



COMISSÃO EUROPEIA



Ajuda Humanitária

## CONSTRUIR COM OS VENTOS

Manual para a Redução da Vulnerabilidade em Zonas Susceptíveis a Ciclone



**UN HABITAT**

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS ASSENTAMENTOS HUMANOS

**CONSTRUIR COM OS VENTOS**



Mercado Municipal de Vilankulos após Ciclone Favio, 2007

## CONSTRUIR COM OS VENTOS

Republica de Moçambique

Ministério da Administração Estatal (MAE)

Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC)

Com a assistência do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT)

Financiado pelo Programa de Preparação a Desastres da Direcção Geral da Comissão Europeia para Ajuda Humanitária (DIPECHO)

### Autor do Texto e dos Desenhos

Eduardo Feuerhake, Arquitecto Consultor, UN HABITAT  
efeuerhake@gmail.com

### Investigação

Fernando Ferreiro

Colaboradores: Manuela Muianga/Eurico Da Conceição

### Coordenação Geral

Mathias Spaliviero, Assessor Técnico Principal UN-HABITAT, Moçambique  
mathias.spaliviero@unhabitat.org

2ª Edição

Maputo, Junho de 2009

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

(provérbio hindu)



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

(William G. Ward)

## INDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. O QUE É UM CICLONE ?	4
3. A ACÇÃO DO VENTO SOBRE AS CONSTRUÇÕES	6
4. AS PARTES MAIS VULNERÁVEIS DAS CONSTRUÇÕES	11
4.1. A cobertura	13
4.2. A junção da cobertura com a sua estrutura	16
4.3. Reforçar a estrutura da cobertura	17
4.4. Outros aspectos ligados à cobertura	19
4.5. A junção do tecto com as paredes	20
4.6. Tectos anexos	24
4.7. As portas e as janelas	25
4.8. As fundações	26
5. REFÚGIOS	28
6. A CASA INTELIGENTE	30
7. OUTRAS MANEIRAS DE ASSEGURAR A COBERTURA	31
8. O USO DO FERRO-CIMENTO	32

## 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 construção em material convencional ou de tipo tradicional que permitam reduzir efectivamente a vulnerabilidade da habitação em situação de ventos e tempestades.



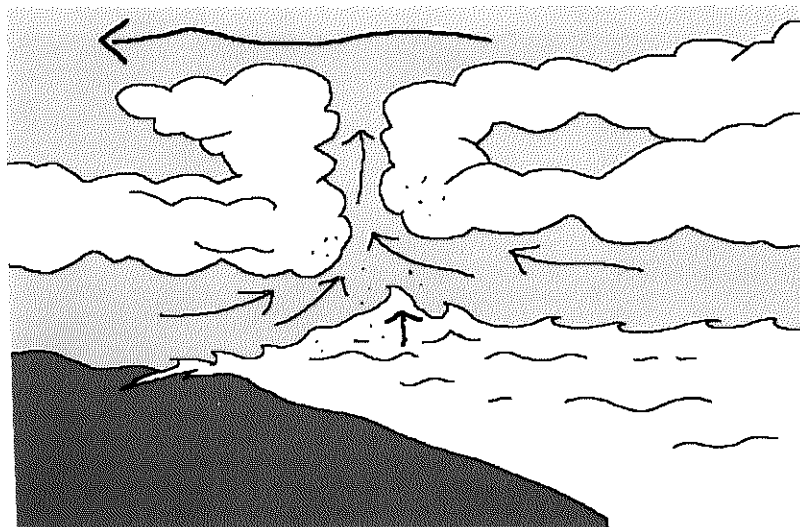
Posto de Saúde, Quinga, após o ciclone Jókwe-2008

## 2. O QUE É UM CICLONE ?

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.

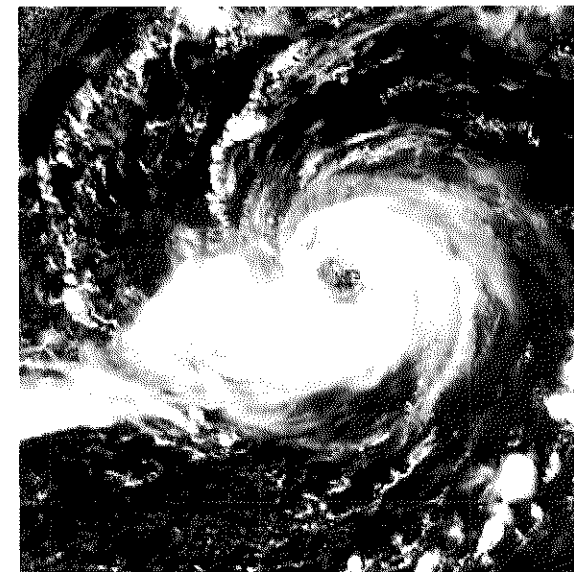
Então produz-se uma ascensão acelerada em espiral destas grandes massas de vapor, as quais alcançam altas velocidades e formam enormes nuvens que podem atingir até 16 km de altura!



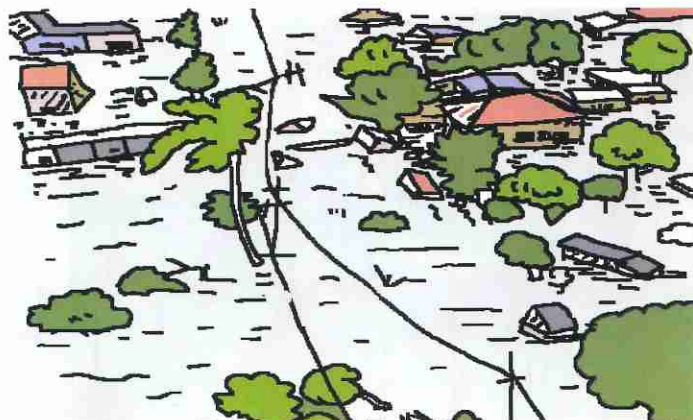
Este fenómeno é chamado Ciclone Tropical, Furacão, Tufão e outras denominações, dependendo dos distintos lugares onde ocorre.

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. Formam-se cada ano cerca de 80 ciclones no mundo. Os seus raios de acção podem ter entre 100 e 1000 km.



Os fortes 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.



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.

Apesar de 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

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

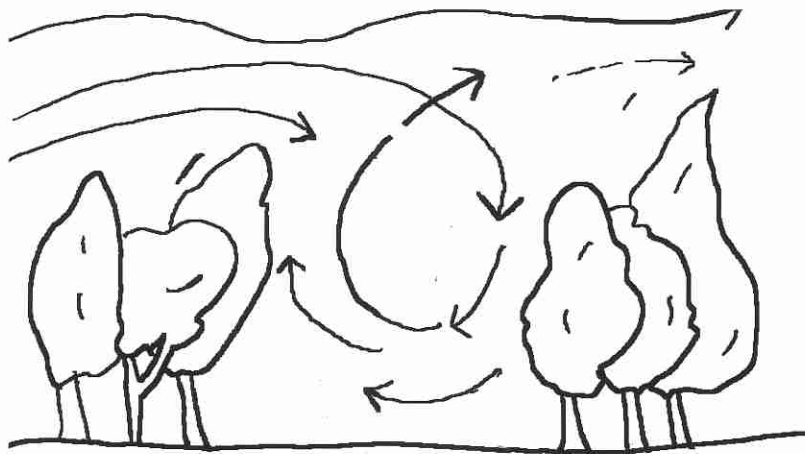
**“Não opor resistência” e**

**“Não deixá-lo entrar na casa”**

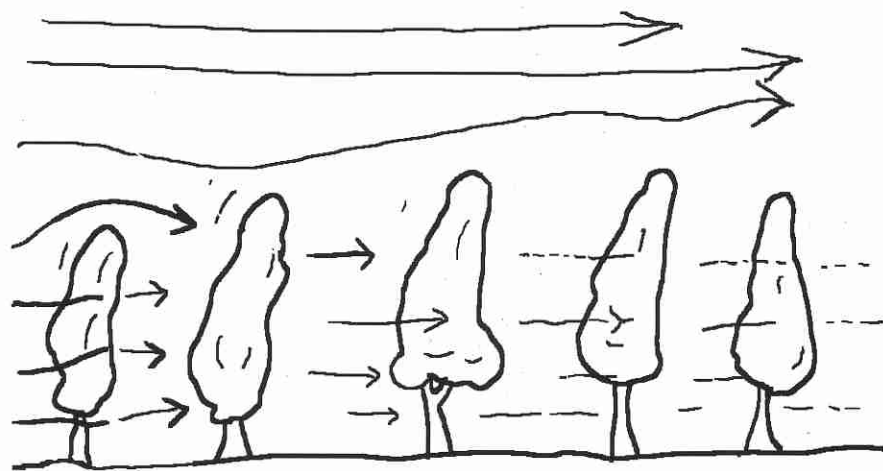
O plantio de vegetação baixa e aplicação de quebra-ventos servem para desviar o vento para cima e filtrá-lo de maneira a proteger a própria casa. Portanto, a função dos quebra-ventos é de diminuir a força do vento, não de enfrentá-lo.



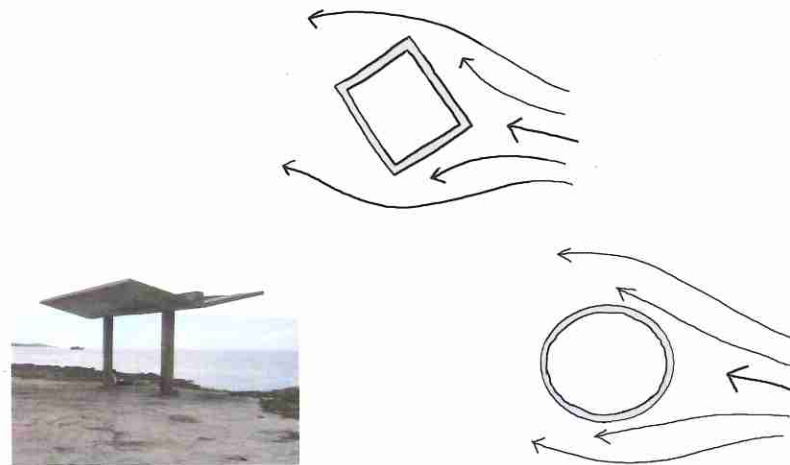
A vegetação reduz consideravelmente a força do vento.



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



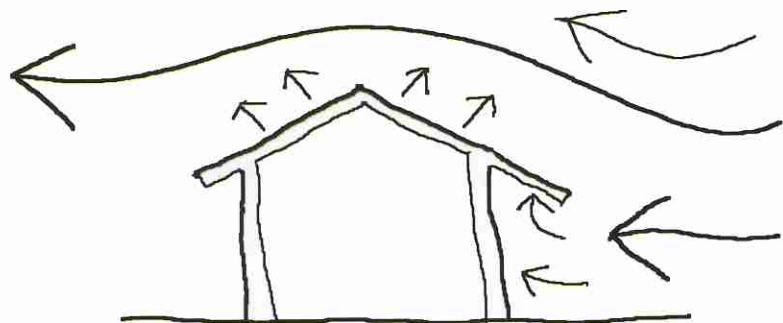
A forma das construções que melhor enfrenta o vento é compacta e simétrica.



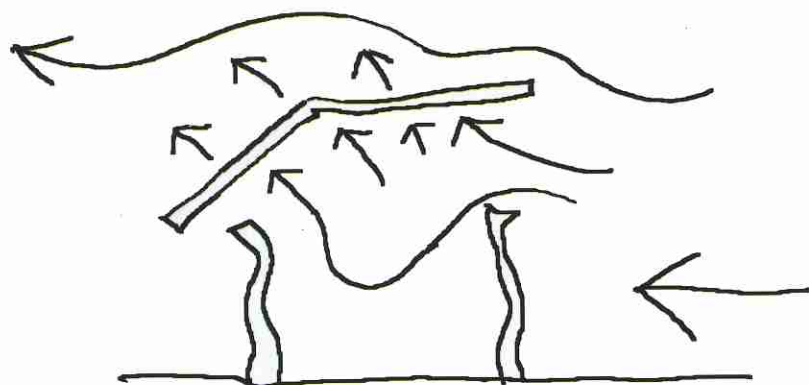
Quando as construções são abertas o vento passa através delas!



Quando as construções são fechadas,



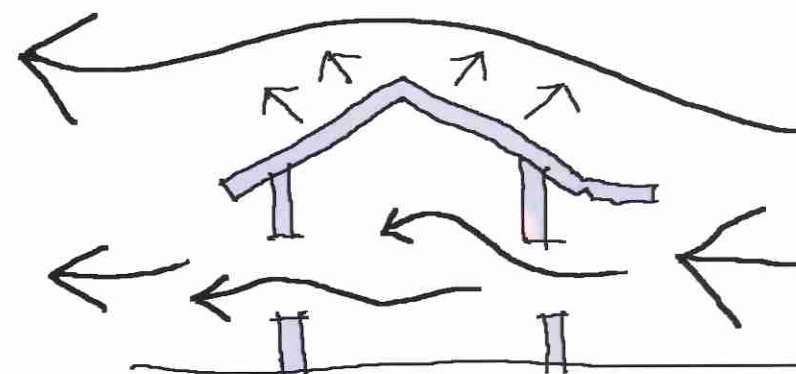
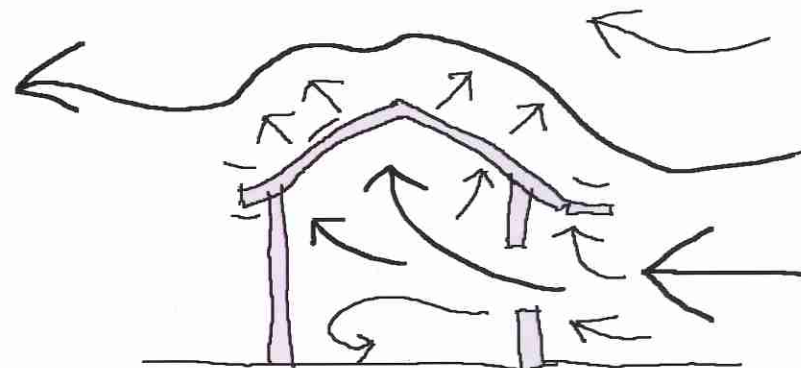
o vento produz sobre o tecto um efeito de sucção para cima



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.

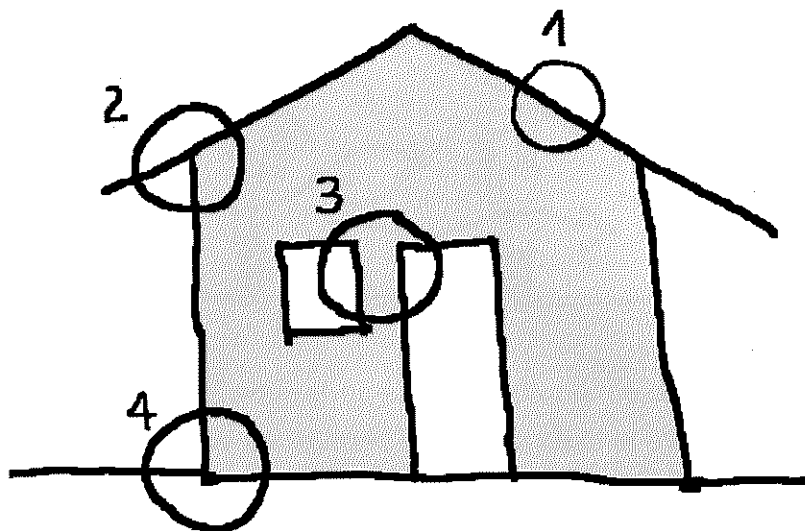


Nesse caso é muito importante abrir outra janela ou porta do outro lado da casa para permitir ao vento passar.

## 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.

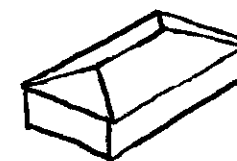
As formas características das coberturas usadas tradicionalmente são de "uma água", "duas águas", "quatro águas" ou cónica. As duas primeiras expõem-se mais ao vento, por isso para estas formas é recomendável o uso de sistemas construtivos em betão.



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 a estrutura principal dos 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 pré-fabricados de betão para dar maior peso e resistência à estrutura de suporte.

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



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

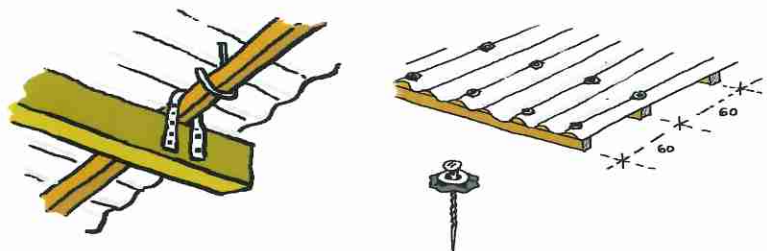


Considerando que a chapa de zinco é leve, as coberturas que utilizam este material são frágeis e bastante vulneráveis à acção do vento.

Para reforçar as coberturas de zinco é preciso usar chapas com um mínimo de 0.4 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. Toda união na cobertura representa um ponto fraco que o vento pode atacar.

## 4.2. 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.

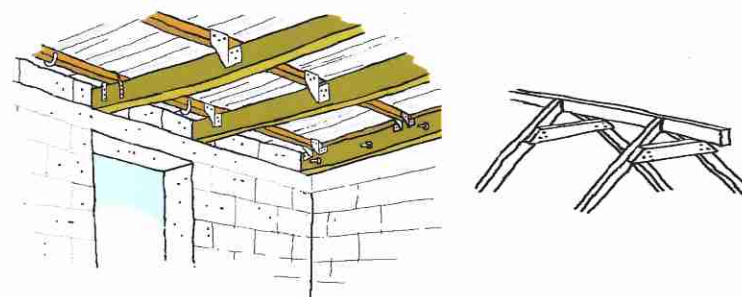


Por isso, o espaçamento correcto entre os barrotes para fixar uma cobertura de chapa é de máximo 60 cms. Os pregos são cravados de acordo com este espaçamento e a cada 2 ondas pelo menos no sentido dos barrotes. Caso os pregos ultrapassem a espessura do barrote, estes devem ser dobrados na parte inferior. 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, o que acontece na parte inferior da onda.

## 4.3. Reforçar a estrutura da cobertura

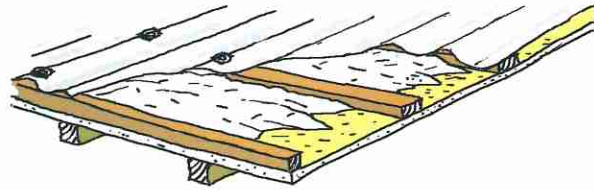
Geralmente a estrutura da cobertura é composta por asnas e barrotes de madeira apoiadas na parte superior das paredes. Esta estrutura pode ser reforçada de muitas maneiras. As figuras que seguem mostram apenas algumas opções.



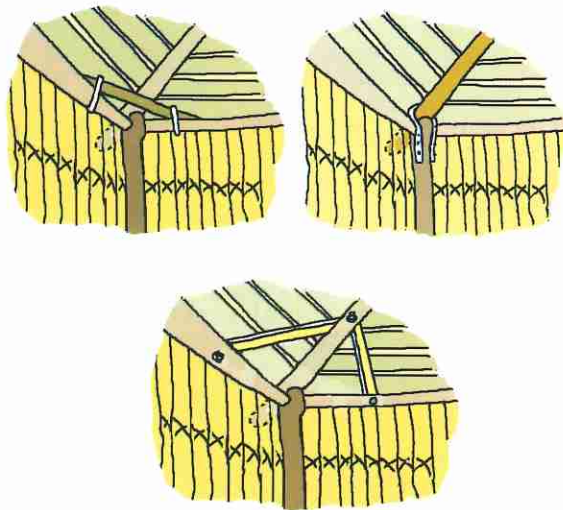
Quando a cobertura é de zinco, a aplicação de placas de madeira ou outro material sobre as asnas dá mais peso ao tecto e serve como defesa contra o vento e a chuva se as chapas forem levantadas.

Nesta perspectiva, pode-se obter um isolamento térmico da cobertura instalando material vegetal como esteiras ou caniço por baixo das chapas.

Colocando uma mistura de terra e palha ou outro material disponível sobre a placa de madeira e uma lona de plástico agrega-se peso a cobertura e isola-se 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.



#### 4.4. Outros aspectos ligados à cobertura

O arrastamento de objectos pelo ciclone pode danificar a casa.



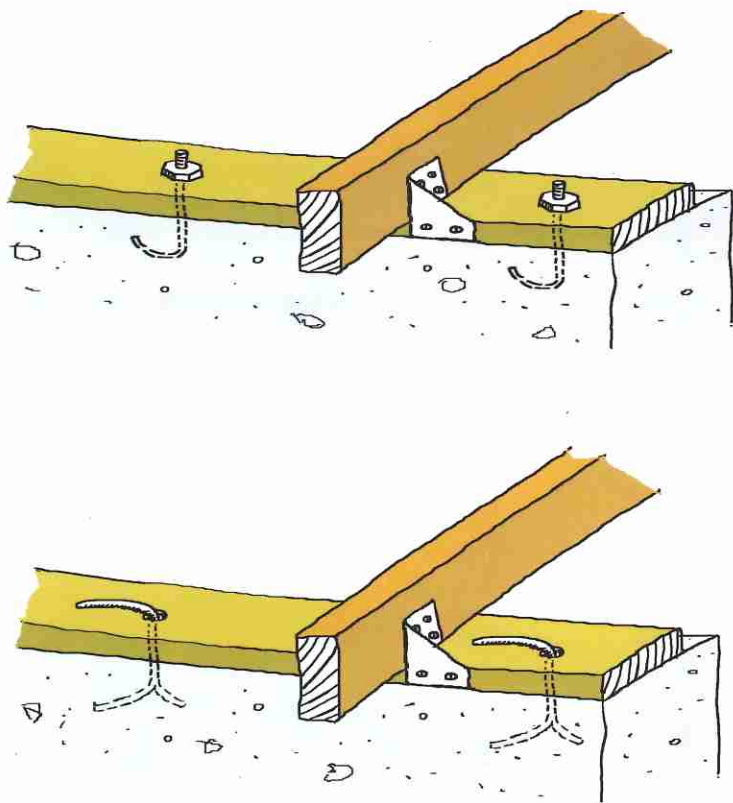
O fibrocimento ou lusalite em zonas de risco de ciclone deve ser muito bem instalado, porque trata-se de um material rígido que se pode partir facilmente pelo impacto de objectos arrastados pelo vento.



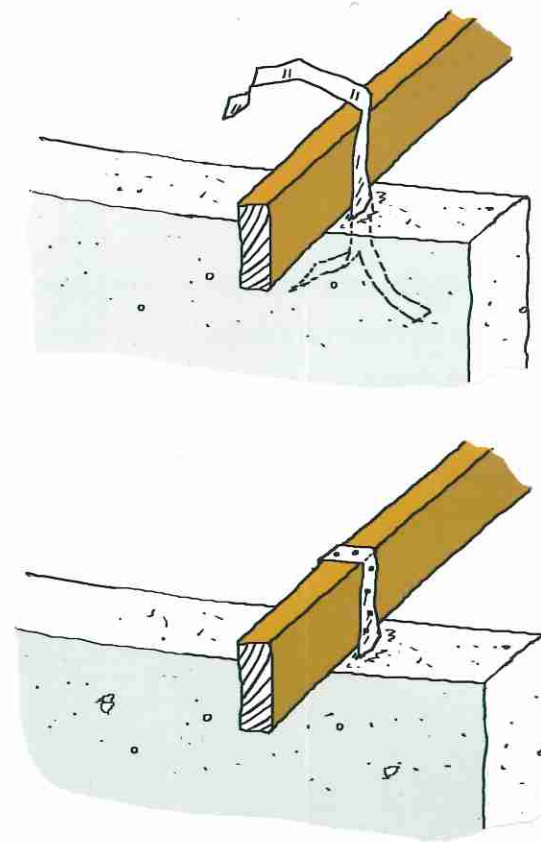
#### 4.5. A junção do tecto com as paredes

Esta junção é a mais importante de toda a casa.

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.

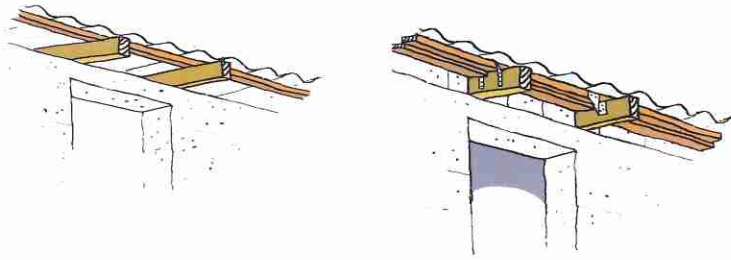


Quando a estrutura da cobertura assenta directamente na viga superior de betão podem encaixar-se correias metálicas que se dobram sobre o elemento estrutural do tecto e pregam-se por ambos lados.



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

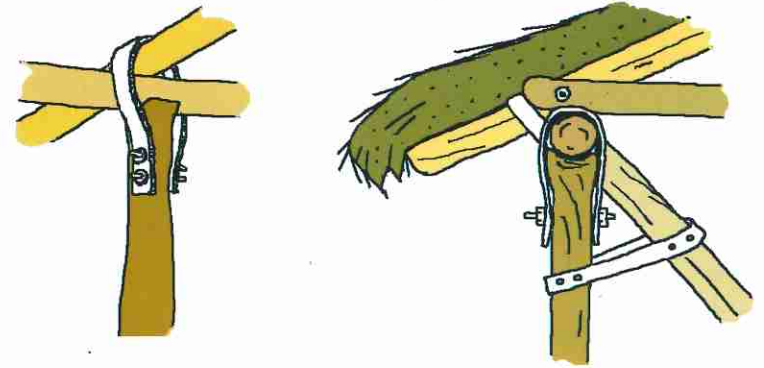
Não é recomendável que nos beirais e na parte superior das paredes fiquem chapas metálicas expostas ao vento.



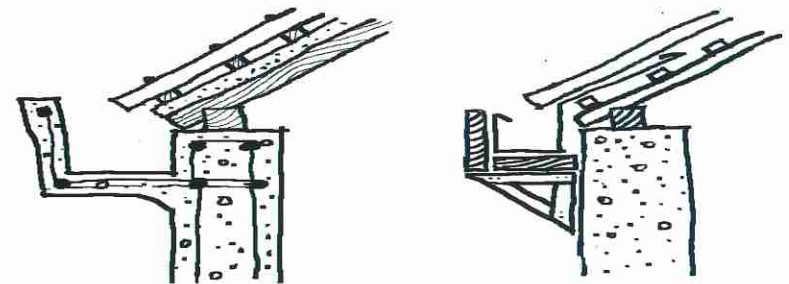
Uma forma de mitigar esta situação é fixar firmemente as chapas à estrutura da cobertura usando elementos metálicos, e fechar o espaço entre a parede e o tecto com blocos e peças de madeira. Os beirais podem ser também reforçados com diagonais asentados no muro



Nas casas construídas com materiais locais a junção entre o tecto e as paredes pode ser reforçada utilizando arame, cordas ou correias de metal.



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

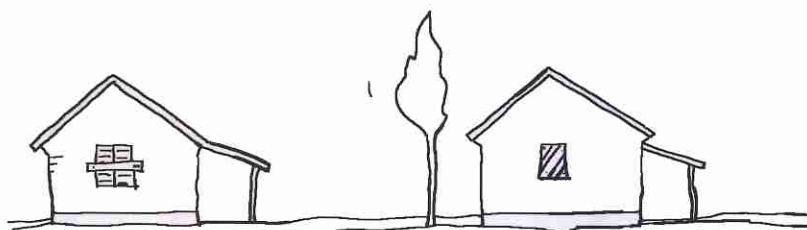


Caleira feita em betão

Caleira feita com chapa metálica protegida por peças de madeira

#### 4.6. 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.



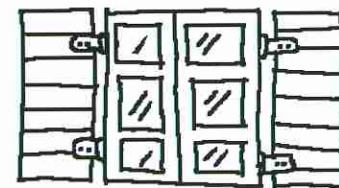
Quando a cobertura adicional é levantada pelo vento afecta o tecto principal!

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

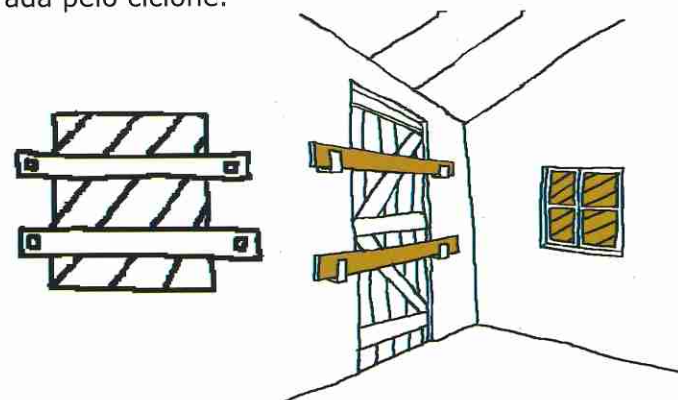
#### 4.7. As portas e as janelas

As portas e as janelas representam os pontos de entrada mais prováveis do vento dentro da casa, o que debilita a capacidade de resistência dos muros frente a acção dum ciclone.

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.

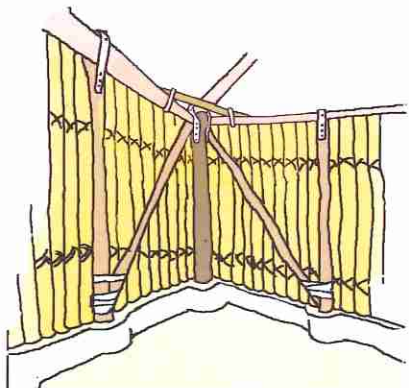


As portas também, para além de fortes e robustas, devem poder se fechar com sistemas reforçados utilizando peças de madeira ou de metal de maneira a resistir à alta pressão gerada pelo ciclone.

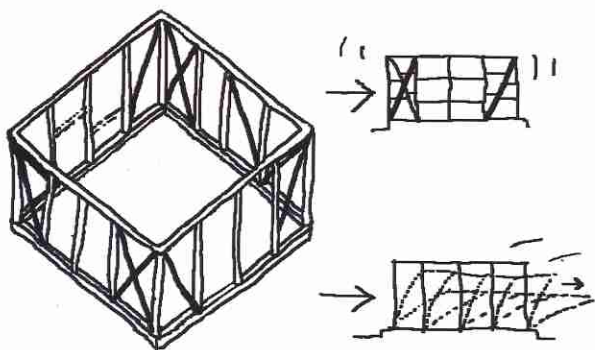


## 4.8. As fundações

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.

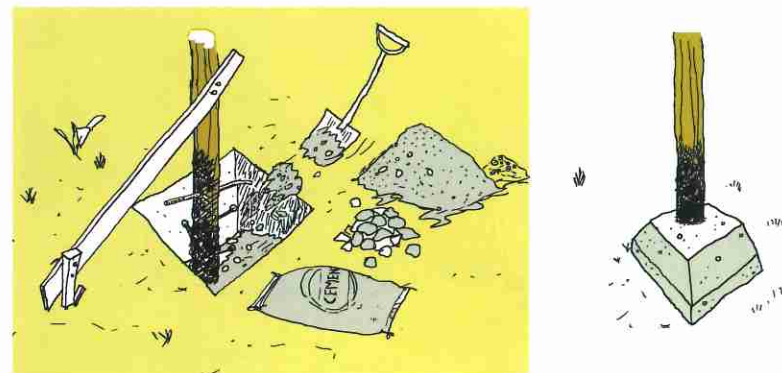
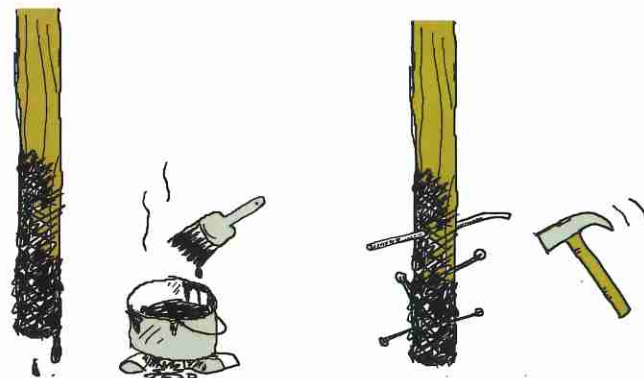


As paredes deste tipo de casas devem ser reforçadas com elementos diagonais e ancoradas firmemente no betão da fundação.



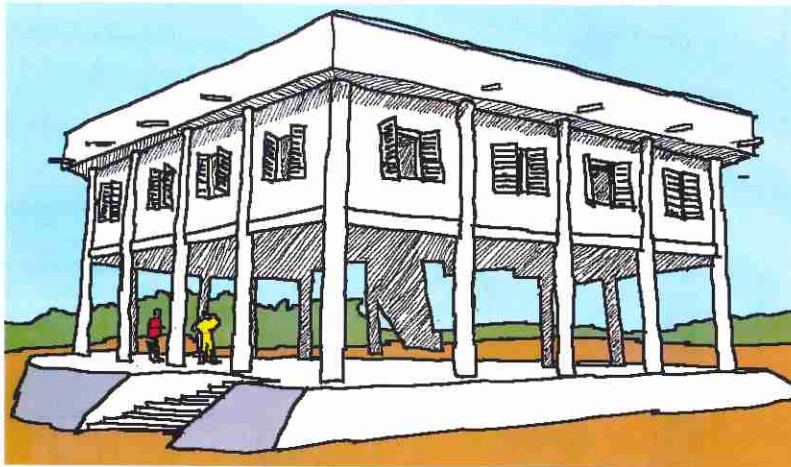
**Quanto mais leve é a construção, mais importante é a sua ligação com a fundação.**

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



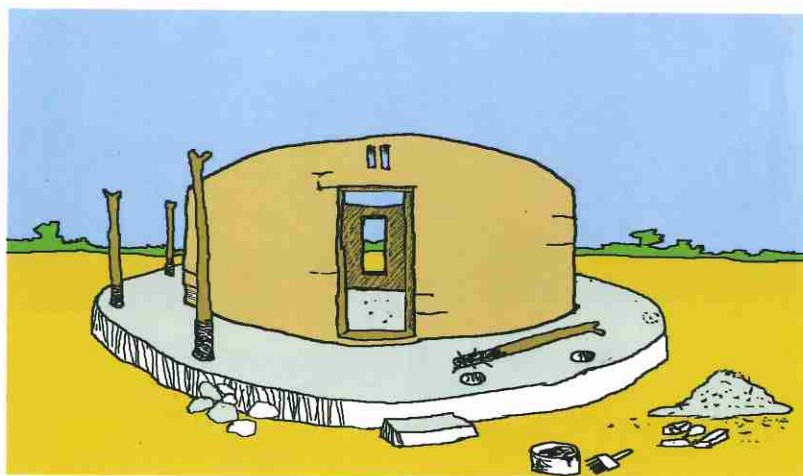
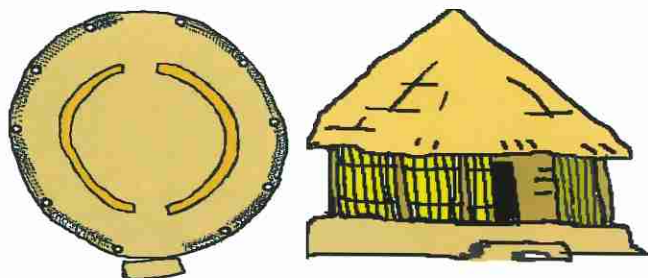
Exemplos de Escolas Primárias reconstruídas como refúgios anticiclone em Orissa, Índia.



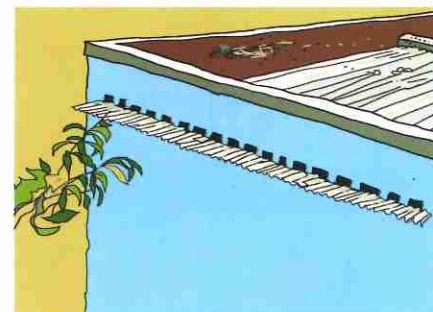
Refúgio Anti-ciclónico em Bangladesh

## 6. A CASA INTELIGENTE

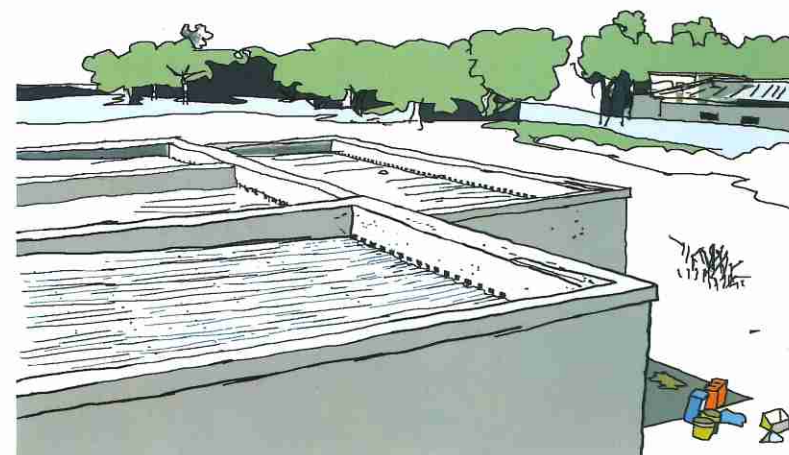
Esta casa de forma circular foi edificada de maneira inteligente. Uma janela está posicionada simetricamente ao outro lado em relação à porta. A casa tem um centro com paredes de tijolos e está construída sobre uma plataforma de 40 cm de elevação. A varanda é semi-fechada com caniço que protege a estrutura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



## 7. OUTRAS SOLUÇÕES



As chapas de zinco são firmemente asseguradas nos tectos das casas em Malakal, no Sul de Sudan.



## 8. O USO DO FERRO-CIMENTO

Uma experiência inovadora em Moçambique.

UN-HABITAT está a desenvolver soluções arquitectónicas de baixo custo para moradias resistentes a ciclone, em particular através da aplicação de coberturas monolíticas de FERRO-CIMENTO, um material de construção geralmente usado para fazer tanques de água, embarcações, etc.



O ferro cimento tem a vantagem de não levar pedra e poupar no uso do cimento.



São suficientes 3 barotes de ferro, uma malha de rede galinheira, areia e cimento



**fim**

N. Las

