



**REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE**  
**MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL**  
**INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES**



# CONSTRUIR COM OS VENTOS



## GUIÃO DE CONSTRUÇÃO PARA ZONAS DE RISCO DE CICLONE



## **Ficha Técnica**

### **Título**

*Construir com os Ventos – Guião de Construção para Zonas de Risco de Ciclone*

### **Promotor**

Ministério da Administração Estatal (MAE)  
Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC)

### **Parceiros Institucionais**

Ministério das Obras Públicas e Habitação (MOPH)  
Direcção Nacional de Habitação e Urbanismo (DNHU)  
Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA)  
Direcção Nacional de Planeamento e Ordenamento Territorial (DINAPOT)  
Ministério de Ciências e Tecnologia (MCT)

### **Elaboração**

Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT)

### **Autor do Texto e dos Desenhos**

Arq. Eduardo Feuerhake, Consultor Internacional, UN-HABITAT  
Universidade de Chile, Santiago - Chile (E-mail: efeuerhake@hotmail.com)

### **Assistência Técnica**

Arq. Eurico da Conceição, Consultor Nacional, UN-HABITAT  
Arq. Fernando Ferreiro, Consultor Internacional, UN-HABITAT

### **Coordenação e Edição**

Mathias Spaliviero, Assessor Técnico, UN-HABITAT - Moçambique

### **Financiamento**

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP)  
Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BCPR)

### **Organização de Apoio**

Cruz Vermelha de Moçambique (CVM)

**Maputo, Novembro de 2007**

## Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. O QUE É UM CICLONE ? .....	2
2.1. Descrição.....	2
2.2. Velocidade.....	4
2.3. Importância atmosférica .....	4
3. A ACÇÃO DO VENTO SOBRE AS CONSTRUÇÕES.....	5
3.1. Algumas recomendações básicas .....	5
3.2. A acção dos quebra-ventos e da vegetação.....	5
3.3. A forma das construções.....	7
4. AS PARTES MAIS VULNERÁVEIS DAS CONSTRUÇÕES .....	10
4.1. A cobertura .....	11
4.1.1. <i>A forma da cobertura</i> .....	11
4.1.2. <i>O uso da chapa de zinco</i> .....	12
4.1.3. <i>A junção da cobertura com a sua estrutura</i> .....	14
4.1.4. <i>Reforçar a estrutura da cobertura</i> .....	15
4.1.5. <i>Outros aspectos ligados à cobertura</i> .....	17
4.2. A junção do tecto com as paredes.....	18
4.2.1. <i>Nas casas de alvenaria</i> .....	18
4.2.2. <i>Nas casas construídas com materiais locais</i> .....	21
4.2.3. <i>Uma função interessante das caleiras</i> .....	21
4.2.4. <i>Tectos anexos</i> .....	22
4.3. As portas e as janelas .....	23
4.4. As fundações.....	24
5. REFÚGIOS .....	26
6. A CASA INTELIGENTE .....	27

## 1. INTRODUÇÃO

Este Guião tem por objectivo principal repensar as construções localizadas em zonas de risco de ciclone, fenómeno natural pelo qual devemos adaptar a nossa maneira de viver, plantar e construir. O Guião contém algumas sugestões e oferece instrumentos de apoio para a elaboração de projectos de arquitectura e de construção em material convencional ou de tipo tradicional que permitam reduzir efectivamente a vulnerabilidade da habitação em situação de ventos e tempestades.

**“O pessimista se queixa do vento, o optimista espera que ele mude e o realista ajusta as velas”**

(William G. Ward)



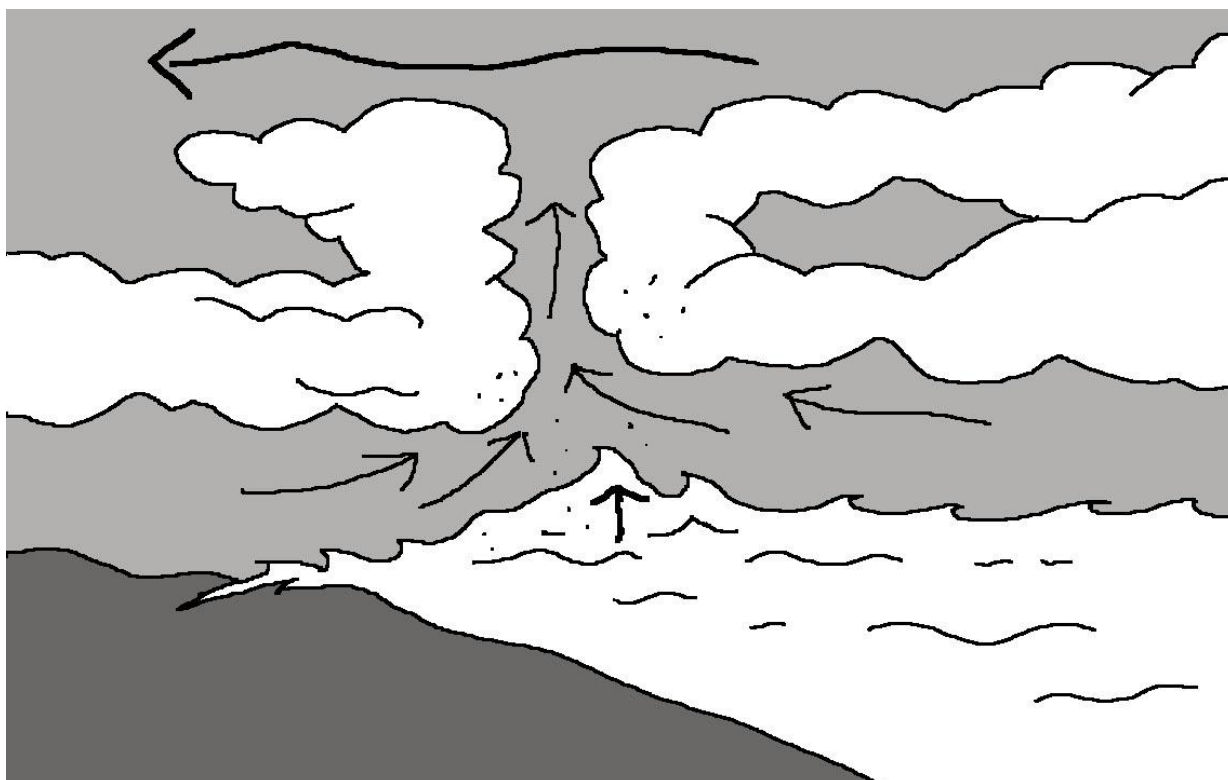
**“...não há nenhuma árvore que o vento não tenha sacudido...”**

(provérbio hindu)

## **2. O QUE É UM CICLONE ?**

### **2.1. Descrição**

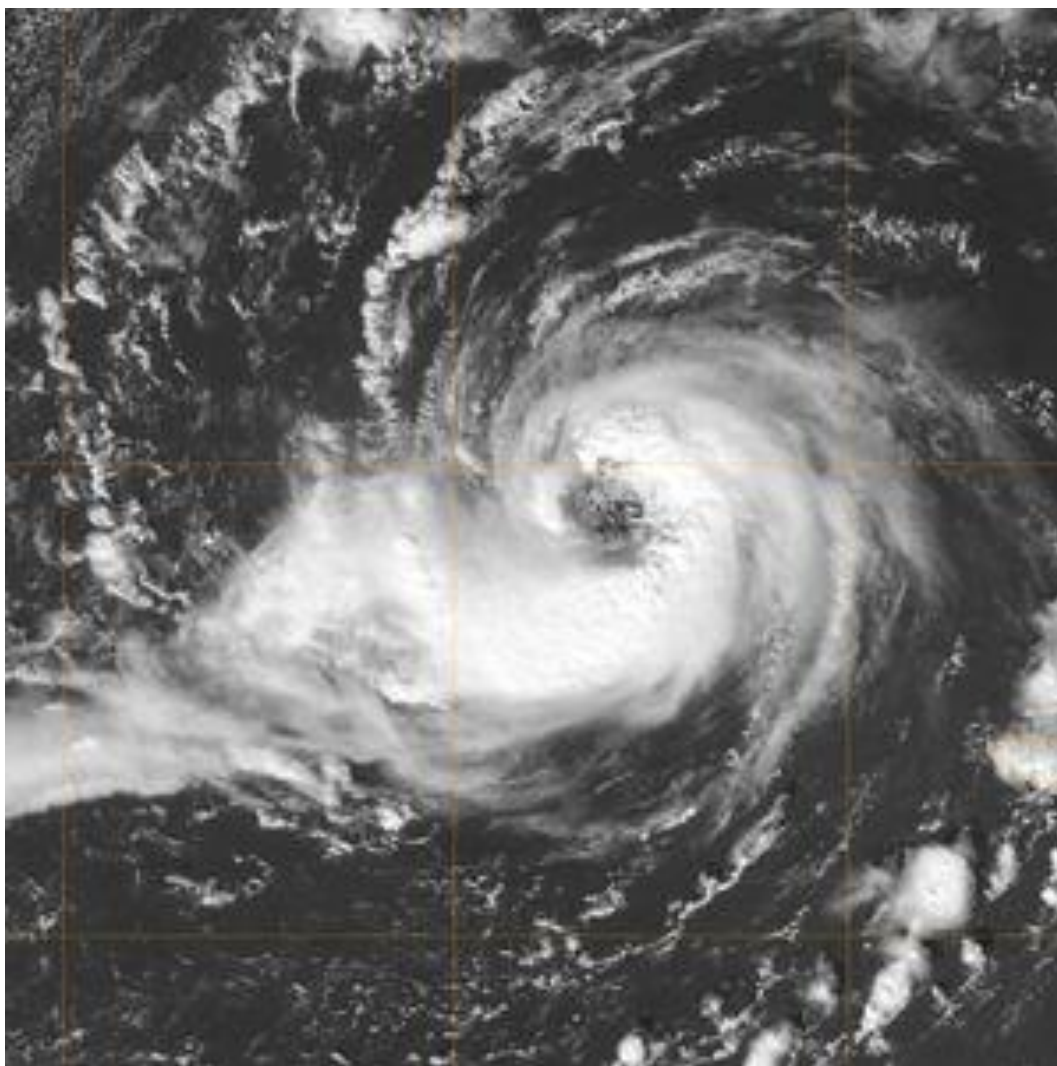
**O CICLONE** é um fenómeno atmosférico que traz consigo ventos extremamente fortes e chuvas torrenciais. Este fenómeno ocorre no fim do verão, quando as águas dos oceanos tropicais estão mais quentes.



Criam-se sobre as águas oceânicas grandes massas de ar quente que absorvem o vapor, tornando-se mais leves. Então produz-se uma ascensão acelerada em espiral destas grandes massas de vapor, as quais alcançam altas velocidades e formam enormes nuvens que podem atingir até 16 km de altura !

Este fenómeno é chamado Ciclone Tropical, Furacão, Tufão e outras denominações, dependendo dos distintos lugares onde ocorre. Formam-se cada ano cerca de 80 ciclones no mundo. Os seus raios de acção podem ter entre 100 e 1000 Km.





Observado por satélite, os ciclones mostram um aspecto sensacional: uma gigantesca espiral de nuvens que gira em torno do seu centro. Forma um buraco redondo que tem entre 20 e 60 km de diâmetro, conhecido como **OLHO**, o qual se desloca a uma velocidade que pode atingir os 40-50 km/h.

Os forte ventos em torno do Olho põem em movimento no mar enormes massas de água que se elevam em gigantescas ondas. Estas geralmente vão esbarrar-se com toda a sua força na região costeira, o qual constitui o maior perigo de mortes na ocorrência dum ciclone. Este fenómeno atmosférico pode durar vários dias e inclusive semanas.

## 2.2. Velocidade



Brisa  
1-20 km/h



Vento Forte  
20-70 km/h



Ciclone  
mais de 120 km/h

O ciclone alcança a sua máxima velocidade sobre o oceano e perde grande parte da sua força quando entra no continente, onde é travado pela morfologia do terreno. Quando isto acontece, caem grandes quantidades de água em forma de chuvas intensas, as quais geralmente enchem os rios causando **CHEIAS** nas zonas mais baixas.



Situação de inundação como consequência de ciclone

## 2.3. Importância atmosférica

A pesar de seus efeitos devastadores, os ciclones são muito importantes, pois fazem circular grandes massas de ar e de nuvens contribuindo para o equilíbrio atmosférico que nos permite viver neste planeta...

### 3. A ACÇÃO DO VENTO SOBRE AS CONSTRUÇÕES

#### 3.1. Algumas recomendações básicas

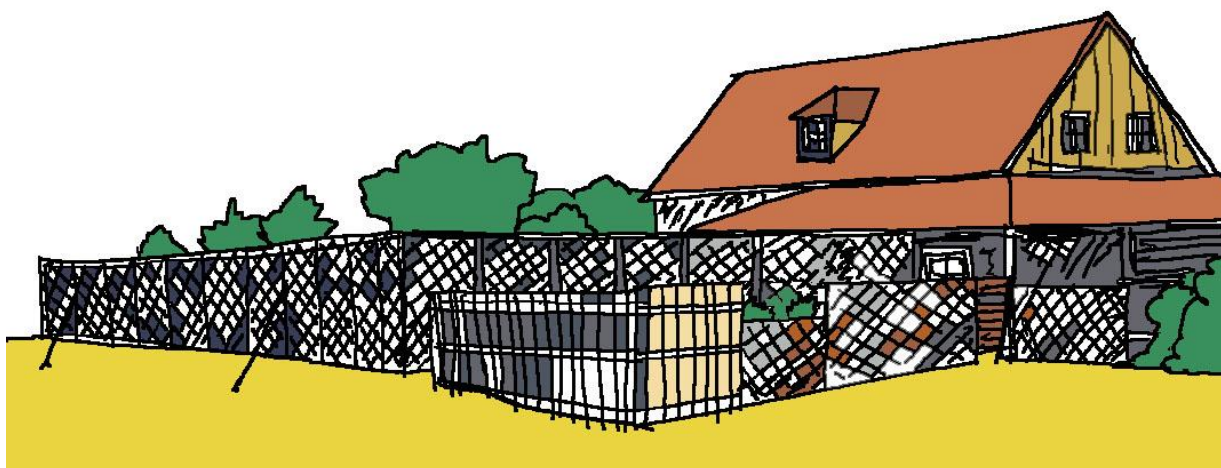
As recomendações mas importantes para reduzir o impacto do vento sobre as construções são:

**“...Não opor resistência...” e “...Não deixá-lo entrar na casa...”**



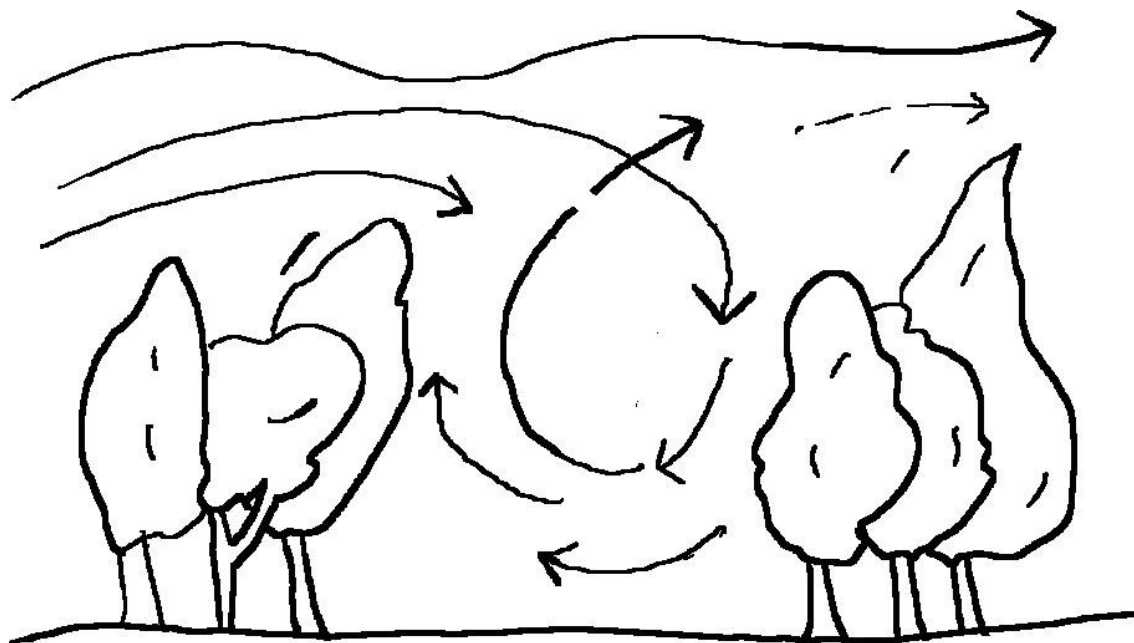
#### 3.2. A acção dos quebra-ventos e da vegetação

O plantio de vegetação baixa e aplicação de quebra-ventos servem para desviar o vento para cima e filtrá-lo de maneira a proteger a própria casa. Portanto, a função dos quebra-ventos é de **diminuir a força do vento**, não de enfrentá-lo.

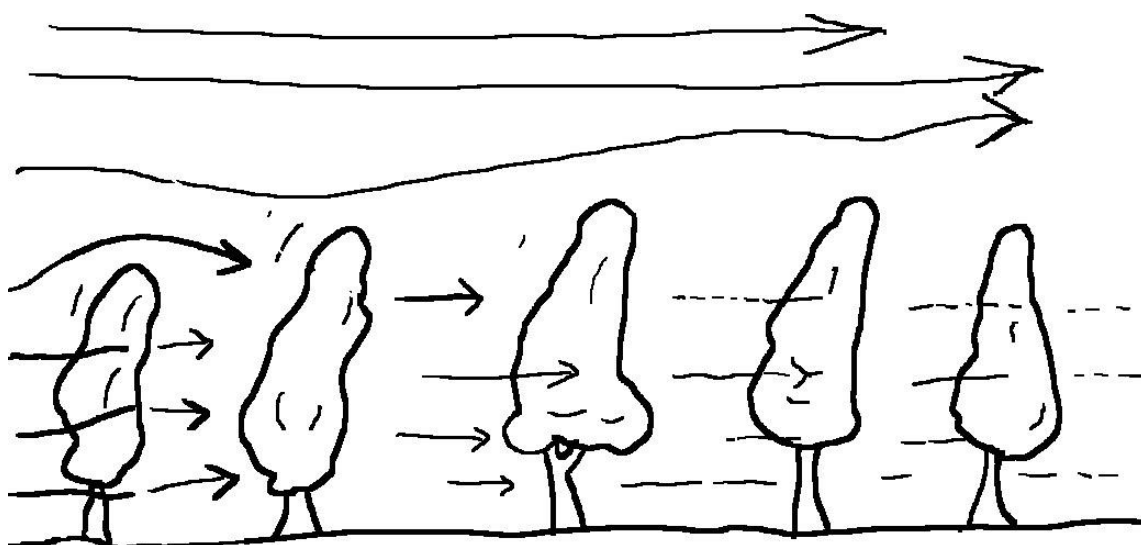




A vegetação reduz consideravelmente a força do vento.

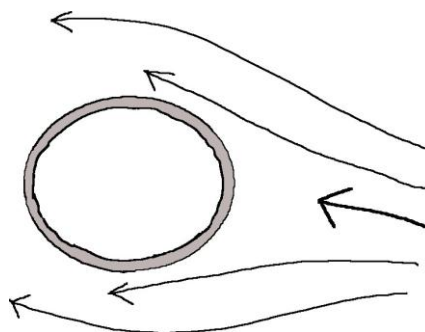
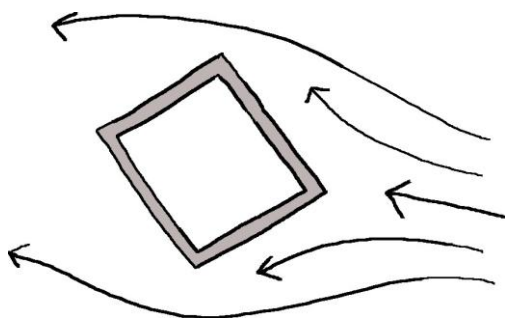


Para além disso, as árvores libertam o vento de grande parte da poeira e areia que transporta.



### 3.3. A forma das construções

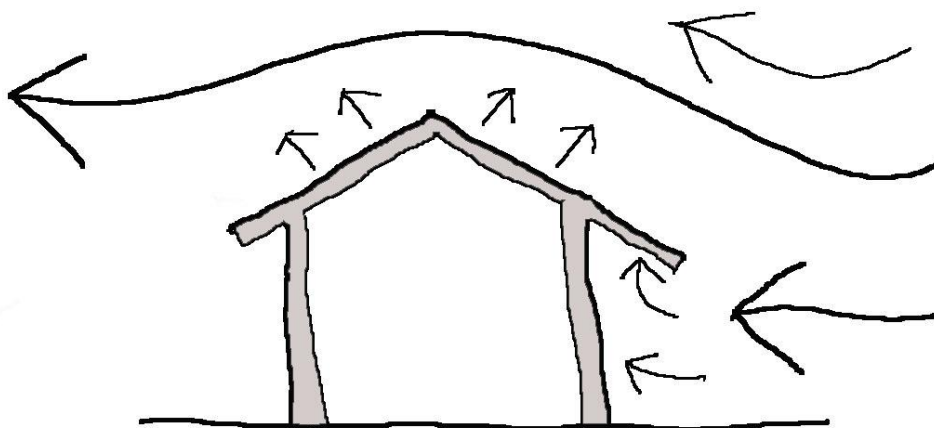
A forma das construções que melhor enfrenta o vento é **compacta** e **simétrica**.



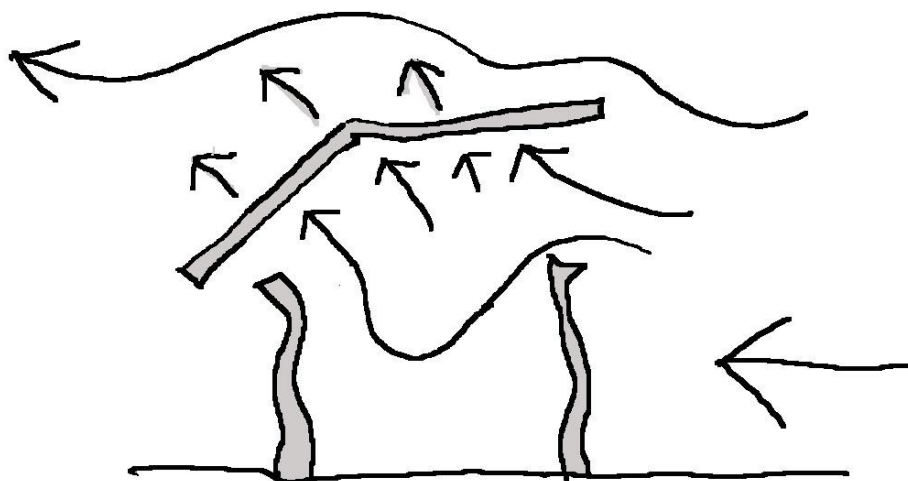
Quando as **construções** são **abertas** o vento passa através delas!



Quando as **construções** são **fechadas**,



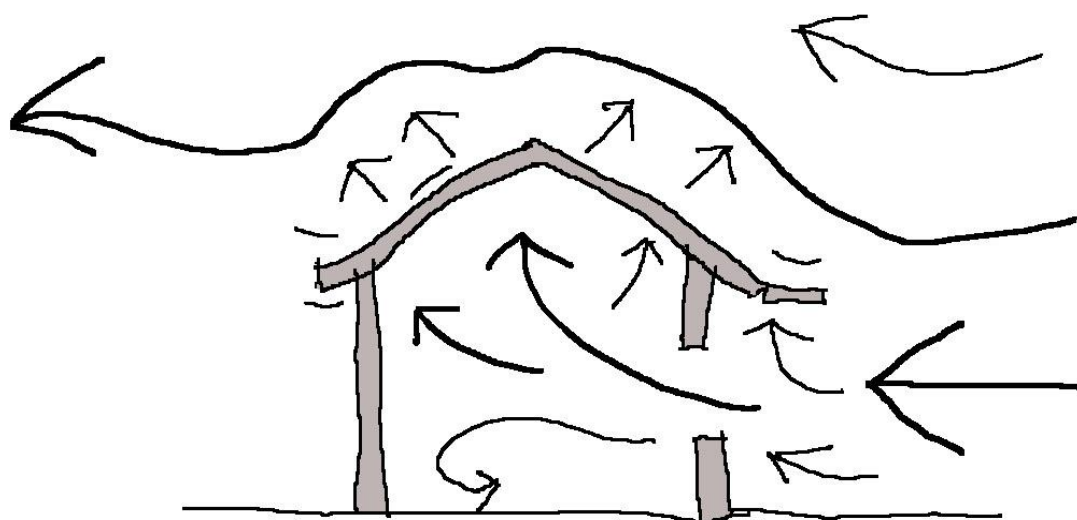
o vento produz sobre o tecto um efeito de sucção para cima



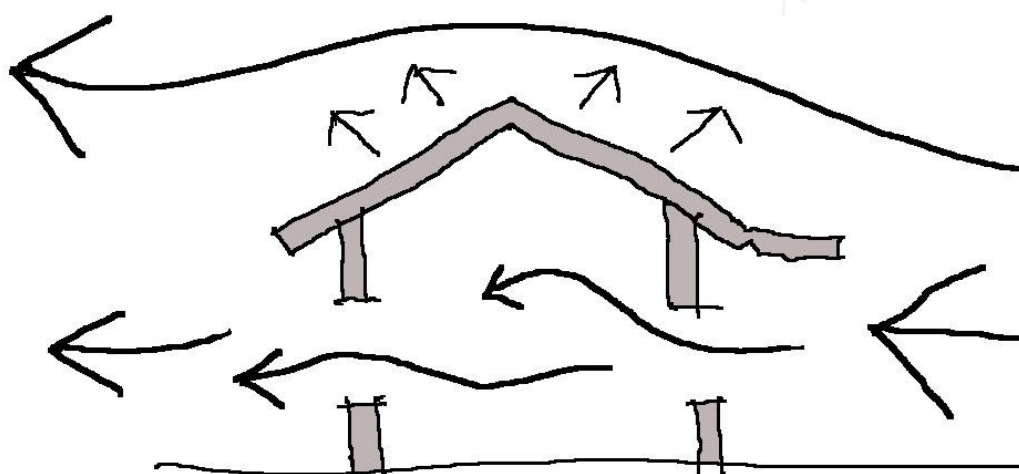
que pode levantar o tecto completamente.....

**É importante criar ventilações nas partes altas !**

Quando o vento entra na casa através de uma porta ou uma janela, aumenta a pressão sobre o tecto.



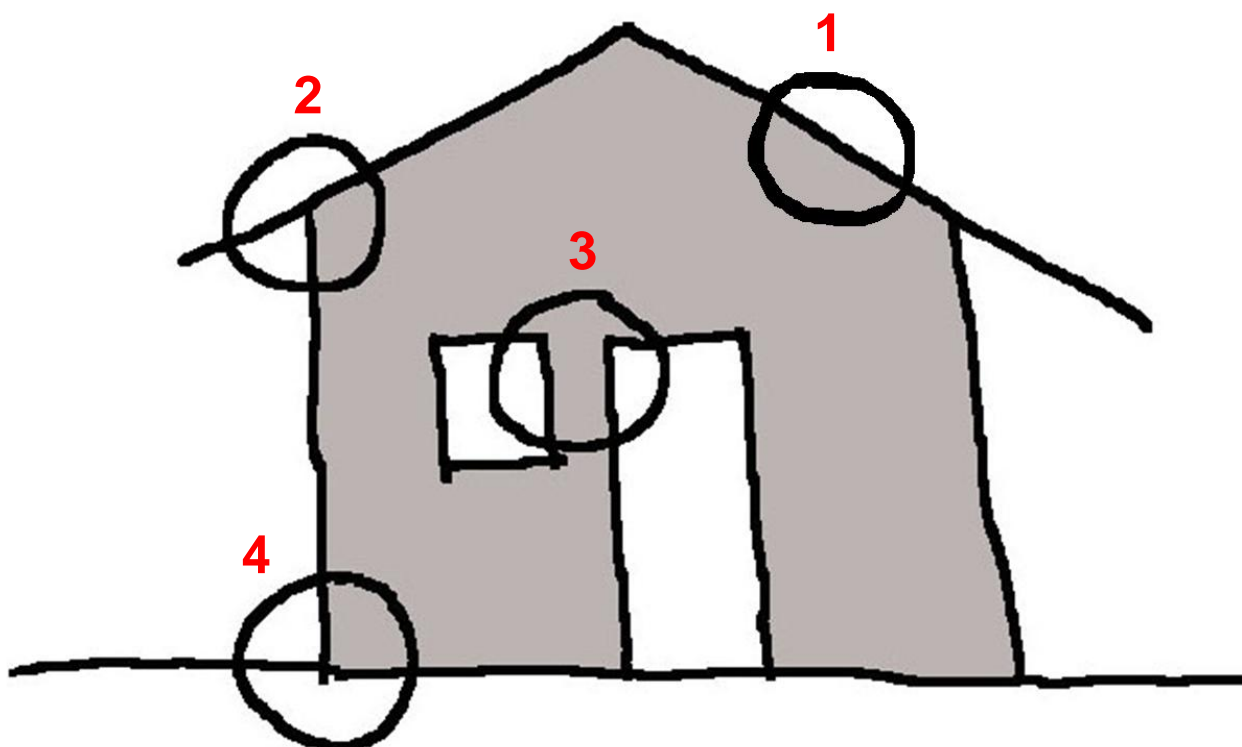
Nesse caso é muito importante abrir outra janela ou porta do outro lado da casa para permitir ao vento passar.



## 4. AS PARTES MAIS VULNERÁVEIS DAS CONSTRUÇÕES

O vento ataca as construções fundamentalmente nos pontos seguintes:

1. a cobertura
2. a junção do tecto com as paredes
3. as portas e as janelas
4. as fundações ou a união das paredes com o solo



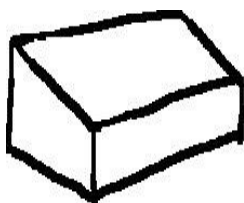


## 4.1. A cobertura

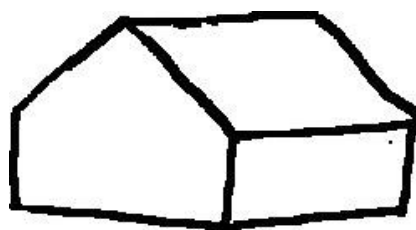
**A COBERTURA é a parte da construção mais vulnerável à acção do vento.**

### 4.1.1. *A forma da cobertura*

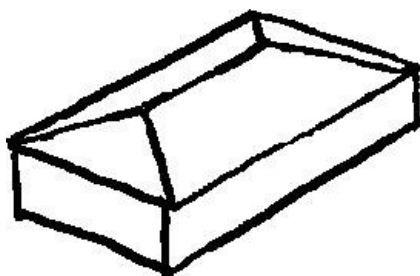
As formas características das coberturas usadas tradicionalmente são de “uma água”, “duas águas”, “quatro águas” ou cónica. As duas primeiras expõem-se mais ao vento por isso para estas formas é recomendável o uso de sistemas construtivos em betão.



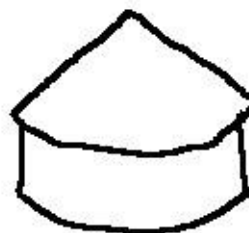
Uma água



Duas águas



Quatro águas



Cónica

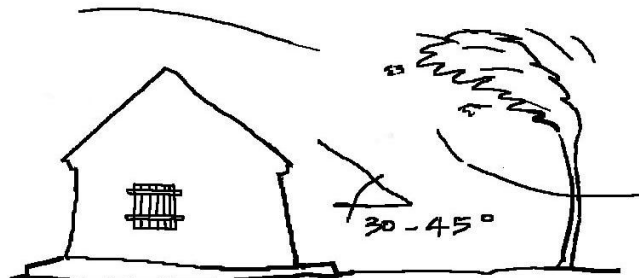
As coberturas de “quatro águas” e a cónica, são as formas mais adequadas para construir em regiões de risco de ciclone porque se amarram directamente às vigas que estruturam os muros do edifício. Além disso, a cobertura de quatro águas adapta-se bem ao uso de materiais de construção convencionais (chapa de zinco, etc.) e facilita a instalação de sistemas de recolha de água de chuva.

## A força de sucção é maior quanto mais plano é o tecto !

Os tectos mais seguros mostram uma inclinação entre 30 e 45 graus.



Esta casa tinha o tecto pouco inclinado e mal fixado. O vento entrou pela janela deixada aberta e a força de sucção exterior arrancou o tecto por completo !



Este tecto tem a inclinação recomendada e as janelas foram bem fechadas. Mesmo com vento forte, a casa não teve danos !

Para construir um **tecto plano** em zonas de fortes ventos é recomendável o uso de lajes maciças ou pre-fabricados de betão para dar maior peso e resistência à estrutura de suporte.

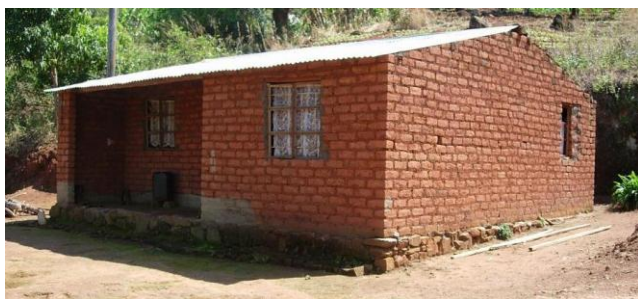
A aplicação de chapas de zinco para construir **tectos cónicos** é possível mas bastante complicado.



#### **4.1.2. O uso da chapa de zinco**

A **chapa de zinco** é cada vez mais utilizada em Moçambique para fazer-se a cobertura. Trata-se de um material de construção considerado mais durável que os materiais tradicionais como o capim ou macuti, com um preço relativamente acessível.

O seu uso influenciou a arquitectura tradicional porque implica uma adaptação da estrutura da casa a uma forma mais rectangular, a qual facilita a colocação das chapas.

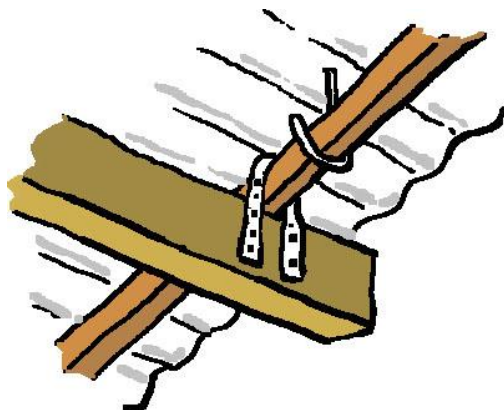


Considerando que a chapa de zinco é leve, **as coberturas que utilizam este material são frágeis e bastante vulneráveis à acção do vento.**

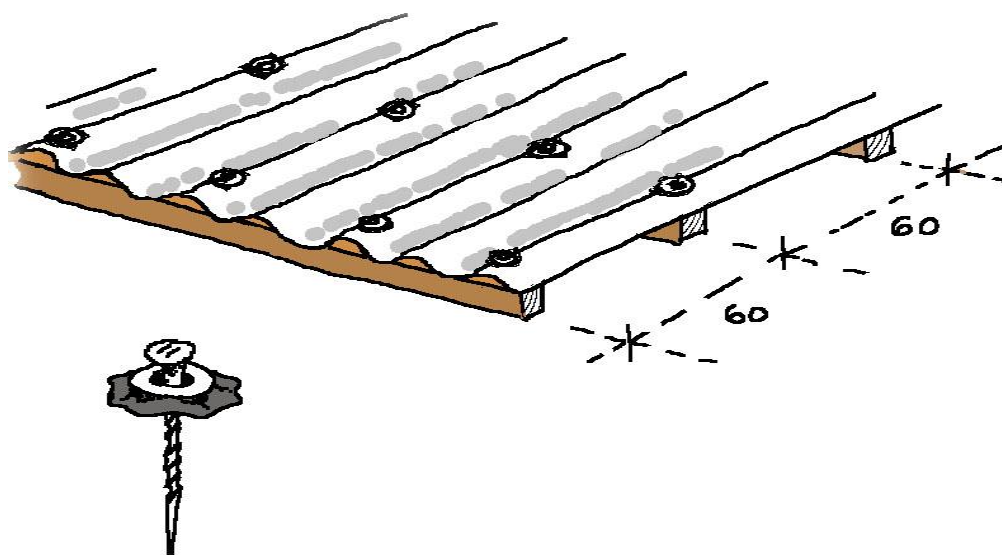
Para reforçar as coberturas de zinco é preciso usar chapas com um mínimo de 0.5 mm de espessura. Também é importante tentar fazer um tecto de acordo com o comprimento das chapas, de maneira a evitar a união entre várias chapas para obter-se uma água. Esta união representa um ponto fraco da cobertura que o vento pode atacar.

#### 4.1.3. A junção da cobertura com a sua estrutura

Para reduzir o risco de ver o tecto da própria casa arrastado pelo ciclone **é fundamental fixar fortemente a cobertura com a sua estrutura.**



Por isso, **o espaçamento correcto entre as madres** de madeira para fixar uma cobertura de chapa é de **60 cm**. Os pregos são cravados de acordo com este espaçamento e a cada 2 ondas no sentido das madres. Caso os pregos ultrapassem a espessura da madre, estes devem ser dobrados na parte inferior. Os pregos para fixar as chapas de zinco são estriados, com cabeça anilhada e com uma junta de borracha.

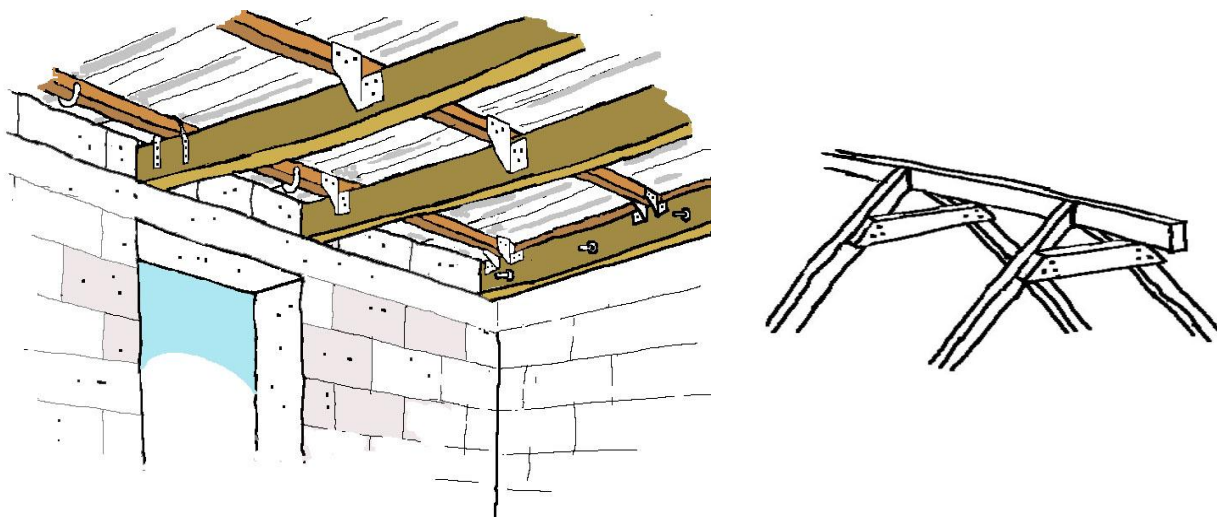


Os pregos deverão ser sempre aplicados na parte superior da onda de maneira a evitar infiltrações e não interromper o escoamento da água de chuva, pois isto acontece na parte inferior da onda.

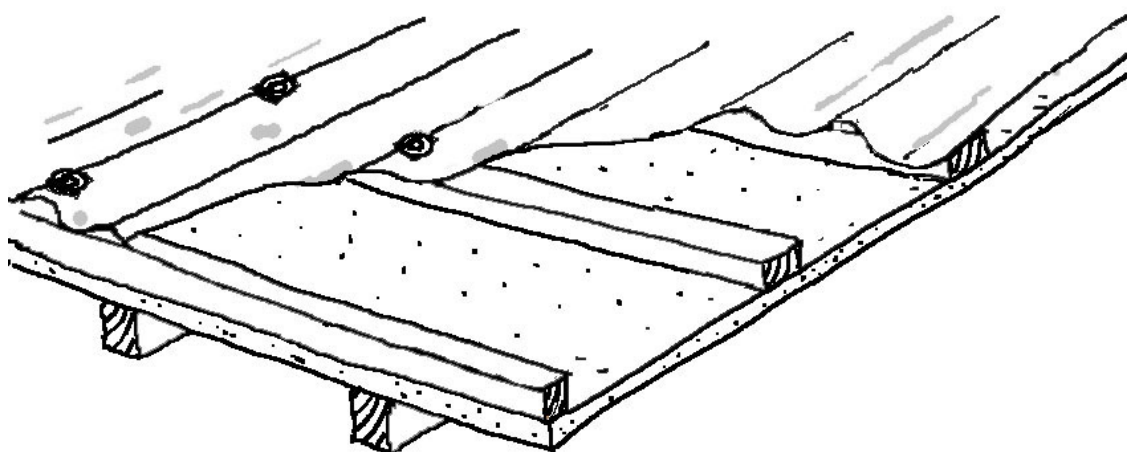


#### 4.1.4. Reforçar a estrutura da cobertura

Geralmente a estrutura da cobertura é composta por asnas e madres de madeira apoiadas na parte superior das paredes. Esta estrutura pode ser reforçada de muitas maneiras. As figuras que seguem mostram apenas algumas opções.



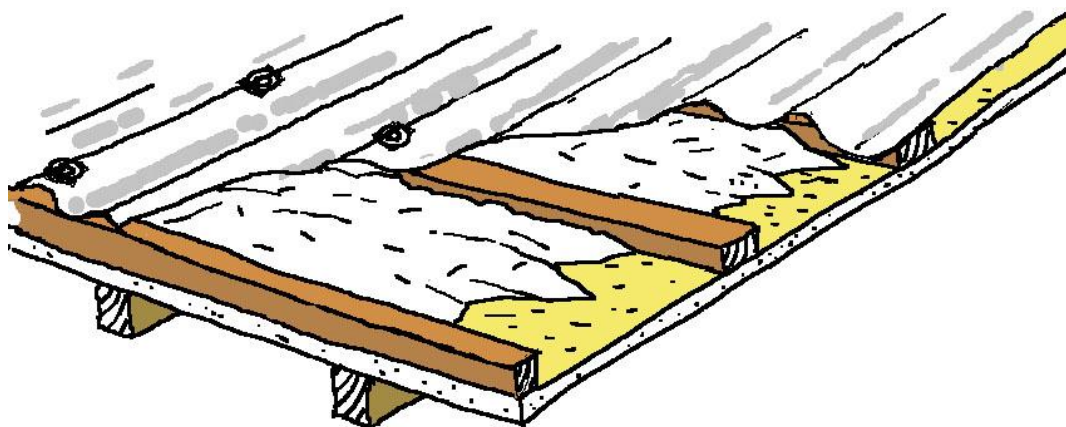
A aplicação de placas de madeira ou outro material sobre a estrutura da cobertura dá mais peso ao tecto e serve como defesa contra o vento e a chuva se as chapas forem levantadas.



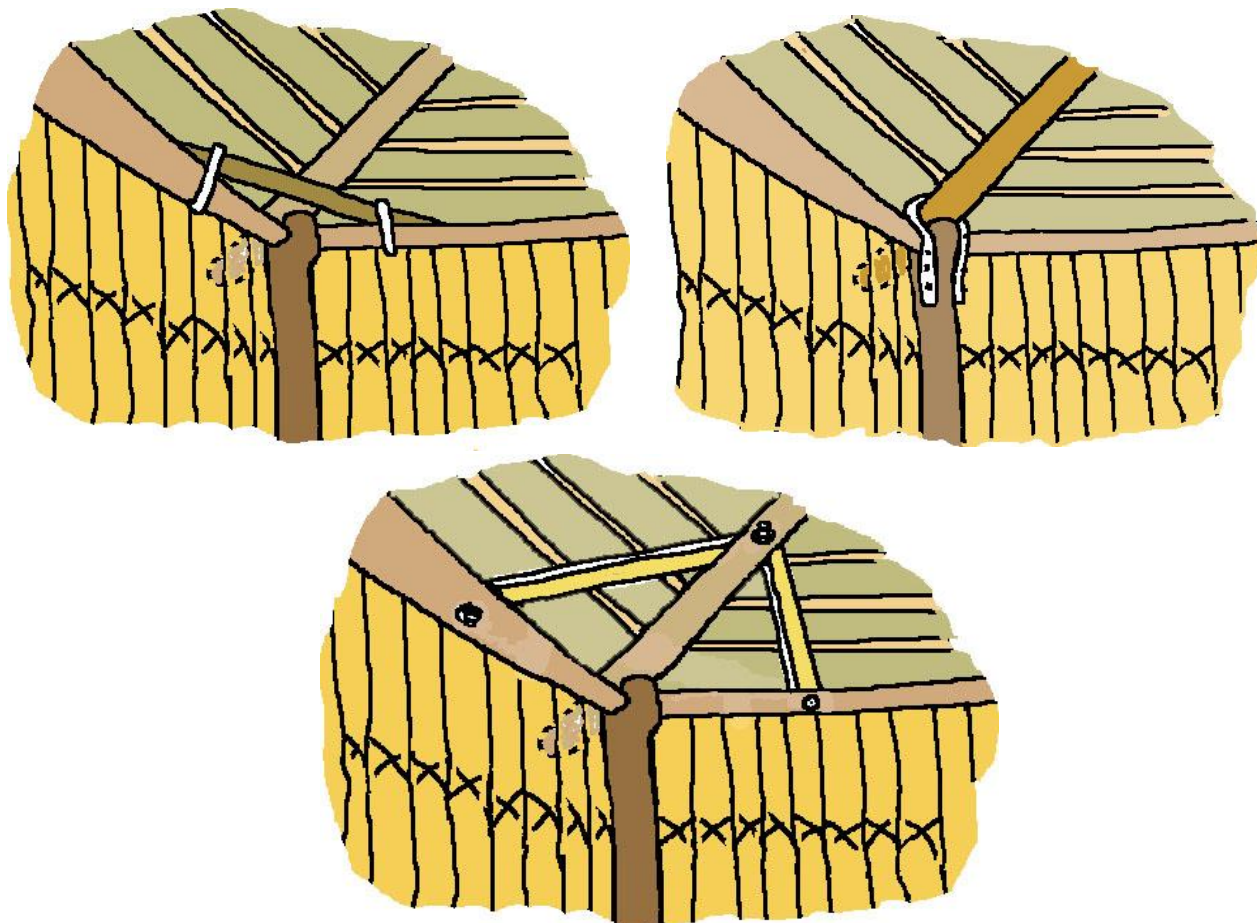
Nesta perspectiva, pode se obter um isolamento térmico da cobertura instalando material vegetal como esteiras ou caniço por baixo do tecto (tecto falso).



Colocando uma mistura de terra e palha entre as madres sobre uma placa de madeira e uma lona de plástico agrega-se peso a cobertura e isola-se ainda mais o interior da casa da temperatura exterior e da água.



A estrutura das coberturas tradicionais pode ser reforçada aplicando correias de metal ou de peças de madeira. Tratando-se de construções leves, a ideia é de estabilizar a estrutura sem perder a elasticidade.



#### **4.1.5. Outros aspectos ligados à cobertura**

O **arrastamento de objectos** pelo ciclone pode danificar a casa criando aberturas que causam o levantamento da cobertura.



O uso do fibrocimento ou lusalite em zonas de risco de ciclone não é **recomendável** porque trata-se de um material rígido que se pode partir facilmente pelo impacto de objectos arrastados pelo vento.

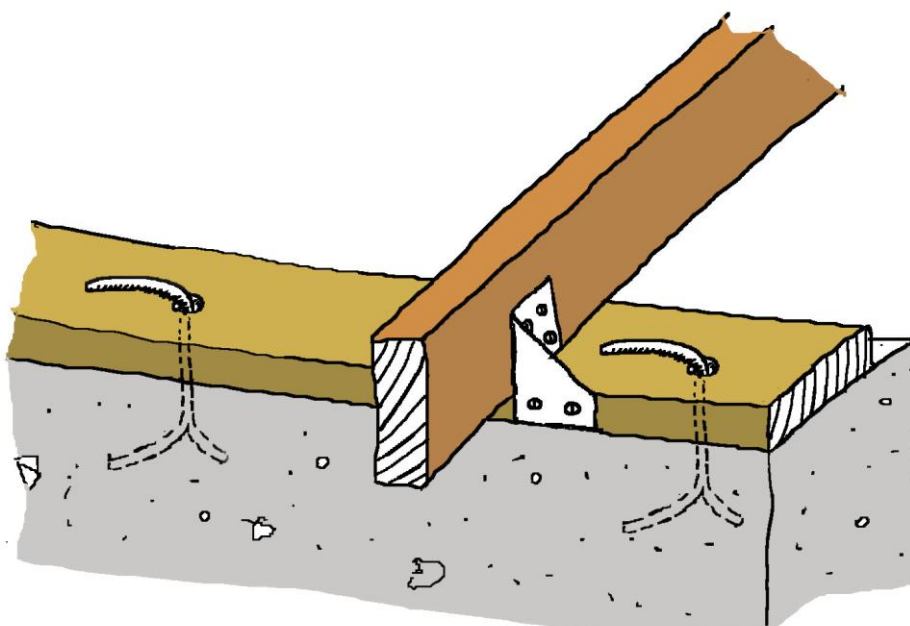
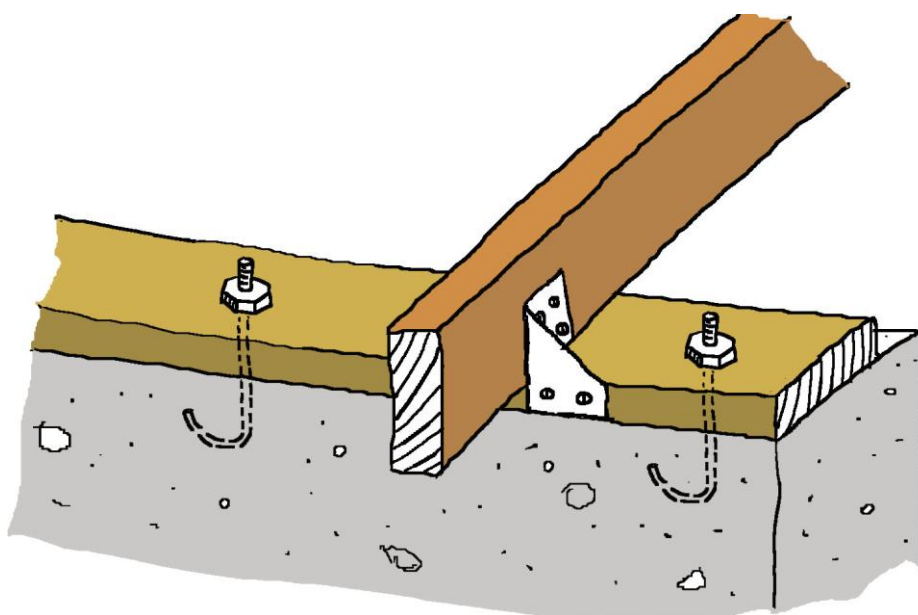


## 4.2. A junção do tecto com as paredes

**Esta junção é a mais importante de toda a casa.**

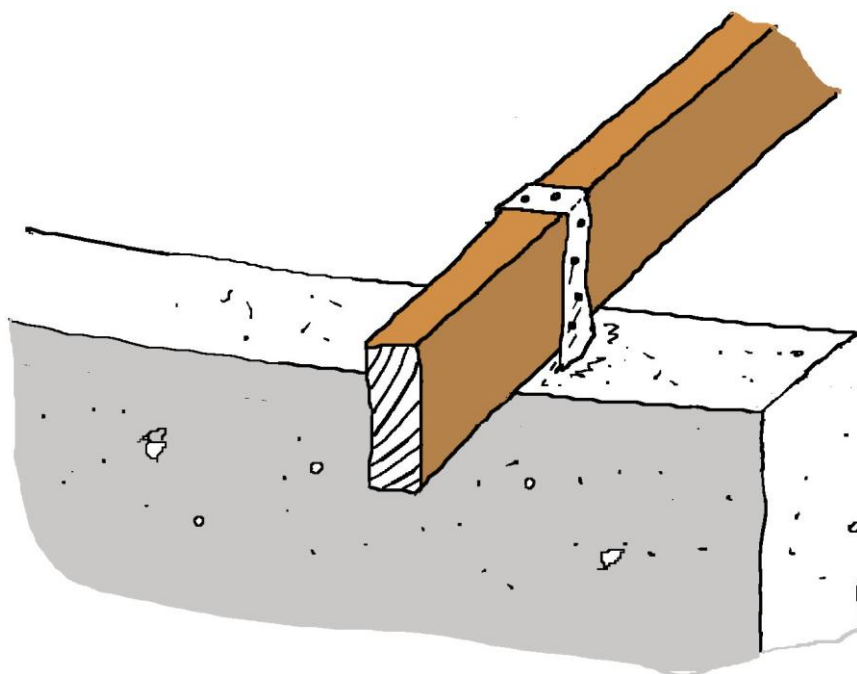
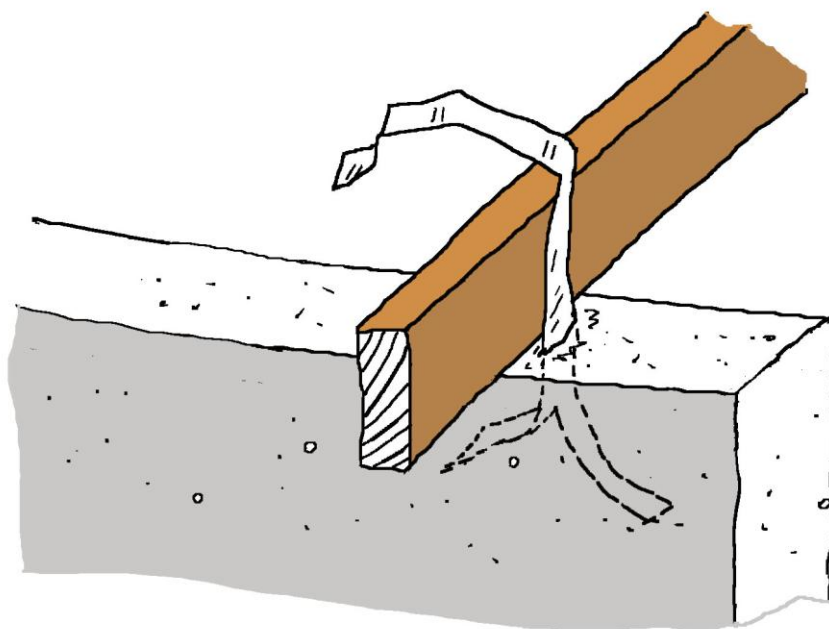
### 4.2.1. *Nas casas de alvenaria*

Uma peça de madeira fixada com pernos em forma de J ou ferros chumbados na parte superior do muro permite utilizar uniões metálicas para **segurar fortemente a estrutura da cobertura com o muro de alvenaria.**



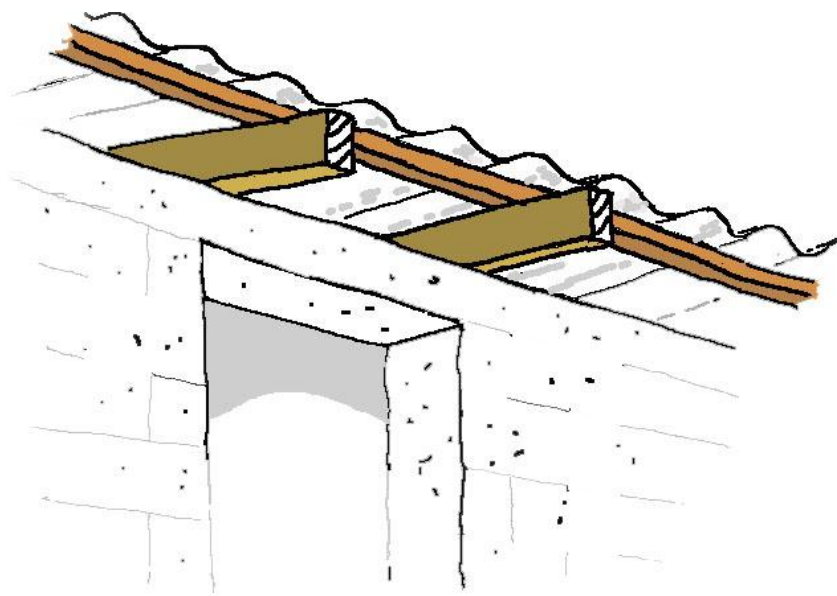


Quando a estrutura da cobertura assenta directamente na viga superior de betão podem encaixar-se **correias metálicas** que se dobram sobre o elemento estrutural do tecto e pregam-se por ambos lados.

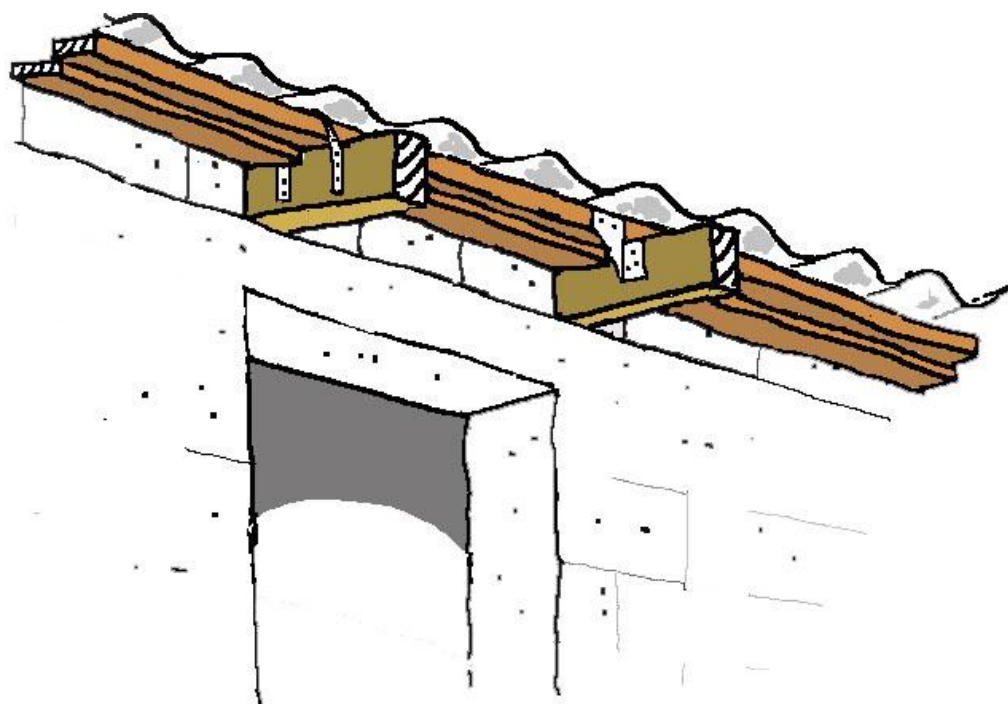


Para o efeito podem ser utilizados também pernos, peças de ferro ou outros elementos metálicos com funções semelhantes.

Não é recomendável que nos beirais e na parte superior das paredes fiquem chapas metálicas expostas ao vento.



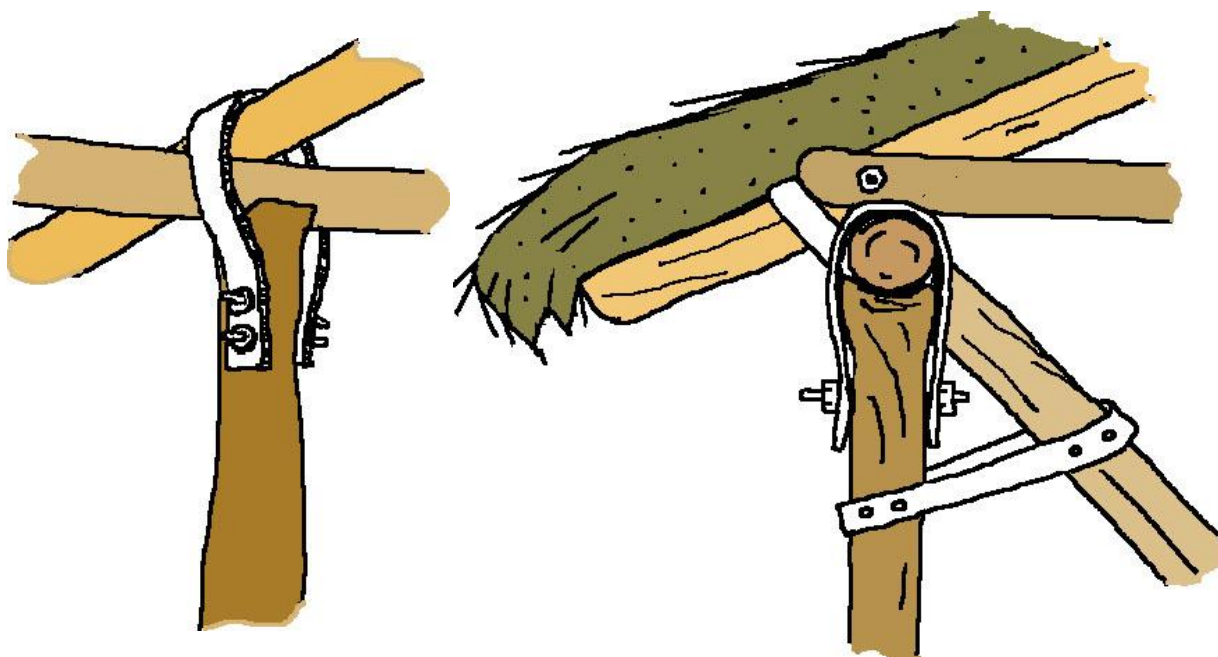
A figura a seguir mostra que uma forma de mitigar esta situação é fixar firmemente as chapas à estrutura da cobertura usando elementos metálicos, e fechar o espaço entre a parede e o tecto com blocos e peças de madeira.





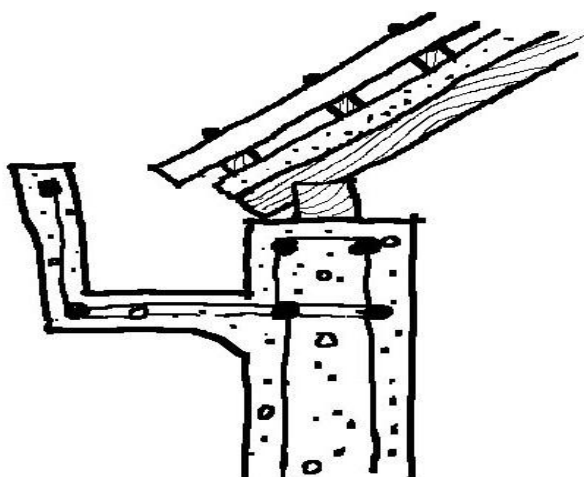
#### 4.2.2. Nas casas construídas com materiais locais

Neste caso a junção entre o tecto e as paredes pode ser reforçada utilizando **arame**, **cordas** ou **correias de metal**.

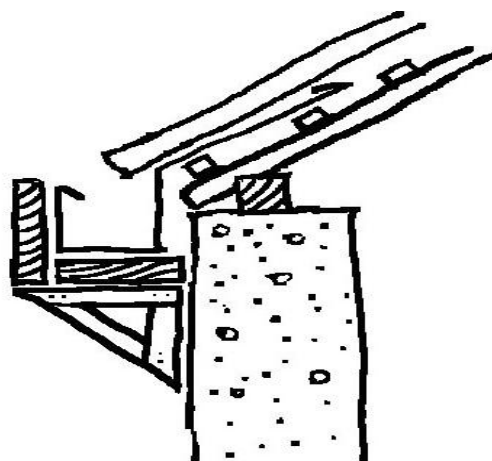


#### 4.2.3. Uma função interessante das caleiras

Para além de recolher água de chuva, observou-se que **as caleiras** **protegem de maneira eficaz os extremos do tecto da acção do vento**.



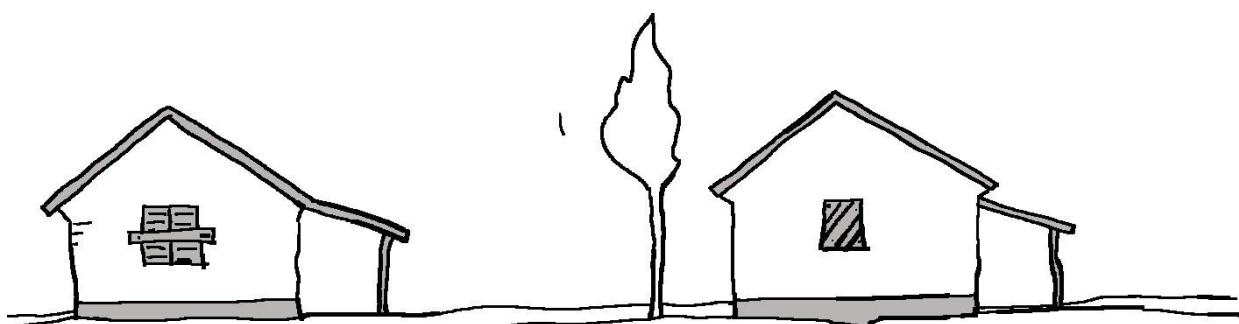
Caleira feita em betão



Caleira feita com chapa metálica protegida por peças de madeira

#### 4.2.4. Tectos anexos

Tanto em construções tradicionais como nas modernas, são anexados frequentemente **tectos adicionais** à estrutura principal da casa.



Tecto anexo **junto** à estrutura do tecto principal

Tecto anexo **separado** da cobertura principal



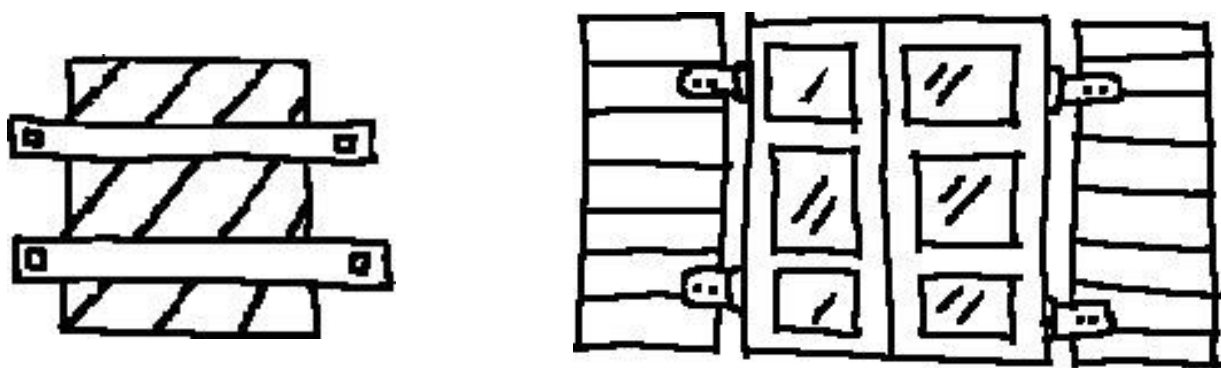
Quando a cobertura adicional é levantada pelo vento **afecta o tecto principal !**

Quando o tecto anexo é levantado pelo vento, **o tecto principal não é afectado.**

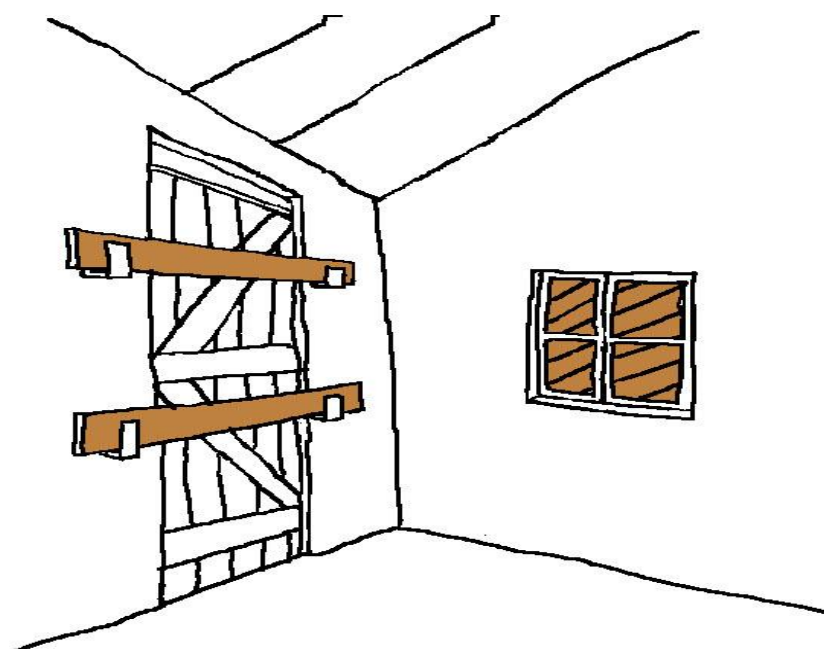
### 4.3. As portas e as janelas

As portas e as janelas representam os pontos de entrada mais prováveis do vento dentro da casa.

Sugere-se que as janelas sejam devidamente protegidas com tampas de madeira. Estas até podem ser fixadas ao muro de maneira a estar sempre disponíveis em caso de necessidade.

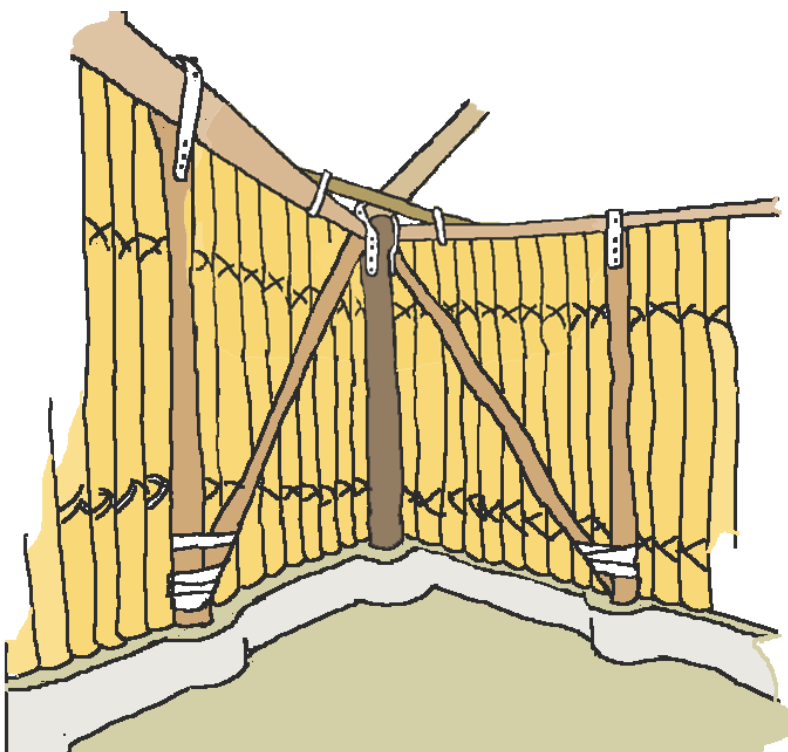


As portas também, para além de fortes e robustas, devem poder se fechar com sistemas reforçados utilizando peças de madeira ou de metal de maneira a resistir à alta pressão e ao efeito de sucção gerados pelo ciclone.

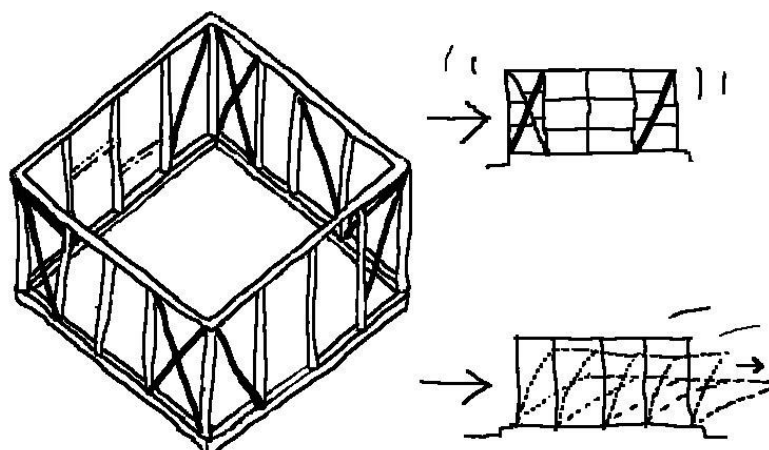


#### 4.4. As fundações

Sendo mais leves, a boa junção dos diferentes elementos das **casas tradicionais** é muito importante. Em particular, **a fundação ou ligação das paredes com o solo deve ser forte** para evitar que a construção seja completamente levada pelo vento.

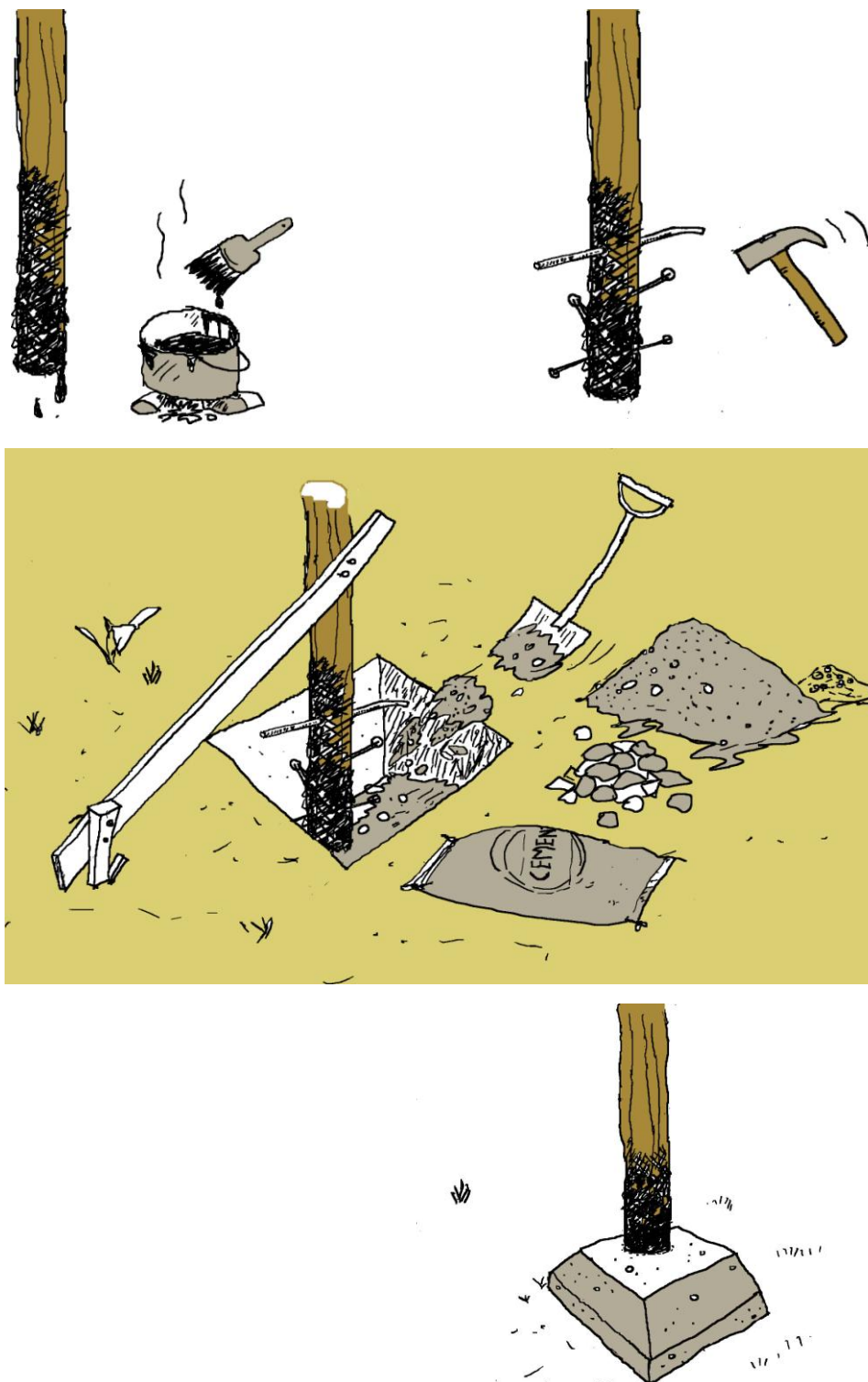


As **paredes** deste tipo de casas devem ser reforçadas com elementos diagonais e **ancoradas ao solo com ferros chumbados no betão da fundação**.



Quanto mais leve é a construção, mais grande (ou pesada) deve ser a fundação.

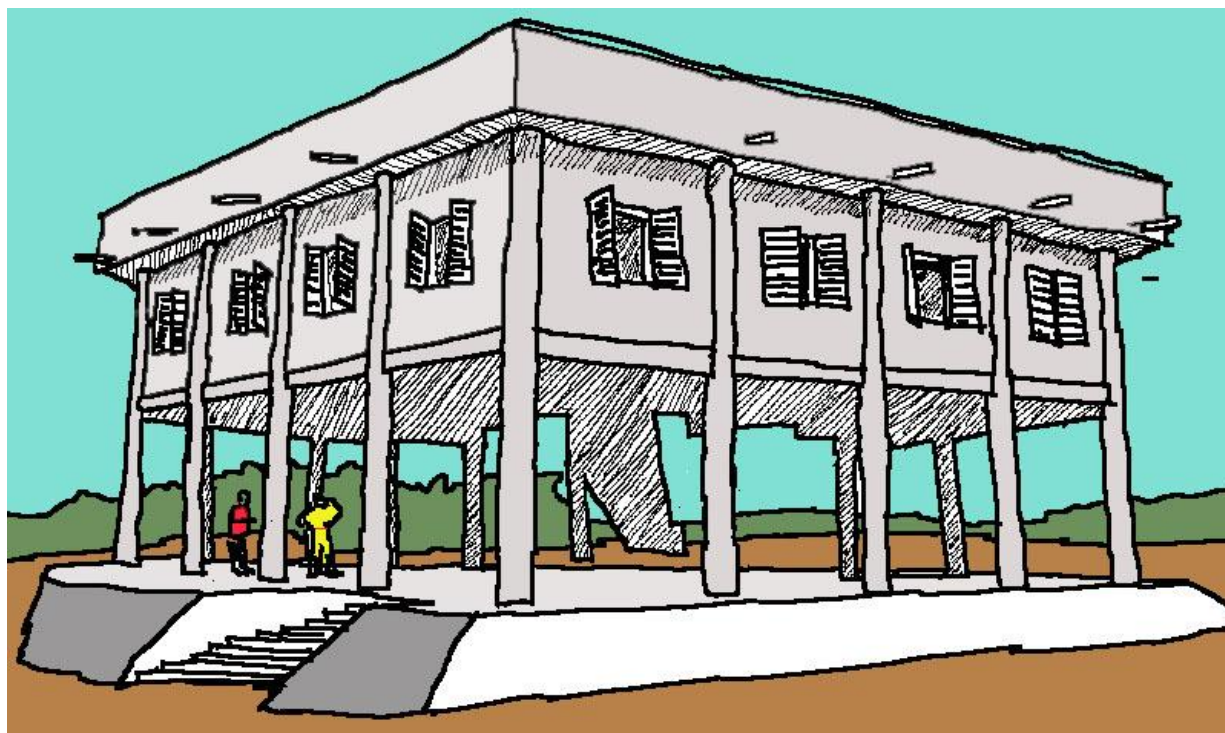
Uma maneira de segurar firmemente os pilares de madeira no solo é impregná-los com alcatrão (para evitar que sejam atacados pelos bichos) e ancorá-los no betão com ajuda de ferros e pregos.



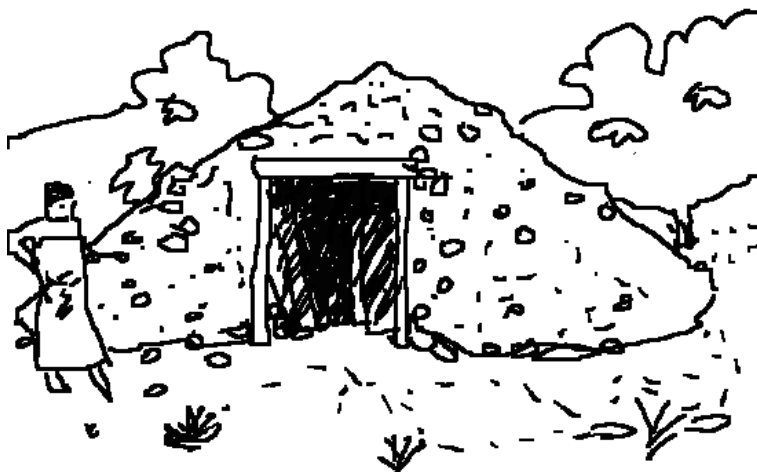


## 5. REFÚGIOS

O único refúgio que pode verdadeiramente nos proteger do ciclone é uma construção em betão armado com tecto de laje.



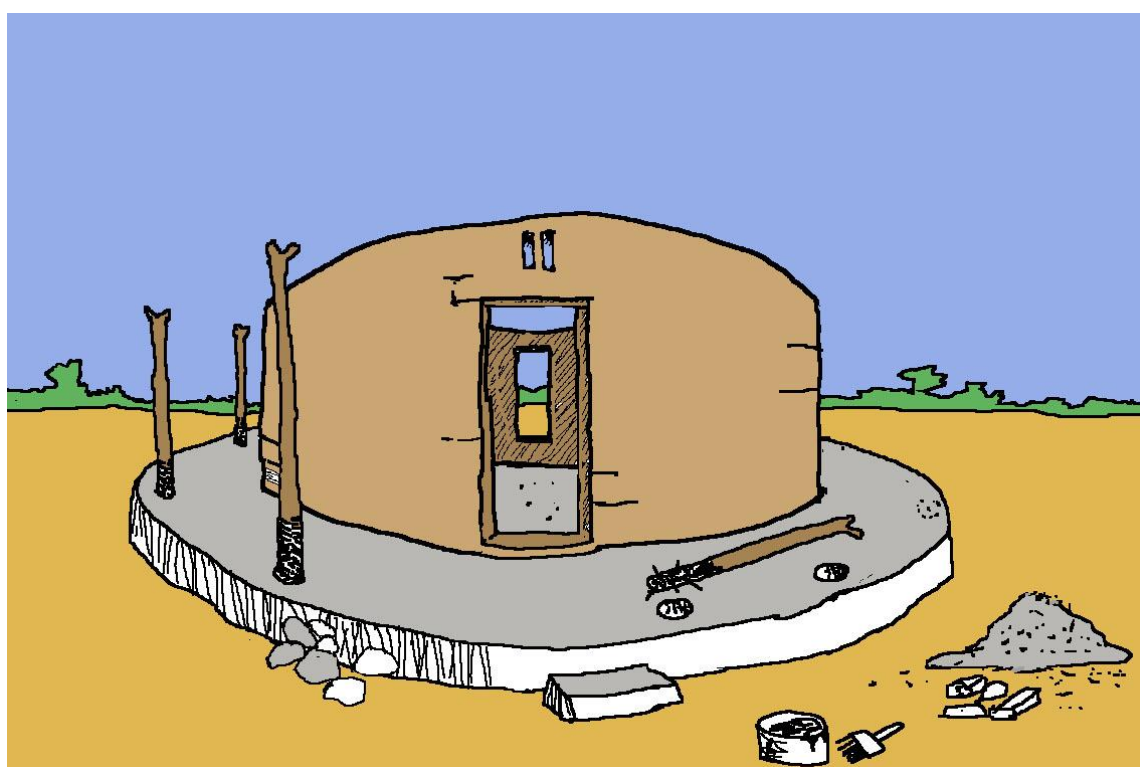
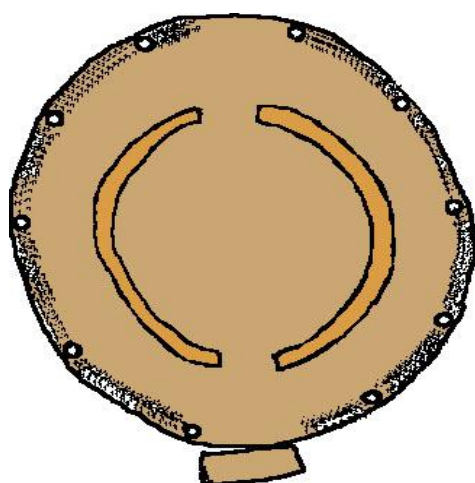
Um refugio privado para guardar bens, animais ou pessoas, pode-se inventar !



## 6. A CASA INTELIGENTE

Esta casa de forma circular foi edificada de maneira inteligente.

Uma janela está posicionada simetricamente ao outro lado em relação à porta. A casa tem um centro com paredes de tijolos e está construída sobre uma plataforma de 40 cm de elevação. A varanda é semi fechada com caniço que protege a estrutura interior da chuva e do sol, e diminui a força do vento.





# **SISTEMA DE ALERTA DE CICLONE**

O sistema de alerta de ciclone em Moçambique é feito através da utilização de três cores. Trata-se de mensagens de aviso para as comunidades que indicam o tempo disponível para se prepararem ao início dos ventos fortes:

## **ALERTA AZUL – Precaução**

Um ciclone tropical pode afectar a área dentro de 24 a 48 horas.

## **ALERTA AMARELO – Acção**

Um ciclone tropical está a aproximar e vai muito provavelmente afectar as comunidades dentro de 24 horas

## **ALERTA VERMELHO – Abrigo**

Os ventos fortes são eminentes (dentro de 6 horas) ou já estão soprando.