenas a localização geográfica onde ocorrem.

**Furacão-** Forma-se no Oceano Atlântico ao norte, no Mar do Caribe, no Golfo do México e no Oceano Pacífico próximo ao litoral da América do Norte.

**Tufão-** Forma-se no Oceano Pacífico a leste da Linha Internacional de Data, próximo ao Japão, ao sul da Ásia e também na porção leste do Oceano Índico.

### Classificação

Os ciclones tropicais são classificados utilizando a escala Saffir-Simpson. O critério decisivo é a velocidade do vento.

Escala Saffir-Simpson	
Depressão tropical	< 61 km/h
Tempestade tropical	62 - 118 km/h
Categoria 1	119 - 153 km/h
Categoria 2	154 - 177 km/h
Categoria 3	178 - 208km/h
Categoria 4	209 - 251 km/h
Categoria 5	> 252 km/h

Tabela 1. Classificação dos ciclones tropicais  
 Fonte: <<https://www.dadosmundiais.com/ciclones.php>>

# 03

1. PREMISSAS PARA UMA CONSTRUÇÃO RESILIENTE
2. MEDIDAS TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÕES RESILIENTES
3. REFERÊNCIAS PROJECTUAIS



## PREMISSAS PARA UMA CONSTRUÇÃO RESILIENTE

A combinação de ventos, chuvas e ondas pode causar danos estruturais graves às construções, mesmo que sejam bem construídas. As habitações, em particular, são estruturas vulneráveis à força dos ciclones, e podem ser destruídas de diversas maneiras. A **vulnerabilidade** das construções perante a acção dos ventos em eventos extremos é reflectida essencialmente nos seguintes pontos:

- 01** Cobertura
- 02** Junção entre tecto e parede
- 03** Portas e janelas
- 04** Fundações

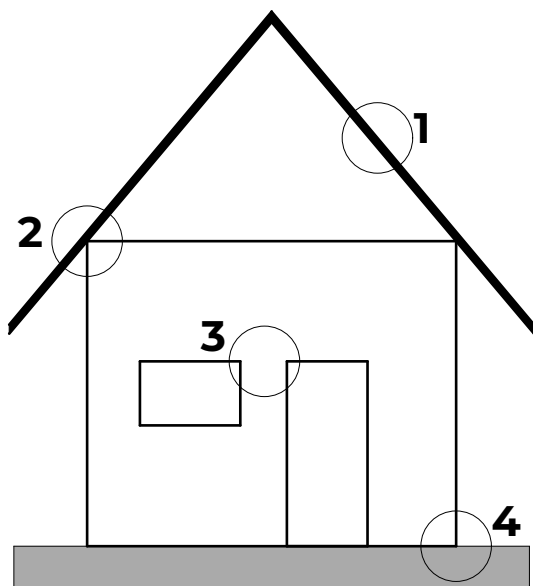


Fig. 16- Principais vulnerabilidades das construções  
Fonte: Construção contra os ventos (Modificado)

Segundo o **Guião de Construção de Habitação Resiliente** promovido pelo Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, uma habitação é considerada resiliente quando responde a 3 premissas principais:

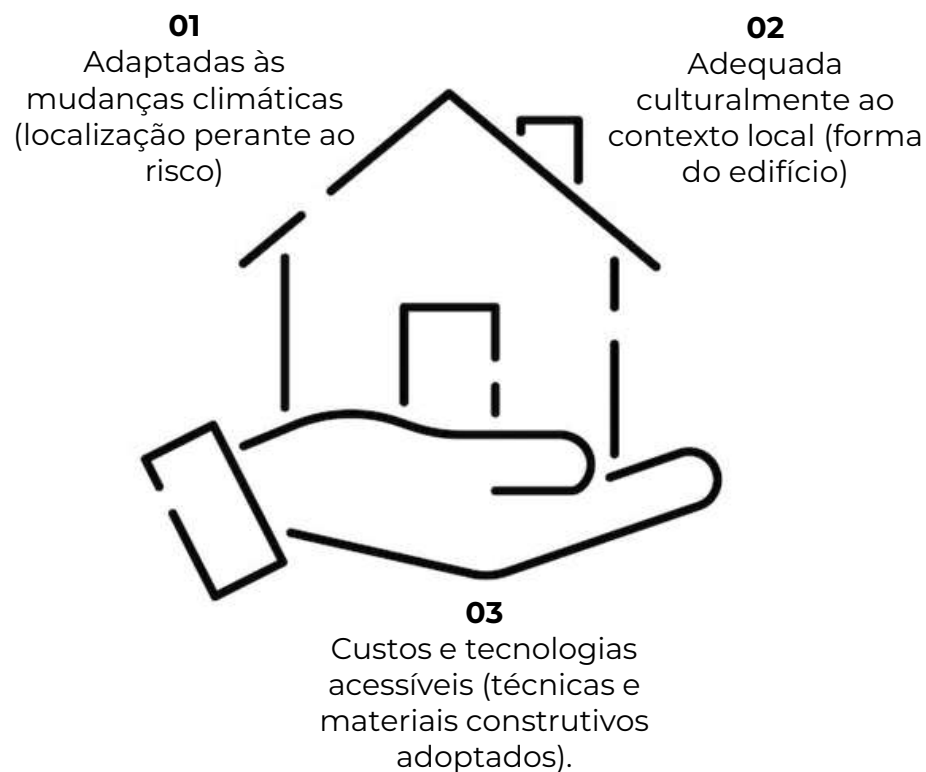


Fig. 17- Premissas para uma construção resiliente  
Fonte: Guião de construção de habitação resiliente (Modificado)

## CRITÉRIOS PARA UMA CONSTRUÇÃO RESILIENTE

De acordo com o Guião de Construção de Habitação Resiliente, a **Configuração**, as **Conexões estruturais** e os **Materiais de construção**, são princípios técnicos fundamentais que uma construção deve seguir para que seja capaz de resistir aos impactos provocados pelos eventos extremos. Estes, dividem-se nas seguintes medidas técnicas:

### Medida Técnica 01

É aconselhável a adopção de formas geométricas simples/simétricas pois, superfícies irregulares reduzem a resistência dos edifícios à força do vento.

As formas circular e quadrangular são as que oferecem maior resistência aos ciclones devido à distribuição mais uniforme das forças dos ventos e à maior rigidez estrutural. A forma rectangular só é recomendável; se o comprimento for igual ou inferior ao triplo da largura, isto é,  $C \leq 3L$ .

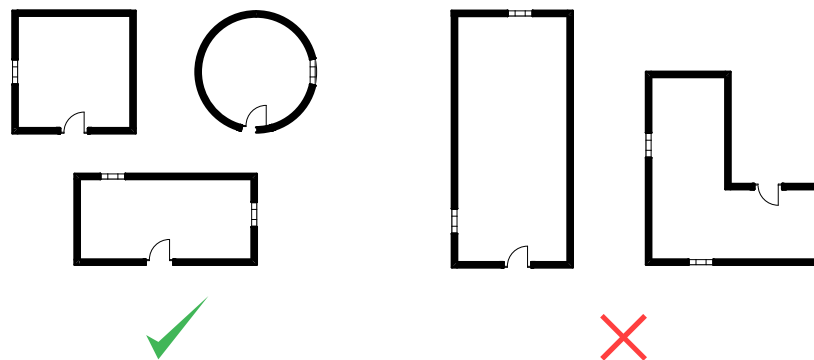


Fig. 18- Formas mais adequadas para os edifícios  
Fonte: Guião de construção de habitação resiliente (Modificado)

### Medida Técnica 02

Sendo a cobertura um dos pontos mais vulneráveis à força do vento, recomenda-se que seja de formas simétrica, cónica, quatro águas ou 2 águas com inclinação entre 30° a 45° para conferir maior resistência aos ciclones. Pois, por possuírem menor área superficial em relação a coberturas planas, demonstram maior eficiência estrutural e menor suscetibilidade ao levantamento.

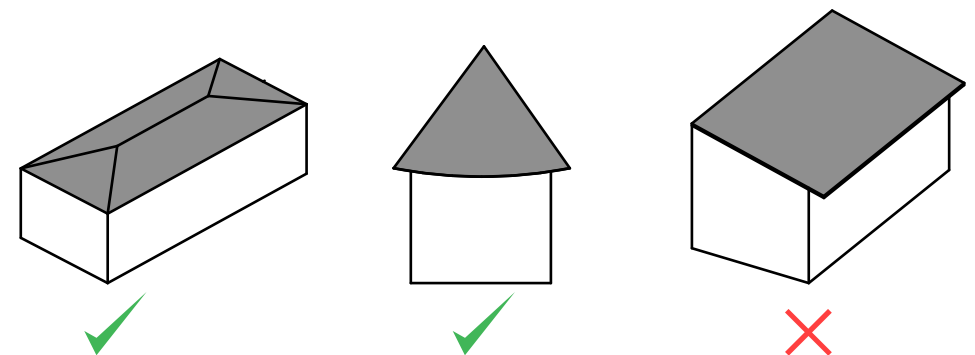


Fig. 19- Formas mais adequadas para as coberturas dos edifícios  
Fonte: Guião de construção de habitação resiliente (Modificado)

## CRITÉRIOS PARA UMA CONSTRUÇÃO RESILIENTE

### Medida Técnica 03

Recomenda-se que se projectem pavimentos elevados através duma plataforma (com cota superior ao nível de inundações) ou que se construa um anel de protecção a volta da casa que pode ser em blocos ou sacos enchidos com areia. (Guião de Construção de Habitação Resiliente, 2020)

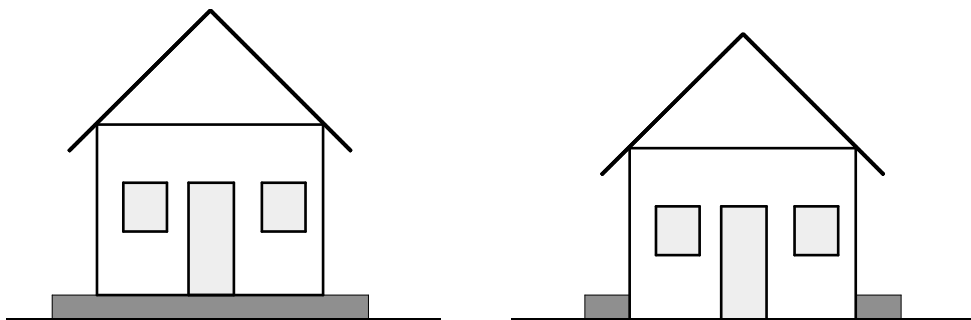


Fig. 20- Fundações mais adequadas para os edifícios  
Fonte: Guião de construção de habitação resiliente(Modificado)

### Medida Técnica 04

Sugere-se que janelas e portas sejam construídas com aberturas para fora. Assim, a acção do vento não faz pressão para o interior, não deixando o vento entrar.

É importante fazer aberturas opostas para permitir a passagem do vento, evitando que o mesmo, ao entrar nas casa, aumente a pressão do vento.

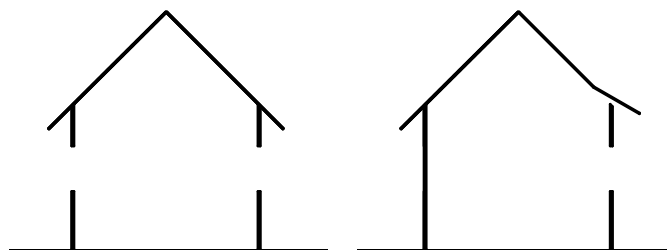


Fig. 21- Portas e Janelas  
Fonte: Construir com os ventos(Modificado)

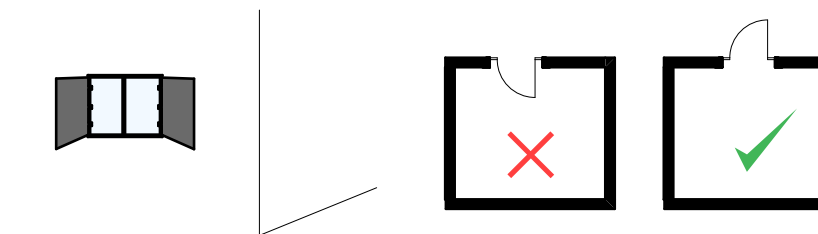


Fig. 22- Portas e Janelas  
Fonte: Guião de construção de habitação resiliente(Modificado)



## REFERÊNCIAS PROJECTUAIS

Localização: Maasai Village,  
Tanzania

Ano de construção: 2016

### Old Habits, New Ideas

Área Construída: 31 m<sup>2</sup>

Este projecto foi concebido para um povoado Maasai, no norte da Tanzânia, como resposta morfológica à necessidade imposta de assentar-se, utilizando materiais sustentáveis, locais e acessíveis, para redefinir sua cultura de construção.

O projecto é construído através de uma série de sacos de terra e garrafas de vidro que, além de conformar espaços privados e confortáveis, permitem uma construção rápida e fácil.

Essa forma de construção não só apresenta um material mais sustentável, mas também oferece um conforto adicional às condições de vida devido à sua massa térmica.

A construção com sacos de terra se adapta perfeitamente ao projecto de unidades circulares, já que não requer apoios laterais. Os móveis foram incorporados na estrutura e as garrafas de vidro foram utilizadas para permitir a entrada de luz no interior.



Fig. 23- Fundação (Fonte: Archdaily)



Fig. 24- Paredes (Fonte: Archdaily)



Fig. 25- Reboco (Fonte: Archdaily)



Fig. 26- Pintura (Fonte: Archdaily)

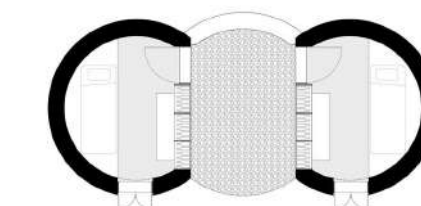


Fig. 27- Planta (Fonte: Archdaily)

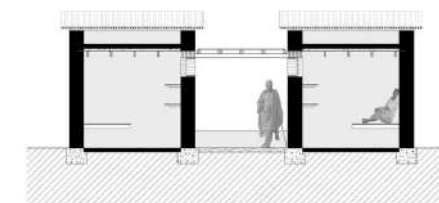


Fig. 28- Corte (Fonte: Archdaily)

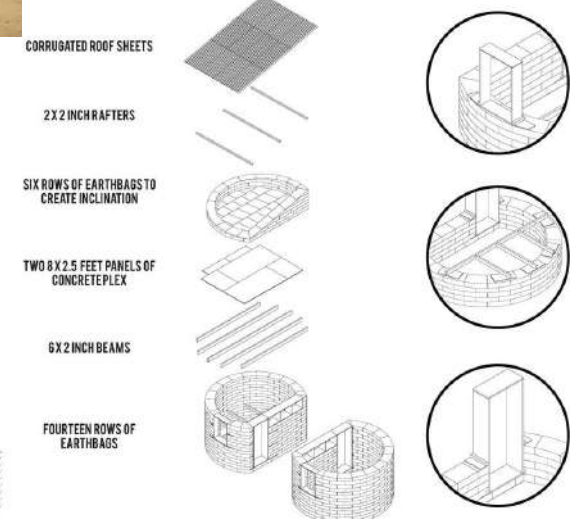


Fig. 29- Materiais (Fonte: Archdaily)

## REFERÊNCIAS PROJECTUAIS

Função: Centro Comunitário

Localização: Ilha Hormuz, Irão

Arquitectos: ZAV Architects

Área : 300 m<sup>2</sup>

Ano de construção: 2017

O centro Cultural é um edifício e espaço urbano ao mesmo tempo, onde as pessoas podem caminhar sobre sua cobertura. Para a sua construção, a tecnologia de saco de areia foi adaptada com parte da estrutura em aço e cobertura de cimento, o projeto foi pensado para ser construído de forma rápida e sustentável e, como tal, pode ser replicado ou reciclado sem causar impactos ao meio ambiente. O centro cultural abriga o posto de informações turísticas, um café e o centro de gerenciamento de eventos.

O projeto foi pensado para ser construído de forma rápida e sustentável e, como tal, pode ser replicado ou reciclado sem causar impactos ao meio ambiente.

## Centro Cultural Presença



Fig. 30- Pátio (Fonte: Archdaily)



Fig. 31- Vista Frontal (Fonte: Archdaily)

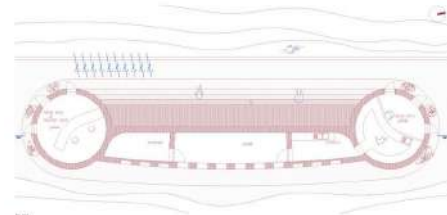


Fig. 32- Planta (Fonte: Archdaily)



Fig. 33- Vista Lateral (Fonte: Archdaily)

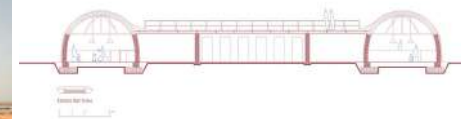


Fig. 34- Corte (Fonte: Archdaily)



Fig. 35- Interior do corredor (Fonte: Archdaily)



Fig. 36- Vista Posterior (Fonte: Archdaily)

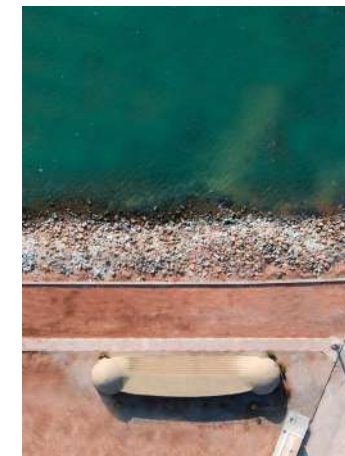


Fig. 37- Vista de cima (Fonte: Archdaily)



## REFERÊNCIAS PROJECTUAIS

# Casa Vergara

Utilização: Vivienda Rural  
 Localização: Bogotá, Colombia  
 Arquitecto: Jose Andrés Vallejo  
 Área Construída: 85 m<sup>2</sup>  
 Material: Superadobe  
 Ano: 2011



Fig. 38- Vista (Fonte: Behance gallery)



Fig. 39- Reboco (Fonte: Behance gallery)



Fig. 40- Caixilharias (Fonte: Behance gallery)



Fig. 41- Fundação (Fonte: Behance gallery)



Fig. 42- Paredes (Fonte: Behance gallery)

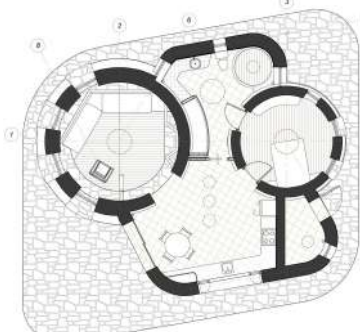


Fig. 43- Planta de piso (Fonte: Behance gallery)

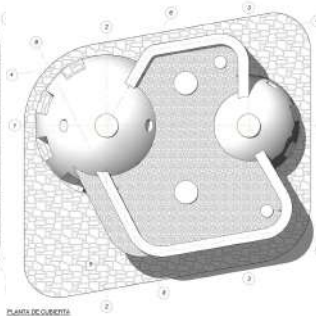


Fig. 44- Planta de Cobertura (Fonte: Behance gallery)

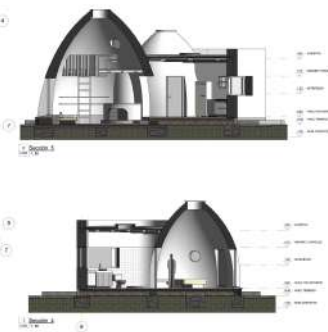


Fig. 45- Cortes (Fonte: Behance gallery)

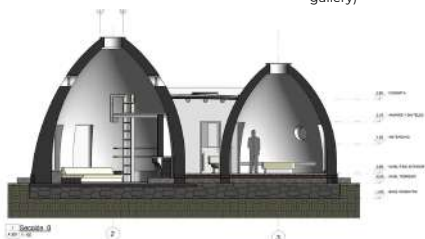


Fig. 46- Corte (Fonte: Behance gallery)

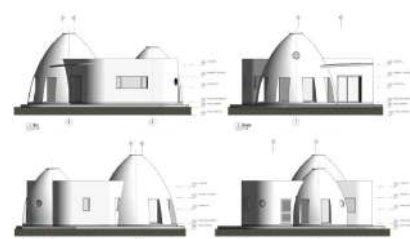


Fig. 47- Alçados (Fonte: Behance gallery)

O arquitecto usa a terra tradicional para criar uma residência naturalmente fresca com um impacto ambiental suave. Coberto com acabamento de betão, a construção de terra não é apenas rentável, mas também resistente a terremotos e **alagamentos**.

A forma orgânica arredondada de La Casa Vergara foi criada através do empilhamento de uma série de sacos tubulares repletos de terra. Com o uso de uma moldura de madeira, o formato exterior foi construído com sacos de tamanhos variados em formato de cúpula, bem como uma sala rectangular adjacente.

O projecto do La Casa Vergara explora o potencial de resistência sísmica com superadobe como a tecnologia de construção e design contemporâneo.

# 04

1. O SUPERADOBE
2. VANTAGENS
3. CONFORTO AMBIENTAL
4. DESVANTAGENS



Sistema de construção com sacos de terra desenvolvido pelo arquiteto iraniano-americano Nader Khalili, apresentado pela primeira vez em 1984, é uma técnica construtiva bastante simples que utiliza basicamente dois elementos: **solo argiloso e sacos de polipropileno**.

O superadobe se apresenta como uma alternativa promissora para a construção de habitações sustentáveis e resilientes em Moçambique, contribuindo para a redução da vulnerabilidade das comunidades a ciclones e outros desastres naturais.

## Materias utilizados



Sacos de Polipropileno



Terra argilosa



Arame Farpado



Pedra



Madeira



Cal



Cimento



Fig. 49. Construção em superadobe



## Sacos de Polipropileno

A rafia, fibra natural originária das palmeiras, é complementada pelo polipropileno, um polímero de alta resistência, para dar vida aos sacos de rafia. Essa combinação garante:

**1. Durabilidade:** Resistente a rasgos, abrasão e intempéries, o saco de rafia protege seu conteúdo com segurança.

**2. Sustentabilidade:** A fibra natural é proveniente de recursos renováveis e biodegradáveis e a sua produção eficiente minimiza o impacto ambiental, tornando o saco de rafia uma escolha consciente.

**3. Versatilidade:** Tamanhos, cores e gramaturas variadas atendem às suas necessidades específicas, desde o armazenamento de grãos até o transporte de produtos industriais.

**Dimensões:** 50kg (65cm x 45cm x 15cm)



Fig. 49- Sacos de rafia

## A TERRA

As características do solo mais indicadas para construção em superadobe são:

- 1. Plasticidade:** A terra deve ser suficientemente plástica para ser moldada facilmente, mas não tão plástica que seja difícil de compactar.
- 2. Humidade:** A terra deve ter a humidade ideal para compactação, que é geralmente de cerca de 15%, mas o teor de humidade ideal pode variar de acordo com o tipo de terra e o clima local.
- 3. Tamanho do grão:** O tamanho do grão da terra deve ser uniforme para garantir uma compactação uniforme.
- 4. Conteúdo de matéria orgânica:** O conteúdo de matéria orgânica da terra deve ser baixo, pois a matéria orgânica pode reduzir a resistência da terra.
- 5. Conteúdo de sais:** O conteúdo de sais da terra deve ser baixo, pois os sais podem causar problemas de durabilidade.

É importante que a terra utilizada para a construção em superadobe seja livre de impurezas pois, podem enfraquecer a estrutura e causar danos à construção.

Alguns tipos de terra que podem ser utilizados para a construção em superadobe:

**Terra argilo-arenosa:** é uma boa opção para a construção em superadobe, pois é plástica e possui um teor de cimento natural. Possui também um teor de argila de cerca de 25% a 35%, além de alumínio e óxido de ferro. Ele possui uma terra da cor vermelho-escura e grande concentração de humidade.

**Terra siltosa:** a terra siltosa é uma boa opção para a construção em superadobe, pois é plástica e possui um teor de cimento natural. Para além de combinar características que garantem resistência, durabilidade e praticidade.

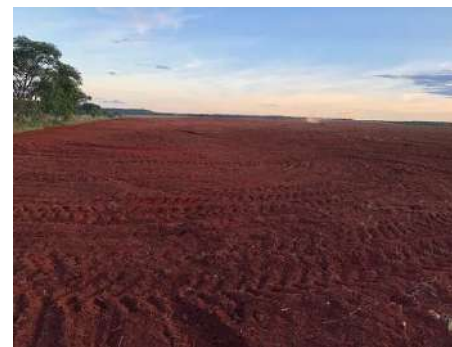


Fig. 50- Terra argilo-arenosa  
Fonte: <https://inovacivil.com.br/tipos-de-solos-na-engenharia-civil/>



Fig. 51- Terra siltosa  
Fonte: <https://celere-ce.com.br/construcao-civil/tipos-de-solo/>





## VANTAGENS

**Baixo custo** - A terra é um material abundante e de baixo custo, o que torna a construção em superadobe uma opção muito acessível.

**Rápida execução** - A construção de uma casa de 100 m<sup>2</sup> em superadobe pode ser concluída em cerca de 3 meses, com a ajuda de uma equipe de 10 pessoas.

**Não necessita de mão de obra especializada** - A técnica de construção utiliza técnicas simples e pode ser aprendida por pessoas com pouca ou nenhuma experiência em construção.

**Alta resistência** - A estrutura de sacos de terra compactados é capaz de suportar grandes cargas, incluindo o peso da própria construção, o peso da cobertura e o peso dos ocupantes. Além disso, as construções são resistentes a terremotos, ventos fortes e outros eventos naturais.

**Flexibilidade** - A flexibilidade do material permite que as estruturas de SuperAdobe absorvam impactos e se adaptem a deformações, reduzindo o risco de colapso durante desastres naturais.

**Durabilidade** - A estrutura de sacos de terra compactados é capaz de durar por muitos anos, com a devida manutenção.

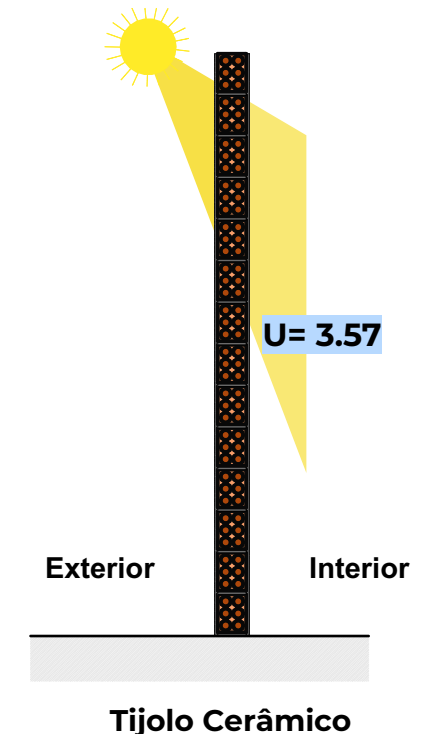
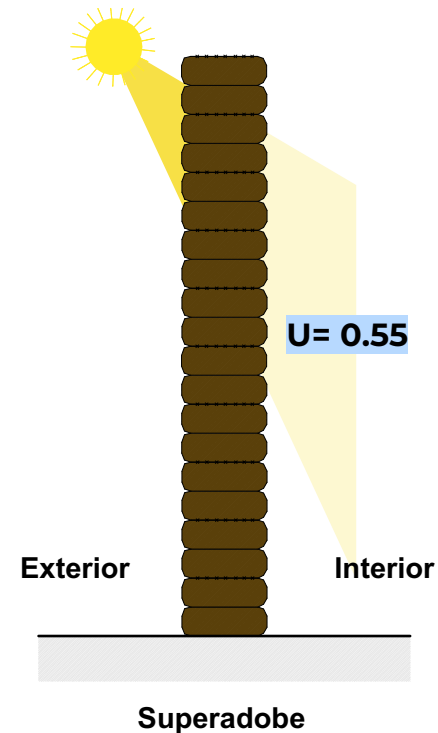
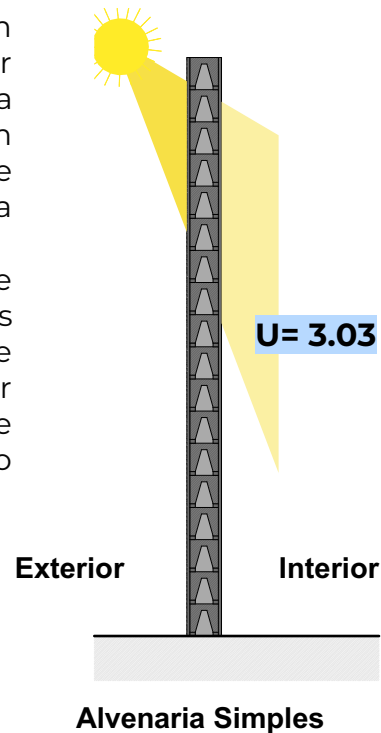
**Ecológico** - A terra é um material natural e renovável, que não requer o uso de energia ou recursos naturais para a sua produção. Além disso, as construções em superadobe ajudam a reduzir o impacto ambiental, pois não produzem resíduos.

**Conforto térmico e acústico** - A terra é um material que tem a capacidade de absorver e reter o calor, o que ajuda a manter a temperatura interna da construção estável. Além disso, a terra é um material que absorve o som, o que ajuda a reduzir o ruído externo.

## DESEMPENHO TÉRMICO

O superadobe tem um desempenho térmico melhor do que a parede de alvenaria e de tijolo cerâmico pois, é um material poroso que permite que o ar circule, o que ajuda a dissipar o calor.

Assim, o índice de transferência de calor através de uma parede de superadobe é muito menor que através de uma parede de alvenaria ou de tijolo cerâmico.



**FÓRMULAS:**  $R=e/k$   $U=1/R$

Onde:

e-Espessura da parede (m)

k- Condutividade térmica(W/mk)

R- Resistencia térmica (k/W)- É a medida da oposição que um material oferece ao fluxo de calor.

U- Transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>k)- É a medida da capacidade de um material de transmitir o calor através dele.

**Alvenaria simples**

e=0.2m

k=0.6 W/mk

R= 0.2/0.6

**R= 0.33 k/W**

U= 1/0.33

**U=3.03 W/m<sup>2</sup>k**

**Superadobe**

e=0.45m

k=0.25W/mk

R= 0.45/0.25

**R= 1.8 k/W**

U= 1/1.8

**U= 0.55 W/m<sup>2</sup>k**

**Tijolo cerâmico**

e=0.2m

k=0.7 W/mk

R= 0.2/0.7

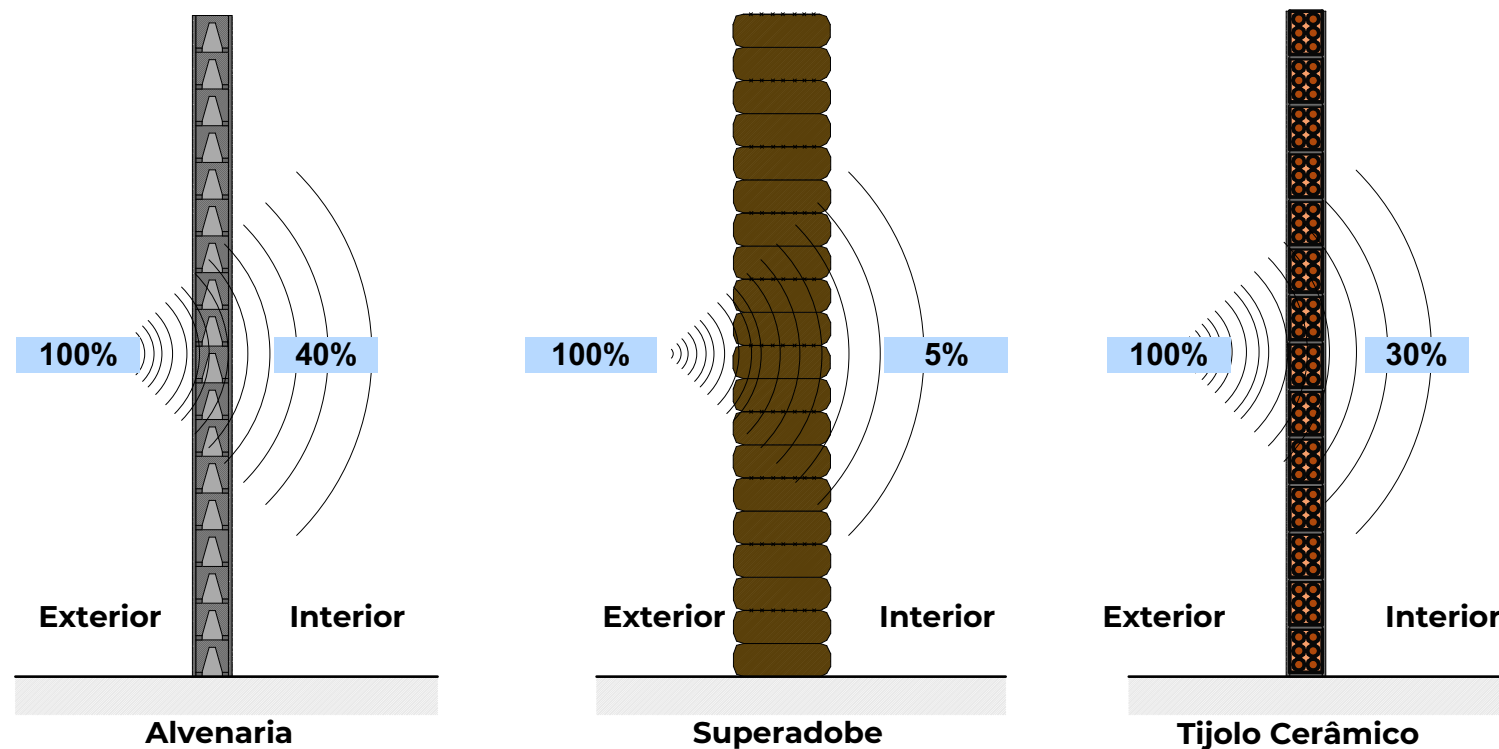
**R= 0.28 k/W**

U= 1/0.28

**U=3.57 W/m<sup>2</sup>k**

## DESEMPENHO ACÚSTICO

Por causa da sua porosidade, o superadobe tem maior capacidade de absorção do som do que as paredes de alvenaria simples e tijolo cerâmico.



## FÓRMULA

## CAS=1-R

Onde:

CAS-Coeficiente de absorção sonora

R- Coeficiente de reflexão sonora

## CÁLCULOS:

## Alvenaria simples

R=0.4

CAS=1-0.4

**CAS= 0.6**

## Superadobe

R=0.05m

CAS= 1-0.05

**CAS= 0.95**

## Tijolo cerâmico

R=0.3m

CAS= 1-0.3

**CAS= 0.7**

**Fragilidade à humidade** - A exposição à humidade pode causar a deterioração da estrutura do superadobe, o que pode levar à formação de rachaduras e até mesmo ao colapso da estrutura. Para minimizar o risco de danos causados pela humidade, pode ser feita a aplicação de revestimentos impermeabilizantes, como argamassa ou tinta.

**Limitação vertical** - Isso ocorre porque a estrutura do superadobe é baseada no peso próprio dos materiais. Acima de uma certa altura, a estrutura pode não ser suficientemente resistente para suportar o seu próprio peso. é recomendado que as construções em superadobe não excedam 3 m de altura.

**Contração do barro ao secar pode originar fissuras** - Para minimizar o risco de fissuras causadas pela contração da terra, é importante garantir que a estrutura seja construída corretamente. Isso inclui o uso de técnicas adequadas de compactação da terra e a utilização de materiais de reforço, como arame farpado.

**Requer manutenção periódica** - Isso é necessário para proteger a estrutura da exposição às intempéries e aos agentes corrosivos. A manutenção periódica inclui a aplicação de revestimentos impermeabilizantes, como argamassa ou tinta, e a aplicação de revestimentos de proteção, como a pintura.

# O PROTÓTIPO

## 05

1. ÁREA DE INTERVENÇÃO
2. PREMISSAS
3. PROCESSO CONSTRUTIVO
4. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS
5. CUSTO





## ÁREA DE INTERVENÇÃO

A nível da zona sul de Moçambique, a província de Inhambane é a mais afectada pelos ciclones, sobre tudo nos distritos localizados mais a norte da província.

Em 2023, a província foi atingida pelo ciclone Freddy, cuja porta de entrada foi o distrito de vilankulos, tendo sofrido danos devastadores.

Vilankulos é uma vila costeira localizada na província de Inhambane, Moçambique. Está situada em uma planície costeira e é banhada pelo oceano Índico .

As construções em Vilankulos reflectem a adaptação às condições climáticas e geográficas da região, utilizando materiais técnicas de construção tradicionais. São predominantes casas construídas em adobe, com telhados de palha e varandas amplas, e casas construídas de chapas de zinco sobre base de betão.



Fig. 52- Moçambique



Fig. 53- Província de Inhambane



Fig. 54- Distrito de Vilankulos



Fig. 55- Casa de caniço - Vilankulos  
Fonte: Autora



Fig. 56- Casa de Chapas de Zinco - Vilankulos  
Fonte: Autora



## ÁREA DE INTERVENÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional de Investigação Agronómica de Moçambique (INIA), o tipo de solo predominante no distrito de Vilankulos é o **solo laterítico**.

Ele é geralmente de cor avermelhada e é caracterizado por sua alta porosidade e baixa capacidade de retenção de água. É bom para a construção em superadobe, pois é rico em argila, que é um ingrediente essencial do superadobe.

No entanto, é importante notar que os solos lateríticos podem ser ácidos e pobres em nutrientes. Isso pode afetar a qualidade do superadobe.

Para melhorar a qualidade do superadobe feito com solo laterítico, é importante adicionar areia e cal à mistura. A areia ajuda a melhorar a resistência à água do superadobe, enquanto a cal ajuda a neutralizar a acidez do solo.

O adobe para o preenchimento dos sacos deve ser uma mistura do solo laterítico com areia e cal na proporção de 3:2:1.

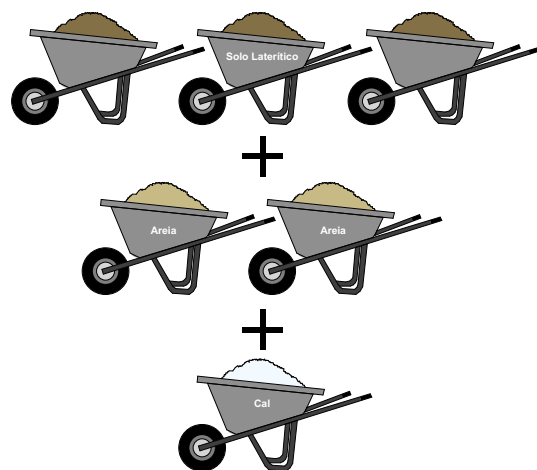


Fig. 57- Traço do adobe para preenchimento dos sacos

O adobe para o revestimento deve ser uma mistura do solo laterítico com areia de 3:1.

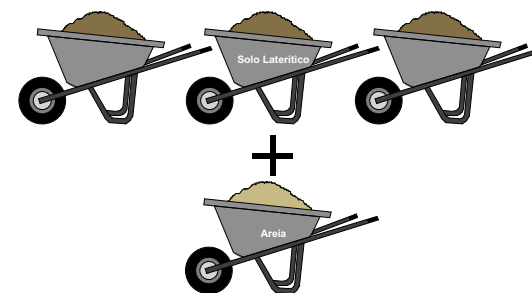


Fig. 58- Traço do adobe para revestimento

O protótipo é um modelo de habitação de baixo custo, sustentável e resiliente a ventos fortes, especificamente concebido para comunidades de baixa renda que enfrentam vulnerabilidades diante de desastres naturais, sobretudo os ciclones.

Para a elaboração do projecto foram levadas em consideração três (3) premissas que se complementam para criar um projecto eficiente, sustentável e adaptado às necessidades específicas do local.

### 1. Forma simples (anti-ciclónica)

Esta minimiza os efeitos de ventos fortes e ciclones, garantindo a segurança e a durabilidade da construção.

O formato arredondado é compacto e aerodinâmico, aumentando assim, a resistência da casa ao vento e a turbulência provocada pelo ciclone.

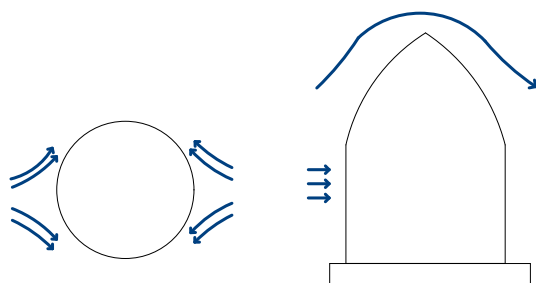


Fig. 59- Premissa 1 (Fonte: Autora)

### 2. Uso de materiais locais

Contribui para a redução custos de transporte e importação, valorização da economia local e minimização do impacto ambiental.

Além disso, facilita o processo de construção e a obtenção de mão-de-obra qualificada.

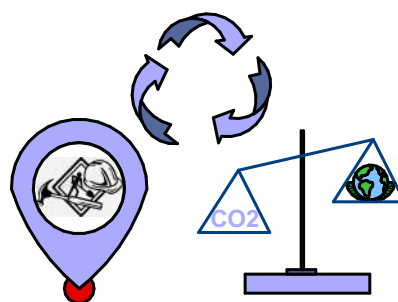


Fig. 60- Premissa 2 (Fonte: Autora)

### 3. Custos reduzidos e durabilidade

Para otimizar recursos financeiros, garantir a viabilidade do projecto e a longevidade da construção, buscam-se alternativas mais acessíveis, como materiais reciclados ou reutilizados e procura-se incentivar a participação da comunidade na construção. A utilização de técnicas e materiais duráveis reduz os custos ao longo da vida útil da construção e de reconstrução a longo prazo.



Fig. 61- Premissa 3 (Fonte: Autora)

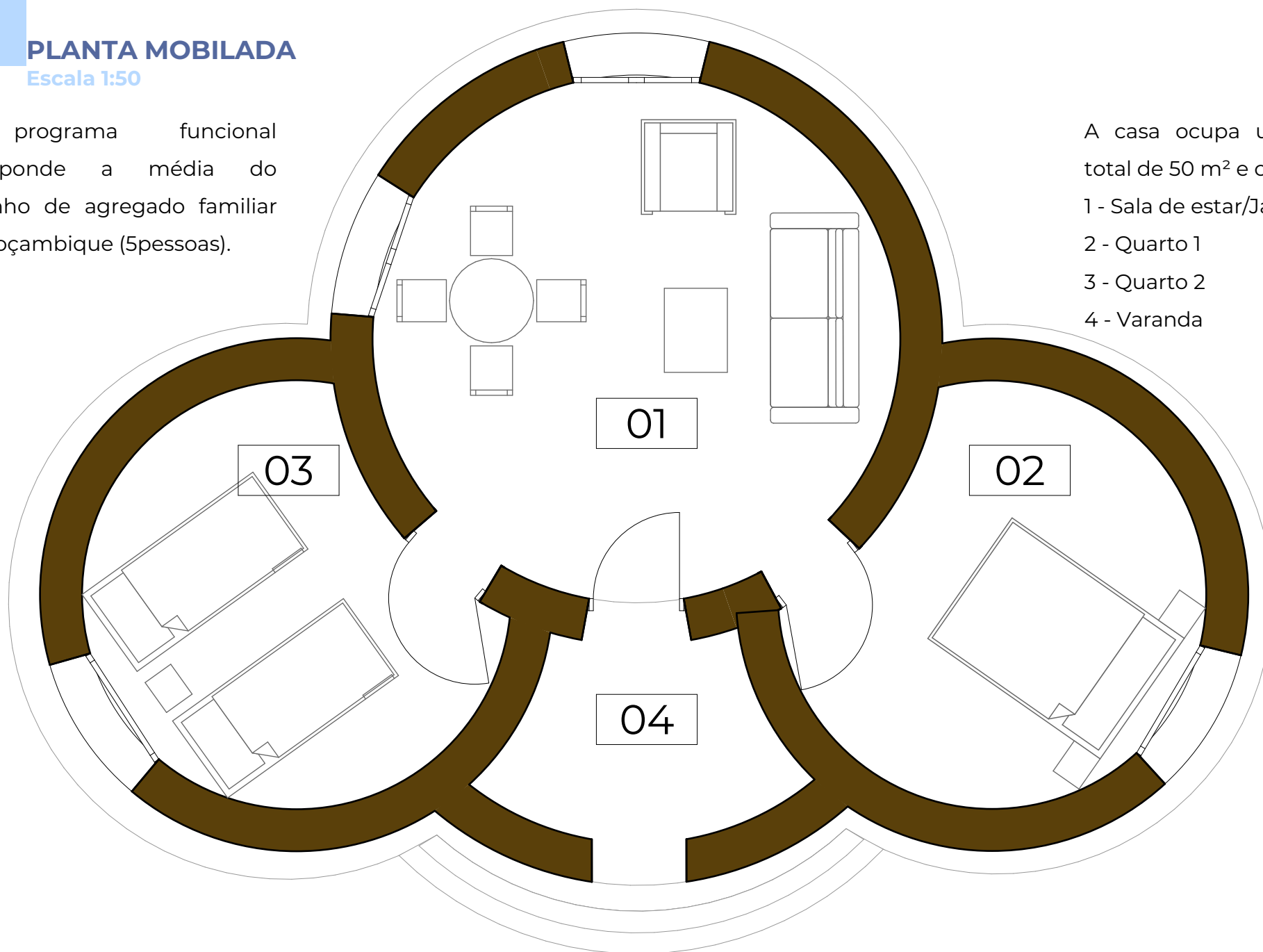
**PLANTA MOBILADA**

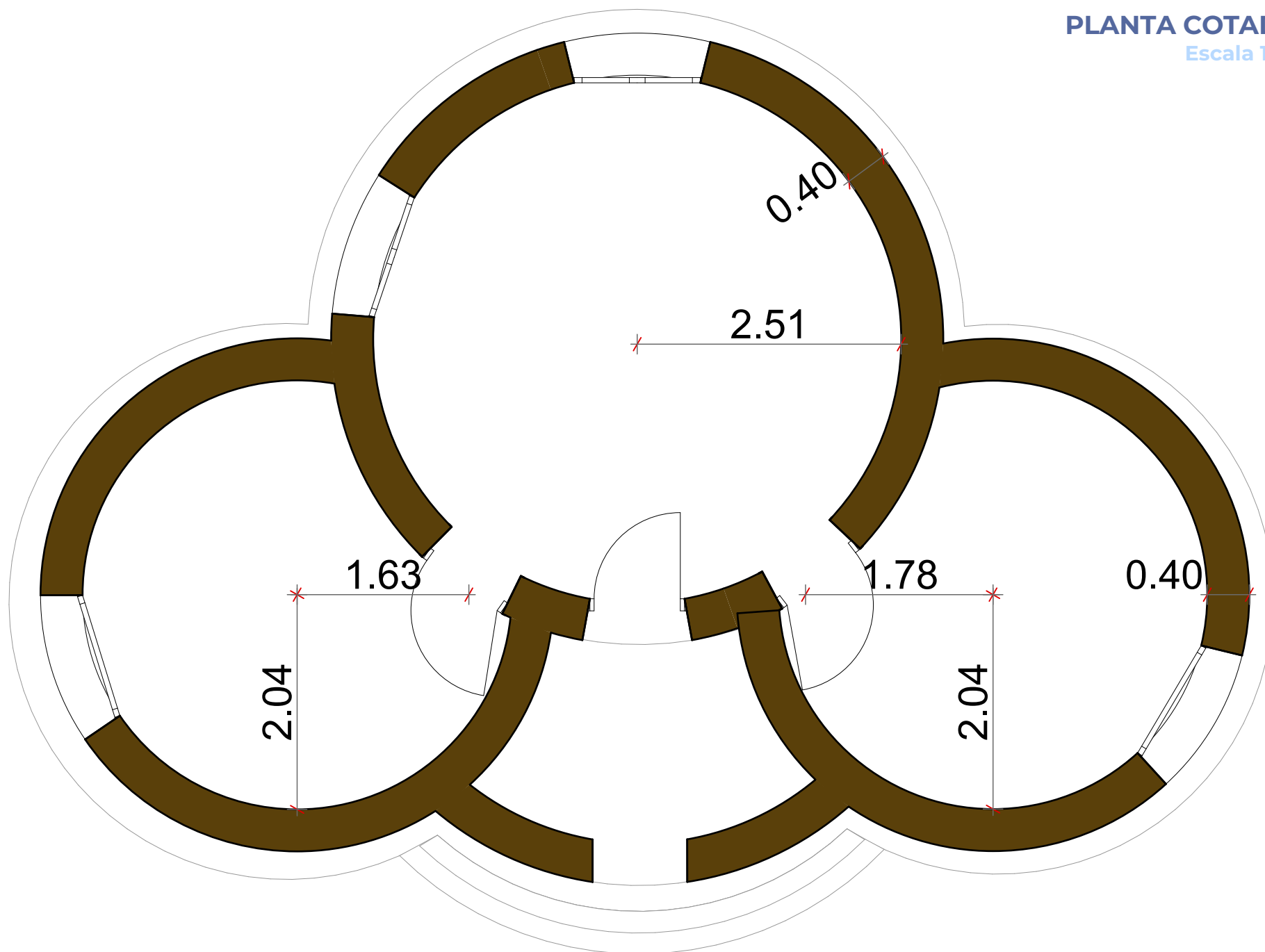
Escala 1:50

O programa funcional corresponde a média do tamanho de agregado familiar em Moçambique (5 pessoas).

A casa ocupa uma área total de 50 m<sup>2</sup> e contém:

- 1 - Sala de estar/Jantar
- 2 - Quarto 1
- 3 - Quarto 2
- 4 - Varanda





# ALÇADO FRONTAL



# ALÇADO POSTERIOR





# ALÇADOS LATERAL DIREITO

+6.00

+5.80

+3.00

+0.45

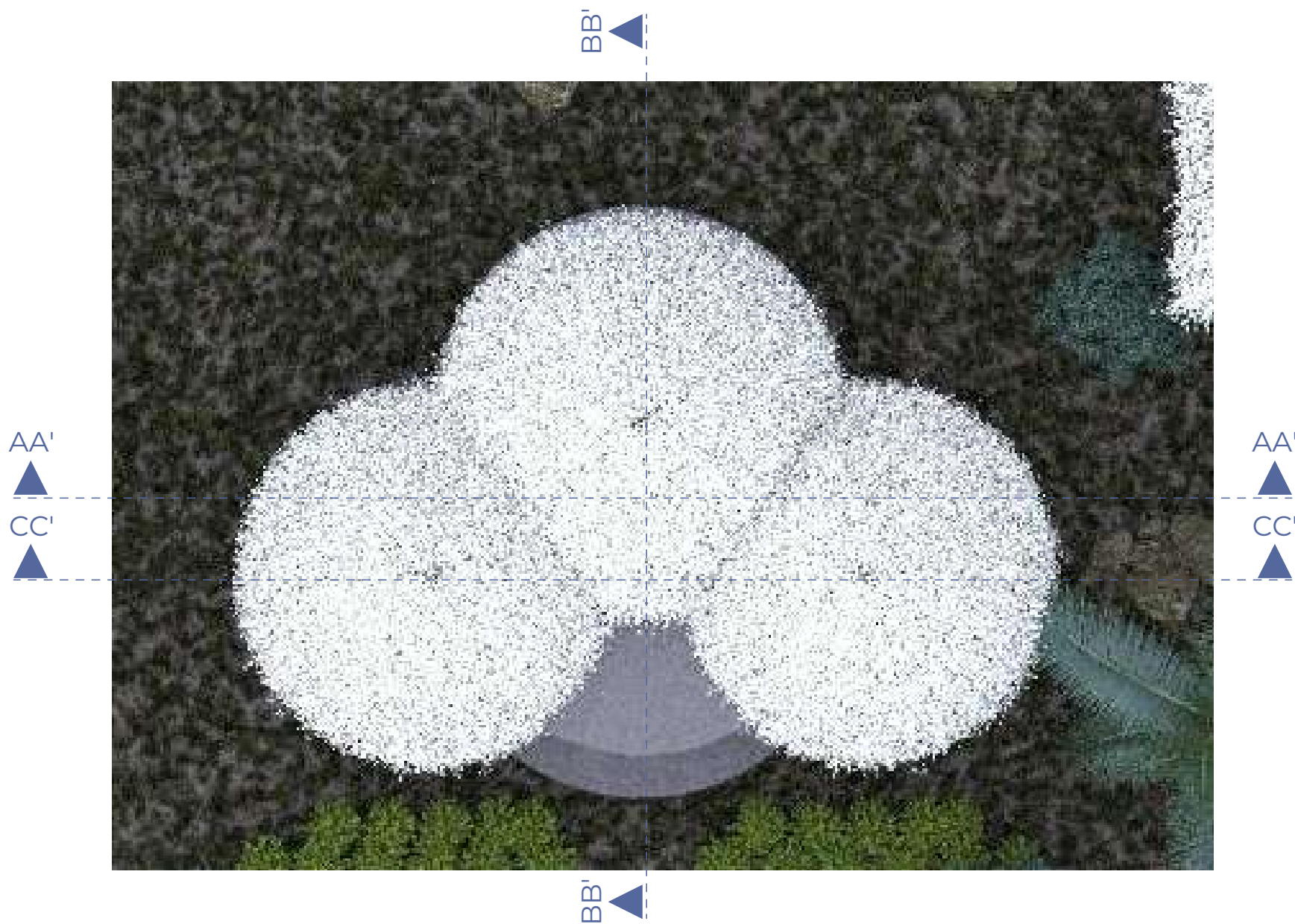
±0.00



# ALÇADOS LATERAL ESQUERDO

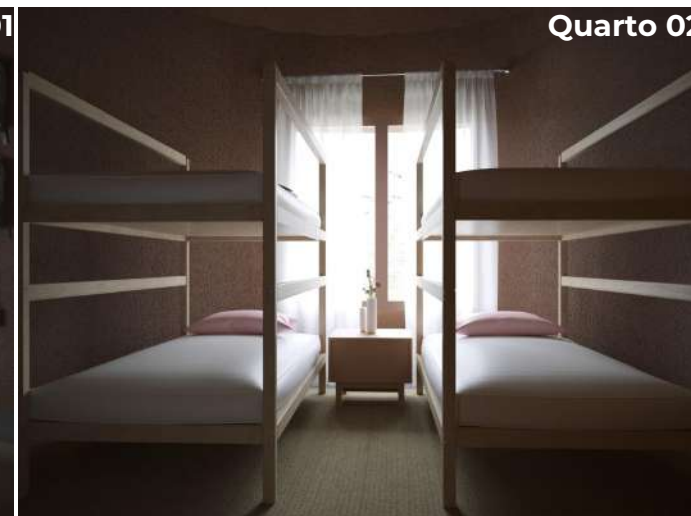
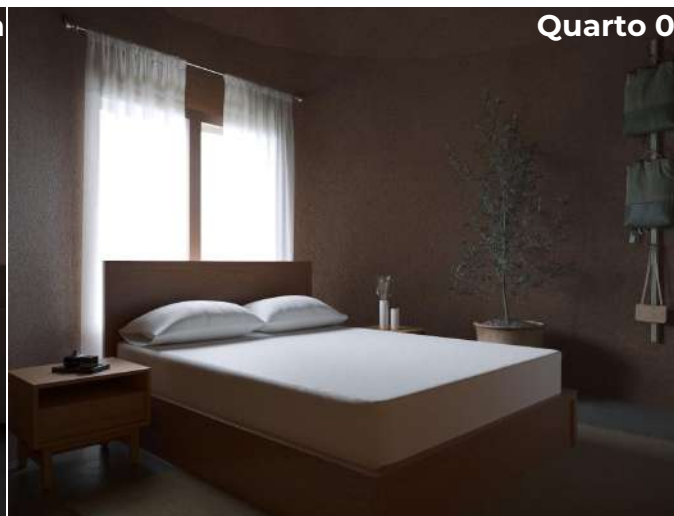


# PLANTA DA COBERTURA





INTERIORES



EXTERIORES

Vista frontal

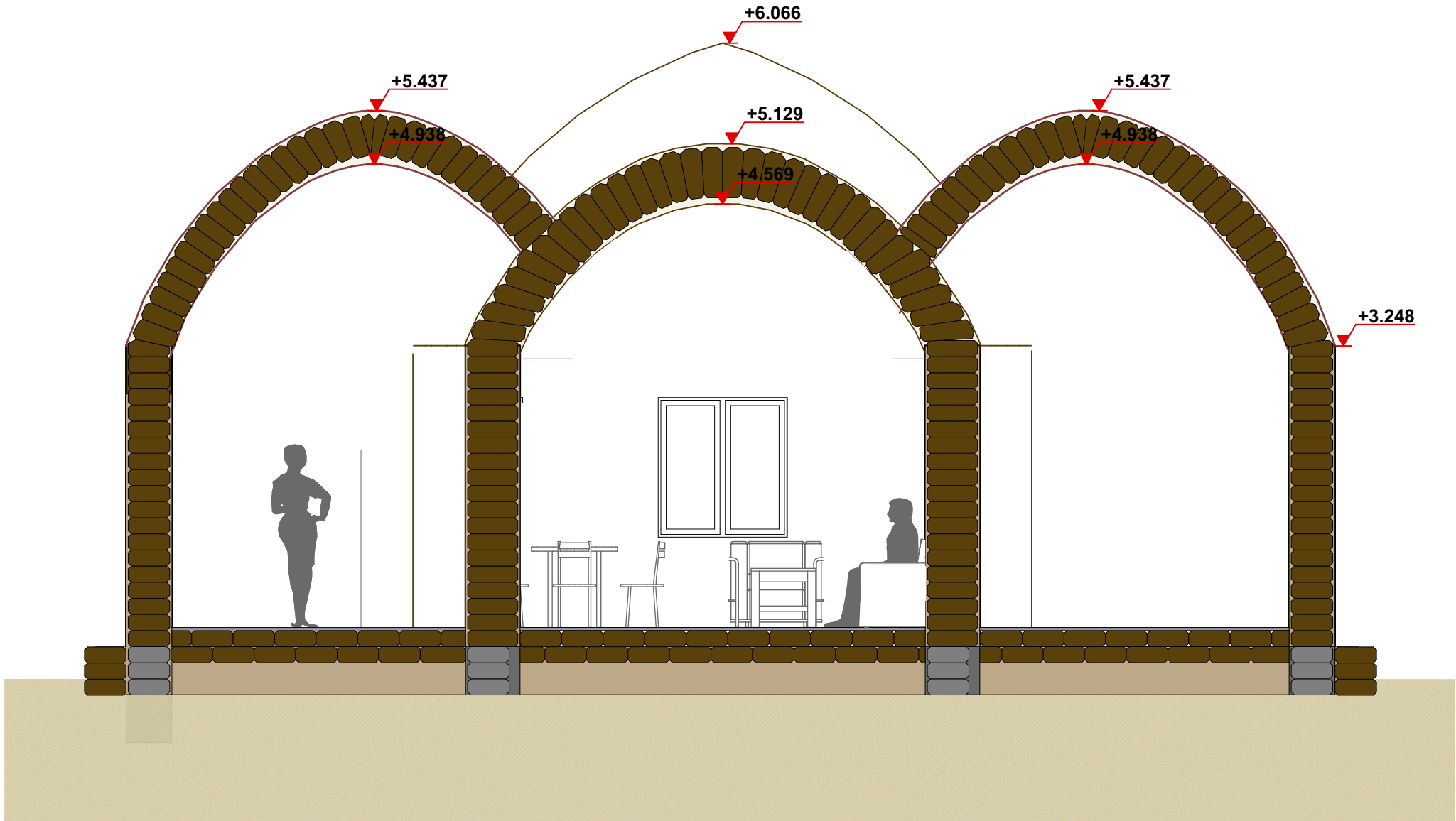


Vista lateral



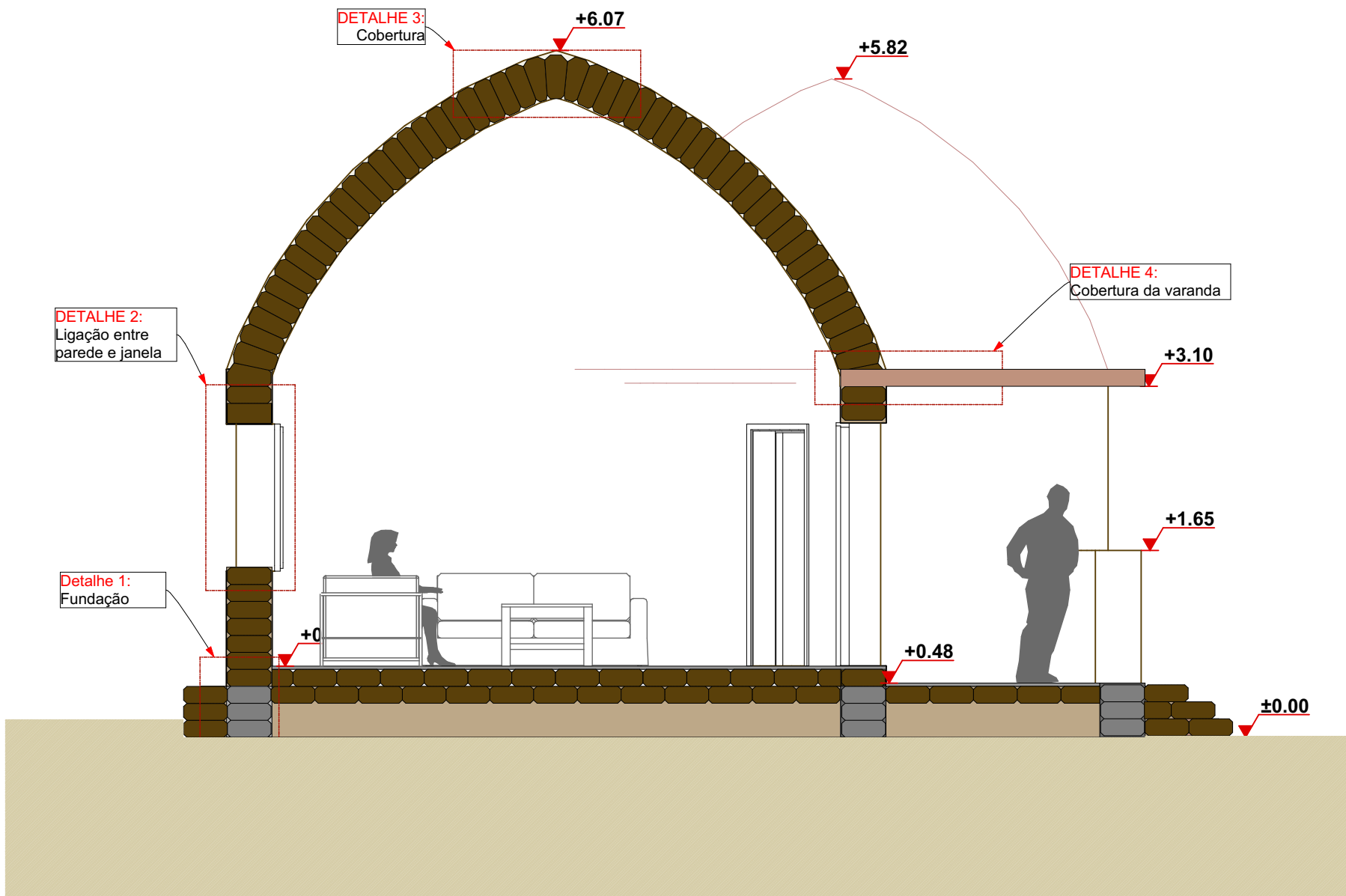
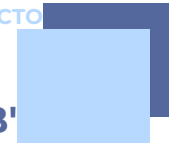
# CORTE LONGITUDINAL AA'

ESCALA 1:50



# CORTE TRANVERSAL BB'

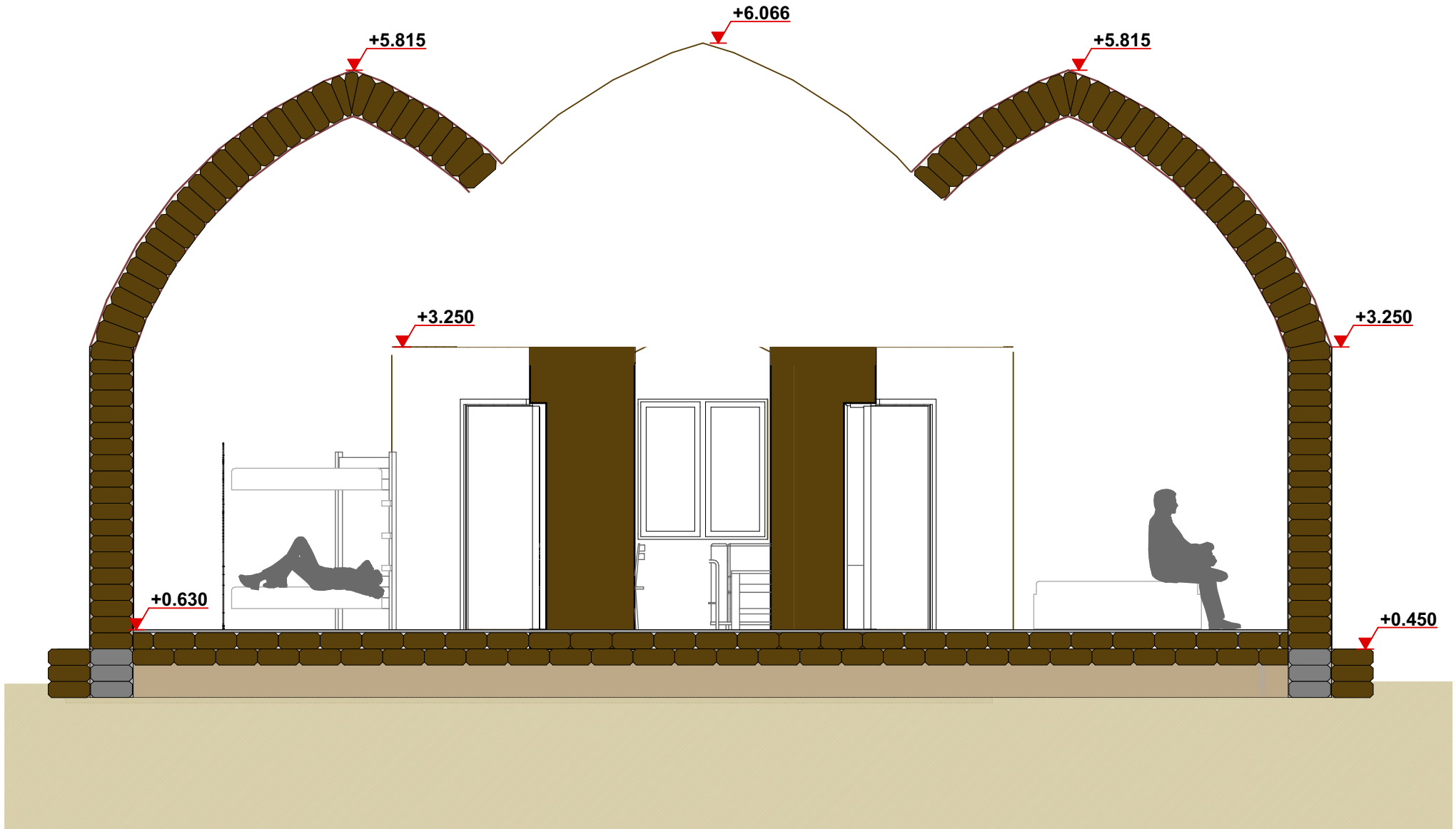
ESCALA 1:50





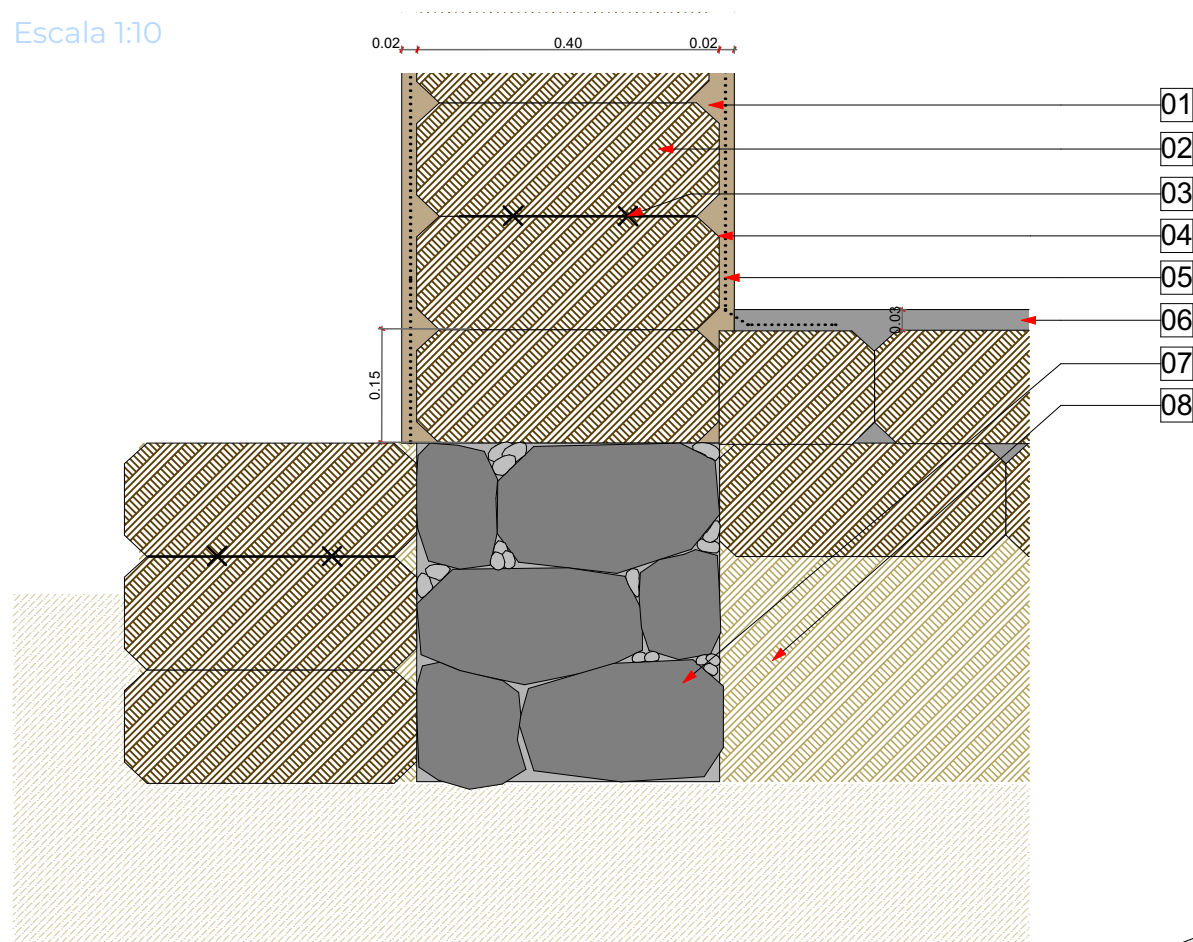
# CORTE LONGITUDINAL CC'

ESCALA 1:50

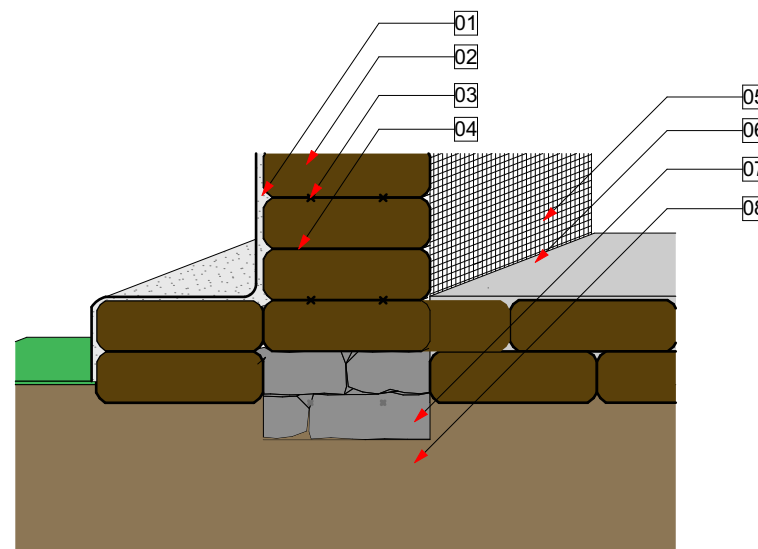


## Técnicas Construtivas-Detalhe da fundação

Escala 1:10

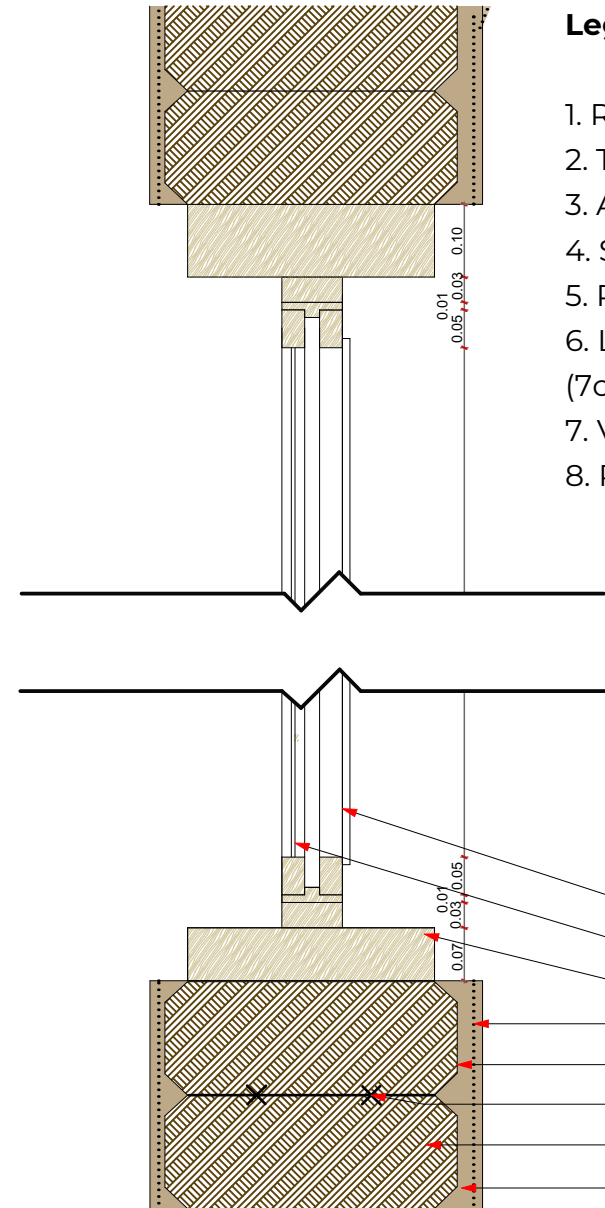
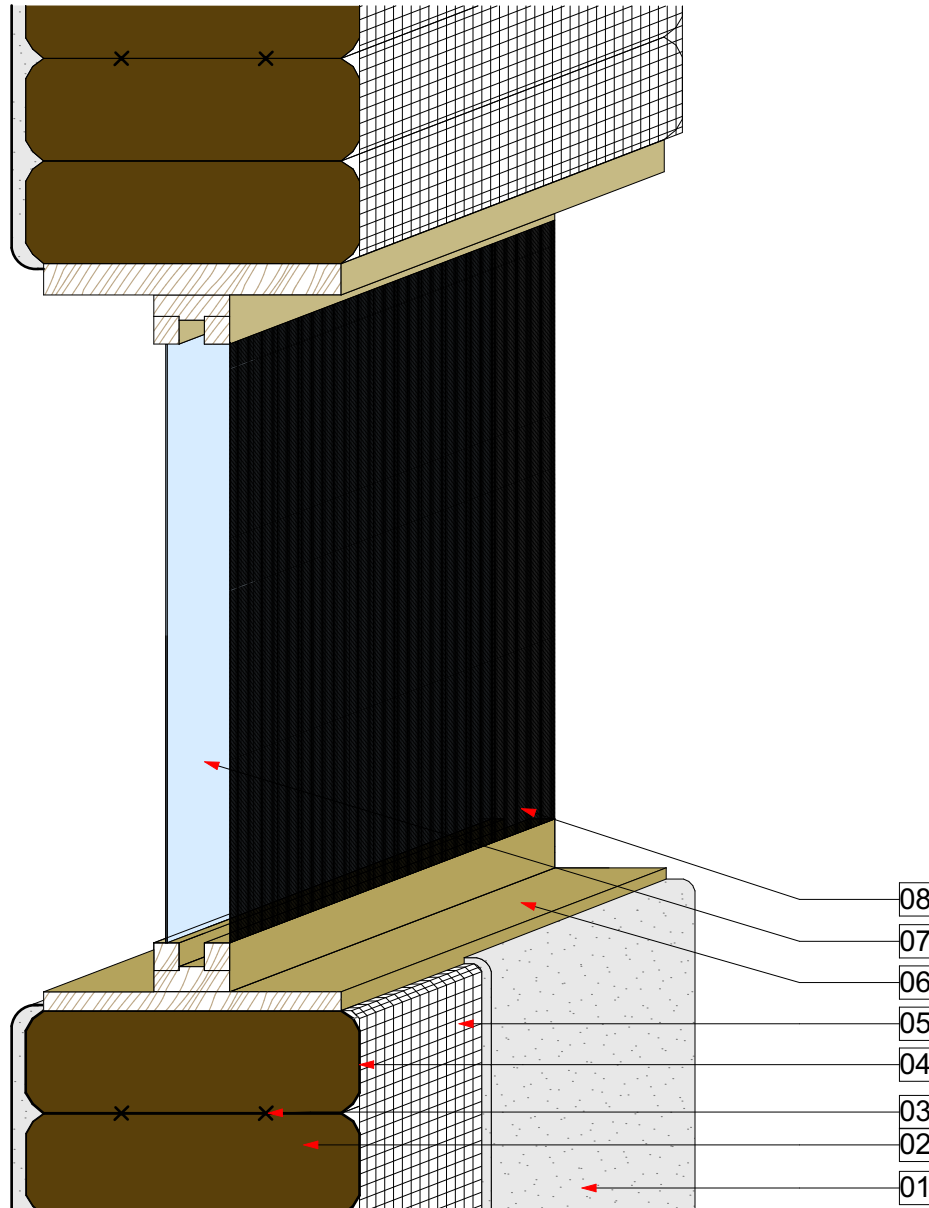
**Legenda:**

1. Reboco
2. Terra Compactada
3. Arame Farpado
4. Saco de Polipropileno
5. Rede Metálica
6. Betonilha
7. Enrocamento em pedra 10cm
8. Terra Natural



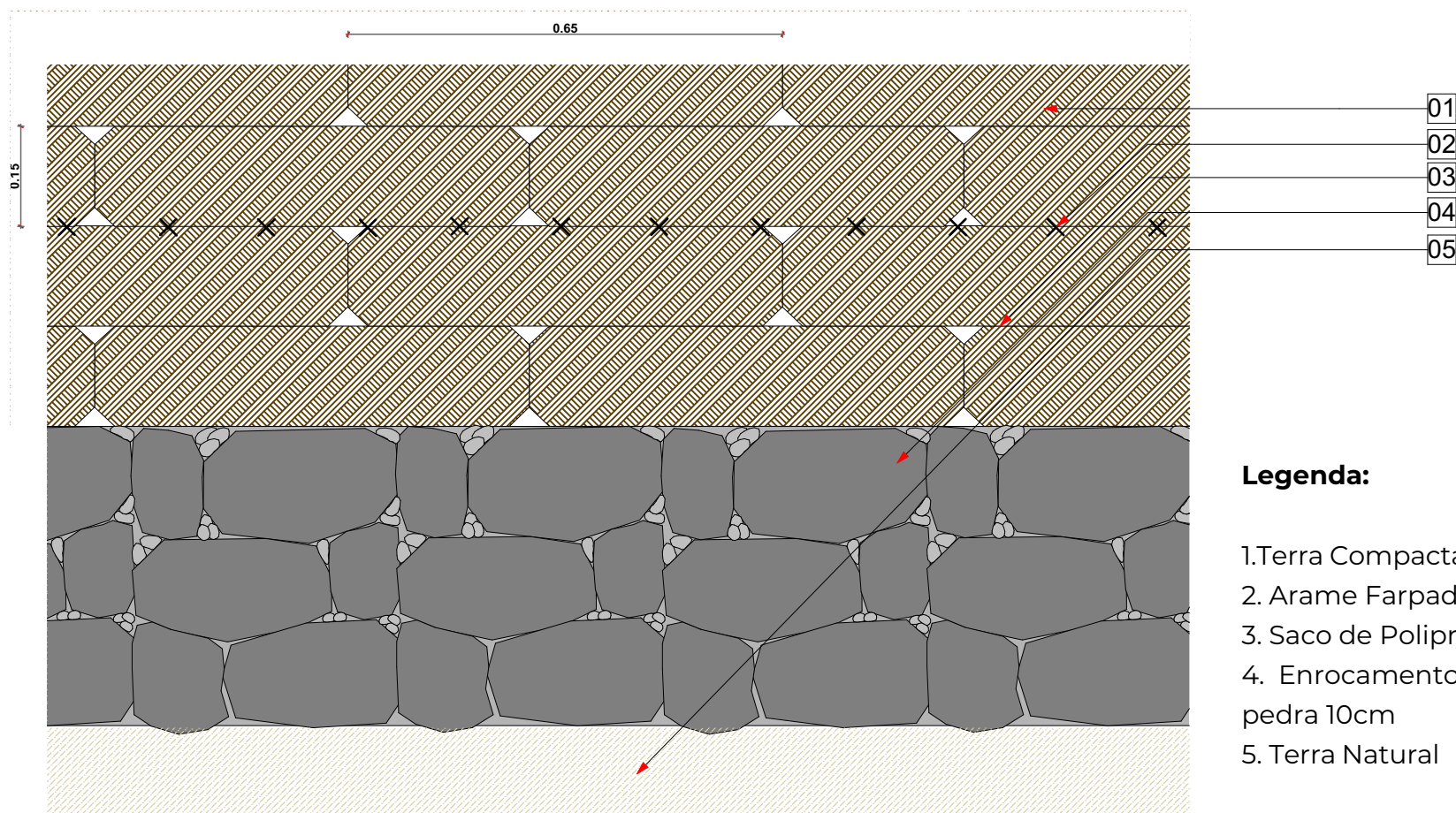
# Técnicas Construtivas-Detalhe da ligação entre parede e janela

Escala 1:10



## Legenda:

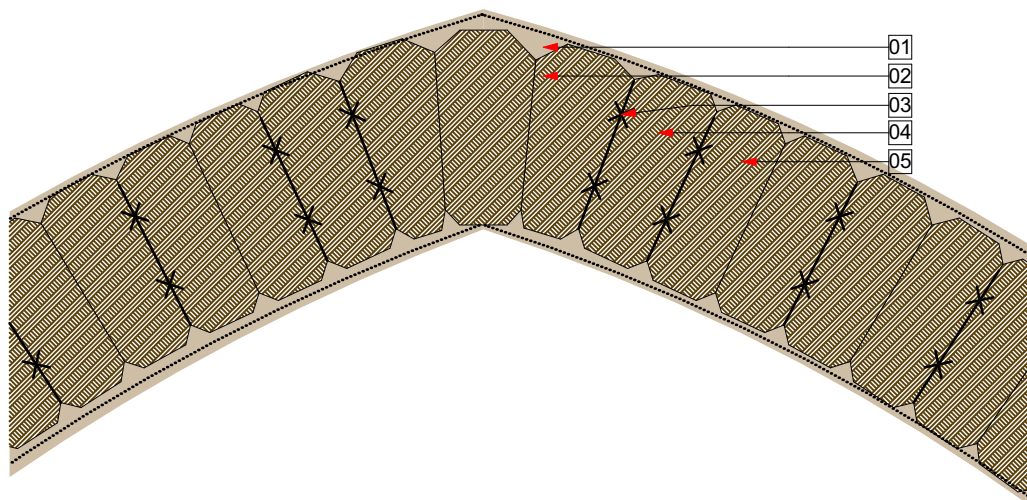
1. Reboco
2. Terra Compactada
3. Arame Farpado
4. Saco de Polipropileno
5. Rede Metálica
6. Lintél de madeira (7cm)
7. Vidro (2mm)
8. Rede Mosquiteira



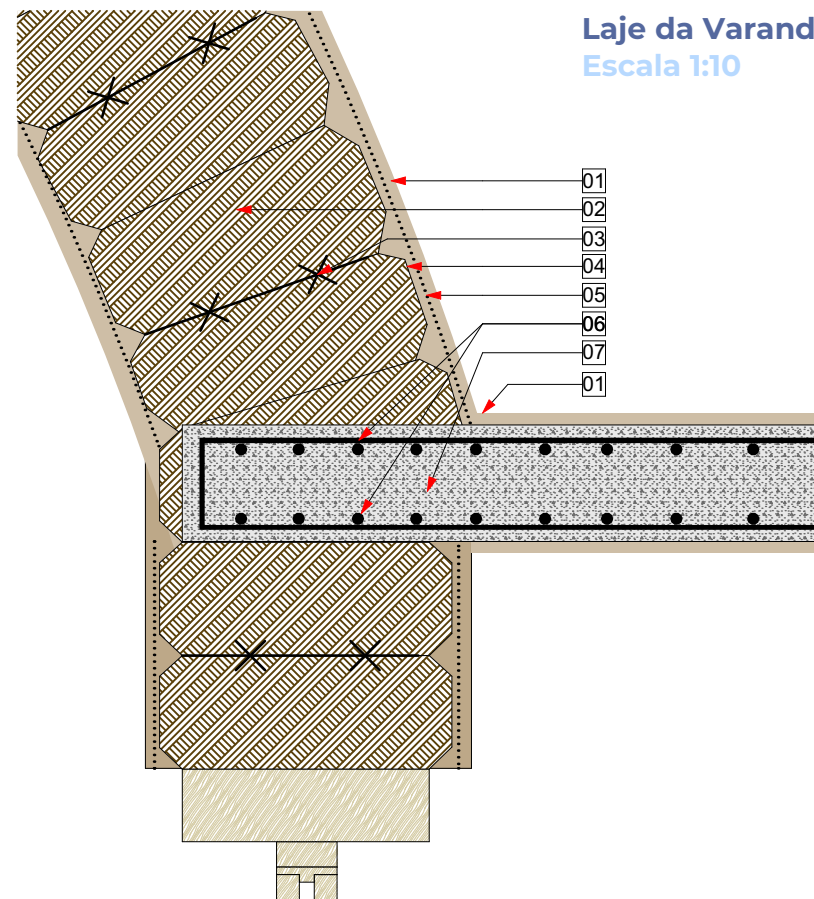
**NOTA:** Os sacos de superadobe são intercalados para criar uma estrutura mais sólida e estável. Ao alternar a posição dos sacos em cada camada, garante-se uma ligação mais forte entre as camadas e aumenta a resistência da parede. Isso também ajuda a distribuir uniformemente a pressão e o peso da estrutura, o que é essencial para garantir sua estabilidade e durabilidade ao longo do tempo. Essa técnica contribui para uma melhor distribuição das cargas, reduzindo os pontos de fraqueza e aumentando a capacidade de carga da parede de superadobe.

# Técnicas Construtivas- Cobertura

**Cúpula**  
Escala 1:15



**Laje da Varanda**  
Escala 1:10



**Legenda:**

- 1. Reboco
- 2. Terra Compactada
- 3. Arame Farpado
- 4. Saco de Polipropileno
- 5. Rede Metálica
- 6. Aço
- 7. Betão simples



## PROCESSO CONSTRUTIVO

**1. Fundação-** A construção da fundação envolve a escavação e nivelamento do terreno (com uma profundidade mínima de 15cm) e impermeabilização da mesma com pedras para proteger os sacos de polipropileno da humidade e garantir sua estabilidade.

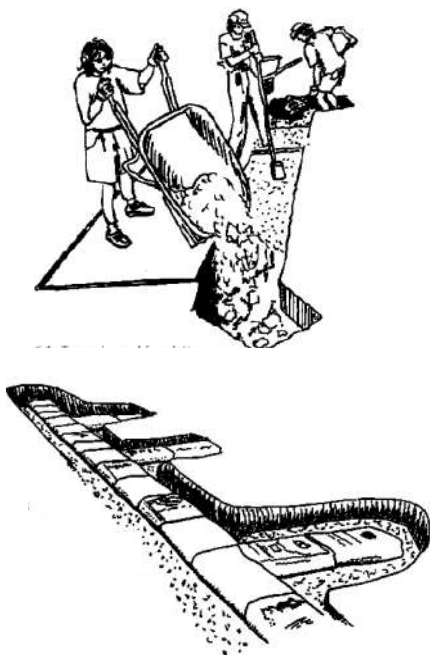


Fig. 62- Fundação (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

**2. Pavimentos-** Depois de nivelado o terreno, colocam-se camadas de sacos de terra em toda a área delimitada pela fundação até a altura desejada, criando uma base sólida e nivelada para o pavimento. No final da construção, é aplicada uma betonilha sobre a superfície que, após alisada, cria um pavimento plano e resistente.

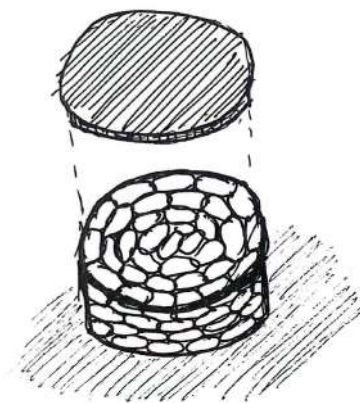


Fig. 63- Pavimento (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

**3. Paredes-** Os sacos de polipropileno devem ser preenchidos com terra argilosa. Após o preenchimento, cada saco deve ser cuidadosamente compactado para garantir a solidez da estrutura.

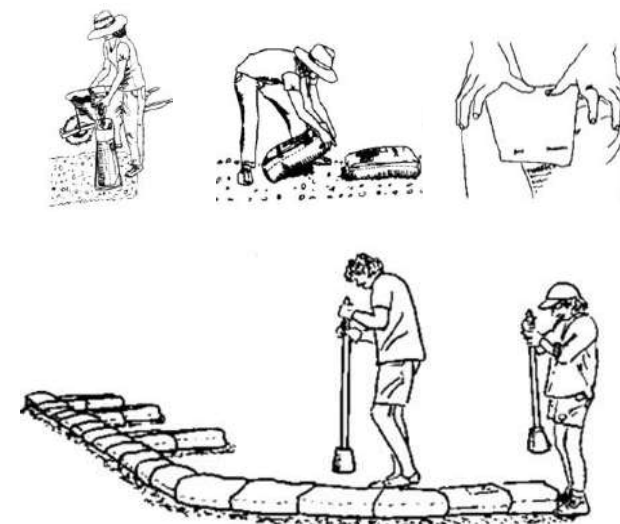


Fig. 64- Paredes (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

## PROCESSO CONSTRUTIVO

**3. Paredes-** Os sacos de preenchidos são dispostos em camadas sucessivas e a cada duas ou três camadas, deve se colocar arame farpado entre os sacos. O arame impede o deslizamento dos sacos e garante a estabilidade da estrutura.

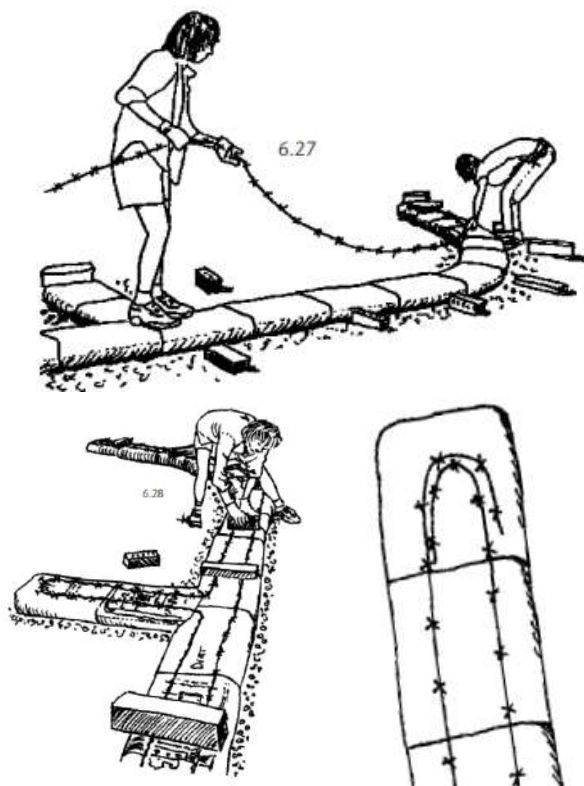


Fig. 65- Paredes (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

**Caixilharias-** A criação dos vãos nas paredes é um processo integrado à construção das paredes, garantindo a perfeita adaptação dos elementos estruturais e dos vãos, através de moldes de madeira colocados à medida que as paredes são erguidas.

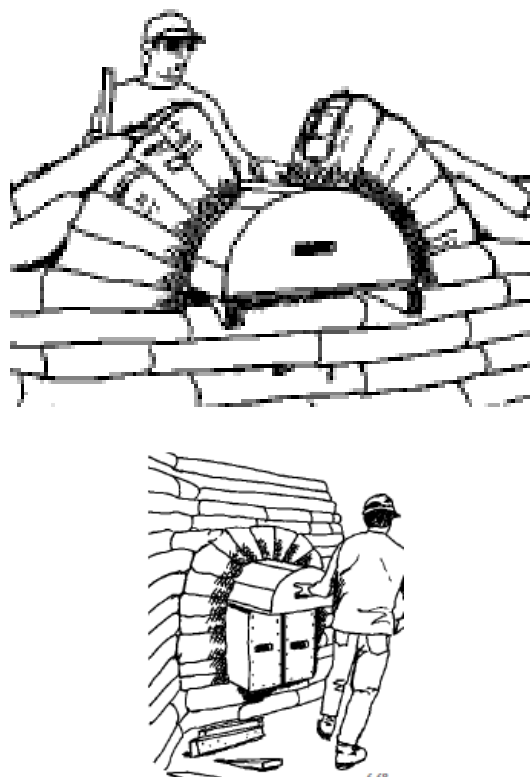


Fig. 66- Caixilharias (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

**Revestimento-** O reboco é composto por terra, cimento e cal. Uma rede de galinheiro é fixada nas paredes antes da aplicação do reboco para aumentar a aderência do reboco à superfície da parede, garantindo maior durabilidade e resistência. A massa do reboco é aplicada em uma camada uniforme com espessura de 2 a 2,5 cm.

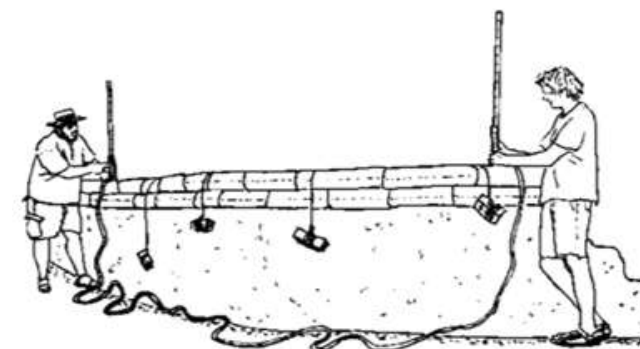


Fig. 67- Revestimento (Fonte: Earthbag Building: The Tools Tricks and Techniques)

## ETAPAS CONSTRUTIVAS

**Acabamento**

Depois de finalizada a construção, o acabamento da cobertura em cúpula pode ser feito em palha para melhor adequamento do projecto ao contexto local.

**Cobertura**

A cobertura é feita com o mesmo material que as paredes. A forma circular permite que as paredes sejam autoportantes devido à sua estrutura em forma de cúpula, que distribui o peso de maneira uniforme ao longo das mesmas, proporcionando estabilidade e resistência sem a necessidade de colunas ou suportes adicionais.

**Paredes**

As paredes são construídas da mesma forma, com os sacos intercalados e compactados para formar estruturas resistentes e duráveis.

**Fundação**

Para a fundação, geralmente é feita uma base sólida de pedra sobre a qual são empilhados os sacos em camadas circulares, alternando sua disposição para garantir estabilidade.



## ESTIMATIVA DE CUSTO

Mapa de Quantidades					
Item	Designação	Un.	Qnt.	Preço Un.	Preço Total (mt)
<b>I FUNDAÇÃO</b>					
1.1	Pedras- Enrocamento	m <sup>3</sup>	7.56	No local	
<b>Sub-total 1</b>					-
<b>II PAVIMENTO</b>					
2.1	Sacos de polipropileno	Un	172	20	3 440
2.2	Terra	m <sup>3</sup>	6.7	No local	
2.3	Betonilha	m <sup>2</sup>	50		
<b>Sub-total 2</b>					<b>3 440</b>
<b>III FECHAMENTO PERIMETRAL</b>					
3.1	Sacos de polipropileno	Un	1 620	20	32 400
3.2	Terra	m <sup>3</sup>	29.25	No local	
3.3	Areia	m <sup>3</sup>	19.4	No local	
3.4	Cal	m <sup>3</sup>	9.7	18	174.6
3.5	Arame farpado	ml	1 000	80	8 000
<b>Sub-total 3</b>					<b>40 574.6</b>
<b>IV REVESTIMENTO</b>					
4.1	Rede de galinheiro	m	40	200	8 000
4.2	Terra	m <sup>3</sup>	20	No local	
4.3	Areia	m <sup>3</sup>	10	No local	
4.4	Água	m <sup>3</sup>		No local	
4.5	Palha	m <sup>2</sup>	45	25	1 125
<b>Sub-total 4</b>					<b>9 125</b>
<b>TOTAL</b>					<b>53 319.6</b>

**CUSTO ESTIMADO****53 319.60 mt**

A exploração de soluções alternativas para componentes da construção, como a utilização de materiais reciclados ou a produção local de alguns elementos, pode reduzir custos e promover a sustentabilidade.

A estimativa de custos apresentada não inclui a mão de obra e os custos adicionais de transporte dos materiais, caso estes não estejam disponíveis em um raio de 1 km.

Outros custos que podem surgir no processo construtivo, como ferramentas, equipamentos e imprevistos, também não estão inclusos na estimativa.

**Notas:**

- O arame farpado em vendido em unidades de 5m.
- Preço unitário do cimento é por saco de 50kg
- A fórmula usada para calcular a quantidade total de sacos foi:

**área da cúpula x espessura da parede/ volume do saco**

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 06

1. CONCLUSÃO
2. RECOMENDAÇÕES
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





 CONCLUSÃO

O presente trabalho explorou o potencial do Superadobe como técnica de construção para a criação de habitações resilientes a ciclones em zonas rurais de Moçambique, direcionadas a comunidades de baixa renda. Através de uma análise aprofundada dos impactos dos ciclones no país, dos desafios e oportunidades para a construção de habitações sustentáveis e resilientes, e das características do Superadobe como material e técnica de construção, a pesquisa propõe um modelo inovador de habitação adaptado às necessidades e realidades socioeconómicas do contexto moçambicano.

A análise de custos indicou que o Superadobe pode ser uma solução mais económica do que materiais de construção tradicionais, especialmente quando se considera a vida útil mais longa das habitações construídas com essa técnica. A avaliação social destacou a importância do envolvimento activo das comunidades no processo de construção, desde o planeamento e design das habitações até a sua implementação. Pois, a participação das comunidades garante que as soluções habitacionais atendam às suas necessidades e expectativas específicas, promovendo a apropriação social do projecto e a sustentabilidade a longo prazo.

Apesar dos desafios, o superadobe se apresenta como uma alternativa promissora para a construção de habitações sustentáveis e resilientes em Moçambique, contribuindo para a redução da vulnerabilidade das comunidades a ciclones e outros desastres naturais.

Em conclusão, o Superadobe apresenta-se como uma técnica de construção promissora para comunidades rurais de baixa renda em Moçambique, no contexto da construção de habitações sustentáveis e resilientes a ciclones. Com o investimento em conhecimento técnico, acesso a materiais e mecanismos de financiamento, o Superadobe tem o potencial de contribuir para a construção de um futuro mais resiliente e sustentável para as comunidades moçambicanas.

Acredita-se que este trabalho contribua para o avanço do conhecimento e para a implementação de soluções inovadoras e eficazes para a construção de habitações em Moçambique, com foco na resiliência a ciclones e na inclusão social.

Para minimizar os impactos ambientais das construções em superadobe é recomendável:

- Utilizar materiais de origem local;
- Reduzir o tamanho das construções;
- Integrar as construções ao meio ambiente.

Para garantir o bom funcionamento da estrutura deve-se:

- Utilizar terra de boa qualidade, com a quantidade adequada de argila, areia e silte.
- Realizar o processo de cura que consiste em humedecer a estrutura periodicamente durante o processo de secagem. Isso ajuda a reduzir a contração do barro e a formação de fissuras.
- Realizar a manutenção periódica: a estrutura deve ser impermeabilizada e as fissuras devem ser reparadas regularmente.

Apesar dos desafios identificados, como falta de conhecimento, acesso à terra e materiais, financiamento e apoio institucional, o superadobe se apresenta como uma alternativa promissora para a construção de um futuro mais resiliente em Moçambique.

Para tanto, recomenda-se:

1. Implementar programas de treinamento e capacitação em superadobe:

-Capacitar técnicos e comunidades nas técnicas de construção com superadobe e desenvolver materiais didáticos e informativos acessíveis à população.

2. Facilitar o acesso à terra e materiais de qualidade:

- Implementar políticas públicas que facilitem a regularização da propriedade da terra.
- Incentivar a produção local de materiais de qualidade, como terra e sacos de polipropileno.

3. Promover o envolvimento do governo e de ONG's:

- Incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas de construção com superadobe.
- Apoiar a implementação de projectos piloto de construção com superadobe em comunidades rurais.

4. Realizar pesquisas adicionais:

- Aprimorar as técnicas de construção com superadobe, adaptando-as às diferentes realidades climáticas e socioeconómicas de Moçambique.
- Avaliar a viabilidade técnica, económica e social do superadobe em diferentes contextos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Moçambique. Ministério da Administração Estatal, Instituto Nacional de Gestão de Calamidades. *Construir com os ventos*, Maputo (2009)
- Hunter K, Kiffmeyer D. *Earthbag\_Building: The Tools Tricks and Techniques*. Canada
- Moçambique. Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos. *Guião de Construção de Habitação Resiliente*. Maputo (2020)
- Dominica. Ministry of Planning and Economic Development. *Guide to dominica's houses standards* (2018)
- Moçambique. Ministério da Administração Estatal, Instituto Nacional de Gestão de Calamidades. *Construir com os Ventos - Guião de Construção para Zonas de Risco de Ciclone*, Maputo (2007)
- Taboada NG, Legal EJ, Machado N. *Resiliência: em busca de um conceito*. Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum 2006; 16(3):104-113.
- E.Holz, Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (2018), *Moçambique: Perfil de Habitação*, UN-Habitat Moçambique, Maputo.
- Moçambique , Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano. *Catálogo de Medidas Técnicas: Ciclones*, Maputo (2014)
- Diferença entre ciclone, tornado, furacão e tufão. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/diferenca-entre-ciclone-tornado-furacao-tufao.htm>. Acessado pela última vez a 20.09.2023
- Ciclone. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/ciclone.htm>. Acessado pela última vez a 20.09.2023
- Ciclones tropicais. Disponível em: [https://www.dadosmundiais.com/ciclones.php#google\\_vignette](https://www.dadosmundiais.com/ciclones.php#google_vignette). Acessado pela última vez a 24.09.2023

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico

**CONTRUÍNDO RESILIENCIA À CICLONES:**

-Habitações sustentáveis para as vítimas dos desastres

**CÁSSIA UAMUSSE**

TCC 2023-2024