A nighttime photograph of a dense urban area in Mozambique. The scene is dominated by multi-story apartment buildings, many of which have their windows and balconies lit up, creating a warm, glowing pattern against the dark sky. The lights vary in color, with many being a warm yellow or orange, and some being a cooler blue or white. The buildings are packed closely together, and the overall atmosphere is one of a bustling, lived-in city at night. The text is overlaid on the upper portion of the image.

ARQUITECTURA SUSTENTÁVEL EM MOÇAMBIQUE

{ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS }



**ARQUITECTURA
SUSTENTÁVEL
EM MOÇAMBIQUE**

{ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS }

EDITOR

CPLP • Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
www.cplp.org

COORDENAÇÃO

Prof. Arqº. Manuel Correia Guedes
mcguedes@civil.ist.utl.pt

EQUIPA TÉCNICA

Prof. Arqº. José Forjaz, *Faculdade de Arquitectura da Universidade Eduardo Mondlane*
Prof. Arqº. Luís Lage, *Faculdade de Arquitectura da Universidade Eduardo Mondlane*
Prof. Arqº. Manuel Correia Guedes, *Instituto Superior Técnico*
Prof. Dr. Leão Lopes, *Escola Internacional de Artes do Mindelo*
Prof. Engº. Klas Ernard Borges, *Universidade de Lund*
Prof. Arqº. Gustavo Cantuária, *Universidade de Cambridge*
Prof. Engº. Manuel Duarte Pinheiro, *Instituto Superior Técnico*
Arqª. Mariana Pereira, *Escola Internacional de Artes do Mindelo*
Arqº. Ângelo Lopes, *Escola Internacional de Artes do Mindelo*
Arqª. Joana Aleixo, *Instituto Superior Técnico*
Engª. Carla Gomes, *Universidade de Aveiro*
Arqº. Luís Calixto, *Instituto Superior Técnico*

DESIGN GRÁFICO

José Brandão • Susana Brito
Alexandra Viola { Paginação }
[Atelier B2]

PRÉ-IMPRESSÃO E TRATAMENTO DE IMAGENS

Joana Ramalho • Gabriel Godoi
[Atelier B2]

IMPRESSÃO

idg Imagem Digital Gráfica
www.idg.pt

ISBN

978-989-97178-1-7

Nº DE EXEMPLARES

750

DEPÓSITO LEGAL

323391/11



ARQUITECTURA SUSTENTÁVEL EM MOÇAMBIQUE

{ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS }





{ Prefácio }



O presente manual tem como principal objectivo sugerir medidas básicas para a prática de uma arquitectura sustentável. Destina-se a estudantes e profissionais de arquitectura e engenharia civil, sendo também acessível ao público com alguma preparação técnica na área da construção. Tendo em conta o clima, os recursos naturais e o contexto socioeconómico, são traçadas, de forma simplificada, estratégias de boas práticas de projecto.

Foi elaborado no âmbito do projecto europeu SURE–Africa (*Sustainable Urban Renewal: Energy Efficient Buildings for Africa*), implementado para aprofundar e disseminar o conhecimento existente em quatro países africanos de língua oficial portuguesa, na área da arquitectura sustentável – em particular no que se refere ao projecto bioclimático e à eficiência energética em edifícios, contribuindo para a melhoria das condições de habitabilidade do espaço construído. Participaram no projecto três instituições académicas europeias – o Instituto Superior Técnico (coordenador do projecto), a Universidade de Cambridge (Reino Unido) e a Universidade de Lund (Suécia) – e quatro insti-

tuições africanas: o Departamento de Arquitectura da Universidade Agostinho Neto (Angola), a Escola Internacional de Artes do Mindelo (M–EIA, em Cabo Verde), o Ministério das Infra-estruturas e Transportes da República da Guiné-Bissau, e a Faculdade de Arquitectura da Universidade Eduardo Mondlane (Moçambique).

Ao longo do projecto SURE–Africa, que decorreu entre 2007 e 2009, foram realizados diversos seminários, *workshops* e conferências, foi criada uma rede de conhecimento entre as instituições envolvidas, no domínio da arquitectura e planeamento urbano sustentável, e foi produzido material de apoio ao ensino, assim como manuais de boas práticas. Os manuais são publicações pioneiras, podendo servir de referência não só para os países de língua portuguesa, mas também para outros países africanos, e constituem um ponto de partida para futuros trabalhos, tão necessários nesta área.

Prof. Manuel Correia Guedes

Coordenador do projecto SURE–Africa.



{ Agradecimentos }



- > Ao Doutor Luís Alves, do Instituto de Engenharia Mecânica (IDMEC-IST), pelo constante e precioso apoio dado ao longo de todo o processo de elaboração deste manual.

- > Aos colegas da Universidade de Cambridge – os Doutores Koen Steemers, Torwong Chenvidyakarn, Judith Britnell e, muito em particular, ao Doutor Nick Baker, que esteve na génese do projecto SURE-Africa, e que foi um elemento chave para a sua realização.

- > À Arq^a. Ana Mestre, do DECA, aos Eng^{os}. Ulisses Fernandes e Anildo Costa, e à Rita Maia e Maria do Céu Miranda, do IDMEC-IST.

- > À Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), que apoiou e financiou esta publicação.

- > À Fundação para a Ciência e Tecnologia, que contribuiu com financiamento para a execução do design gráfico do manual.

- > Ao programa COOPENER da União Europeia, principal financiador do projecto SURE-Africa, e às instituições que contribuíram com co-financiamento: a CPLP, a Fundação Calouste Gulbenkian, a FCT e a Direcção Geral de Energia.

Prefácio	5
Agradecimentos	7
Introdução	10
<hr/>	
1. Definição de Sustentabilidade	12
<hr/>	
2. Parâmetros relevantes	16
<hr/>	
2.1 Economia energética e determinantes ambientais do projecto urbano e arquitectónico	17
<hr/>	
2.2 Economia energética na operação e manutenção das construções	21
<hr/>	
2.3 Produção de energia através da operação das construções	23
<hr/>	
2.4 Economia energética no planeamento urbano	23
<hr/>	
2.5 Determinantes estéticas do projecto sustentável	26
<hr/>	
3. Projecto bioclimático: princípios gerais	28
<hr/>	
3.1 Contexto climático	31
<hr/>	
3.2 Localização, forma e orientação	33
<hr/>	
3.3 Sombreamento	40
<hr/>	
3.4 Revestimento reflexivo da envolvente	48
<hr/>	
3.5 Isolamento	50
<hr/>	
3.6 Áreas de envidraçado e tipos de vidro	53
<hr/>	
3.7 Ventilação natural	56
<hr/>	
3.8 Inércia térmica	68
<hr/>	
3.9 Arrefecimento evaporativo	71
<hr/>	
3.10 Controle de ganhos internos	72
<hr/>	
3.11 O uso de controles ambientais	73
<hr/>	
3.12 Estratégias passivas e critérios de conforto térmico	74
<hr/>	
4. Água	82
<hr/>	
4.1 Métodos de captação	84
<hr/>	
4.2 Métodos de potabilização	87
<hr/>	
4.3 Abastecimento	87
<hr/>	
4.4 Instalação	88

5. Energia	90
5.1 Poupança de energia	91
5.2 Sistemas activos de energia renovável	91
5.2.1 Energia solar térmica	91
5.2.2 Energia eólica	92
5.2.3 Energia fotovoltaica	94
5.2.4 Biogás ou gás metano	94
6. Saneamento	96
6.1 Latrina seca	97
6.2 Fossa séptica	99
7. Casos de estudo	102
7.1 Projecto de extensão do Campus da UEM	104
7.2 Casa da Alegria	105
7.3 Escola de formação profissional da Moamba	105
7.4 Escola de formação profissional dos Salesianos – Tete	106
7.5 Instituto Superior Dom Bosco	106
7.6 Fortaleza da Ilha de Moçambique	106
7.7 Faculdade de Arquitectura, UEM	107
7.8 Condomínio do Caracol	107
7.9 Edifício do MESCT	107
Bibliografia	108
Anexos	
A1 Dados climáticos de referência	114
A2 Desempenho ambiental: ferramentas de análise	130
A3 O sistema LíderA	136
A4 Vegetação e conforto microclimático	154
A5 A gestão urbana e o licenciamento: revisão bibliográfica	161
A6 Desenvolvimento limpo nos PALOP	177
Autorias	181

{ Introdução }



Os problemas da sustentabilidade ambiental e da economia energética são universais e comuns a todos os países e regiões do mundo. A interdependência dos factores climáticos e ambientais é uma realidade que torna todos os países e todos os cidadãos igualmente responsáveis pelo desastre ecológico que já vivemos, e que se avolumará inevitavelmente caso não estejamos todos conscientes e solidários na sua mitigação, senão mesmo prevenção.

A primeira medida, e possivelmente a mais efectiva, para que se inverta a tendência generalizada de agravamento da situação presente é, certamente, a informação e mobilização do público e, por maioria de razão, dos profissionais, para uma mais profunda compreensão e responsabilização acerca desta ordem de problemas, que possam levar a intervenções sistemáticas para a sua mitigação e resolução.

A consciencialização sobre qualquer problema que afecte a sociedade humana é, seguramente, proporcional à capacidade de mobilização dos meios de informação de que essa mesma sociedade dispõe, ao grau de alfabetização das pessoas, ao nível cultural dos profissionais da informação e, com não menos importância, à capacidade do sistema de ensino para enquadrar e focalizar a educação da criança, do adolescente e do adulto para, neste caso, os problemas da sustentabilidade e do equilíbrio ambiental. Todas estas capacidades são ainda incipientes em África em



geral, e em Moçambique em particular. Por essa razão qualquer ameaça à vida corrente que não seja objectiva, imediata e tangível tende a não ser considerada, pela grande maioria das pessoas, como de urgente atenção e solução, não requerendo portanto uma mudança de atitude imediata ou mesmo a longo prazo.

Esta é a real situação em Moçambique. As suas consequências são múltiplas e nefastas. Por um lado os clientes, sejam particulares, sejam institucionais, não são suficientemente informados nem motivados para exigir uma prestação sustentável dos edifícios que encomendam. Por outro lado os técnicos, engenheiros ou arquitectos, mesmo quando informados não assumem uma atitude de condução do processo de estabelecimento dos parâmetros a que deve obedecer o programa das construções a projectar, para que sejam garantidos os princípios de sustentabilidade.

Finalmente, e ainda como consequência da situação descrita, não existe suficiente motivação, nem esclarecimento, que provoque a iniciativa legislativa necessária à imposição de incentivos ou sanções a quem assuma, ou se furte, a uma correcta aplicação dos princípios da sustentabilidade ambiental aos edifícios e construções pelos quais é responsável, seja qual for o seu nível de intervenção no processo.

Esta situação reflecte-se em todos os aspectos relevantes para a solução do problema, incluindo os comerciais, levando a uma falta quase absoluta, no mercado local, de materiais e equipamentos que assegurem uma melhor prestação ambiental dos edifícios e construções.

É portanto sobre esta realidade que construímos este manual esperando que possa contribuir para a criação e generalização de uma atitude mais esclarecida e mais proactiva por parte de todos quantos e ele tenham acesso. Este manual não pretende ser mais do que uma introdução simplificada, e por isso mesmo facilmente acessível, à problemática da sustentabilidade ambiental no contexto dos processos de projecto, construção e manutenção dos edifícios e construções, com um enfoque particular sobre as condições de trabalho em Moçambique.

O manual pode funcionar como *check-list* para a construção de um cenário de condicionantes do projecto que, assim, ajude o projectista e o dono da obra a verificar se todas as dimensões de um projecto, correctamente estruturado em termos sustentáveis, foram consideradas. Destina-se também a estudantes de arquitectura e engenharia, a técnicos médios de planeamento físico, e, em geral, ao publico com alguma preparação científico-técnica.

{ capítulo 1 }

Definição de sustentabilidade



O conceito de sustentabilidade relaciona-se intimamente com a descoberta, pelo mundo contemporâneo, da necessidade imperiosa de assegurar a sobrevivência da humanidade, ameaçada pelo consumo desregrado dos recursos naturais e pelo fenómeno do aquecimento do planeta, que são, primariamente, resultado de práticas incorrectas nos vários sectores da actividade humana, e particularmente no sector da construção das estruturas e das infra-estruturas de suporte da sociedade, quer para a sua sobrevivência física quer para que possa realizar todas as actividades necessárias a essa sobrevivência em condições aceitáveis.

As actividades de construção e uso dos edificios e das infra-estruturas são algumas das que mais afectam o equilíbrio ambiental global pois são actividades que obrigam a altos consumos energéticos quer para a produção dos materiais que empregam, quer para a sua aplicação em obra, quer, ainda, para a operação dos diversos sistemas necessários ao seu funcionamento e ao asseguramento de correctas condições de conforto.

Não cabe no âmbito deste trabalho uma exploração detalhada e aprofundada do conhecimento científico do estado do ambiente no planeta. Esse conhecimento é hoje largamente difundido pelos meios de comunicação social em todos os países e não seria admissível que qualquer leitor interessado neste trabalho esteja dele alheio. O que poderá ser menos conhecido são as dimensões reais da acelerada dinâmica da degradação ambiental no mundo contemporâneo sobretudo devidas ao crescente consumo de energia ainda produzida maioritariamente por formas de geração altamente poluentes.

Nenhuma das estratégias até hoje definidas e aceites pela maioria dos países do mundo resultou em diminuição real e absoluta dos consumos, ou mesmo da sua taxa de aumento anual, na diminuição da destruição das florestas tropicais ou na redução das emissões de CO₂, principal responsável directo por essa degradação.



{ FIG. 1.1 } Vista da cidade de Maputo.

Aceitando a premissa inescapável da imperiosa e urgente necessidade de uma mudança radical na maneira de viver da humanidade e das suas formas de produção e consumo; aceitando que as actividades de construção e operação das construções e das infra-estruturas físicas são das mais poluentes, parece ser inescapável que a actividade de projectar novas construções e novas infra-estruturas sejam revistas por forma a contribuir poderosamente para uma inversão da tendência auto-destrutiva da vida humana no planeta.

Trata-se portanto neste trabalho de ajudar a cumprir um mandato ético, inescapável por parte dos projectistas em todas as frentes da actividade

projectual: conceber e projectar estruturas físicas de suporte à vida humana que não contribuam para a degradação do ambiente e possam contribuir para a sua regeneração e equilíbrio ecológico.

Conceitos fundamentais:

Desenvolvimento sustentável

“É a forma de desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade do futuro satisfazer as suas próprias necessidades” (WCED – World Commission on Environment and Development)



Entropia

É a medida do grau da dissipação de energia numa transformação. O sistema industrial e a sociedade humana, as cidades e a paisagem que elas produzem são, pela maneira como usam energia, altamente entrópicas.

Sistemas regenerativos

São sistemas que promovem a substituição contínua, através dos seus próprios processos funcionais, da energia e dos materiais usados na sua operação (Tillman Lyle, 1994).

As características essenciais dos sistemas regenerativos são:

- } integração operacional com os processos naturais e, por extensão, com os processos sociais
- } uso mínimo de combustíveis fósseis e de produtos químicos artificiais, com exceção nas operações de suporte
- } uso mínimo de recursos não renováveis excepto quando seja, e plausível, a sua reciclagem
- } uso de recursos renováveis dentro da sua capacidade de renovação
- } a composição e o volume dos resíduos não devem exceder a capacidade da sua assimilação sem danos, pelo ambiente.

{ capítulo 2 }

Parâmetros relevantes

Neste capítulo são abordados os parâmetros mais relevantes a considerar no estabelecimento da sustentabilidade das cidades e das estruturas a construir. Consideram-se os parâmetros “ mais relevantes” pois que se admite que a multiplicidade das dimensões a considerar é tal que seria impraticável tratar, num trabalho necessariamente conciso e sintético, toda essa diversidade em que algumas dimensões seriam de reduzida importância para a prática corrente da arquitectura e do planeamento.

Assim, este trabalho trata prioritariamente de problemas que dizem respeito a:

1. Economia energética e determinantes ambientais do projecto urbano e arquitectónico
2. Economia energética na operação e manutenção das construções
3. Produção de energia através da operação das construções
4. Economia energética no planeamento urbano
5. Determinantes estéticas do projecto sustentável

2.1 Economia energética e determinantes ambientais do projecto urbano e arquitectónico

O projecto dos edifícios e da forma urbana e dos seus respectivos sistemas de controle ambiental só atingem verdadeiro valor de sustentabilidade quando asseguram os padrões de eficiência e conforto necessários à vida humana.

Para que tal seja possível é necessário que os edifícios sejam concebidos em função do clima e das condições particulares de cada local.

Nesta secção referem-se os factores mais relevantes a considerar nos projectos de edifícios por forma a assegurar que a sua construção seja a mais económica possível em termos do seu impacto ambiental, que não afecte negativamente o contexto urbano e que ofereça as melhores condições de conforto possíveis. Estes parâmetros serão depois aprofundados no capítulo 3.



O âmbito desta secção abrange os conceitos de “arquitectura bioclimática”, “construções sustentáveis”, “projectar activamente com a natureza”, etc., que são conceitos complementares e não mutuamente exclusivos e mesmo, em última análise, com o mesmo significado.

O âmbito geral deste trabalho é, devemos lembrar, o de ajudar e guiar os projectistas e analistas do comportamento das construções e infra-estruturas, na sua concepção para garantir a eliminação ou a minimização dos impactos negativos dos seus processos de execução e de uso.

Nesse sentido propomos um processo de análise de cada aspecto do processo de concepção do projecto que, através dos seus vários passos, possa guiar o projectista na tomada de decisões cada vez mais seguras.

A lista de factores que se apresenta a seguir tem como principal objectivo funcionar como *check list*.

I O local

Factores a estabelecer (conhecer e quantificar):

{ 1 } Factores geográficos e climáticos

Latitude, longitude, declinação magnética, altitude, continentalidade (distância à costa marítima), microclima no terreno (cartas solares, radiação solar mensal, temperaturas, regime de ventos, humidade relativa, precipitação, nebulosidade, trovoadas), orientação solar, sismos.

{ 2 } Factores biofísicos

Relação do local com a região. De onde vêm e

para onde vão as águas superficiais. Topografia: declives, construções existentes, acidentes do terreno, afloramentos rochosos. Constituição pedológica (solos), geomorfológica e hidrológica do terreno. Cobertura vegetal arbórea, arbustiva e cobertura do solo. Vida animal. Incidência de térmitas e/ou outras pestes.

{ 3 } Inserção urbana

Caracterização da zona urbana. Forma urbana. Acessos motorizados e pedonais. Estacionamento automóvel. Grau de poluição do ar, sonora e luminosa. Infra-estruturas e serviços urbanos: esgotos e drenagem, abastecimento de água, energia, comunicações, recolha de lixo, transportes urbanos, serviços de combate a incêndios.

{ 4 } Factores administrativos, regulamentares, institucionais e legais

Afastamentos obrigatórios aos limites do terreno. Cérceas. Limites de área e volume permitidos. Aplicabilidade dos regulamentos gerais das edificações urbanas. Servidões (direitos de passagem e outros estabelecidos).

{ 5 } Factores estéticos

Vistas e perspectivas do terreno. Vistas e perspectivas sobre o terreno. Condicionantes espaço-volumétricas da inserção de uma nova construção no local e/ou meio urbano. Condicionantes socioculturais.

II As tecnologias

Os factores técnicos condicionam e determinam as soluções construtivas para cada caso e devem, por

isso, ser estabelecidos *a priori* (conhecidos e quantificados).

Moçambique é um país com grandes limitações tecnológicas e técnicas.

O país não produz uma grande parte dos materiais e dos equipamentos de construção; não tem uma rede de estradas e ferrovias e não está bem equipado em meios de transporte; não tem uma distribuição equitativa das poucas unidades produtoras dos materiais básicos de construção (pedra, cimento e cal, inertes, madeira serrada, produtos cerâmicos, etc.), e não tem uma rede de comercialização de produtos e materiais de construção minimamente bem distribuída.

Por outro lado, e por razões históricas, após a independência nacional o país teve que partir praticamente do zero no que diz respeito à capacidade técnica das suas empresas construtoras, que se localizaram preferencialmente nos grandes centros urbanos. Nos outros centros e nas zonas rurais há uma ausência quase completa de empresas de construção com capacidade financeira, técnica e administrativa suficientemente estruturada para responder satisfatoriamente a contratos mesmo de dimensão modesta.

Esta situação agrava muito os custos, já elevados, de construção e obriga a um grande cuidado ao nível dos projectos no sentido de conter custos e garantir um mínimo de qualidade nas construções.

Torna-se portanto essencial conhecer e aceitar aquelas limitações sem por isso subverter os objectivos essenciais do projecto de construções

sustentáveis, económicas e exequíveis dentro das condições locais. Apresentamos de seguida uma listagem de diversas opções tecnológicas possíveis, por elemento construtivo:

{ 1 } Fundações

Pedra Blocos de terra estabilizada. Blocos de betão maciçados. Betão armado ou não, em sapatas ou ensoleiramento geral. Estacas de madeira. Estacas de betão cravadas às profundidades necessárias.

{ 2 } Pavimentos térreos

Pedra assente sobre caixa compactada e impermeabilizada. Terra estabilizada sobre caixa compactada e impermeabilizada. Betão maciço ou fracamente armado idem, idem. Madeira sobre caixa ventilada assente em estacas de madeira ou em alvenaria.

{ 3 } Paredes em elevação

Pau a pique e maticado (“*wattle and daub*”). Blocos de terra estabilizada ou taipa. Alvenaria de pedra regularizada ou não. Blocos de betão. Tijolo furado. Tijolo “burro” ou maciço. Tijolo perfurado. Betão armado ou maciço. Madeira em estrutura de madeira ou metálica.

{ 4 } Pavimentos suspensos

Betão armado. Madeira. Blocos de betão ou tijolo em abóbadas, com ou sem armadura.

{ 5 } Sistemas de águas, esgotos e drenagem, e tratamento de resíduos sólidos

Abastecimento de água: por alimentação autónoma (furo ou poço); por recolha e tratamento de águas pluviais.



{ FIG. 2.1 } Cobertura em colmo com estrutura em madeira num complexo turístico recente (esquerda). Paredes em blocos de cimento e tijolo cerâmico, estrutura e cobertura em betão (direita).



{ 6 } Coberturas

Coberturas vegetais: caniço, colmo, macuti, laca-laca sobre impermeabilização. Chapa metálica: em diversos perfis, com isolamento térmico, sobre estruturas de madeira ou metálica ou em betão armado, em abóbada, etc. Telha cerâmica ou de betão sobre estruturas de madeira ou metálica ou em betão armado. Betão armado com impermeabilização.

{ 7 } Tectos

Integrais com a cobertura. Suspensos: perfurados, em madeira ou derivados da madeira, fibra celulósica ou outra, fibrocimento, metálicos.

{ 8 } Esquadria de portas, janelas, armários e outros elementos

Madeira. Ferro. Alumínio. Plásticos.

{ 9 } Sistemas de águas esgotos e drenagem e tratamento de resíduos sólidos

Abastecimento de água por alimentação autónoma: por furo (hertziano ou com bombagem), ou poço. Por elevação de nascente ou curso de água (com ou sem “carneiro” de água). Por recolha e tratamento de águas pluviais.

{ 10 } Instalação eléctrica, de comunicações e segurança

Com alimentação da rede pública. Com alimentação única ou alternativa por gerador. Com alimentação alternativa (ou única) por painéis fotovoltaicos, gerador eólico ou hidroeléctrico. Com ligação telefónica à rede fixa. Com ligação rádio CB. Com sistemas de segurança electrónica e eléctrica incluindo CCTV. Com sistema de controle remoto do sistema eléctrico. Com sistema de protecção contra descargas atmosféricas.

{ 11 } Sistemas de controle ambiental

Passivos: por boa orientação, ventilação natural, isolamentos dos elementos construtivos, controle da incidência solar, tratamento paisagístico ou outros meios. Activo: utilizando equipamentos electromecânicos de ventilação, iluminação, aquecimento e/ou ar condicionado (quando estritamente necessário, com preferência por equipamentos de baixo consumo, e em modo misto de utilização).

{ 12 } Acabamentos

Com utilização preferencial de materiais locais.

Para atingir um alto nível de qualidade e durabilidade nos acabamentos dos edifícios é muito difícil, em Moçambique, conseguir impor ao dono da obra

os *standards* que se podem atingir utilizando apenas materiais de produção local. No entanto são possíveis escolhas criteriosas de materiais mais duráveis e permanentes ou aparentemente menos ricos mas que na realidade se comportam tão bem quanto outros mais caros e de importação obrigatória. Neste aspecto há muito trabalho a fazer com os clientes que, muitas vezes nem suspeitam de que há alternativas adequadas às escolhas mais correntes.

2.2 Economia energética na operação e manutenção das construções

O dilema mais comum quando se aborda neste este tema é o de que para se conseguirem baixos custos de operação e manutenção dos edifícios se devem aceitar custos iniciais de construção que são, regra geral, mais altos.

As contas que se fazem em regra as que comparam o que se poupa anualmente com uma construção mais eficiente do ponto de vista da sustentabilidade com o que se deve pagar a mais por essa construção quando comparada com outra menos eficiente mas mais barata.

O caso mais corrente tem sido o da alternativa de produção de água quente por colectores solares como alternativa à utilização de termo acumuladores eléctricos de instalação mais económica mas responsáveis por uma parcela importante dos gastos mensais em energia doméstica.



Um caso menos evidente mas com a mesma importância, senão mais, é o da protecção solar das aberturas que em muitos casos necessita a instalação de sistemas de sombreamento custosos mas que reduzem em muito as cargas térmicas do edifício proporcionando grandes economias na operação dos sistemas de climatização.

Outro investimento inicial que poderá significar importantes economias na conta de energia é o que se refere ao nível luminoso que se pode obter com aberturas mais generosas, mas bem protegidas da incidência directa dos raios solares. Embora as janelas e os sistemas associados de controle solar e de segurança sejam mais caras que uma superfície idêntica de alvenaria a economia na energia necessária para compensar a falta de luz natural pode, a curto prazo, compensar um mais alto valor do investimento inicial.

Uma estratégia menos utilizada é a de convencer o Dono da Obra a investir no tratamento paisagístico do terreno, e mesmo do próprio edifício, pois o uso criterioso de plantas, água e outros elementos de absorção dos raios solares e de filtragem de poeiras e ruídos, pode resultar em resultados económicos apreciáveis. Neste caso não se trata tanto de economizar no investimento inicial como o de controlar um aspecto do projecto que é muitas vezes esquecido pois que é frequentemente tomado apenas como de valor estético e, só secundariamente, ambiental.

Importância crescente tem o problema do consumo de água sobretudo para utilização não potável. Embora ao nível doméstico seja mais difícil de justificar do que ao nível institucional, a instalação de

cisternas de recolha de águas pluviais e de sistemas de depuração de águas residuais para rega de jardins, lavagem de pavimentos e de carros, autoclismos, etc., pode significar um contributo importante na poupança de água potável que é, cada vez mais generalizadamente, um problema de todos os países.

Neste sentido lembramos que é obrigatório, por decreto do Ministro das Obras Públicas e Habitação de Moçambique, que todos os edifícios públicos sejam dotados de sistemas de recolha de águas pluviais.

Um aspecto que parece de pormenor ou de menos importância é o da perda de água por instalações velutas ou mal cuidadas. Este problema é de grande importância ao nível da infra-estrutura urbana onde se estima que nas nossas cidades se percam cerca de 50% de água por fugas no sistema de adução, mas não se deve descurar a possibilidade de que mesmo a nível do edifício hajam percas importantes através de sistemas internos com fugas, torneiras que vertem continuamente por má afinação das válvulas, torneiras deixadas abertas, etc..



{ FIG. 2.2 } Utilização de painéis solares térmicos para aquecimento de águas.

2.3 Produção de energia através da operação das construções

Este é um tema ainda de difícil aplicação em Moçambique dada a ausência de apoios legais e mesmo a oposição, por parte da empresa monopolista da distribuição de energia eléctrica, à geração de energia por entidades privadas.

Espera-se no entanto que com a evolução do sistema técnico – legal se venha a tornar possível não só produzir energia pelos edifícios como a poder fornecer-la à grelha nacional, ou local, como é já de regra em países mais evoluídos tecnicamente.

Estas dificuldades não devem, no entanto, impedir que o projectista proponha a inclusão de sistemas de produção de energia eléctrica, e outras, nos seus projectos e lute para obter a sua aceitação.

2.4 Economia energética no planeamento urbano

Este é um tema muito vasto que não poderemos aprofundar muito dentro dos limites deste trabalho. No entanto parece-nos útil deixar algumas prevenções sobre aspectos que são frequentemente alvo de concepções erróneas por parte do público em geral e da maioria dos administradores municipais e políticos em particular.

Em primeiro lugar parece-nos importante considerar o problema da economia de espaço ou, o que

é a mesma coisa, o problema da densidade da ocupação humana do espaço urbano.

Talvez pela raiz rural da cultura moçambicana persiste na mentalidade dos habitantes das nossas cidades a noção errada de que o território é imenso e de que não falta espaço em Moçambique não havendo portanto razões para que os talhões individuais devam ser de reduzidas dimensões.

Esta noção que é, como dito, de raiz cultural e portanto muito difícil de alterar, é profundamente errada e tem tido consequências graves para o futuro das nossas cidades pois implica uma ocupação de baixíssima densidade tornando inviável e anti-económica a instalação das infra-estruturas e dos serviços urbanos essenciais à vida saudável dos habitantes.

Por outro lado, na fase actual do nosso desenvolvimento urbano, a maioria das habitações familiares, urbanas e rurais, ainda são construídas pelas próprias famílias o que significa que utilizam tecnologias muito simples não permitindo facilmente o seu agrupamento em prédios multifamiliares e dificultando a construção em bandas contínuas, que obrigam à existência de paredes corta fogo entre cada unidade e a sua adjacente.

Mas se esta situação é verdadeira, embora em evolução, para o caso da habitação nos bairros para as classes económicas com mais baixos rendimentos já não é o mesmo para classes de mais alto rendimento que podem construir em altura ou com baixa altura mas com alta densidade.

A prática corrente de distribuição de talhões com áreas da ordem dos 500m² e mais, muitas vezes em



{ FIG. 2.3 } (1) Assentamento informal em bairro suburbano (auto construção). (2) Construção em altura, em Maputo. (3) Condomínio habitacional de renda elevada, Maputo.

(1)



(2)



(3)



zonas já dotadas de infra-estruturas, tem como consequência baixíssimas densidades que inviabilizam a rentabilidade dos serviços públicos, inflaciona os custos de manutenção das infra-estruturas, aumenta enormemente as distâncias a percorrer para o trabalho e para as diversas funções urbanas e cria zonas segregadas e monofuncionais empobrecendo a vitalidade da vida social da cidade e aumentando os consumos de energia quer para a construção das infra-estruturas, quer para a operação dos serviços, quer para a operação dos sistemas de transportes públicos e privados.

O planeamento correcto da cidade pode também produzir economias apreciáveis se for feito tendo em atenção a morfologia do terreno e evitando sistemas custosos e de difícil e cara operação e manutenção. Neste sentido será importante considerarem-se preferencialmente aspectos como o da concepção de sistemas de esgotos e drenagem de águas superficiais que funcionem por gravidade dispensando estações de bombagem e sistemas mecânicos de tratamento de efluentes e substituindo-os por lagoas de oxidação ou *wetlands* em zonas baixas e que não devem, por isso, ser atribuídas à construção de edifícios.

Um aspecto importante a ter em conta no planeamento urbano em Moçambique é o que diz respeito ao sombreamento das ruas. Essa estratégia proporciona um ambiente urbano que protege as pessoas nas suas deslocações a pé e os edifícios reduzindo as cargas térmicas, ajuda a purificar o ar e amortecer os ruídos.

A orientação das ruas e o seu gradiente de inclinação são outros aspectos que influenciam a qualidade do ambiente e portanto podem ter consequências positivas não só na qualidade de vida das pessoas como directamente na redução dos custos energéticos para a obtenção e manutenção de altos padrões de conforto.





2.5 Determinantes estéticas do projecto sustentável

Este é um tema de dimensões menos objectivas e que requer uma discussão que analise e ponha em causa noções e aquisições culturais radicadas em tradições formais há muito estabelecidas e aceites.

Uma estratégia de tratamento ou de abordagem do problema da aceitação de propostas formais mais coerentes com as determinantes formais da sustentabilidade dos edifícios poderá ser a do paradigma do avião comercial, isto é de um artefacto desenhado em função da sua sustentabilidade como objecto voador mais pesado que o ar e concebido primariamente para dar resposta aos problemas de aerodinâmica, economia de combustível e, dentro dessas condições, ao do conforto dos passageiros e/ou da capacidade de carga.

Os resultados da evolução do desenhos dos aviões comerciais são, patentemente, de uma extraordinária semelhança a ponto de que é difícil a um leigo distinguir o fabricante dos aviões que se vêm em qualquer aeroporto do mundo.

Uma reflexão idêntica pode ser feita a propósito dos barcos à vela onde a evolução constante da ciência e da tecnologia da hidro e da aerodinâmica vai conduzindo a artefactos cada vez mais semelhantes nas suas formas e performances.

Nos dois casos a forma é, indiscutivelmente, um produto quase exclusivo da evolução científica e técnica que se concentra na resposta a dois pa-

râmetros dominantes: a velocidade e a segurança das estruturas ou artefactos.

Trata-se aqui portanto da prioridade de um parâmetro em relação a todos os outros e, sobretudo, da aceitação dessa condição por parte do público ou, se quisermos, por parte do “cliente”.

A forma do edifício ou da cidade não são tão simplesmente redutíveis, ou a consequência, de um ou dois parâmetros ou, se quisermos argumentar um *slogan* bem conhecido, não são “máquinas de habitar”.

As construções humanas têm histórias longas. São e foram feitas para durar e, como tal, têm associados valores emocionais e estéticos que sobrevivem a gerações, a conflitos, a mudança de funções, às alterações nas condições sociais que as determinaram, fazem, ou aspiram a fazer, parte da história da sociedade humana que, em muitos aspectos, se continua a reger pelos mesmos princípios e pelas mesmas regras, continua a sonhar os mesmos sonhos e a ter idênticas aspirações e, sobretudo, encontra na própria idade das construções que habita uma razão adicional para a sua estabilidade psicológica.

Não é portanto sem consequências que se podem propor a uma sociedade, geralmente mal ou pouco informada, as novas famílias de formas, as novas paletas de materiais e as alterações aos ritmos e às formas de habitar a que correspondem uma arquitectura e uma estrutura urbana sustentáveis.

Na definição formal das construções, sejam elas edifícios ou obras infra-estruturais não são determinantes apenas os parâmetros técnicos e económicos mas também os sociais. Entre estes têm assumido

importância crescente os factores da segurança contra a intrusão e/ou a sabotagem, que nada têm a ver com as condições de sustentabilidade ecológica mas que a podem fortemente condicionar.

Na habitabilidade de um edifício há que ter em conta ainda outros factores de ordem social, como por exemplo a necessidade de privacidade visual e acústica, que não são sempre directamente relacionáveis com as condições de conforto ambiental mas que podem afecta-las negativamente.

Certas decisões do projecto, enquanto forma com valor estético, podem também ter valor determinante e condicionar o comportamento do edifício no que diz respeito ao seu conforto ambiental. Neste caso pode referir-se, por exemplo, a necessidade criar aberturas em paredes voltadas a poente e a nascente, e portanto com uma exposição aos raios solares mais difícil de controlar. Nestes casos o projectista deverá não só procurar soluções que minimizem os impactos negativos dessas aberturas como procurar compensá-los com dispositivos técnicos mais complexos mas, identicamente, sustentáveis. Uma nova estética em consonância com os princípios da sustentabilidade não vai acontecer de um dia para o outro mas é uma das obrigações mais elementares dos projectistas.

Na procura desses novos valores está, e estará, uma das dimensões de maior interesse do trabalho do arquitecto.

Nos capítulos seguintes serão aprofundadas algumas das temáticas acima referidas, nomeadamente no que se refere às estratégias de projecto bioclimático, e às questões da água, energia e saneamento.



{ capítulo 3 }

Projecto Bioclimático: Princípios Gerais

No contexto climático moçambicano é possível atingir um equilíbrio entre o edifício e o clima através da aplicação de uma série de estratégias de projecto – referidas como bioclimáticas ou de *design* passivo.

As estratégias de *design* passivo têm como objectivo proporcionar ambientes confortáveis no interior dos edifícios e simultaneamente reduzir o seu consumo energético. Estas técnicas permitem que os edifícios se adaptem ao meio ambiente envolvente, através do projecto de arquitectura e da utilização inteligente dos materiais e elementos construtivos, evitando o recurso a sistemas mecânicos consumidores de energia fóssil.

O uso de energia fóssil, não renovável, é, como se sabe, o principal responsável pelo grave problema do aquecimento global, resultante da emissão de gases de efeito de estufa para a atmosfera. Nos edifícios, o uso de electricidade proveniente de energia fóssil, contribui em larga medida para a intensificação deste problema.

As medidas passivas são as que mais contribuem para reduzir os gastos energéticos do edifício ao longo da sua existência. Dois exemplos de estratégias passivas são a optimização do uso da iluminação natural para reduzir o recurso a sistemas de iluminação artificial, ou a promoção de ventilação natural, para evitar o uso de aparelhos de ar condicionado para arrefecimento.

Em Moçambique existem bons exemplos de arquitectura adequada ao meio ambiente em que se insere. Contudo, hoje em dia a prática de uma arquitectura passiva ou bioclimática, com preocupações ambientais e energéticas, necessita ainda de implementação. Embora as publicações existentes refiram extensamente os potenciais benefícios desta arquitectura, o seu uso é ainda muitas vezes mal compreendido, sendo erradamente considerado um risco, ineficiente, demasiado complicado ou caro. Por exemplo, em muitas novas construções as preocupações de climatização são deixadas para engenheiros, que tendem a adoptar o uso “seguro” do ar condicionado.



{ FIG. 3.2 } Edificação em complexo turístico recente, com algumas tipologias construtivas inspiradas na arquitectura vernacular.



{ FIG. 3.1 } Habitação vernacular do norte de Moçambique, adaptada ao contexto climático local.

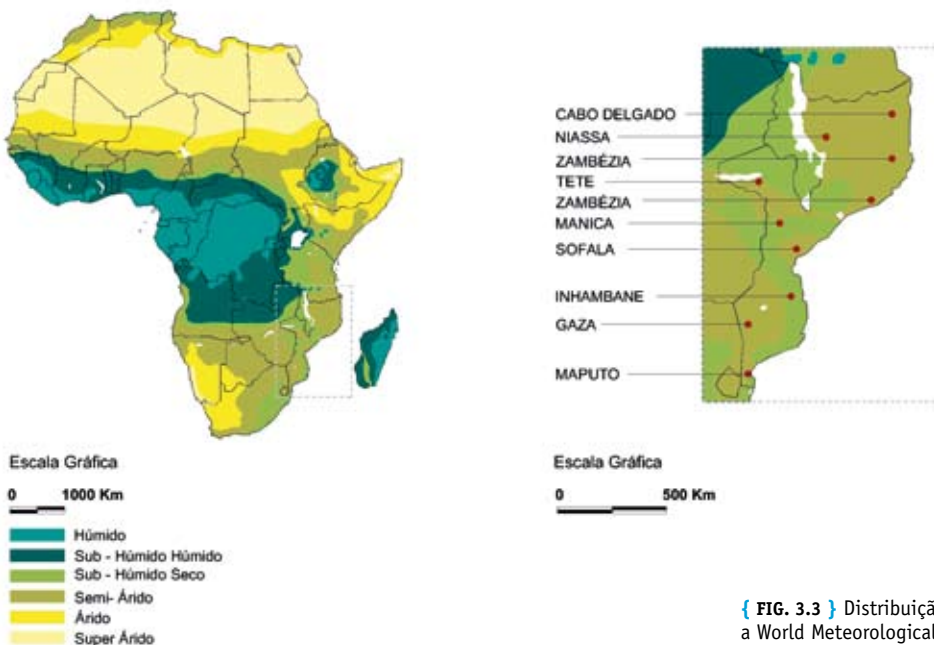
Apesar de existirem já muitos exemplos que comprovam a eficácia, melhores níveis de conforto, e vantagens económicas do uso das técnicas passivas ainda há uma grande necessidade de difusão deste conhecimento e do aumento do número de edifícios passivos, bioclimáticos, em termos de nova construção e reabilitação.

Sendo um clima quente, é também dada neste manual particular atenção à questão da refrigeração dos edifícios, fundamental para obtenção de ambientes confortáveis. O arrefecimento dos edifícios deve, e pode, ser conseguido através de meios naturais, evitando o recurso a sistemas de climatização energívoros. O objectivo das técnicas de arrefecimento passivo é evitar a acumulação de ganhos de calor e fornecer refrigeração natural, evitando o sobreaquecimento. Os princípios de técnicas de arrefecimento passivo foram usados com sucesso durante séculos, antes do aparecimento do ar condicionado. Estas técnicas tradicionais foram simplesmente reforçadas com o conhecimento tecnológico hoje disponível, e optimizadas para que pudessem ser incorporados com sucesso na concepção e operação dos edifícios.

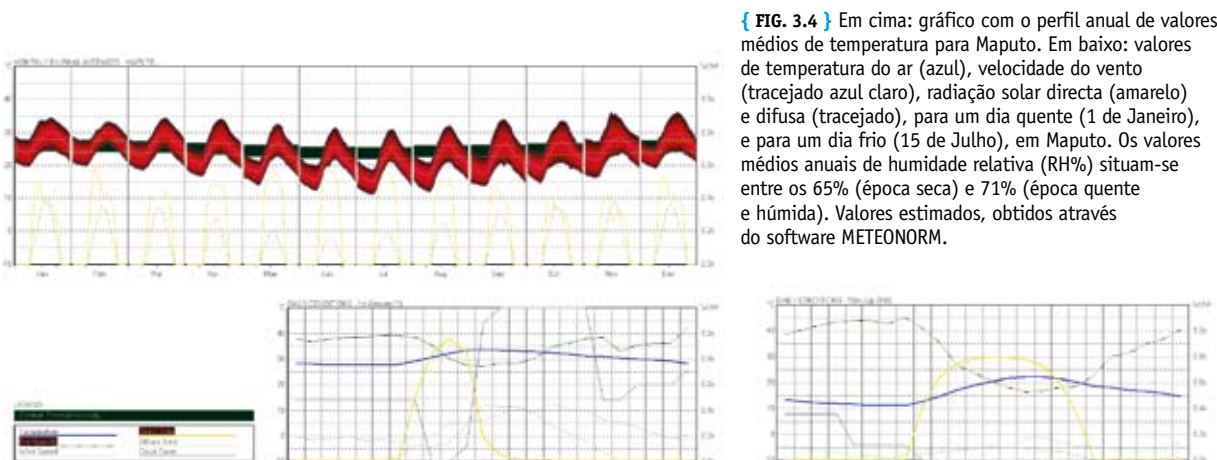
Neste capítulo é feita primeiramente uma descrição sumária do contexto climático de Moçambique, ponto de partida para a prática de uma arquitectura bioclimática, de *design* passivo. Seguidamente são apresentadas as principais estratégias de projecto bioclimático.

3.1 Contexto climático

O clima em Moçambique, influenciado pelas monções do Oceano Índico e pela corrente quente do Canal de Moçambique, é de uma maneira geral, tropical



{ FIG. 3.3 } Distribuição por Zonas de Aridez (segundo a World Meteorological Organization – WMO).





e quente, variando, conforme as regiões, entre clima sub-húmido seco e semi-árido. As temperaturas médias anuais variam entre 20°C no Sul e 26°C no Norte (22.5°C em Maputo, 24.1°C na Beira, 18.4°C em Vila Cabral), sendo os valores mais elevados durante a época das chuvas. Os valores médios anuais de humidade (RH%) são, em geral, relativamente elevados, situando-se entre os 65% (época seca) e 75% (época quente e húmida). A { FIGURA 3.3 } apresenta a divisão a divisão por zonas de aridez (divisão climática) para África e Moçambique.

São distintas duas estações do ano: a época seca e fria que varia entre os meses de Abril a Outubro, e a estação quente e húmida com chuvas, desde Outubro a Março. A partir de Outubro as chuvas começam a intensificar e continuam até Março ou Abril. No Sul o início das chuvas é muitas vezes mais demorado devido a influência dos centros das altas pressões do Índico e à convergência intertropical na zona do Transval.

Apesar de apresentar um clima tropical quente na generalidade, Moçambique, apresenta também uma série de variações regionais, em virtude de factores locais como a altitude, proximidade do litoral e latitude. A região norte está submetida à influência das baixas pressões equatoriais enquanto que o sul é afectado por anticiclones tropicais e pela existência de correntes quentes do canal de Moçambique. Podem distinguir-se três zonas climáticas no território:

I. Norte e Centro: clima de monção, com uma estação seca de quatro a seis meses.

II. Sul: Clima mais seco, com uma estação seca de seis a nove meses.

III. Zonas de montanha: clima tropical de altitude.

Excepto nas regiões interiores da costa meridional e em parte da depressão do baixo Zambeze, onde se recolhem entre 400 e 600 milímetros da chuva anual, todo o resto do país recebe mais de 800 milímetros. As precipitações mais abundantes estão registados nas escarpas de Manica e de Sofala e nos maciços montanhosos dos territórios elevados de Namuli, onde são alcançados os 2.000 milímetros. Durante a estação chuvosa, os ventos dominantes são do Nordeste na metade norte, e do Sul na parte sul do país.

O gráfico apresentado na { FIGURA 3.4 } mostra um exemplo típico de perfil anual de valores médios de temperatura e humidade para Maputo. As temperaturas médias em Maputo variam entre os 13°C e os 24°C em Julho, e os 22°C e os 31°C em Janeiro. Outros dados climáticos de referência para o projecto urbano e arquitectónico, correspondentes a diversas zonas do território, são apresentados no anexo 1.

Para o projecto de arquitectura devem ser previamente analisadas algumas questões que estão associadas ao clima, como: a orientação da casa; os tipos de materiais a serem utilizados; as necessidades de protecção solar nas diferentes zonas, etc. Estes princípios são seguidamente apresentados, começando pelos primeiros passos a considerar no projecto – a localização, forma e orientação das edificações.

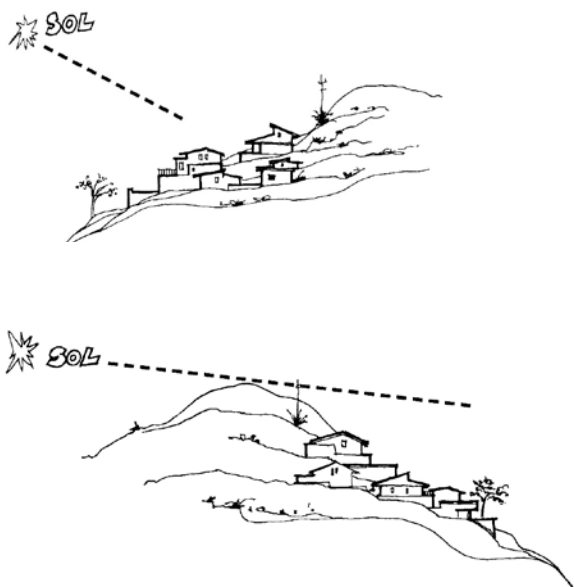
3.2 Localização, forma e orientação

A selecção do lugar, a forma e a orientação do edifício são as primeiras opções a considerar para a optimização da exposição ao trajecto solar e aos ventos dominantes. Num clima quente como o de Moçambique, é essencial que a implantação das casas tenha em consideração o regime de ventos, para uma ventilação eficiente, e consequente melhoria

do conforto na habitação. Nas regiões montanhosas, as habitações devem ser implantadas nas zonas mais baixas da montanha e acima do leito das ribeiras, onde circula mais o ar. Deve privilegiar-se o lado da encosta que beneficia de mais horas de sombra. No litoral, as fachadas voltadas para o mar devem ser protegidas por alpendres de dimensões generosas, para diminuir o impacto do reflexo do sol sobre o mar no interior das habitações. Os arranjos exteriores são essenciais para proteger o interior dos ganhos solares excessivos.

• Sol

{ FIG. 3.5 } Localização de um aglomerado numa encosta. No primeiro esquema, as habitações ficam demasiado expostas ao sol nas horas de maior incidência. O segundo esquema mostra uma localização mais favorável. Nas horas de maior incidência do sol, as casas beneficiam da sombra da encosta.



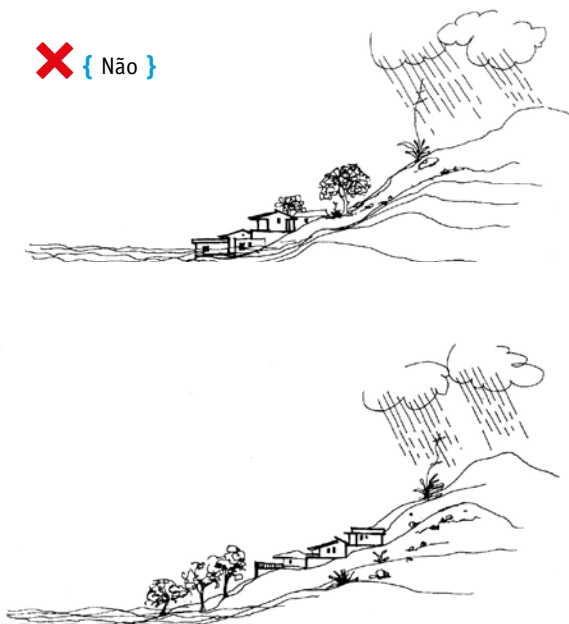
{ FIG. 3.6 } Condomínio de habitação implantado em encosta, em Maputo.





• Chuva

{ FIG. 3.7 } É necessário evitar a implantação das habitações em linhas de água, ribeiras secas, zonas predispostas a inundações e encostas sujeitas a enxurradas. Devem-se escolher zonas seguras e protegidas de inundações. Nas alturas de chuvas torrenciais, a água conhece o seu antigo caminho. As obras de correcção pluvial ficam sempre mais caras e normalmente só se executam quando as chuvas já causaram muitos prejuízos. O segundo esquema apresenta a localização conveniente de um aglomerado.

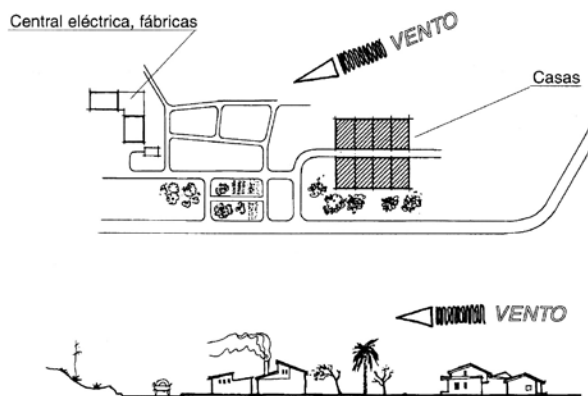


As novas zonas habitacionais devem também ser projectadas a uma distância conveniente da estrada de maior circulação, evitando ruídos e outros inconvenientes. As ruas devem ser estreitas e orientadas por forma a que pelo menos um lados tenha sempre sombra.

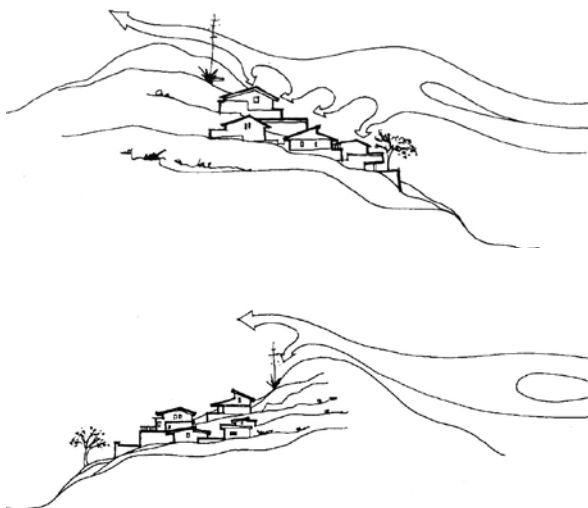
Sendo o ambiente externo quente, a ventilação e o conforto dentro de casa são aspectos críticos. Nas zonas urbanas o impacto dos raios solares nos telhados e nas fachadas dos edifícios e a circula-

• Vento

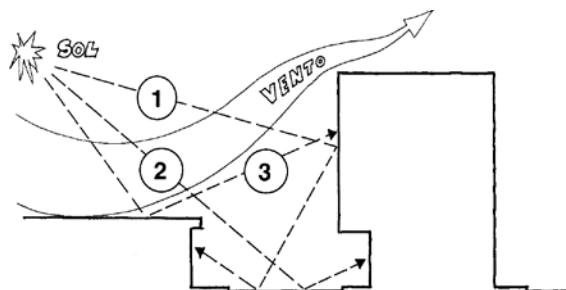
{ FIG. 3.8 } Orientação correcta, considerando o regime dos ventos.



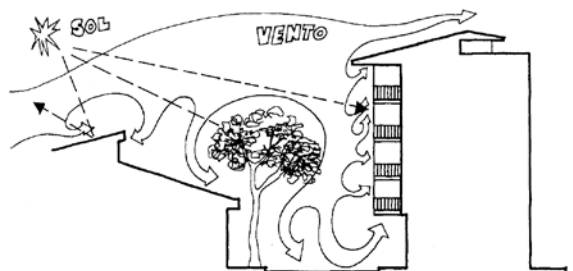
{ FIG. 3.9 } Num aglomerado situado numa encosta devemos estudar os ventos dominantes, para que a localização favoreça o arejamento das casas.



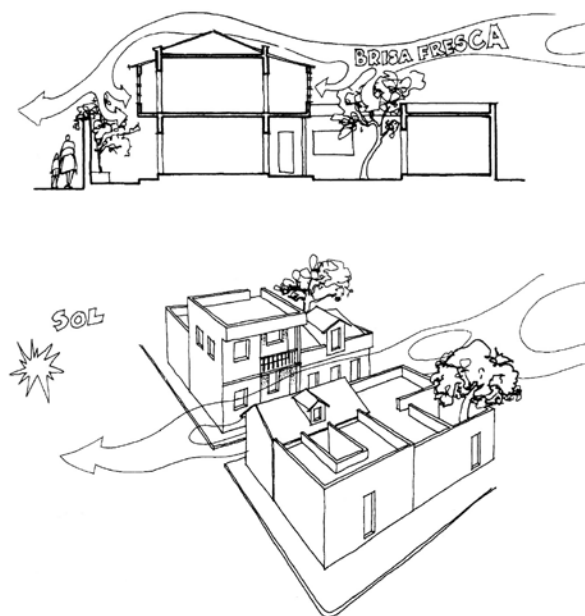
ção da brisa fresca em redor dos edifícios deve ser estudado. Caso contrário, poderá haver o risco da criação de um ambiente muito desconfortável no interior das habitações.



{ FIG. 3.10 } Neste esquema, os raios de sol (1) incidem na fachada do edifício que os reflecte para o pavimento e depois para o interior do edifício. Os raios (2) atingem o pavimento e reflectem na zona de circulação de pessoas. Os raios (3) caem sobre a cobertura plana do edifício mais baixo reflectindo-se na fachada do edifício mais alto. O vento resvala por cima da cobertura plana e como não encontra nenhuma reentrância na fachada da frente passa por cima do edifício. O ambiente fica excessivamente quente em redor e dentro dos edifícios.



{ FIG. 3.11 } A configuração da fachada do edifício alto e da cobertura do edifício baixo foram alterados para melhorar o ambiente externo nessa zona. A árvore amortece o efeito dos raios solares e favorece a circulação do ar. O efeito do vento na zona, ajudado pela cobertura inclinada do edifício baixo e pelas varandas do edifício alto, torna-se mais diversificado, podendo assim penetrar nas habitações.



{ FIG. 3.12 } A ventilação tem um papel fundamental no contexto moçambicano, devendo-se privilegiar soluções para otimizar a circulação do ar. O recurso à tipologia da casa-pátio é uma medida eficiente. O tema da ventilação natural é adiante desenvolvido.

Em termos de forma do edifício, a configuração e o arranjo dos espaços internos, de acordo com a função, influenciam a exposição à radiação solar incidente, bem como a disponibilidade de ventilação e iluminação natural. Em geral, um edifício compacto terá uma superfície de exposição relativamente pequena, ou seja, um baixo rácio superfície/volume. Para as pequenas e médias construções, esta situação oferece vantagens para o controlo de trocas de calor através da envolvente do edifício – devendo contudo este oferecer sempre uma área de exposição de aberturas suficientemente ampla para potenciar a ventilação natural. A geminação dos edifícios em banda tem também vantagens; ao diminuir a área de exposição solar, são reduzidos os riscos de sobreaquecimento.



{ FIG. 3.13 } Conjuntos residenciais em Maputo: a geminação das habitações reduz a área de exposição solar, reduzindo os riscos de sobreaquecimento.

As áreas do edifício potencialmente ventiladas e iluminadas naturalmente, as chamadas áreas passivas, podem ser consideradas como tendo uma profundidade de duas vezes a altura do pé-direito (i.e. geralmente cerca de 6 metros). Esta profundidade

pode ser reduzida quando há obstáculos à luz natural e à ventilação, devido uma compartimentação interior pouco adequada, a edifícios vizinhos, ou no caso de espaços adjacentes a átrios. A proporção de área passiva de um edifício, em relação à sua área total, dá uma indicação do potencial do edifício para o emprego de estratégias bioclimáticas.

O objectivo é sempre maximizar a área passiva. Em edifícios com áreas não passivas (activas) de dimensão significativa, as soluções com recurso a sistemas mecânicos energívoros tendem a prevalecer { FIGURA 3.14 }. No caso da reabilitação de edifícios com áreas activas, deve-se procurar que estas sejam convertidas em espaços não ocupados, por exemplo arrumos. Quando a área activa atinge grandes dimensões, é aconselhável a incorporação de saguões ou átrios.

O conceito de zona passiva deve ser considerado a partir da primeira fase do projecto, em que são definidas a forma e a orientação do edifício. As estratégias de *design* passivo a utilizar variam segundo a orientação das diferentes zonas do edifício. Estas estratégias que incluem, por exemplo, a alteração da área de envidraçado e a utilização de diferentes dispositivos de sombreamento, encontram-se descritas nos subcapítulos seguintes.

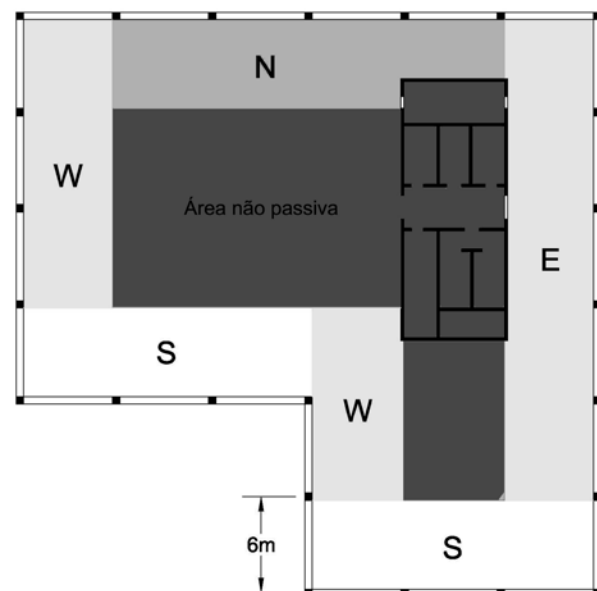
A melhor orientação do edifício para reduzir os ganhos solares de calor será paralela ao eixo Nascente-Poente, uma vez que restringe a área de exposição das fachadas mais recebe sol de ângulo alto (Norte), beneficiando ainda de iluminação natural – conforme representado na { FIGURA 3.15 }. Em remodelações, e em muitas situações urbanas onde a orientação está fora do controlo do projectista, uma orientação desfavorável pode ser compensada através do reforço de outras estratégias adequadas de controlo de ganhos solares, como o sombreamento ou o dimensionamento de janelas.

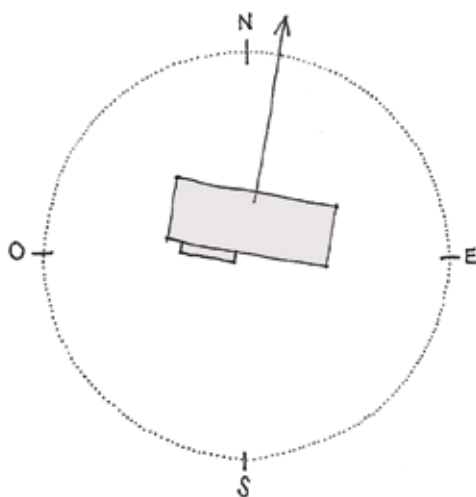
A orientação correcta dos espaços de permanência da habitação, em função do percurso do sol e do vento, é o ponto de partida para aproveitar estas energias renováveis. A insolação das fachadas é definida no processo de implantação do edifício e é decisiva no conforto dos espaços interiores. A orientação a Sul é geralmente recomendada para o hemisfério Norte, por ser a que mais otimiza os ganhos solares para aquecimento durante a estação fria. Contudo, em regiões do hemisfério Sul, e onde a questão do sobreaquecimento é prioritária, como no caso de

Moçambique, a melhor orientação é a Norte, sendo contudo aceitável uma variação até 45° (entre Nordeste e Noroeste). De acordo com simulações realizadas utilizando o software Ecotect, por exemplo para o caso de Maputo uma ligeira variação ($5^\circ 0'N$) será a orientação óptima – as orientações optimizadas para diversas regiões do território são apresentadas no Anexo 1.

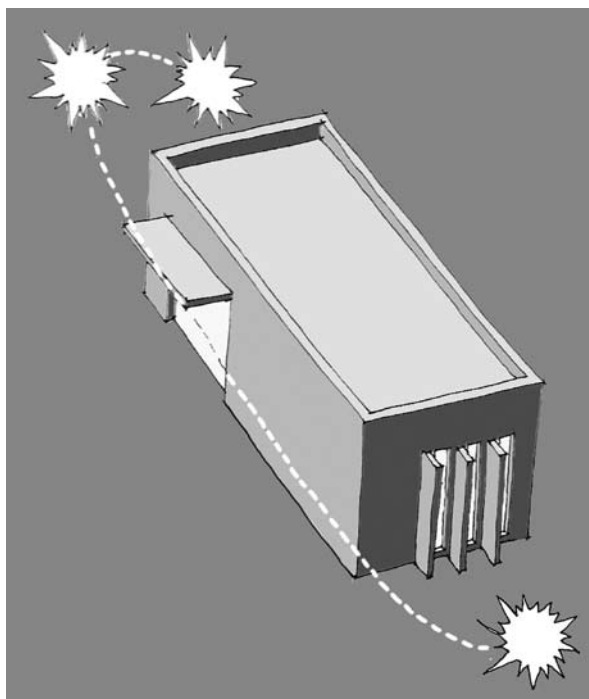
Os quartos de dormir, quando orientados a Nascente, captam menos calor e durante a tarde são espaços mais frescos. Os alçados orientados a Poente devem ser protegidos para não haver radiação solar excessiva. A utilização de frestas e de pequenos vãos é uma medida eficiente. O dimensionamento das áreas envidraçadas deve ser com-

{ FIG. 3.14 } Definição de áreas passivas (cor clara) e não passivas (ou activas, cor mais escura) na planta de um edifício (adaptado de Baker, 2000).





{ FIG. 3.15 } Optimização da orientação solar para a zona de Maputo. A melhor orientação para a fachada principal é de $5^{\circ}0'N$. As melhores orientações para outras regiões são indicadas no anexo A1. Para o território Moçambicano, a orientação aceitável não deve exceder uma variação até 45° a partir do Norte.



patibilizado com a orientação da fachada. O espaço da cozinha deve ser o mais fresco da habitação, por isso não pode ser orientado a Poente. Deve ser tida em conta a direcção dos ventos dominantes para que quando soprem não arrastem os cheiros e o calor para o resto da casa.

A optimização da orientação e da área passiva contribuem para evitar situações de sobreaquecimento, sendo o primeiro passo para a promoção de estratégias de protecção e dissipação do calor. **As técnicas de protecção ao calor** como o sombreamento, o dimensionamento das janelas, o revestimento reflexivo da envolvente, ou o isolamento oferecem protecção térmica contra a penetração de ganhos de calor inde-

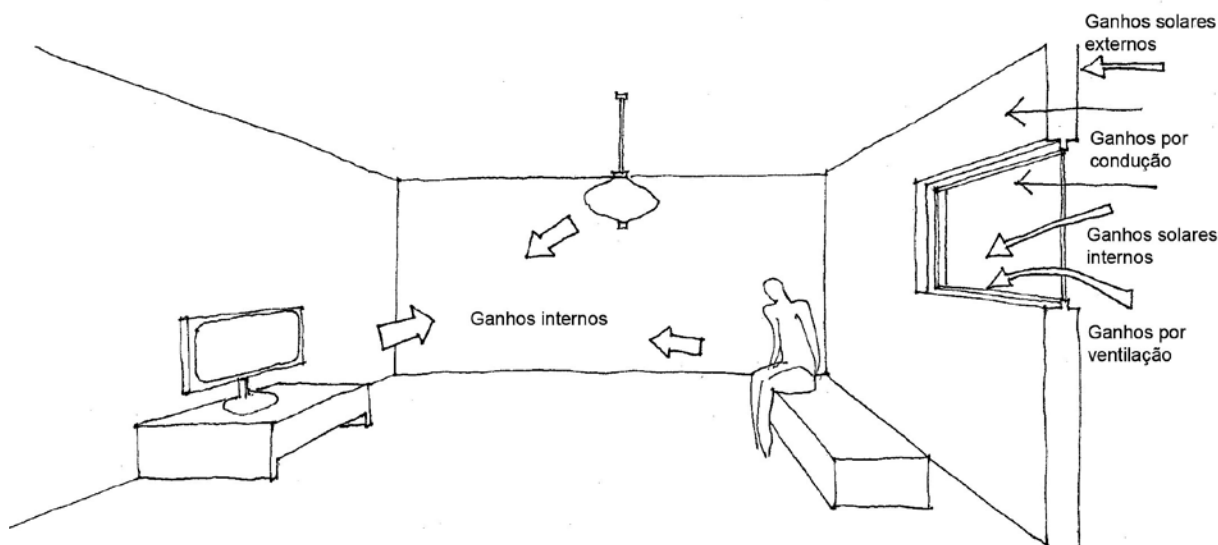
sejáveis para o interior do edifício e minimizam os ganhos internos. Em Moçambique devem ser previstos elementos de sombreamento das áreas de envidraçado e paredes exteriores, por forma a evitar situações de sobreaquecimento, para haver conforto térmico no interior dos compartimentos. Estes elementos podem ser tectónicos: palas ou alpendres, elementos vegetais ou ainda elementos mistos. Os elementos vegetais junto a fachadas ou mesmo o revestimento de fachadas com elementos vegetais aumentam o conforto interior e funcionam como um filtro dos raios solares. As paredes devem, quando possível, ter isolamento e ser suficientemente maciças para retardar a penetração de calor de dia e o frio à noite.

As Técnicas de dissipação do calor maximizam as perdas do calor que se acumulou no interior do edifício, dissipando-o através de ventilação natural e inércia térmica, evaporação, radiação, ou de um “poço de calor” como o solo. A utilização destas técnicas evita o sobreaquecimento, conduzindo os valores da temperatura interior a níveis próximos da temperatura do ar exterior, ou mesmo abaixo destes.

A radiação solar directa é, de longe, a principal fonte de calor. O uso de técnicas de controlo solar no projecto de arquitectura é uma estratégia de alta prioridade para minimizar o impacto dos ganhos solares no edifício.

As melhores soluções de projecto para arrefecimento passivo combinam várias estratégias, com o fim de se alcançar uma maior eficácia – como por exemplo o arrefecimento por ventilação nocturna com isolamento externo da massa térmica.

A eficácia das técnicas de arrefecimento passivo pode muitas vezes ser melhorada através do uso de sistemas mecânicos de energia renovável, como os painéis solares ou fotovoltaicos, ou de sistemas de baixo consumo (de energia fóssil), como as ventoinhas. Estes sistemas são referidos no capítulo 5.



{ FIG. 3.16 } Os ganhos de calor: I Ganhos solares – causados pela incidência da radiação solar sobre as superfícies externas, que é conduzida para o interior do edifício (ganhos solares externos), e pela passagem da radiação solar através das janelas (ganhos solares internos); II Ganhos internos – provenientes dos ocupantes, iluminação artificial e equipamentos; III Ganhos

por condução – a partir da condução de calor proveniente do ar exterior mais quente para o interior do edifício, através das superfícies externas do edifício (fachadas e telhado); IV Ganhos por ventilação – a partir da infiltração de ar quente para o interior do edifício.



3.3 Sombreamento

O sombreamento é uma estratégia muito eficaz para reduzir a penetração da radiação solar no edifício, oferecendo protecção às áreas de envidraçado (janelas), e também à envolvente opaca. Os ganhos de calor através das janelas podem ser muito significativos, visto que estas têm muito pouca resistência à transferência de calor radiante. Em regiões quentes, um edifício bem sombreado pode ser entre 4°C a 12°C mais fresco do que um sem sombra.

O sombreamento da envolvente opaca do edifício pode ser feito por dispositivos fixos de sombreamento, pela vegetação, ou através de dispositivos ajustáveis. Varandas, pátios ou átrios, podem ser tipologias úteis na protecção solar.



{ FIG. 3.17 } Utilização de “Brise Soleil” para sombreamento de fachada num edifício projectado pelo Arq. Pancho Guedes, em Maputo.

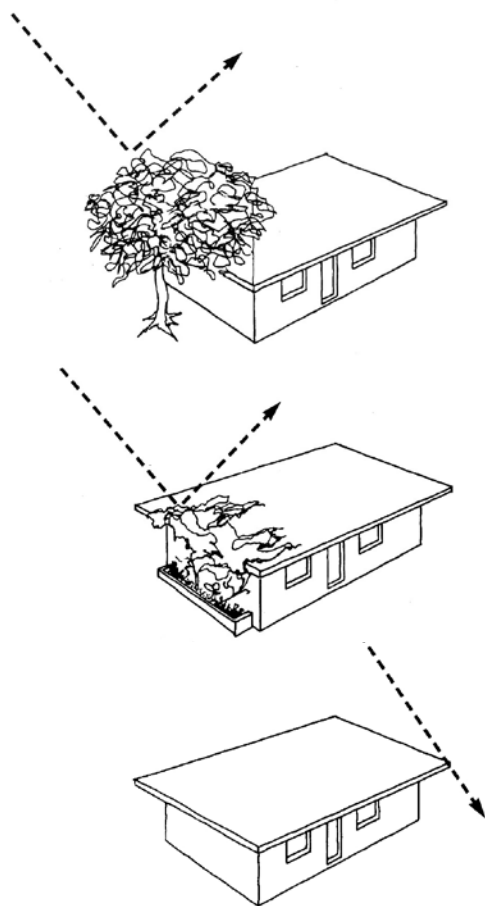
Sombreamento	Descrição	Desempenho
Dispositivos fixos	Geralmente elementos externos, como palas horizontais, “ <i>brise soleil</i> ”, aletas verticais, ou sistemas de grelhas.	<p>As palas horizontais, usadas acima de áreas de janela orientadas a Norte e Sul podem proporcionar um bom nível de sombreamento. Nas fachadas Nascente e Poente um dispositivo fixo vertical pode ser melhor do que um horizontal, mas a janela nunca é completamente sombreada. Aletas verticais podem também proteger a fachada Sul do sol baixo, de nascente e poente.</p> <p>O uso de sistemas de grelhas (desde simples gelosias de madeira até sistemas pré-fabricados em cimento ou material cerâmico) também pode ser muito eficaz para sombreamento, e oferece vantagens em termos de privacidade. Reduz contudo a vista para o exterior, e na sua concepção devem ser especialmente consideradas as necessidades de luz e ventilação natural.</p> <p>O uso de cor clara para o sombreador é preferível à cor escura, já que tem melhor desempenho na reflexão da radiação solar, reduzindo a sua penetração para o edifício. O uso de cor clara tem também um melhor desempenho em termos de iluminação natural.</p>
Espaços intermédios	Varandas, pátios, átrios ou arcadas.	Estas tipologias podem ser muito úteis como uma forma de sombreamento fixo, se o seu <i>design</i> for adequado. Como em todas as estratégias de sombreamento, o projecto também deve considerar os requisitos de ventilação e iluminação natural. O desempenho do sombreamento depende da configuração do edifício, e do desenho das varandas.
Prédios vizinhos	Os edifícios vizinhos, e.g. do outro lado da rua, podem proporcionar sombreamento de fachada, particularmente em pisos inferiores.	<p>Os edifícios vizinhos podem proporcionar um sombreamento eficiente, embora em algumas situações, como em ruas estreitas, tal possa diminuir a disponibilidade de luz natural.</p> <p>O impacto do sombreamento dos edifícios vizinhos deve ser considerado no processo de <i>design</i>, em termos da escolha dos dispositivos de sombreamento e dimensionamento da janela, por exemplo aumentando um pouco o tamanho da janela em áreas permanentemente sombreadas, para melhorar o desempenho de iluminação natural.</p>



{ QUADRO 1 } Características de estratégias de sombreamento através de dispositivos fixos, espaços intermédios e prédios vizinhos



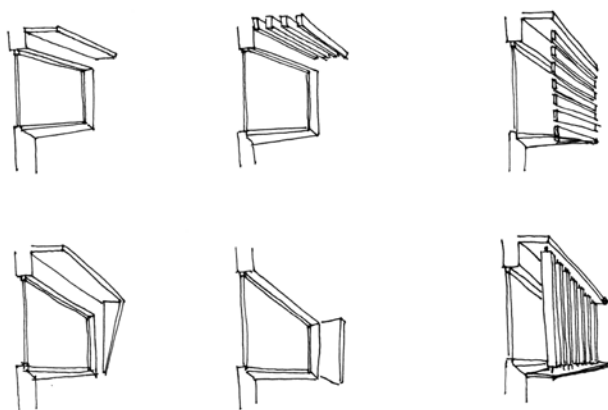
Em termos de sombreamento das áreas de envidraçado, o edifício deve ser especialmente protegido dos ganhos solares nas janelas orientadas a Nascente e Poente, devido ao ângulo baixo do sol no início da manhã e ao fim da tarde. As orientações a Nascente e Poente podem facilmente originar sobreaquecimento, especialmente em edifícios mal isolados e de baixa inércia. Existe uma grande variedade de dispositivos de sombreamen-



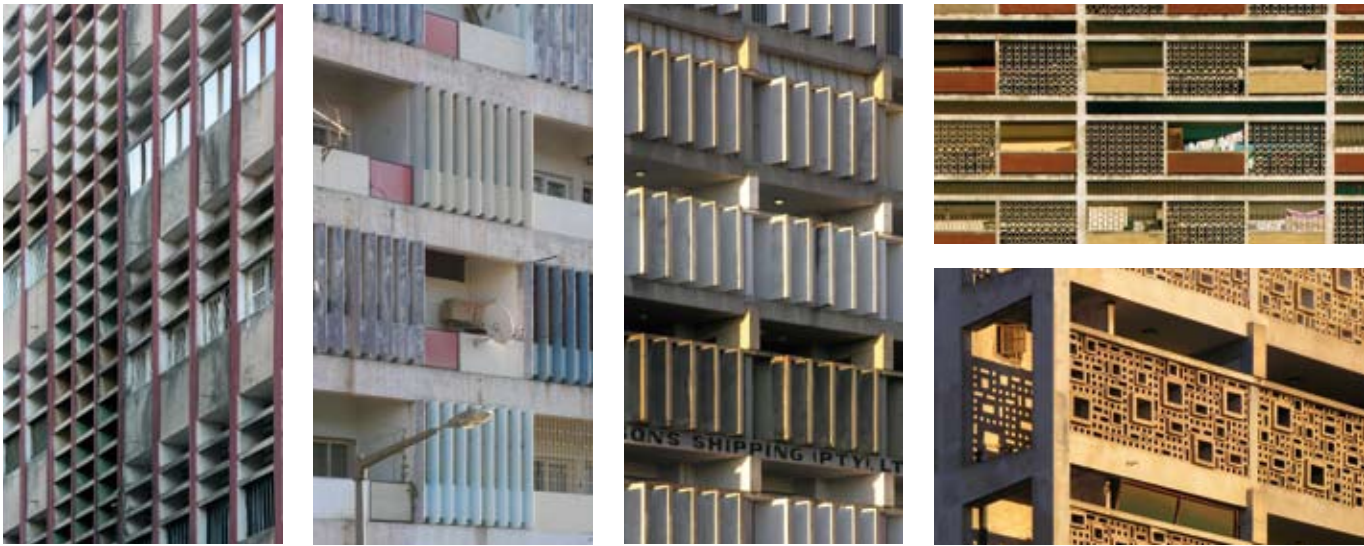
{ FIG. 3.18 } As árvores e as plantas, e os beirais salientes, diminuem a incidência solar.

to, fixos ou ajustáveis, internos ou externos, mais ou menos leves. Os { QUADROS 1 e 2 } apresentam as características dos diferentes tipos de sombreamento, que podem ser usados em habitações ou edifícios de serviços.

Os sistemas de sombreamento fixo cortam a incidência dos raios solares antes de atravessarem o vidro, evitando o efeito de estufa. Há diversos elementos que podem ter esta função, como as palas, “*brise soleil*”, venezianas, toldos, estores e beirais. É importante garantir alguma distância entre o elemento de sombreamento e a zona envidraçada, para que a radiação térmica captada pelo elemento de sombra não seja transmitida para o interior do edifício.



{ FIG. 3.19 } Alguns exemplos típicos de dispositivos de sombreamento externos para janelas.



{ FIG. 3.20 } Sombreamento fixo: “Brise Soleil” em fachadas de edifícios modernistas em Maputo.



{ FIG. 3.21 } Exemplos de sombreamento fixo por projecção da varanda em edifícios na cidade de Maputo.





{ FIG. 3.22 } Sombreamento fixo de fachada por projecções horizontais (esquerda); sombreamento fixo de janelas (direita).



{ FIG. 3.23 } Sombreamento fixo: Arcadas. Ilha de Moçambique (em cima) e Maputo (em baixo).





{ FIG. 3.24 } Alpendres sombreados.



{ FIG. 3.25 } Tipologias de sombreamento na Arquitectura vernacular (em cima) e em edificações contemporâneas (em baixo).





Sombreamento	Descrição	Desempenho
Vegetação	A vegetação pode ser usada para sombrear os pisos inferiores do edifício.	Nas regiões quentes como em Moçambique, é preferível a utilização de árvores de folha perene, de modo a proporcionar sombra ao longo de todo o ano.
Dispositivos ajustáveis	Estes dispositivos podem ser externos – tais como estores ou persianas retrácteis, palas ou venezianas ajustáveis, aletas giratórias, placas horizontais, toldos, tendas, cortinas ou pérgulas – feitos de madeira, metais, plásticos, tecidos, etc. Também podem ser internos – como cortinas, persianas ou venezianas.	Os dispositivos ajustáveis podem ser mais eficazes do que fixos, pois podem ser regulados para diferentes ângulos de incidência solar. A sua flexibilidade permite também um melhor aproveitamento da luz natural, quando comparado com sombreamento fixo. Os dispositivos ajustáveis permitem também o controle pelos ocupantes, de acordo com as suas preferências individuais. Os dispositivos externos de sombreamento são mais eficientes do que os internos, pois reduzem a incidência da radiação solar sobre a área envidraçada, enquanto que os dispositivos de sombreamento interno apenas conseguem reflectir uma parcela da radiação que já entrou no espaço interno. No entanto há sistemas, como os estores, comuns em edifícios domésticos, que podem ser uma má escolha em termos de vista, iluminação natural e ventilação. Os dispositivos externos translúcidos de cor clara, tais como dispositivos de tela ajustável, de preferência brancos, podem reflectir até 60% dessa radiação.

{ QUADRO 2 } Características de estratégias de sombreamento através de vegetação e dispositivos ajustáveis.



{ FIG. 3.26 } Utilização de vegetação para sombreamento no espaço urbano (Maputo).



{ FIG. 3.27 } Utilização de vegetação para sombreamento no espaço rural (em cima).



{ FIG. 3.28 } Sombreamento ajustável: portadas venezianas exteriores de madeira: proporcionam sombreamento e simultaneamente permitem iluminação e ventilação natural (à esquerda).

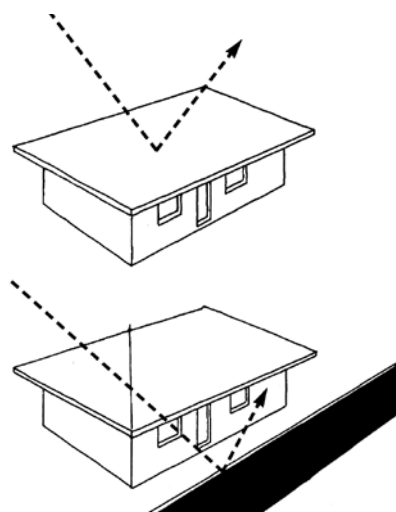
{ FIG. 3.29 } Sombreamento amovível: toldo (em baixo).





3.4 Revestimento reflexivo da envolvente

As cores claras de alguns materiais de revestimento reflectem uma parcela considerável da radiação solar. A cal branca para pintar os edifícios é um exemplo. Os revestimentos de cores claras contribuem para reduzir a temperatura da envolvente do edifício e evitar a condução de calor para o interior do edifício. O { QUADRO 3 } descreve as características dos revestimentos reflexivos, de cor clara.



{ FIG. 3.30 } As superfícies pintadas de branco reflectem uma grande parte da radiação solar (em cima). A proximidade da casa aos pavimentos de cor escura deve ser evitada, para não haver absorção de calor e irradiação para dentro da habitação (em baixo).

Descrição

Desempenho

REVESTIMENTO REFLECTIVO (Tinta ou azulejos de cor clara)

Tinta ou azulejos de cor clara (por exemplo, branco) nas fachadas.
O telhado, sempre que possível, também deve ser de cor clara.

A pintura de cor clara é um meio económico e eficaz para reduzir a entrada de calor no edifício, reflectindo a radiação solar. A cor que mais reflecte a radiação solar é o branco.

A pintura das paredes internas com uma cor clara também pode melhorar os níveis internos de iluminação natural, reduzindo assim a necessidade de luz artificial.

Nas proximidades da casa deve evitar-se o uso de materiais de cores escuras, como o gravilhão, a areia preta e o betão, para diminuir a absorção de radiação.

Em algumas situações urbanas, a reflexão da radiação solar para outros prédios, por vezes, pode não ser desejável, mas pode constituir uma vantagem em termos de luz natural. As reflexões indesejáveis de prédios vizinhos podem ser evitadas através da utilização de dispositivos de sombreamento.

{ QUADRO 3 } Características do uso de revestimentos de cor clara (reflexivos).





{ FIG. 3.31 } A pintura de cor clara reflecte o calor, evitando o sobreaquecimento no interior dos edifícios. Arquitectura vernacular, zona de Pemba (em cima); ilha de Moçambique (ao centro); Maputo (em baixo).



3.5 Isolamento

A localização correcta do isolamento protege o edifício contra os ganhos de calor durante os períodos mais quentes, e melhora o conforto térmico durante todo o ano. Também pode melhorar a vedação das paredes (evitando a infiltração de ar quente), e reduz problemas de condensação em superfícies, em zonas com climas mais húmidos.



{ FIG. 3.32 } O uso de colmo para cobertura na arquitectura vernacular. O colmo é um material isolante, que protege o edifício contra os ganhos de calor.



{ FIG. 3.33 } Utilização do colmo em edifícios contemporâneas. Ao utilizar esta tipologia de tradição local, recolhem-se também os benefícios térmicos da protecção solar.

Descrição	Desempenho
<p>ISOLAMENTO</p> <p>O material isolante pode ser acrescentado na superfície exterior das fachadas, ou na cavidade entre panos de parede (paredes duplas). Os materiais de isolamento evitam a condução de calor para o interior devido à existência de gás aprisionado em muitas camadas (e.g. fibra de vidro, lã de rocha) ou em células (poliestireno), aumentando a resistência térmica do material à condução, proporcionalmente à sua espessura, mas não restringem necessariamente o calor radiante. O isolamento externo pode ser adicionado utilizando painéis isolantes pré-fabricados. Deve ser pintado com cor clara.</p>	<p>O isolamento dos elementos opacos externos, ou o uso de isolamento adicional para as fachadas, é uma das medidas mais simples e eficazes de protecção ao calor e redução da necessidade de arrefecimento.</p> <p>O próprio ar existente nas cavidades dos tijolos, ou no espaço entre paredes (parede dupla de fachada) confere isolamento ao edifício, mas este pode ser significativamente reforçado com material adicional (isolamento externo ou de cavidade).</p> <p>O isolamento externo é preferível ao isolamento de cavidade, fazendo máximo uso da capacidade de armazenamento da massa térmica interna, e tem um melhor desempenho em termos de prevenção de ganhos de calor. Minimiza também as pontes térmicas do edifício.</p> <p>O recurso ao isolamento interno deve ser evitado, dado que reduz a área de exposição da massa térmica, retirando o benefício da inércia ao interior do edifício.</p> <p>O isolamento do telhado é uma prioridade, pois diminui o risco de temperaturas elevadas no piso superior.</p>
<p>BARREIRAS RADIANTES</p> <p>As barreiras radiantes, feitas de produtos reflexivos, como chapa de alumínio, podem ser instaladas em cavidades ventiladas do telhado. A chapa metálica reflecte a radiação, e a ventilação na cavidade impede a condução do calor para o interior do edifício.</p>	<p>A eficácia deste método depende da ventilação necessária para transportar o calor da chapa por convecção. Quando o arrefecimento é a principal preocupação pode ser preferível usar um sistema de barreira radiante, em alternativa a elevados níveis de isolamento do telhado. Este sistema pode contudo ser mais caro e complexo do que o isolamento simples.</p>

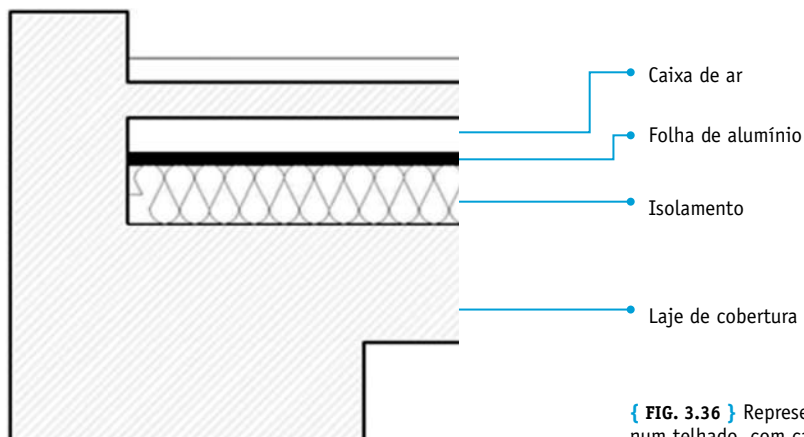
{ QUADRO 4 } Características de isolamentos e barreiras radiantes.





{ FIG. 3.34 } Sistema construtivo misto de cobertura. O colmo é sobreposto em chapa ondulada de material metálico (sub-capa): aos benefícios da impermeabilização e durabilidade conferidos pelo uso da sub-capa metálica adiciona-se a capacidade isolante do colmo.

{ FIG. 3.35 } O uso sem protecção (isolamento) de material metálico para coberturas deve ser evitado, dado que leva ao agravamento de situações de sobreaquecimento interno.

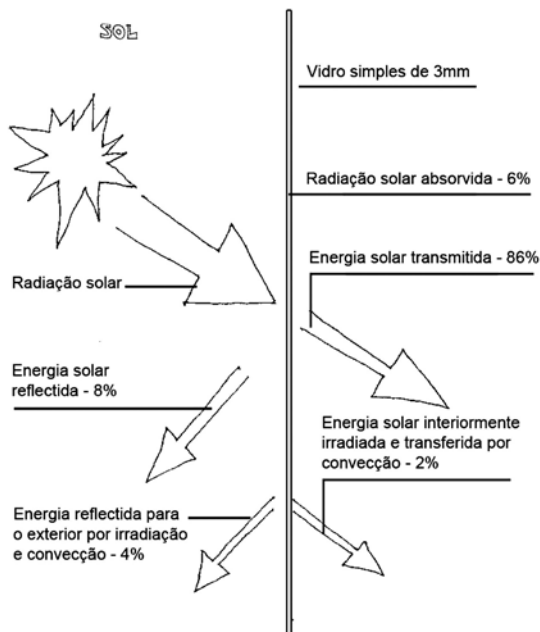


{ FIG. 3.36 } Representação esquemática de uma barreira radiante num telhado, com caixa de ar ventilada.

3.6 Áreas de envidraçado e tipos de vidro

Grande parte dos ganhos de calor de um edifício passa através das áreas envidraçadas das fachadas, já que as janelas oferecem muito pouca resistência à transferência de calor radiante. A orientação e dimensionamento das áreas de envidraçado, bem como a escolha do tipo de vidro, determinam, em grande medida, a penetração da radiação solar no edifício.

Para um clima quente, com grande incidência de radiação solar, como em Moçambique, é importante evitar grandes vãos de envidraçado nas fachadas,



{ FIG. 3.37 } Troca energética numa janela de vidro simples de 3mm.



{ FIG. 3.38 } Devem ser evitadas tipologias de fachadas com grandes áreas de envidraçado, largamente responsáveis pelo sobreaquecimento do interior do edifício, e conseqüente recurso a sistemas energívoros de ar condicionado. As fachadas com grandes áreas de envidraçado são uma tipologia importada, não se adequando ao clima quente de Moçambique.

conducentes a sobreaquecimento e ao uso de aparelhos de ar condicionado. De forma geral, a área de envidraçado não deve ultrapassar 40% da área das fachadas a Norte e a Sul, considerando já que os vãos têm sombreamento adequado. Na fachada Nascente não deve ultrapassar os 20% com sombreamento. Em zonas relativamente mais quentes secas, como em Tete ou Lichinga, estes valores devem ser mais reduzidos. A Poente o uso de vão envidraçados deve ser, se possível, evitado.



	Descrição	Desempenho
DIMENSIONAMENTO DE JANELAS	Janelas, área de envidraçado, orientação, fachadas.	<p>As janelas também influenciam o desempenho da iluminação e ventilação natural, acústica, e o contacto visual com o ambiente externo. Devem, portanto, ser projectadas para permitirem essa integração.</p> <p>As janelas devem ser dimensionadas de acordo com a orientação. Existe software apropriado para o dimensionamento de vãos, como por exemplo os programas DOE, Energy Plus, ou, para arquitectos, o Ecotect. Poder ser utilizados tanto no design de novos edificios como na reabilitação.</p> <p>A área de envidraçado deve ser reduzida ao indispensável. É recomendado que não ultrapasse 40% da área das fachadas a Norte e a Sul, e 20% a Nascente, considerando já que os vãos têm sombreamento adequado. A Poente o uso de vãos envidraçados deve ser evitado.</p> <p>As áreas de envidraçado horizontal só devem ser utilizadas muito pontualmente, em zonas de pé-direito elevado (duplo, de preferência), e com sombreamento adequado, pois podem facilmente causar problemas de sobreaquecimento.</p>

{ QUADRO 5 } Descrição das estratégias que envolvem o dimensionamento de janelas.

O dimensionamento das janelas é uma tarefa complexa. Há contudo uma série de programas de *software* de simulação, disponíveis para projectistas, para ajudar no dimensionamento das aberturas, como por exemplo, o EnergyPlus, o DOE, ou, para arquitectos, o Ecotect.

A utilização de vidros duplos pode reduzir os ganhos e as perdas de calor. Pode também recorrer-se a um tipo de vidro que transmite selectivamente as partes do espectro solar visível necessários para a iluminação natural, reflectindo a radiação indesejável – os chamados vidros de baixa emissividade.

Os { QUADROS 5 e 6 } descrevem as estratégias para protecção da radiação solar através do dimensionamento das janelas e da escolha do tipo de vidro.

O dimensionamento dos vãos e o isolamento da envolvente opaca, além de protecção contra a radiação solar, também previnem a entrada de ganhos de calor por condução, causados pelo fluxo de calor proveniente do ar exterior mais quente, através das paredes e áreas envidraçadas, quando a temperatura externa é maior do que a temperatura interna. São um motivo de preocupação, principalmente em regiões mais quentes, com altas temperaturas, que po-

	Descrição	Desempenho
TIPO DE VIDRO	Vidro simples, vidro duplo, vidro de baixa emissividade.	<p>O vidro duplo aumenta o valor do isolamento da área de envidraçado, e tem também a vantagem de reduzir condensações, e as taxas de infiltração. Comparado com vidros simples, o seu uso pode reduzir significativamente os ganhos de calor. A amortização de janelas de vidro duplo pode ser alcançada entre 5 e 15 anos, de acordo com a qualidade dos materiais e o tamanho das janelas.</p> <p>Uma maior redução no ganho de calor é alcançada com o uso de vidros de baixa emissividade. Estes vidros podem ser quase opacos à radiação infravermelha, reduzindo a transmissão de energia solar em mais de 50%. Este tipo de vidro não reduz os níveis de luz natural, apesar de serem eficientes na redução da radiação solar. No entanto, podem ser bastante caros.</p> <p>O uso de vidros fumados e reflexivos para sombreamento e prevenção de brilho deve ser evitado, pois estes materiais reduzem substancialmente os níveis de luz natural, aumentando o uso de luz artificial (gerando maior consumo energético, e calor). É preferível usar vidro translúcido, e sombreamento adequado.</p>

{ QUADRO 6 } Descrição das estratégias que envolvem a escolha do tipo de vidro.



dem chegar no verão a 40°C, como muitas regiões de países africanos. Os ganhos por condução tendem contudo geralmente a ter um impacto relativamente menor nas necessidades de refrigeração, quando comparados com os ganhos solares ou internos.

{ FIG. 3.39 } Uma parte significativa dos edifícios residenciais que encontramos nas zonas urbanas mais consolidadas em Maputo têm áreas de envidraçado muito razoáveis. São uma boa referência para o projecto de novos edifícios. A área de envidraçado não deve exceder os 40% da superfície total das fachadas Norte ou Sul, e deve ser devidamente sombreada.



3.7 Ventilação natural

A ventilação natural consiste no fluxo de ar entre o exterior e o interior do edifício. A ventilação natural é originada por duas forças naturais: por diferenças de pressão criadas pelo vento em redor

do edifício - ventilação por acção do vento; e por diferenças de temperatura – ventilação por “efeito de chaminé”. O { QUADRO 9 } mostra os vários objectivos da ventilação e respectivos requisitos.

A ventilação por pressão do vento é influenciada pela intensidade e direcção do vento e ainda por obstruções decorrentes de prédios vizinhos ou ve-



{ FIG. 3.40 } Grelhas de fachada: além de proporcionarem sombreamento e segurança, permitem a ventilação natural.

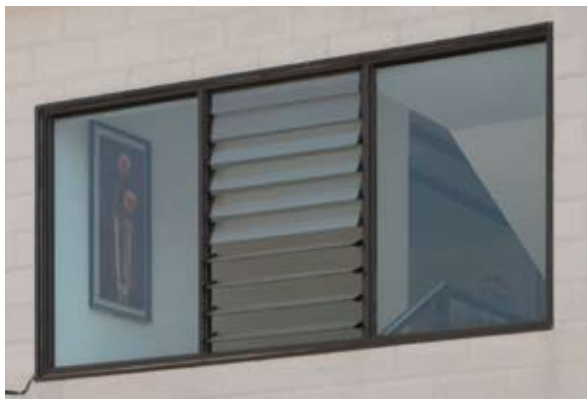
Objectivos	Descrição	Requisitos
Fornecimento de ar fresco	A ventilação é necessária para fornecer ar fresco aos ocupantes, melhorando a qualidade do ar: substituindo o ar viciado e controlando odores, humidade, CO2 e concentração de poluentes.	Para este processo são normalmente necessárias 0,5-3 renovações de ar por hora por pessoa, dependendo da intensidade da ocupação. Em geral, a regulamentação internacional considera um padrão mínimo de 5l/s por pessoa (o que é conseguido através da taxa de infiltração média), aumentando este padrão para 16l/s em zonas de fumadores.
Remoção de calor do edifício	Este tipo de ventilação é usado para remover o calor excessivo do interior do edifício, proporcionando temperaturas mais confortáveis.	Requer maiores taxas de ventilação que o processo anterior. Mais eficaz a nível superior (junto ao tecto), para remover o calor acumulado. Quando a temperatura do ar exterior é inferior à temperatura do ar interior, as taxas típicas de ventilação para dissipação do calor no espaço são 5-25 ach/h, dependendo da diferença de temperaturas. Quanto maior o ganho de calor, mais necessária é a ventilação.
Arrefecimento do corpo humano por convecção e evaporação.	Uma maior velocidade do ar aumenta a evaporação do suor da pele, ampliando o limite superior da temperatura de conforto. A sensação térmica correspondente a uma temperatura efectiva de 27°C pode ser alcançada se uma circulação do ar de 1m/s for aplicada a um quarto com uma temperatura do ar de 30°C.	Este processo requer velocidades do ar entre 0,5 e 3 m/s. Admite-se que cada aumento de 0.275m/s corresponde a um acréscimo do limite superior de conforto de 1°C. A velocidade máxima do ar recomendado em escritórios é de 1,5 m/s. Para habitações este valor pode aumentar para os 2,5 – 3m/s.

{ QUADRO 9 } Os vários objectivos da ventilação e respectivos requisitos.

getação. O conhecimento das condições do vento em torno do edifício e o seu padrão de velocidade e direcção (informação que pode ser obtida em institutos meteorológicos) são dados necessários para a concepção dos vãos. A direcção do vento pode variar ao longo do dia. Além dos ventos dominan-

tes, o regime de ventos de terra (noite) e a brisa do mar (dia) são também importantes.

A distribuição, dimensão e a forma dos vãos são elementos fundamentais para a realização de uma ventilação eficiente. As aberturas devem ser amplamente distribuídas nas diferentes fachadas, de acor-



{ FIG. 3.41 } Dispositivos ajustáveis que direccionam o fluxo de ventilação: portadas exteriores venezianas (em cima à esquerda); vãos com partes amovíveis.



{ FIG. 3.42 } Edifício com cobertura ventilada.

do com os padrões de vento, assegurando que estes terão diferentes pressões, melhorando a distribuição do fluxo de ar no edifício. As aberturas de entrada e de saída (janelas, portas, outros vãos) devem estar localizadas de forma a ser alcançado um sistema eficaz de ventilação em que o ar percorre todo espaço ocupado, considerando já os elementos que poderão funcionar como obstáculos (divisórias internas). As aberturas que se localizam numa posição alta permitem altas taxas de ventilação para dissipação de calor. As aberturas situadas num nível inferior podem proporcionar a circulação do ar em toda a zona ocupada. As janelas acentuadamente verticais facilitam a ventilação a nível superior, e conseguem um melhor desempenho em termos de iluminação natural e arranjo do espaço interior.

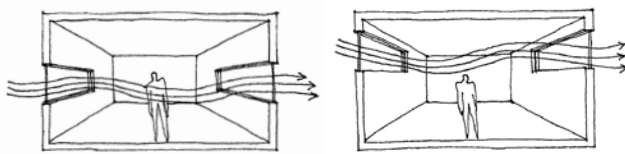
No *design* de janelas para ventilação natural deve haver um compromisso com outras necessidades ambientais, tais como a iluminação natural, a impermeabilização, os ganhos solares, o desempenho funcional, a manutenção, o ruído, a segurança, os custos e o controlo de circulação de ar. O problema

Pressão do vento	Descrição	Desempenho
Ventilação unilateral (lado único)	Ventilação fornecida por aberturas em apenas um lado da divisão ou fachada.	A ventilação unilateral tem uma penetração menos profunda do que a ventilação cruzada – normalmente de 3 a 6m ou até cerca de duas vezes a altura do tecto ao chão. Este tipo de ventilação é criado com a entrada de ar na divisão, ar que sai poucos segundos depois devido à flutuação de pressão estática do vento.
Ventilação cruzada	Aberturas de ambos os lados do edifício e um percurso de fluxo de ar dentro do edifício.	<p>A ventilação cruzada constante é geralmente o mais forte mecanismo de ventilação natural, especialmente em edifícios de maiores dimensões.</p> <p>Este tipo de ventilação funciona em situações com uma profundidade útil de 9m, ou até três vezes a altura de pé-direito – zonas com 18m podem ser ventiladas, se estiverem dispostas “costas com costas”.</p> <p>Áreas de circulação, como corredores e escadas, também podem ser utilizadas para abastecer as divisões que não têm acesso ao lado de barlavento.</p> <p>Podem ser utilizados pátios, em vez de planos profundos, para promover a ventilação cruzada.</p> <p>Se o edifício está voltado para a direcção predominante do vento, e o vento tem uma boa intensidade, a utilização de condutas e cavidades na laje para ventilação cruzada também podem ser eficazes.</p>
Torres de vento	Se o edifício não está numa posição favorável ao sentido do vento e brisas predominantes, podem ser utilizados dispositivos para canalização do vento, tais como torres de vento.	<p>Torres eólicas, como as usadas em alguns países quentes (2 a 20m de altura), também podem ser úteis para criar o movimento de ar, quando o vento para ventilação cruzada não está disponível a nível do edifício. O abastecimento e extracção da torre de vento são feitos por pressão do vento, revertendo para “efeito de chaminé” quando não há vento suficiente.</p> <p>Em certas regiões com clima quente e seco, charcos ou potes de cerâmica com água são colocadas na base da torre eólica para fornecer arrefecimento evaporativo adicional.</p>

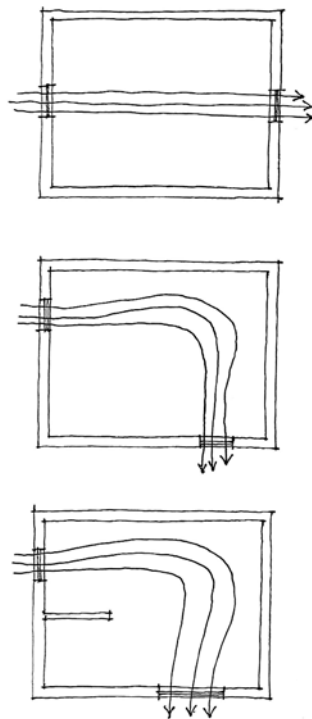
{ QUADRO 10 } Estratégias de ventilação natural por pressão do vento, para arrefecimento do edifício e do ocupante.



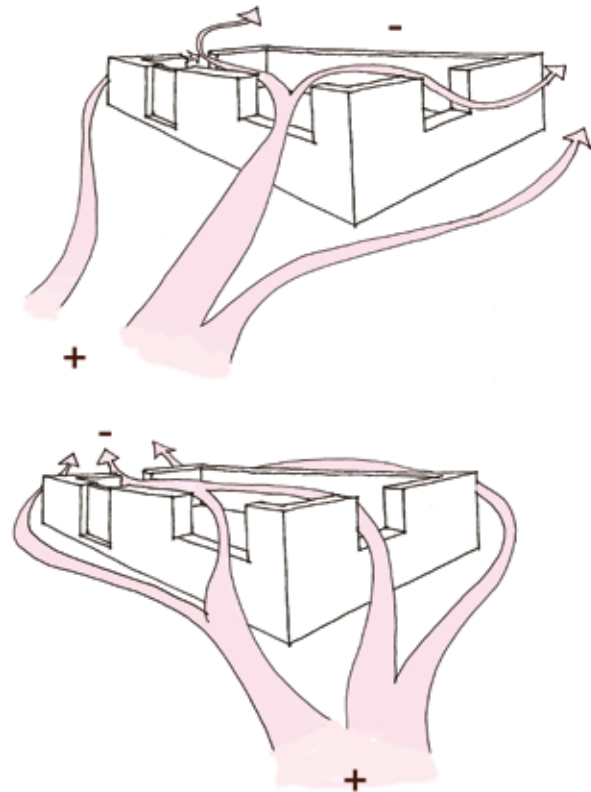
{ FIG. 3.43 } Palas sombreadras fixas, com controle do fluxo de ventilação.



{ FIG. 3.44 } Posição de aberturas para dois tipos de arrefecimento. A situação do primeiro esquema é ideal para o conforto do ocupante (arrefecimento) – a entrada de ar mais fresco é feita a nível inferior. A situação do segundo esquema serve para o para arrefecimento do edifício – escoamento do ar aquecido, que sobe e se acumula junto ao tecto, é feito a nível superior. O uso de janelas altas, verticais, é ideal para permitir e controlar estes dois níveis de ventilação.



{ FIG. 3.45 } Alguns padrões de ventilação para diferentes tamanhos e posições de janela.

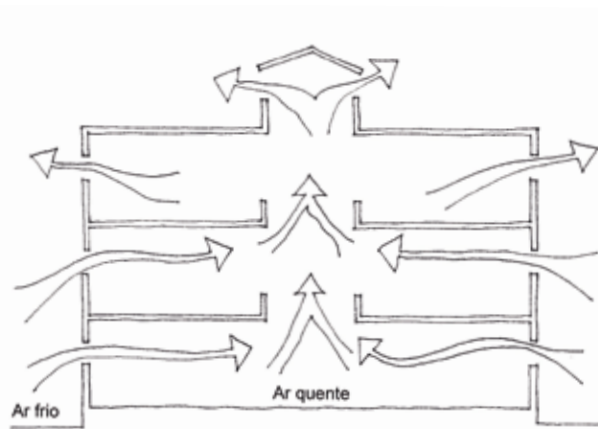


{ FIG. 3.46 } As pressões positivas e negativas causadas por diferentes direcções do vento e as posições das aberturas.

Efeito de chaminé	Descrição	Desempenho
Aberturas duplas de um único lado	Aberturas com posições baixa e alta, numa janela ou parede.	Pode ser eficaz até 6m ou duas vezes a altura do pé direito. Pode aumentar a profundidade da ventilação natural em salas de plano profundo. Depende da diferença de altura entre a entrada (inferior) e saída (superior).
Átrios	A introdução de um átrio oferece um bom potencial para ventilação por efeito de chaminé.	Os átrios podem ser utilizados em edifícios de maiores dimensões e devem ter uma altura considerável em países quentes, já que podem conduzir a sobreaquecimento.
Chaminés solares	Em chaminés solares, a radiação solar é usada para aumentar o efeito de chaminé. Quando as superfícies da chaminé são aquecidas pelo sol, a taxa de ventilação aumenta.	A chaminé solar deve terminar bem acima do topo do telhado, de modo a oferecer maior superfície exposta para aquecimento, potenciando a circulação por efeito de chaminé. O seu desempenho também é influenciado pelas pressões de vento no topo da chaminé.
Paredes com cavidade ventilada	Paredes com cavidade ventilada (ver também “massa térmica”).	As paredes com cavidade ventilada melhoram a dissipação do calor armazenado no edifício. Esta técnica é exclusiva para a remoção de calor do edifício.

{ QUADRO 11 } Estratégias de ventilação natural por efeito de chaminé.

do ruído, típico dos ambientes urbanos, pode ser minimizado através da utilização de prateleiras acústicas no exterior das janelas ou painéis acústicos absorventes sobre as superfícies internas. Os problemas de poluição também podem ser evitados com o uso de espaços tampão, e trazendo para o interior do edifício o ar que entra de uma área exterior menos poluída. Os problemas de segurança podem ser resolvidos através do dimensionamento das aberturas, ou colocação de portadas exteriores venezianas.



{ FIG. 3.47 } Esquema de ventilação por efeito de chaminé num edifício de átrio.



A ventilação por “efeito de chaminé” é apropriada para edifícios em altura, e principalmente em situações em que o vento não consegue proporcionar um movimento de ar adequado: quando há baixa velocidade de ventos ou o vento tem um padrão imprevisível. Este método também pode ser utilizado em conjunto com a ventilação por pressão do vento, para reforçar o desempenho do sistema de ventilação, especialmente em prédios de plano mais profundo onde é difícil conseguir a ventilação cruzada. O “efeito de chaminé” consiste na geração de uma diferença de pressão vertical, dependendo da diferença de temperatura média entre a

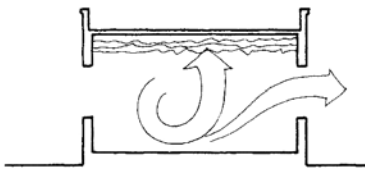
coluna de ar e da temperatura externa, os tamanhos de abertura/localização e da altura da coluna de ar. O ar quente sobe e sai do topo das aberturas; o ar mais fresco irá penetrar no edifício em níveis de solo. O problema da ventilação por “efeito de chaminé” é o sistema atingir o seu máximo quando se registam temperaturas exteriores mais baixas e quando há maiores diferenças de temperatura dentro do edifício. Em climas mais quentes, como o Moçambicano, uma chaminé solar pode ser usada para elevar as temperaturas nas áreas desocupadas, aumentando as diferenças de temperatura. O desempenho é mais fraco do que o da ventilação

Dia/Noite	Descrição	Desempenho
Ventilação diurna	É a estratégia mais simples para melhorar o conforto quando a temperatura interna é superior à temperatura externa. Pode ser usada ventilação por pressão do vento, ou por efeito de chaminé.	Apropriado quando o conforto interior pode ser obtido na temperatura do ar exterior, e com variações de temperatura diurna inferiores a 10°C.
Ventilação nocturna	Usada para arrefecer a massa do edifício durante a noite. No final do dia, a temperatura de armazenamento (nas paredes, lajes, e outros elementos maciços) será aumentada sem degradar o conforto, aumentando também a capacidade de dissipação de calor do sistema. O calor é então libertado através de ventilação durante a noite, e o edifício está fresco na manhã seguinte (ver também massa térmica).	É especialmente adequada para situações em que as temperaturas exteriores são demasiado quentes durante o dia, e a ventilação diurna é impossível. A ventilação nocturna é eficaz quando as temperaturas nocturnas são substancialmente inferiores às temperaturas diurnas, com uma amplitude de 8°C-10°C. O seu desempenho pode ser melhorado através da utilização de ventoinhas (ventilação mecânica). Esta técnica é utilizada para a remoção de calor do edifício. O seu uso é mais eficaz durante a estação seca, por exemplo nas cidades de Tete, Lumbo, Quelimane, Lichinga e Maputo.

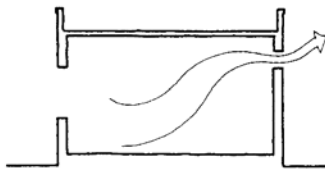
{ **QUADRO 12** } Uso de estratégias de ventilação natural em função da diferença entre as temperaturas externas e internas: ventilação diurna e nocturna.

por pressão do vento, uma vez que requer maiores diferenças de temperatura e maiores áreas de aberturas (por exemplo, a ventilação cruzada alcançada a partir de um vento a 2.7m/s pode superar a de uma chaminé com 3m de altura a 43°C no seu topo).

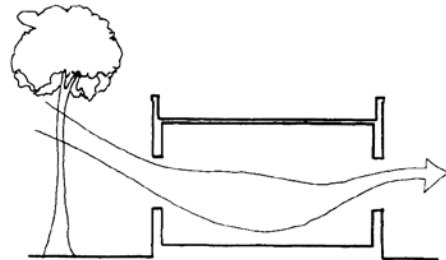
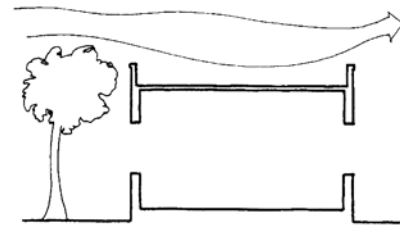
Os { QUADROS 10 e 11 } mostram as características da ventilação por pressão do vento e “efeito de chaminé”. O { QUADRO 12 } diz respeito a casos particulares de técnicas nocturnas e diurnas de ventilação, incluindo ventilação por pressão do vento



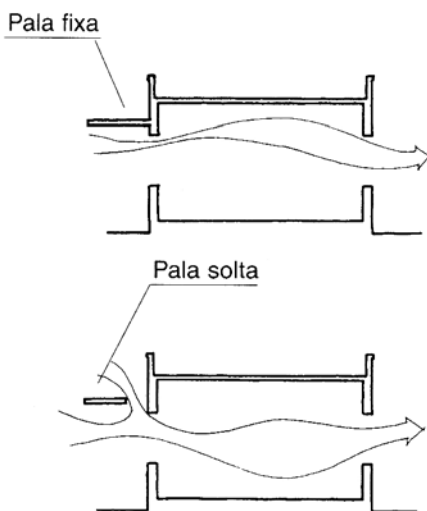
{ FIG. 3.48 } O ar quente deve ser puxado para o exterior para não se acumular no tecto.



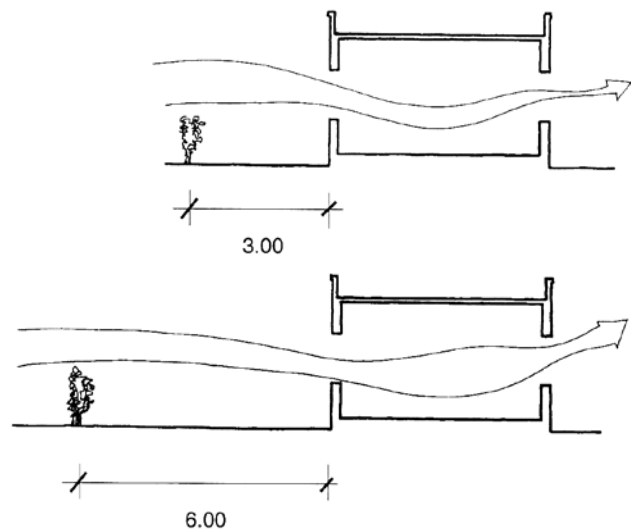
{ FIG. 3.48 } Quando os vãos da entrada de ar são mais pequenos do que os da saída de ar, há maior eficiência na sucção do ar fresco que expulsa o ar quente.



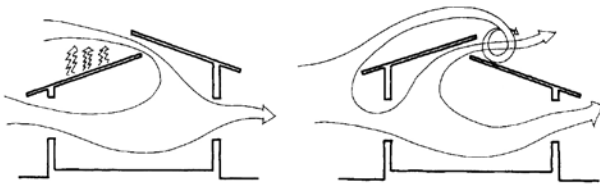
{ FIG. 3.50 } Com árvores baixas a brisa sobe; com árvores altas a brisa desce e refresca a habitação.



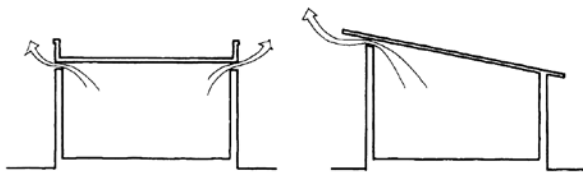
{ FIG. 3.51 } A pala distanciada da parede aumenta a entrada de ar.



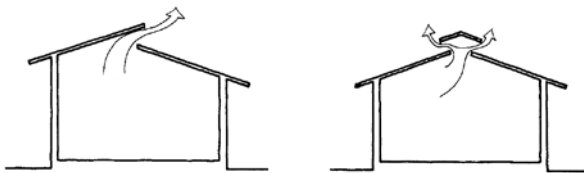
{ FIG. 3.52 } Quanto maior for a distância entre o edifício e as árvores, mais força terá a entrada da brisa.



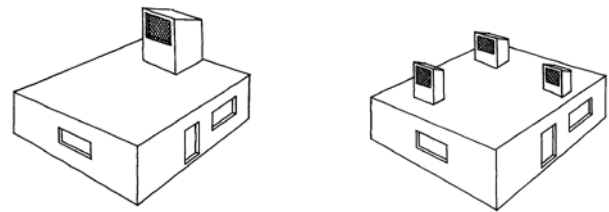
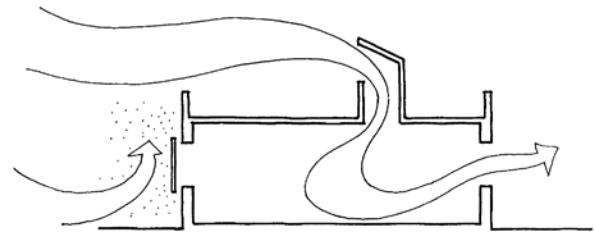
{ FIG. 3.53 } No primeiro esquema, a clarabóia está mal localizada, porque o ar quente do telhado entra dentro do edifício. No segundo esquema, há um bom posicionamento – o ar quente do compartimento pode sair pela clarabóia.



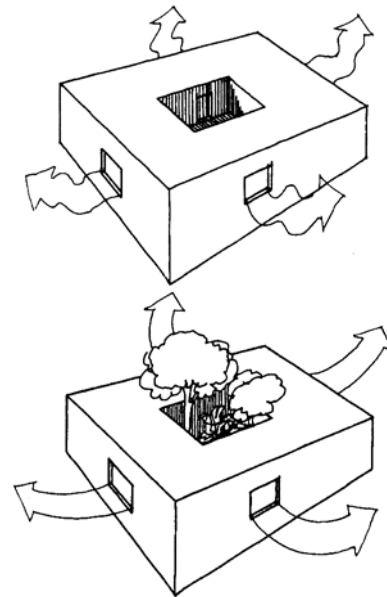
{ FIG. 3.54 } No caso das coberturas inclinadas, a abertura deve ser feita na parede mais alta.



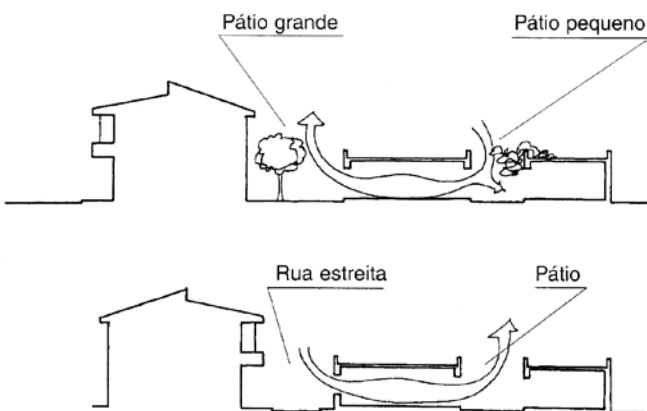
{ FIG. 3.55 } Dois recursos para forçar a movimentação do ar, através de abertura nos tectos.



{ FIG. 3.56 } Podemos construir um captador central para a ventilação de todos os compartimentos ou pequenos captadores individuais (torres de vento). Uma forma de fazer entrar ar fresco e limpo no interior de um edifício é utilizar captadores, que permitem reciclar o ar viciado e aquecido. Quanto maior for a altura de captação, mais fresca é a brisa; evita-se também a entrada de poeiras arrastadas pelo vento. Se a direcção da brisa fresca for relativamente constante, esta solução é muito eficaz.



{ FIG. 3.58 } A inclusão de pátios nas habitações traz vantagens suplementares à climatização da casa, sendo particularmente adequado para zonas mais áridas. O ar fresco do pátio entra e circula nos compartimentos. Se o pátio tiver plantas, a climatização será maior. Nas zonas onde há poucas árvores, a casa pode ser climatizada com um pátio para ser criada uma zona de sombra, onde o ar é mais fresco. O uso de pátio ou quintal possibilita mais aberturas na fachada, para ventilação dos compartimentos interiores.



{ FIG. 3.57 } O movimento de ar fresco também pode ser produzido através de dois pátios, um mais pequeno que o outro. O ar do pátio mais pequeno, por ter mais sombra, é mais fresco do que o ar do pátio maior. Assim, o ar quente sobe, fazendo com que o ar fresco penetre melhor nos compartimentos entre os dois pátios.

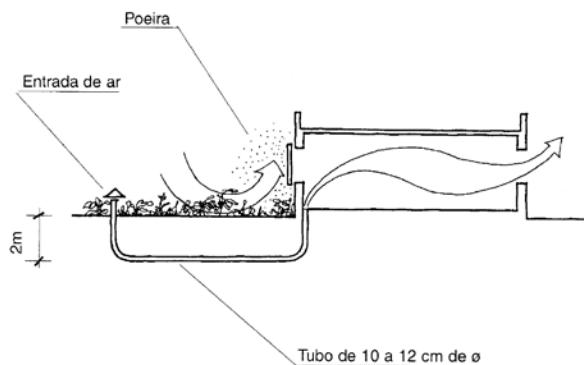
e “efeito de chaminé”. O { QUADRO 13 } diz respeito à utilização de ventilação assistida.

Quando a temperatura exterior é demasiado quente, há que prevenir os ganhos de calor por ventilação – causados pela infiltração de ar quente exterior dentro do edifício. Este tipo de ganhos pode ser minimizado através da redução da taxa de ventilação quando a temperatura exterior é maior do que a temperatura interior. A taxa de ventilação deve ser substancialmente aumentada nos períodos em que a temperatura exterior é menor do que a temperatura interior – por exemplo, durante a noite (ventilação nocturna).

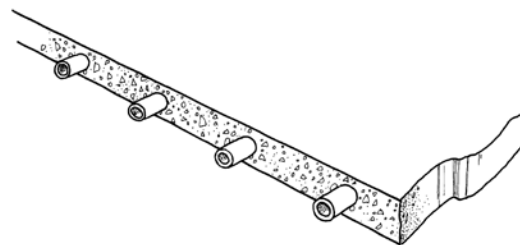
Algumas das medidas para baixar a temperatura nas lajes de cobertura são: isolar a cobertura; fazer

aberturas de saída de ar quente na parte mais alta das paredes; melhorar a entrada de ar com aberturas na parte baixa das paredes – orientadas na direcção dos ventos de forma a proporcionar no interior da habitação uma ventilação cruzada; isolar com caixa-de-ar; fazer canteiros. As lajes de betão aligeiradas com abobadilhas suportadas por vigotas pré-esforçadas são uma solução eficaz. Além de serem leves, têm custos mais reduzidos e permitem uma boa ventilação.

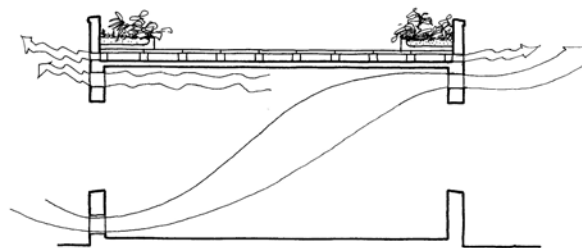
Em regiões com períodos muito quentes, a ventilação natural pode ser reforçada com dispositivos mecânicos de refrigeração de baixo consumo energético, como ventoinhas. Os dispositivos de arrefecimento de baixa energia podem ser muito úteis em



{ FIG. 3.59 } Esquema de um edifício ventilado pelo subsolo, um sistema que já se usava na antiguidade. É possível baixar a temperatura interior da habitação através de um sistema de ventilação de subsolo. Esta técnica consiste em fazer passar o ar por debaixo do solo por meio de um tubo, a cerca de dois metros de profundidade, para tornar o ar mais frio. O tubo é conduzido até ao compartimento que se quer refrescar. É importante que o tubo esteja a essa profundidade para se obter ar fresco. A captação faz-se numa área fresca com sombra de árvores ou de plantas. A saída do tubo, dentro do compartimento, protege-se com uma rede de mosquito, para evitar a entrada de insectos, e persianas com lâminas móveis, para controlar a entrada de ar. Estes sistemas requerem geralmente o uso de ventiladores (de baixo consumo) para acelerar o fluxo de ar.



{ FIG. 3.60 } Pormenor de um piso ventilado com tubos PVC. As lajes podem ter canais de circulação de ar para climatização da habitação. Estes canais devem ter entrada e saída para o exterior para que o ar circule e se renove no interior do piso. As aberturas devem ser protegidas contra a entrada de insectos.



{ FIG. 3.61 } Esquema de um edifício ventilado pela cobertura. A maior parte dos ganhos e perdas térmicas dá-se através da cobertura, por estar mais exposta à insolação.



Descrição

Desempenho

VENTOINHAS

O uso de ventoinhas pode melhorar o desempenho das técnicas de ventilação natural. Ventoinhas de tecto, caixa ou oscilantes, aumentam as velocidades do ar interior e trocas por convecção, aumentando os processos convectivos e melhorando o conforto. Estes mecanismos podem também ser úteis quando a abertura de janelas causa a penetração de calor, excesso de velocidade do ar, ou problemas de ruído. Os sistemas de ventilação assistida, envolvendo ductos e aberturas especiais para o efeito, podem também ser utilizados para melhorar a circulação do ar através do edifício.

A utilização de ventoinhas de tecto, de caixa ou oscilantes podem permitir um aumento da temperatura de conforto interior, de 3°C-5°C, a 1m/s, digamos de 24°C a 28°C, reduzindo muito as exigências de arrefecimento.

As ventoinhas de tecto podem ter um período de retorno de apenas 3 anos.

A qualidade do movimento turbulento e variável de ar produzido pelas ventoinhas também produz efeitos mais confortáveis do que o movimento do ar uniforme.

Uma ventoinha de tecto ou de mesa não incomoda ou causa correntes de ar a 1m/s.

Os sistemas de ventilação assistida envolvendo ductos e aberturas especiais, fora da zona ocupada, não são utilizados para o resfriamento convectivo do corpo, mas para o arrefecimento da massa da construção e fornecimento de ar fresco. Estes sistemas podem ser muito mais baratos e consumir menos energia do que o ar condicionado.

{ QUADRO 13 } Ventilação assistida

casos de edifícios existentes, especialmente naqueles onde o potencial da ventilação natural é limitado.

Em situações muito pontuais em que o potencial de ventilação natural é reduzido e o uso de sistemas de ventilação de baixo consumo, como as ventoinhas, não são suficientes para colmatar as necessidades de ventilação e refrigeração do edifício, é preferível utilizar os chamados sistemas de “modo misto” – ou seja utilizar os sistemas de climatização apenas quando e onde for necessário. A utilização de estratégias de “modo misto” pode evitar o sobredimensionamento dos sistemas centralizados, reduzir os custos operacionais do edifício e economizar energia.





{ FIG. 3.62 } Átrio para iluminação e ventilação natural em dois edifícios, em Maputo.

{ FIG. 3.63 } Uso de rede mosquiteira nos vãos de um edifício antigo, em Maputo.

{ FIG. 3.64 } Mercado com ventilação cruzada na Ilha de Moçambique.





3.8 Inércia térmica

Na maior parte das construções consolidadas em Moçambique, a envolvente opaca do edifício, as estruturas e as divisões internas são construídas com materiais maciços, como o betão, o tijolo, a pedra, ou a terra. A massa térmica actua como armazenamento de calor e frio, regulando e suavizando as oscilações de temperatura. A alta inércia térmica dos componentes de construção maciça diminui os valores máximos de temperatura radiante no Verão, proporcionando melhores condições de conforto. O calor armazenado durante o dia

pode ser dissipado durante a noite através de ventilação nocturna. A inércia atrasa as trocas de calor por condução com o exterior, o que é particularmente benéfico durante as ondas de calor. O uso de inércia, associado a ventilação nocturna para arrefecimento dos edifícios é particularmente recomendado para as cidades de Tete, Lumbo, Lichinga, Quelimane, e também Maputo.

Ao contrário de outros dissipadores de calor, como a atmosfera, o céu, ou o subsolo, que fornecem um recurso quase ilimitado para este propósito, o uso da massa térmica é uma solução temporária, de transição. Após um certo ponto, o calor começa a acumular na massa do edifício e a massa térmica di-



(1)



(2)



(3)



(4)

{ FIG. 3.65 } Utilização de materiais maciços na arquitectura vernacular: terra (tijolo de adobe, taipa: (1-3) e pedra (4).



{ FIG. 3.66 } Edifícios seiscentistas, Ilha de Moçambique.

Descrição

Desempenho

MASSA TÉRMICA

Elementos construtivos maciços, como paredes, estrutura, lajes. A ventilação nocturna da massa térmica proporciona um meio eficiente de refrigeração do edifício. À noite, quando a temperatura exterior é consideravelmente menor do que no interior, a ventilação nocturna é usada para dissipar o calor acumulado durante o dia na massa do edifício, para a atmosfera, de mais baixa temperatura, impedindo o sobreaquecimento no dia seguinte. O ar exterior é introduzido no edifício através das janelas, ou através de canais especiais incorporados na estrutura do edifício.

Os sistemas de refrigeração nocturna podem ser uma das mais eficientes técnicas de arrefecimento passivo. Este sistema exige taxas de ventilação, de 10 – 25 ach/h, e amplitudes de 8°C–10°C entre dia e noite, tendo a construção de ser suficientemente maciça para armazenar o efeito de resfriamento até o dia seguinte. Este tipo de ventilação pode ser natural ou assistida por ventoinhas.

As paredes e a estrutura devem ser suficientemente expostas ao fluxo de ar, evitando o uso de tectos falsos, e de quaisquer outros elementos que poderiam impedir este contacto. A optimização da inércia térmica normalmente não exige acções complexas e caras – pode ser suficiente aumentar a exposição em massa térmica, por exemplo, através da remoção de tectos falsos e abrir as janelas existentes, tendo em conta as precauções de segurança, protecção contra insectos e correntes de ar. Para facilitar a ventilação nocturna, as janelas podem ter aberturas na parte superior.

Recomendado para as zonas de Tete, Lumbo, Lichinga, Quelimane, e também Maputo.

{ QUADRO 14 } Técnicas que podem ser usadas para otimizar a utilização de massa térmica.





minui a sua eficiência. Portanto, o uso da massa térmica deve ser conjugado com estratégias de ventilação para remover o calor acumulado, em particular com ventilação noturna. As estratégias de ventilação noturna aliadas a uma boa massa térmica podem reduzir as temperaturas médias internas durante o dia abaixo da média das temperaturas exteriores diurnas. No entanto, em edifícios com grandes ganhos internos, como edifícios de serviços com grande concentração de ocupantes e equipamento, isto é mais difícil de ser conseguido. Contudo, mesmo nestes casos particulares, as temperaturas médias diurnas no interior podem ser mesmo assim reduzidas para valores próximos da média exterior, ou um pouco acima desta, com um desempenho ainda razoável em termos de arrefecimento passivo.

Quando são necessários sistemas auxiliares de refrigeração, como no caso dos edifícios de “modo

misto”, a utilização de massa térmica pode atrasar a necessidade de refrigeração e reduzir os períodos de tempo em que se torna necessário arrefecer.

O desempenho da massa térmica depende da capacidade das características construtivas do edifício para a transferência de calor para o espaço, ou seja, depende do coeficiente de transmissão térmica dos materiais empregues. O desempenho depende também da capacidade física desses materiais para armazenar calor, ou seja, o seu calor específico. A porção de massa térmica utilizada no processo corresponde tipicamente a uma espessura de 50-150mm a partir da superfície. O material maciço deve ter a maior exposição possível. Os problemas de acústica, por vezes causados pelo aumento da exposição dos elementos maciços (paredes, lajes), podem ser reduzidos pelo uso de tectos falsos perfurados, com absorvente de som.



{ FIG. 3.67 } Construção em tijolo de adobe num subúrbio de Maputo; construção em betão (igreja da Polana, em Maputo).



{ FIG. 3.68 } Nova construção, utilizando tijolo e betão.

3.9 Arrefecimento evaporativo

O arrefecimento evaporativo é alcançado por um processo adiabático, em que a temperatura sensível do ar é reduzida e compensada por um ganho de calor latente. O uso de fontes e vegetação nos pátios, assim como o acto de derramar água no chão e a utilização de grandes vasos de barro poroso cheio de água nos quartos são bons exemplos de técnicas de arrefecimento evaporativo directo, usados em alguns dos países mais quentes de África e que também poderão ser aplicadas com sucesso em Moçambique durante a es-

tação seca, e quando o teor de humidade relativa não ultrapassa os 60%. Esta estratégia é particularmente eficaz nas zonas de Tete e Lichinga.

Existem também técnicas de arrefecimento evaporativo indirecto, em que o ar é arrefecido sem que haja aumento do seu conteúdo em vapor de água. Através destes sistema, a temperatura do ar pode ser diminuída até se igualar à Temperatura de Bolbo Húmido. O consumo de água é bastante mais reduzido que em sistemas directos. Contudo, os sistemas indirectos envolvem o recurso a aparelhos mecânicos, que podem ser caros e requerer uma manutenção complexa.



{ FIG. 3.69 } Exemplos de uso de vegetação em espaços urbanos exteriores: além de oferecerem sombreamento e contribuírem para a beleza do local, a vegetação também contribui para uma ligeira redução da temperatura do ar através do processo de evapotranspiração resultante da fotossíntese (arrefecimento evaporativo).



3.10 Controle de ganhos internos

As principais fontes de calor no interior do edifício são: a iluminação eléctrica, a concentração dos ocupantes e os equipamentos que estes utilizam. Os ganhos internos de calor também podem contribuir significativamente para o sobreaqueci-

mento, especialmente em edifícios de serviços de maiores dimensões. As principais estratégias para reduzir os ganhos internos de calor são:

- a) Evitar o uso excessivo de iluminação artificial;
- b) Optimizar a utilização da luz natural;
- c) Evitar ganhos excessivos de calor de ocupantes e equipamentos.

Descrição

Eficiência

Luz Artificial

O uso de iluminação artificial é muitas vezes excessivo, ou porque os níveis de iluminação são muito altos, os sistemas de iluminação são ineficientes, ou devido a uma má gestão por parte dos ocupantes. Os ganhos internos de calor provenientes da luz artificial podem variar de 6 a mais de 20 W/m².

É recomendado o uso de iluminação pontual, de secretária, com baixos níveis de iluminação de fundo

Fontes de luz de alta eficácia, com baixa emissão de calor e baixo consumo energético, como lâmpadas fluorescentes, devem ser utilizadas em vez das convencionais lâmpadas incandescentes, de tungsténio.

Em edifícios de serviços também podem ser usados extractos de ventilação junto das luminárias para reduzir os ganhos de calor.

Luz Natural

O uso da luz natural pode reduzir substancialmente as cargas de refrigeração, ao substituir ou complementar o uso de luz artificial durante o dia. A luz natural deve ser bem distribuída pelas várias divisões. Deve ser tomado em conta o conforto visual dos ocupantes, evitando situações de encadeamento e contraste luminoso excessivo.

Estima-se que por cada 1KWh evitado para iluminação na estação de arrefecimento, se poupam cerca de 0.3KWh de electricidade usada pelo ar condicionado.

Deve ser considerado que a área de espaço que pode ser iluminada naturalmente é a correspondente ao dobro da altura do tecto ao chão – em geral até cerca de 6m em profundidade, a partir das janelas. Regra geral, janelas localizadas a um nível mais alto têm um desempenho melhor do que janelas a um nível mais baixo, e janelas verticais altas, têm um desempenho melhor do que janelas horizontais em banda (visto que a luz do sol entra mais profundamente no espaço). A utilização de cores claras (reflexivas) nas paredes e decoração também aumenta os níveis de iluminação.

A utilização de clarabóias nos últimos andares deve ser feita com cuidado, dado que pode causar o sobreaquecimento durante o verão, assim como o encandeamento.

{ QUADRO 7 } Estratégias de utilização de diferentes tipos de iluminação para reduzir ganhos internos.



Descrição	Eficiência
Pátios e Átrios A introdução de pátios e átrios pode melhorar a iluminação natural e a ventilação, reduzindo o consumo de energia da iluminação artificial e ar condicionado.	A introdução de átrios envidraçados deve ser cuidadosamente considerada em climas mais quentes, já que muitas vezes leva a problemas de sobreaquecimento. A zona naturalmente iluminada adjacente ao átrio a ser considerada é limitada à zona de visão do céu (o que corresponde a uma proporção de cerca de 3 para 1 entre a altura e a largura do átrio).
Ocupantes e equipamento interno Os ganhos internos provenientes dos ocupantes e equipamentos, como computadores e fotocopiadoras, podem produzir ganhos de calor anual na faixa de 15 a 30W/m ² .	A redução dos ganhos internos pode ser alcançada através da localização do equipamento de geração de calor em áreas especiais (por exemplo, sala de informática), com maiores taxas de ventilação (climatização especial, se necessário), servindo como espaços tampão, e longe dos ocupantes, se possível. Os ganhos internos dos ocupantes podem ser reduzidos evitando uma excessiva densidade de ocupação, no caso de escritórios, através de uma boa gestão da organização espacial.

{ QUADRO 8 } Estratégias para reduzir ganhos internos.

3.11 O uso de controles ambientais

Algumas técnicas de arrefecimento passivo, como a utilização de isolamento térmico ou de revestimento reflexivo para reduzir a penetração do calor dentro do edifício, não envolvem o uso de controlos operacionais, ou seja, os sistemas são fixos, inerentes ao edifício, não exigindo controlo por parte do ocupante ou interacção automática.

No entanto, em muitas outras estratégias passivas, como a abertura de janelas para ventilação natural, o ajuste de sombreamento ou a utilização de ventoinhas, o desempenho do sistema é regulado por controlos operacionais. Nestes casos, a eficiência dos sistemas de redução do consumo de energia e a cria-

ção de ambientes confortáveis estão condicionadas não só pela eficiência dos controlos, mas também pelo pela forma como os ocupantes os utilizam. O uso de controlos ambientais permite aos utilizadores mudar o ambiente, adaptando-o às suas necessidades de conforto térmico. Consecutivamente, pode haver uma melhoria significativa na satisfação térmica, permitindo que os ocupantes vão ao encontro das suas necessidades específicas de conforto, reduzindo o desconforto por sobreaquecimento.

É importante que os ocupantes se apercebam que a utilização de controlos não só leva a uma melhoria da eficiência do próprio sistema, mas também tem um grande impacto sobre a poupança de energia. Para tal, o seu design deve ser simples, por forma a facilitar uma compreensão intuitiva sobre o seu uso.



3.12 Estratégias passivas e critérios de conforto térmico

As técnicas de *design* passivo podem ser aplicadas com um bom grau de eficácia. É verdade que não promovem o tipo de ambientes uniformes, de baixas temperaturas, encontradas em edifícios com ar condicionado. Coloca-se uma questão: esse tipo de ambientes internos é realmente necessário e desejável?

Em pesquisas realizadas por todo o mundo em edifícios naturalmente ventilados, onde as condições de ambiente térmico variam fora da zona de conforto convencional, um número maioritário de pessoas relataram sentir-se, de facto, confortáveis com o seu ambiente térmico. Outros estudos, realizados em edifícios com ar condicionado central, demonstraram uma insatisfação significativa com o ambiente térmico por parte dos ocupantes. Este descontentamento poderia ser atribuído a várias causas como a falta de “naturalidade” e os problemas de saúde inerentes ao sistema e ainda a outro factor muito importante: a falta de controlos ambientais existentes em edifícios com sistema centralizado, que inibem o processo natural de adaptação humana.

Existe hoje uma grande controvérsia em relação aos critérios de conforto térmico. As normas convencionais apresentam uma zona limitada de temperatura, como sendo teoricamente “ideal”, isto é, dentro da qual a grande maioria dos ocupantes de um edifício se vai sentir confortável. Estes padrões de conforto convencionais, como as

actuais normas ASHRAE ou ISO, são considerados ainda como aplicáveis em qualquer lugar do mundo, apesar da grande variedade climática existente, com apenas uma pequena variação sazonal para situações de Verão e Inverno. Consideram temperaturas de Verão em torno de 22°C como ideais, com temperaturas máximas na ordem dos 26°C. Em países mais quentes, tal implica o recurso extensivo a sistemas de ar condicionado.

Por outro lado, existe hoje um vasto corpo de informação, que demonstra que as pessoas que vivem em países com climas mais quentes estão satisfeitas em temperaturas mais altas do que as pessoas que vivem em países com climas mais frios, e estas temperaturas são significativamente diferentes (superiores e inferiores, respectivamente) das temperaturas consideradas “ideais” pelos padrões convencionais.

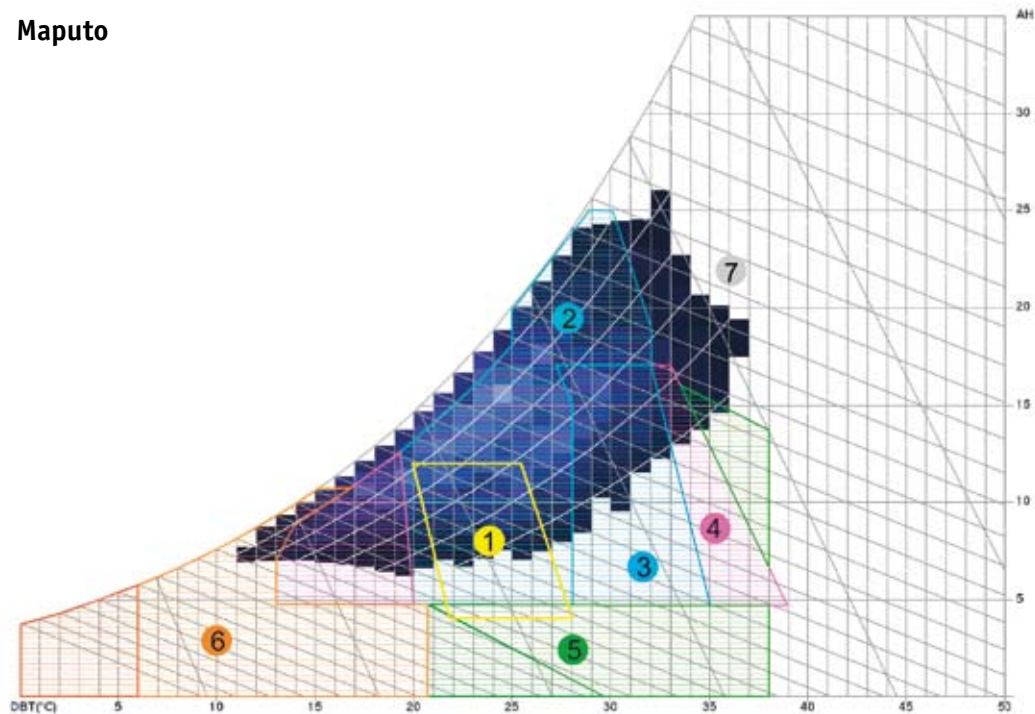
Os edifícios que usam técnicas de arrefecimento passivo podem ser uma alternativa mais eficiente e económica, de baixo consumo energético e amigos do ambiente, a edifícios com ar condicionado. Estes edifícios bioclimáticos oferecem também ambientes térmicos mais satisfatórios – não na sua capacidade de cumprir normas rigorosas, mas na melhoria do conforto fisiológico e psicológico dos ocupantes.

Para uma melhor percepção do que poderá significar o conforto interior de um edifício em Moçambique, a { FIGURA 3.70 } apresenta os diagramas psicométricos referentes às cidades de Maputo, Inhambane, Beira, Quelimane, Tete, Lumbo, Pem-

ba e Lichinga. As manchas a azul escuro na carta representam as características climáticas (temperatura de bolbo seco e húmido, humidade relativa e pressão de vapor). O contorno amarelo representa a zona convencional de conforto ASHRAE, considerada directamente pelo software ECOTECT – Weather Tools (um dos softwares de apoio à elaboração do presente manual). Nestas figuras encontram-se ainda sobrepostas as zonas de influência das diversas técnicas de arrefecimento passivo baseados em pesquisa realizada por Givoni (1969).

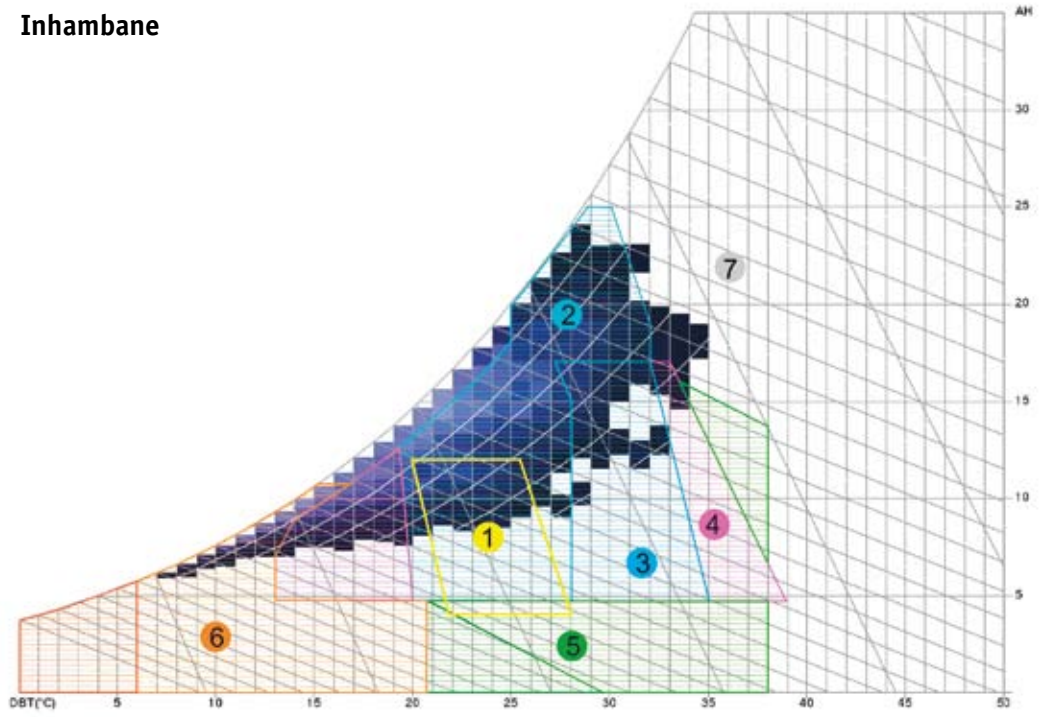
Os vários diagramas mostram como a zona convencional de conforto poderia ser ampliada através da utilização de várias técnicas de arrefecimento passivo. As estratégias referenciadas são as mais adequadas ao bom desempenho do edifício nessa zona climática. Pode verificar-se que, se nenhuma estratégia passiva for utilizada, a aplicação de padrões de conforto da ASHRAE (ASHRAE, 1995) leva ao uso de ar condicionado durante a maior parte do ano.

Maputo

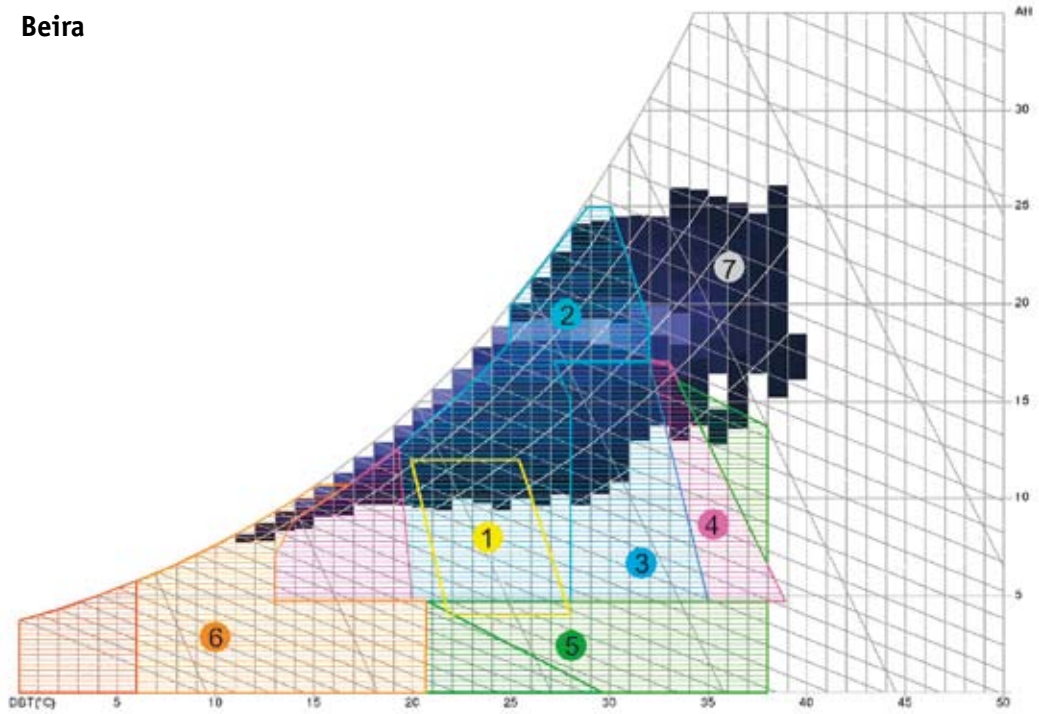




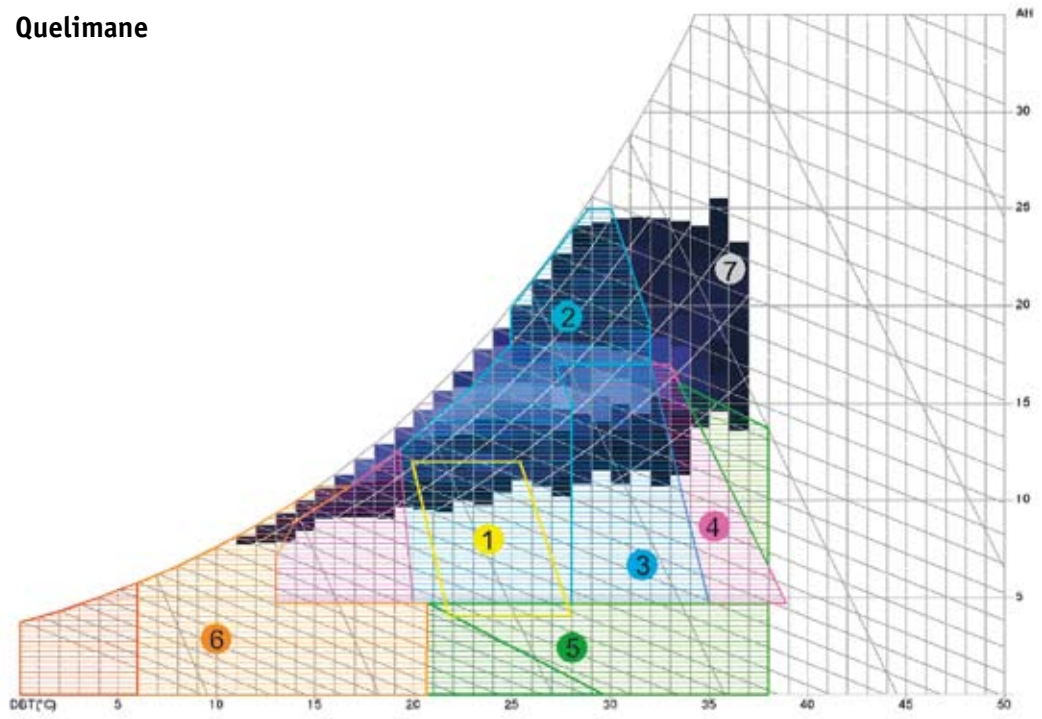
Inhambane



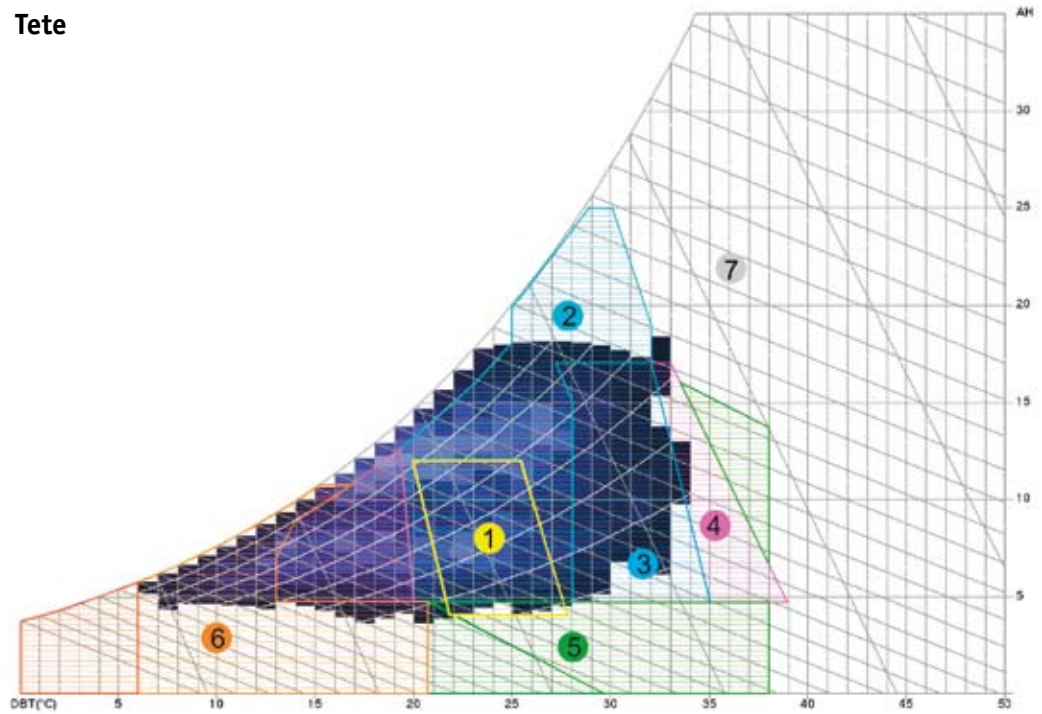
Beira



Quelimane

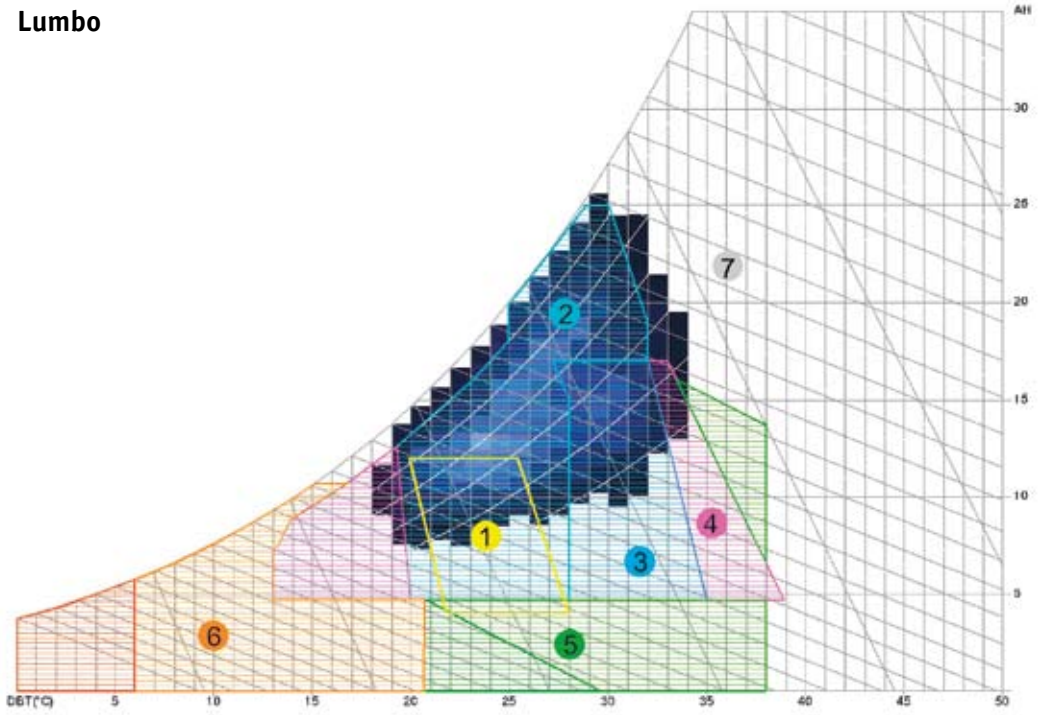


Tete

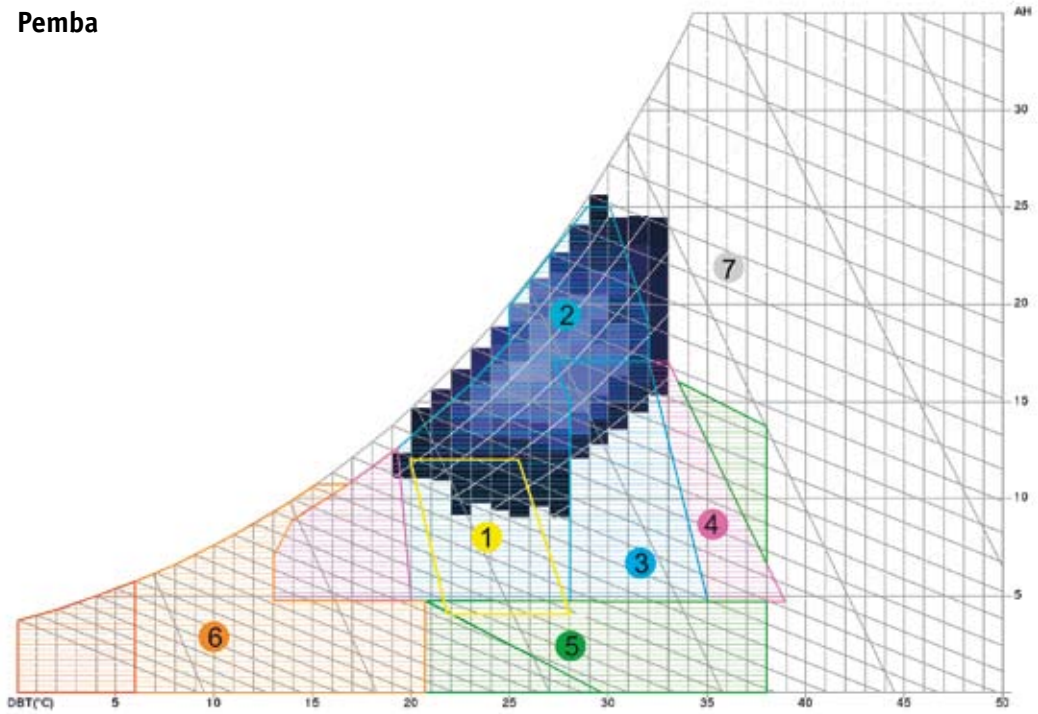




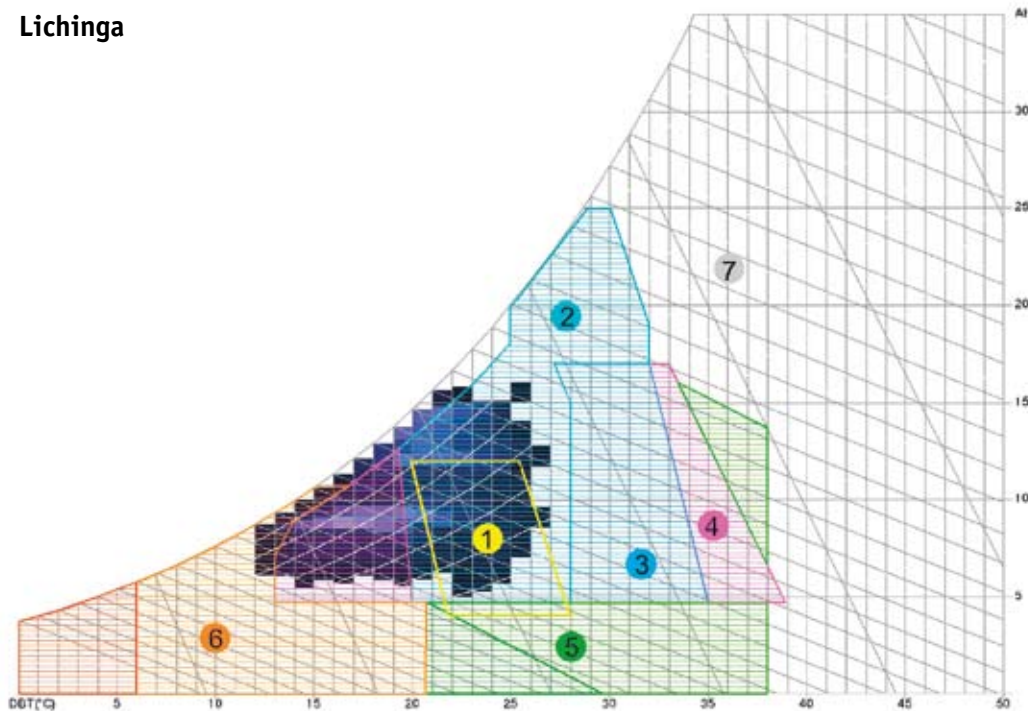
Lumbo



Pemba



Lichinga



{ FIG. 3.70 } Diagramas psicométricos – cidades de Maputo (1), Inhambane (2), Beira (3), Quelimane (4), Tete (5), Lumbo (6), Pemba (7) e Lichinga (8). A mancha azul escura ilustra o perfil climático da região. O gráfico mostram como a zona convencional de conforto de verão da ASHRAE (1) pode ser ampliada através da utilização de várias técnicas de arrefecimento passivo. As várias zonas apresentadas nos gráficos foram definidas por Givoni (1969) e correspondem a:

- {1} Zona convencional de conforto de Verão da ASHRAE, utilizada como padrão para o uso de ar condicionado (contorno amarelo)
- {2} Zona de influência da ventilação diurna (contorno azul claro).
- {3} Zona de influência da ventilação nocturna (contorno azul).
- {4} Zona de influência da inércia térmica (contorno cor de rosa). Inclui zonas 2 e 3.
- {5} Zona de influência do arrefecimento evaporativo (contorno verde). O arrefecimento evaporativo pode também ser utilizado nas zonas 2, 3 e 4, para temperaturas do bolbo seco superiores a 21°C.
- {6} Zona de aquecimento passivo (contorno amarelo torrado) e zona de aquecimento activo (contorno castanho claro).
- {7} Zona onde o ar condicionado é necessário (fundo branco).

Verifica-se ainda que há uma grande diversidade de perfis climáticos no território Moçambicano, cada um com requisitos específicos em termos de utilização de estratégias passivas. Para a cidade de Maputo

a estratégia principal de arrefecimento passivo a implementar é a ventilação diurna. A ventilação nocturna e a inércia térmica desempenham também um papel importante no arrefecimento do edifício, em particular durante a época seca. Para as cidades da Beira e Quelimane, que apresentam valores de temperatura e humidade mais elevados, a estratégia principal de arrefecimento a implementar será a ventilação diurna, sendo também significativo, durante a estação seca, o desempenho da inércia térmica do edifício associada à ventilação nocturna. Regista-se também uma ligeira necessidade de aquecimento durante a estação fria, que pode ser facilmente conseguido através de uma correcta orientação solar.

Para os períodos excepcionalmente quentes correspondentes à margem que se localiza na zona



activa (7 – onde a climatização artificial é necessária), pode-se recorrer a sistemas de baixo consumo energético, como ventoinhas (mais económicas e eficazes), ou sistemas de modo misto. Para situações de excepção, em que o uso de ar condicionado é difícil de evitar (e.g. grandes edifícios de serviços), existe também hoje tecnologia alternativa aos sistemas convencionais de climatização: o chamado AVAC solar, um sistema mecânico de ar condicionado em que o uso de electricidade proveniente de combustíveis fósseis é substituído pelo da energia solar, uma fonte renovável, reduzindo assim o impacto negativo sobre

o ambiente, e também os custos de manutenção.

Nas cidades de Inhambane, Lumbo e Pemba, apesar de se situarem em zonas climáticas diferentes, as margens fora da influência de mais técnicas passivas de climatização são reduzidas, sendo a principal estratégia passiva a ventilação diurna, e, na época seca, também a ventilação nocturna associada a inércia térmica.

Nos casos de Tete e Lichinga verifica-se as estratégias passivas cobrem praticamente todo perfil climático (mancha azul escura), mostrando que, em teoria, não há praticamente nenhuma necessidade de recorrer a sistemas activos de ar condicio-



{ FIG. 3.71 } O uso do ar condicionado pode ser evitado através da correcta utilização de design passivo, evitando encargos económicos e danos ambientais.

nado para arrefecimento. Nestas cidades há um período em que há alguma necessidade de aquecimento, que pode ser obtido de forma passiva (aproveitando a energia solar), por exemplo através de uma correcta orientação e dimensionamento dos vãos.

O arrefecimento evaporativo (zona verde) pode contribuir para algum arrefecimento durante a estação seca, particularmente no caso de Tete.

{ capítulo 4 }

Água



Actualmente uma em cada seis pessoas no mundo não tem acesso a água potável, e África é o continente mais afectado. Os problemas ligados à água estão intimamente conectados com a saúde. Muitas vezes, a água aparece contaminada por bactérias originárias de matérias orgânicas de diversas origens: resíduos humanos, resíduos animais e lixos industriais, provocando cólera, disenteria, febre tifóide, esquistossomose, ancilostomíase e tracoma. A água contaminada das principais causas de morte no mundo. A escassez de água potável é um problema enfrentado em África, mas que se agrava a um ritmo galopante em todo o Mundo. Por isso, actualmente, a investigação nesta área é prioritária, e a implementação de medidas nos países africanos, poderá constituir um potencial modelo para o ocidente, num futuro próximo.

Brian Edwards (2008) refere-se à água como "o petróleo do futuro". A resolução de problemas de

sustentabilidade deve privilegiar as questões ligadas a este bem essencial e ao saneamento. É necessário criar redes de abastecimento de água não contaminada; incrementar equipamentos sanitários apropriados e a colecta e tratamento de águas residuais e esgoto, contribuindo para a saúde da população.

Existem regiões cujo único recurso de abastecimento é de nascentes, que se situam a grandes distâncias de aglomerados habitacionais e em locais de difícil acesso. Há muitas situações de crianças e adolescentes que despendem parte do seu tempo a procurar e transportar água para as suas famílias. Este problema contribui para o abandono ou insucesso escolares e conseqüentemente alimenta a pobreza. Muitas famílias gastam grande parte do seu rendimento em água potável engarrafada, que tem custos muito mais elevados do que nos países desenvolvidos. Há localidades abastecidas por lençóis aquíferos subterrâneos e outras por nascentes, atra-



vés de cisternas municipais. São contudo necessários sistemas de retenção para aproveitar as águas da chuva. Um outro recurso com potencial em zonas de altitude, mas que ainda não é explorado convenientemente é o da captação da água, através da condensação de nuvens baixas.

4.1 Métodos de captação

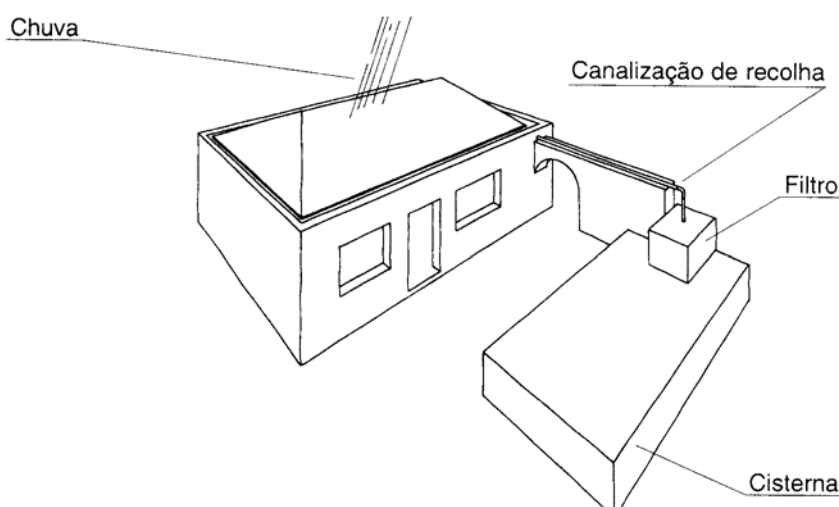
• Captação da água da chuva

Nas regiões onde não existem sistemas de abastecimento regular de água, recomenda-se a construção de cisternas domésticas para o armazenamento da água na época das chuvas.

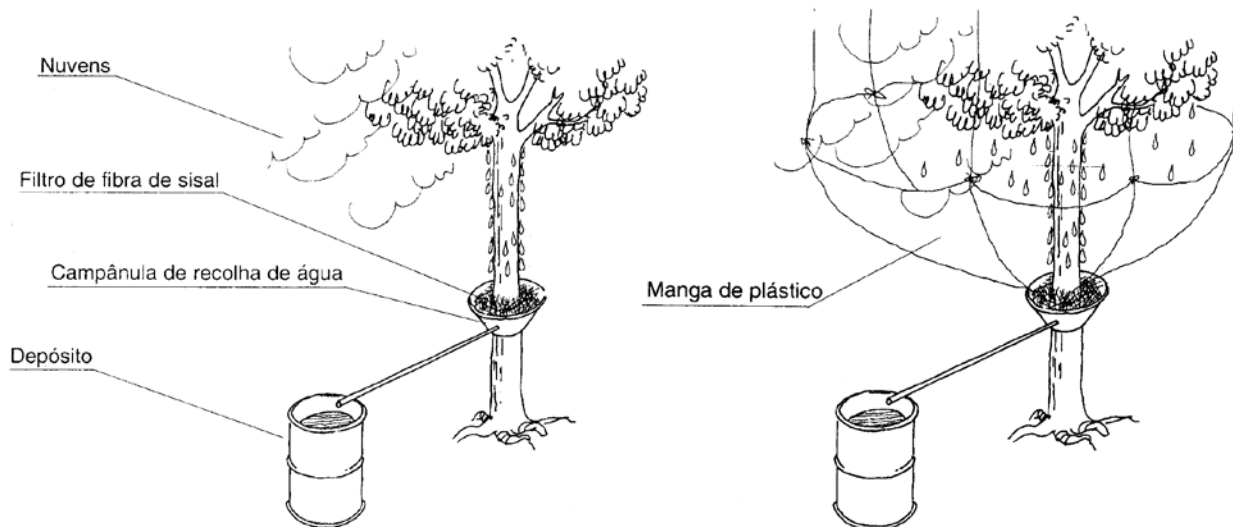
• Captação da água das nuvens

Para as famílias que vivem em zonas de altitude onde se podem recolher grandes quantidades de água por condensação das nuvens, é possível instalar um sistema de recolha adaptado às suas necessidades. Nessas zonas, podem-se obter quantidades significativas de água durante alguns meses e armazená-la em cisternas para usar em tempo seco.

O primeiro esquema corresponde ao sistema simples, que rende cerca de 60 litros por hora por cada copa de um pinheiro médio. A captação pode ser melhorada se a água for canalizada por uma campânula, através de oleados ou mangas de plástico. Desta forma, as gotas de água não são canalizadas para o tronco.



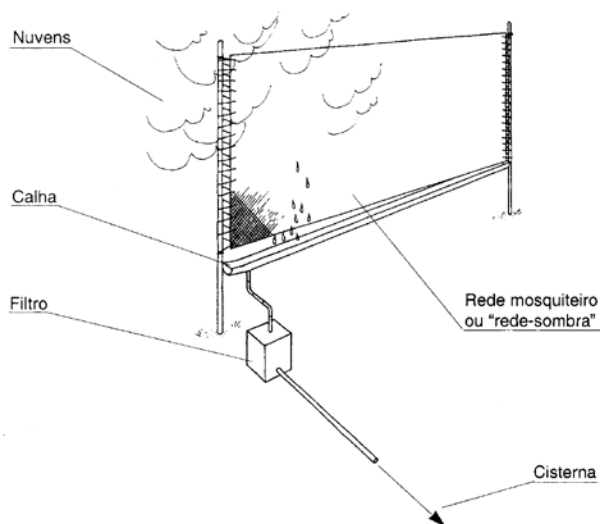
{ FIG. 4.1 } Cisterna doméstica de recolha da água da chuva.



{ FIG. 4.2 } Sistema de recolha da água das nuvens.

• Captação por condensação

Um sistema de captação mais elaborado consiste na instalação de superfícies de redes – mosquiteiro ou “rede sombra” que se usa na agricultura – montadas na vertical de forma a provocar a condensação pelo impacto das nuvens. A água é recolhida por um canal montado em toda a extensão da rede e canalizada para uma cisterna, depois de passar por um filtro.

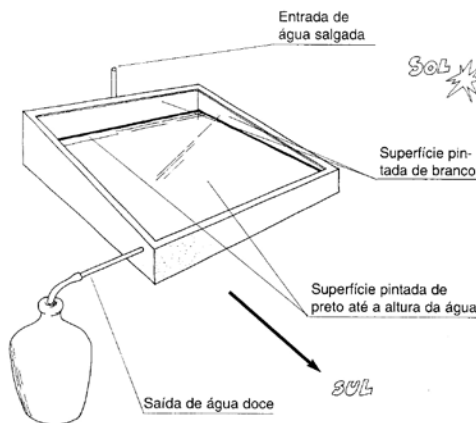
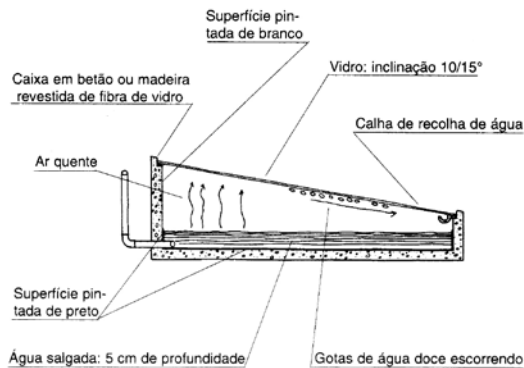


{ FIG. 4.3 } Sistema de recolha da água através de redes.



• Sistema de água doce por evaporação solar da água do mar

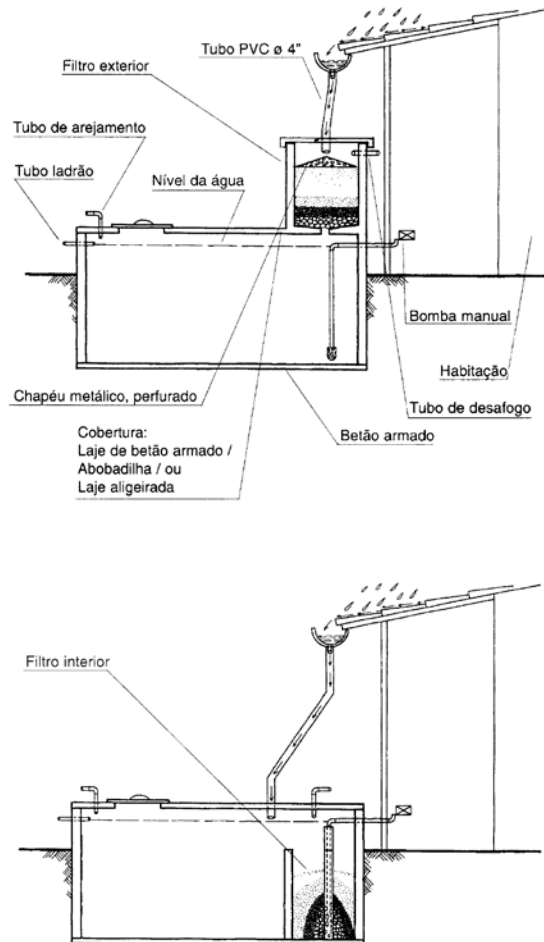
Da água do mar ou a partir de águas salobras podemos ter água doce por evaporação solar. A produção de água por metro quadrado pode ir de 4 a 6 litros por dia. O processo consiste em fazer evaporar a água dentro de um recipiente fechado (evaporador ou destilador solar), cuja tampa é um vidro inclinado. O vapor de água em contacto com o vidro condensa e a água purificada é recolhida. O evaporador deve ser orientado a Sul e em lugar acessível para facilitar a limpeza.



{ FIG. 4.4 } Sistema de captação da água do mar – vista lateral e perspectiva de um destilador solar.

• Captação e conservação da água da chuva

Um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida das populações rurais é a escassez ou a falta de água potável para o consumo humano. Um bom sistema de armazenamento de água consiste numa cisterna equipada com um filtro que recolhe e conserva a água da chuva canalizada da cobertura da habitação.



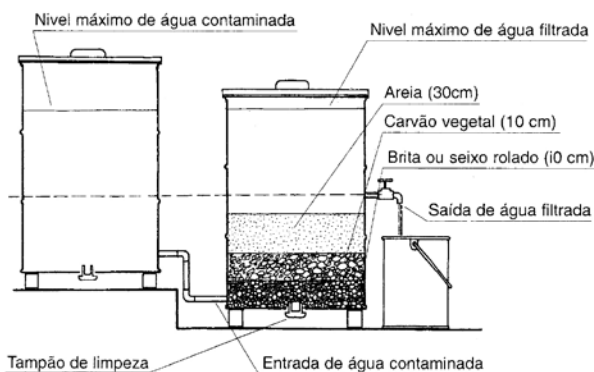
{ FIG. 4.5 } Sistema de filtração da água da chuva.

4.2 Métodos de potabilização

Métodos físicos

• Filtração

A água de qualidade duvidosa deve ser filtrada. Embora a filtração ajude a eliminar as bactérias, não é suficiente para garantir a potabilização da água. Um sistema de um filtro de areia e cascalho de construção simples com um bidão de 200 litros pode ser uma boa solução para o meio rural.



{ FIG. 4.6 } Sistema de filtração com um bidão com filtro de areia e cascalho.

• Ebulição

A ebulição é o melhor método para destruir os microrganismos patogénicos que se encontram na água. Para que este método seja efectivo é necessário que a água seja fervida.

Método químico

Existem vários métodos químicos para o tratamento da água, mas o cloro é sem dúvida o elemento mais importante para a desinfecção da água. A lixívia é de fácil controlo, económica e eficiente. Deve-se filtrar a água previamente antes de juntar a lixívia que deve ficar em repouso durante cerca de 20 minutos antes de ser usada. Para cada litro de água é necessário juntar duas gotas de lixívia.

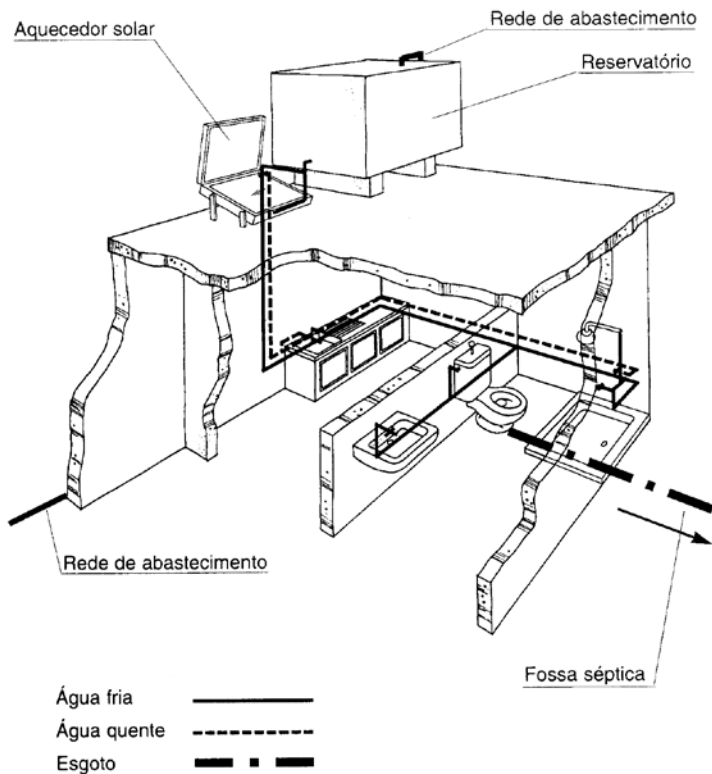
4.3 Abastecimento

Os custos de um sistema de abastecimento de água às comunidades são muito mais baixos relativamente aos custos que uma família dispensa em tempo e esforço para o seu auto-abastecimento. Neste caso, os perigos de contaminação da água são mais evidentes. A importância social de um sistema de abastecimento domiciliário de água é indiscutível, justificando-se todos os esforços para o realizar. A longo prazo, é o sistema mais barato de obter água potável, uma vez que proporciona: melhores condições para a saúde; maior poupança e consequentemente maior riqueza; um meio ambiente mais saudável. O aproveitamento adequado dos sistemas de abastecimento de água consiste em evitar desperdícios ou fugas de água, que nunca se justificam, especialmente num país onde os recursos são escassos.



4.4 Instalação

O princípio de distribuição de água corrente numa habitação aplica-se tanto no meio rural como no meio urbano. Estas instalações, que se designam instalações sanitárias, consistem em tubos de distribuição de água aos equipamentos sanitários e seus acessórios e na evacuação das águas negras. A existência de um sistema de abastecimento de água exige a presença de um sistema de evacuação de águas negras.



{ FIG. 4.7 } Sistema de abastecimento de água numa habitação.



{ FIG. 4.8 } Sistema de captação e armazenamento de água da chuva na Fortaleza da Ilha de Moçambique. A água é captada na cobertura dos edifícios, sendo conduzida para uma cisterna subterrânea, onde é armazenada.

{ capítulo 5 }

Energía

5.1 Poupança de energia

Considerando o impacto negativo do uso de combustíveis fósseis no meio ambiente (aquecimento global e poluição atmosférica), e a crescente diminuição de reservas destes combustíveis (como o petróleo) a nível global, é urgente a promoção do uso de energias alternativas, renováveis, bem como a racionalização do consumo, evitando gastos desnecessários.

A prática de uma arquitectura bioclimática, referida no capítulo 1, é o primeiro passo para uma redução significativa do consumo energético em edifícios.

A nível dos utilizadores, a poupança de energia deve ser iniciada com pequenos gestos quotidianos, que não têm implicações ao nível do conforto de quem usufrui dos espaços interiores do edifício. A economia energética implica uma mudança de hábitos. A utilização racional dos electrodomésticos, para não ser desperdiçada energia, é a primeira regra de poupança – utilizar a máquina de lavar a roupa com o máximo de roupa possível, manter sempre fechada a porta do frigorífico e apagar as luzes dos compartimentos quando estes estão desocupados, são alguns exemplos de me-

didias básicas. A selecção de lâmpadas de baixo consumo e a escolha de electrodomésticos com classe de eficiência A, A+ ou A++ são outras duas estratégias facilmente alcançáveis.

5.2 Sistemas activos de energia renovável

O sol e o vento são as duas fontes de energia renovável de que se pode tirar mais partido. O movimento das ondas do mar e as diferenças térmicas do oceano são outras fontes de energia para explorar.

5.2.1 Energia solar térmica

Os painéis solares térmicos aproveitam a energia solar para aquecimento da água. Esta tecnologia tem custos irrisórios comparativamente aos gastos com electricidade em aquecimento de água. Os colectores de aquecimento solar devem ser instalados nas coberturas dos edifícios, orientados a Norte e com 30° de inclinação. A sua instalação está dependente da localização do depósito de água fria.

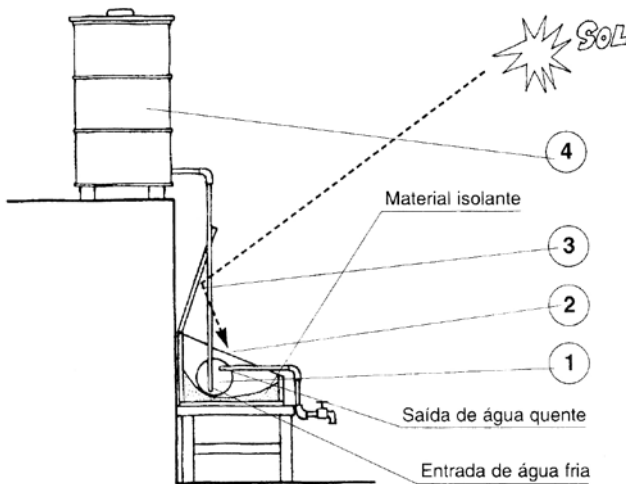


Processo de auto-construção de um sistema com depósito para aquecimento de água

Um sistema para aquecimento de água para uso corrente numa habitação pode ser construído com meios acessíveis.

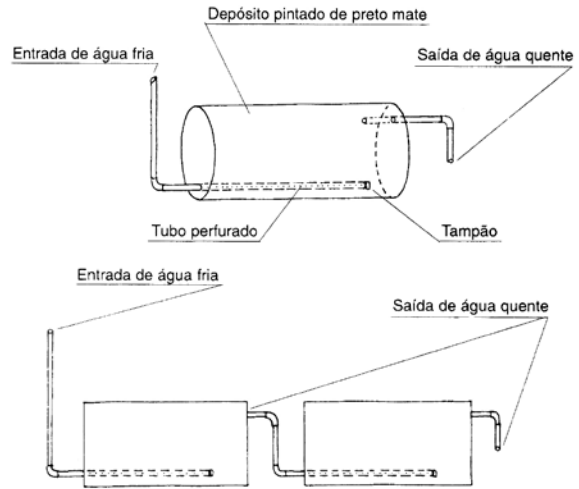
Elementos necessários:

- { 1 } Um depósito de 40–60 litros pintado de preto para absorver uma maior quantidade de calor;
- { 2 } Uma caixa isoladora pintada de branco e com tampo de vidro para isolar o ar quente;
- { 3 } Uma tampa isoladora e reflectora pintada de branco para melhorar a incidência do sol. À noite serve para cobrir a caixa e conservar o calor ganho durante o dia.
- { 4 } Um depósito de água fria.



{ FIG. 5.1 } Sistema com depósito para aquecimento de água.

Para se rentabilizar este sistema e aumentar a quantidade de água quente, devemos instalar vários tanques pequenos ligados entre si, em vez de um só.



{ FIG. 5.2 } Depósito de água isolado e ligação de vários depósitos.

Processo de auto-construção de um coletor solar

Um depósito de gasolina de um carro velho pode ser convertido num coletor solar. Este pode ser ligado à rede de água ou abastecido por um depósito. O coletor deve estar orientado a Norte, para captar mais radiações solares, com cerca de 30 graus de inclinação e próximo do tanque de água. A tampa reflectora e isoladora deve funcionar com dobradiças e ter um dispositivo que permita tapar a caixa à distância, sem necessidade de subir ao telhado. Esta caixa deve fechar muito bem para evitar que se perca o calor durante a noite. O coletor pode estar conectado à rede de água ou então ser abastecido por um depósito.

5.2.2 Energia eólica

O aproveitamento da energia do vento é tradicionalmente feito em algumas situações para a bombagem de água dos poços e a produção de electricidade. A electricidade obtida através dos geradores

pode ser conectada a uma rede de distribuição e utilizada posteriormente em caso de ausência de ventos. A energia eólica é uma mais-valia onde não há combustíveis fósseis.

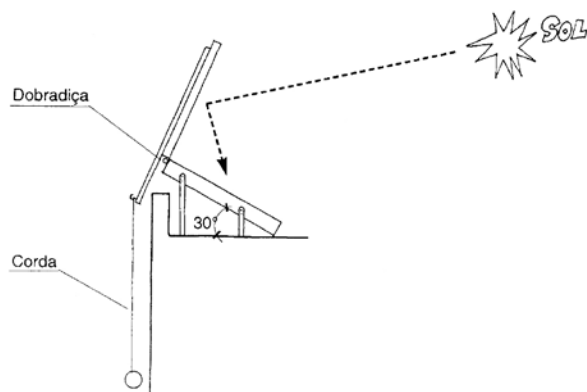
Processo de auto-construção de aerogeradores

É possível construir um aerogerador com capacidade de produção até 750 watts com a reciclagem de materiais.

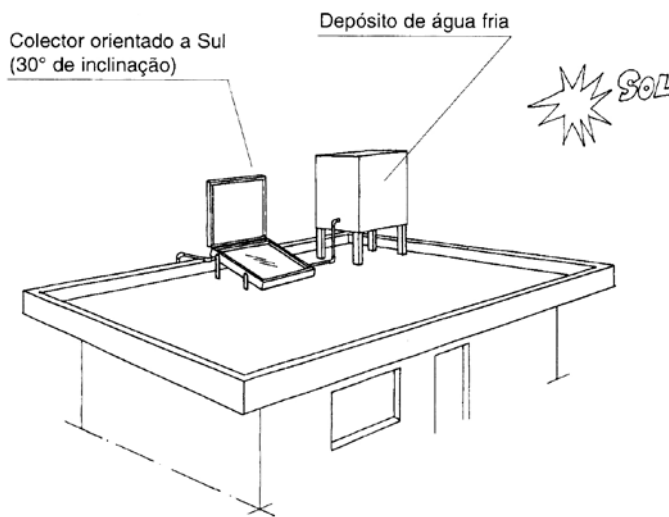
Elementos necessários:

- { 1 } Um alternador de automóvel;
- { 2 } Pedacos de madeira ou fibra de vidro para pás;
- { 3 } Tubos.

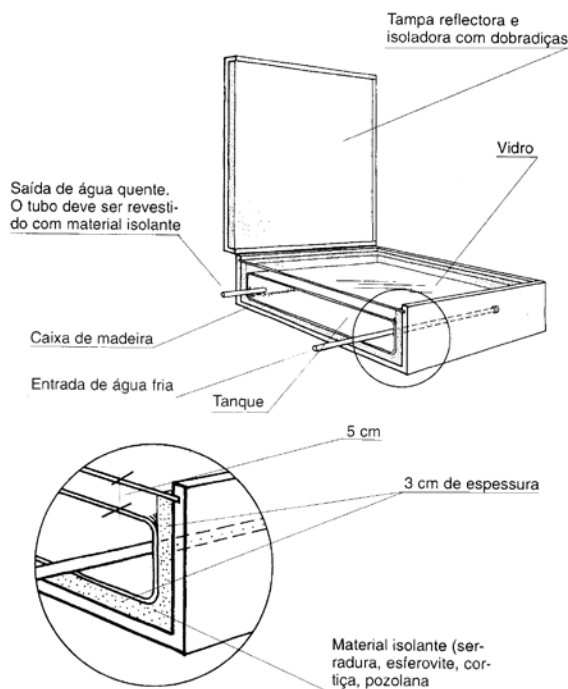
No processo de produção de energia eólica, a energia fornecida pelo aeródinamo – alternador – é acumulada em baterias a partir das quais se faz a distribuição. Entre o alternador e as baterias é necessário instalar um regulador de tensão e um disjuntor para evitar os dias excepcionais a nível de consumo. Por isso, é necessário instalar baterias de reserva que guardam uma grande quantidade de energia para essas eventualidades.



{ FIG. 5.4 } Vista lateral, perspectiva e pormenor do colector solar.



{ FIG. 5.3 } Localização do colector solar na cobertura do edifício.





5.2.3 Energia fotovoltaica

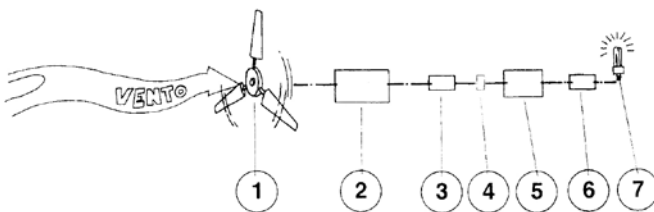
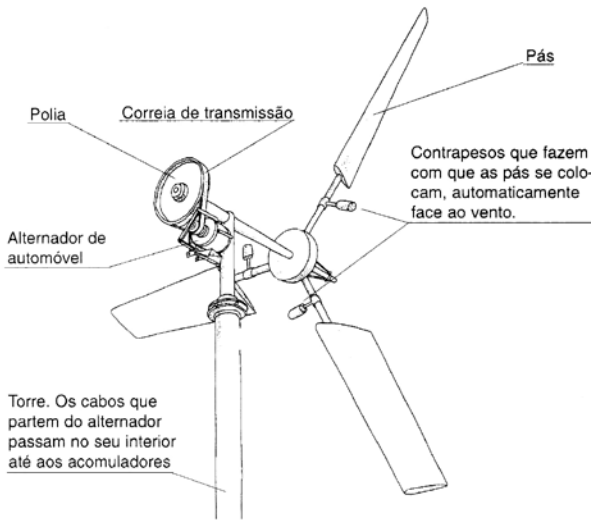
A energia fotovoltaica consiste na conversão da radiação solar em energia eléctrica, através de células solares. Os painéis fotovoltaicos não produzem ruídos ou resíduos, excepto no final da sua vida útil. A tecnologia fotovoltaica e solar passiva formam um sistema ideal. Em Africa há forte radiação solar durante todo o ano, por isso uma habitação com este sistema é auto-suficiente na produção de

energia eléctrica. Os painéis fotovoltaicos contribuem para uma imagem “high-tech” dos edifícios, o que os torna sedutores para os arquitectos contemporâneos. Faltam incentivos fiscais do Governo para promoverem o incremento da sua aplicação.

5.2.4 Biogás ou gás metano

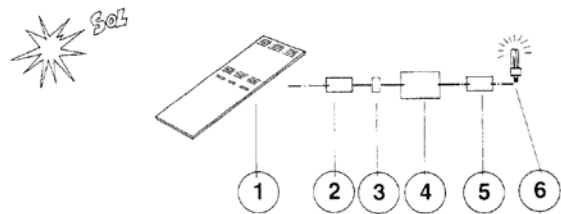
O lixo que é produzido pelo homem e despejado no meio ambiente, libertando gases tóxicos, pode ser “purificado” e aproveitado, através da eliminação da sua toxicidade e transformação em energia – o gás metano. O sistema de produção de biogás está associado à reciclagem de resíduos orgânicos ou outros produzidos diariamente.

O gás metano resulta da fermentação anaeróbica de resíduos orgânicos, com ausência de oxigénio, para provocar o apodrecimento da matéria orgânica. O biogás não é tóxico, podendo ser utilizado com segurança. As lamas resultantes do processo de produção, ricas em azoto, podem ser utilizadas como adubo. A produção de gás metano é uma alternativa ao consumo de lenha, que contribui para a desertificação.



1. Pás
2. Alternador
3. Regulador de tensão
4. Disjuntor
5. Bateria
6. Conversor para 220 V
7. Lâmpada

{ FIG. 5.5 } Elementos para a auto-construção de um aerogerador.



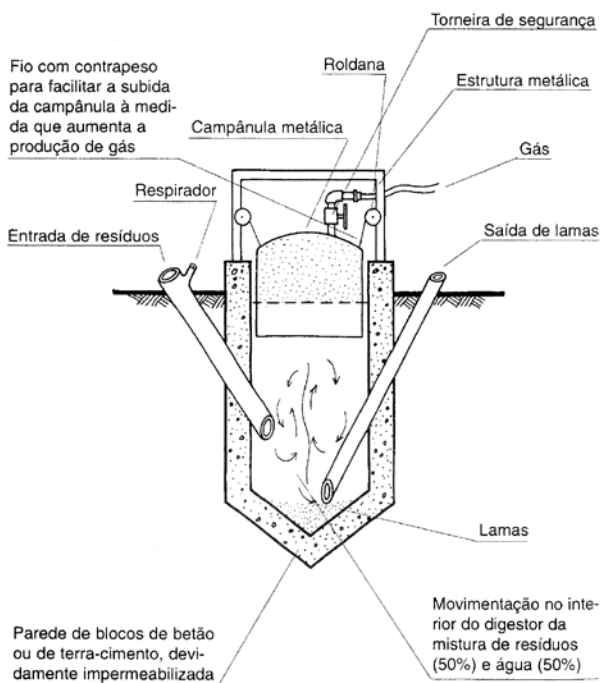
1. Painel solar (painel de células solares)
2. Regulador de tensão
3. Disjuntor
4. Bateria
5. Conversor para 220 V
6. Lâmpada

{ FIG. 5.6 } Elementos para a auto-construção de um painel fotovoltaico.

Processo de auto-construção de pequenas unidades de produção de biogás

O método mais simples para a construção de uma pequena unidade de produção de biogás exige apenas um tanque, que é utilizado tanto para a fermentação, como para a recolha de gás. Os sistemas mais elaborados articulam dois tanques – um para o digester e outro para a recolha de gás.

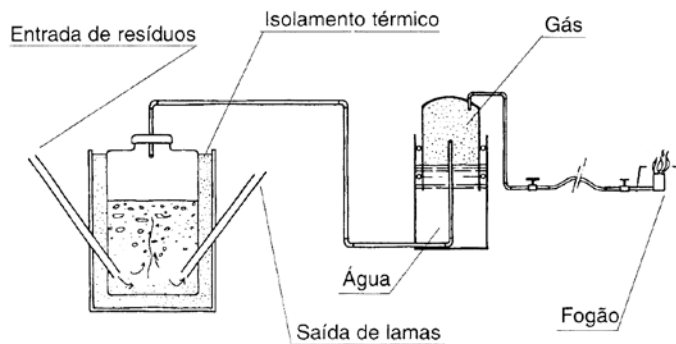
Em ambos os casos, os disjuntores quando não são subterrâneos exigem um isolamento térmico, para que a temperatura dos resíduos no seu interior, que deve ser de 35°, seja constante. Os resíduos devem ser misturados com água, antes de serem vazados para o tanque. A mistura pode ter 50% de água e 50% de resíduos.



{ FIG. 5.7 } Elementos para a auto-construção de pequenas unidades de produção de biogás.



{ FIG. 5.8 } O consumo intensivo de lenha e carvão vegetal contribui para a desertificação, não sendo uma opção sustentável.



{ capítulo 6 }

Saneamento

Há uma interdependência entre as condições econômicas das pessoas, os seus hábitos de higiene e a salubridade dos ambientes que habitam. Uma grande parte da população africana vive em ambientes rurais ou periferias, onde as instalações sanitárias e as infra-estruturas de saneamento são escassas.

Os aglomerados familiares são, na maior parte dos casos, numerosos e, muitas vezes, as habitações comportam não só as famílias, mas também os animais que estas possuem. A vivência em condições de higiene precárias provoca doenças, como a febre tifóide, e agrava ainda mais o estado econômico destas famílias.

Os resíduos são fontes de contaminação do ambiente natural e como tal devem ser confinados e eliminados, para evitar focos de infecção.

Uma resposta eficaz e econômica para o isolamento e tratamento dos resíduos orgânicos é o recurso a latrinas secas.

6.1 Latrina seca

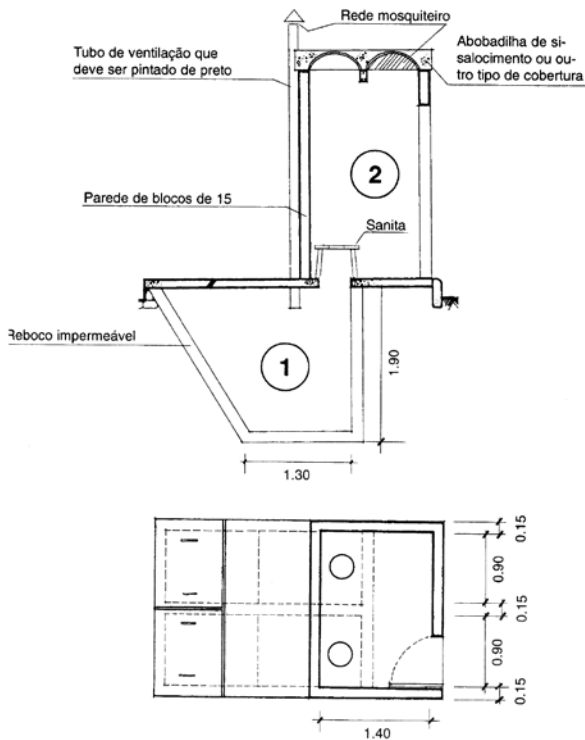
As experiências feitas com latrinas secas têm tido resultados muito positivos. A latrina seca, de forma econômica, resolve o problema do isolamento e da eliminação das fezes humanas.

Este sistema é de fácil manutenção e especialmente indicado para habitações e escolas em zonas rurais ou de periferia sem uma rede de abastecimento de água. A utilização de materiais locais torna esta solução mais sustentável.

Processo de auto-construção da latrina seca com tanque duplo

Estruturas

Sub-estrutura: a parte da construção abaixo do nível do terreno ou a sub-estrutura da latrina, que também chamamos de tanque, fosso ou fossa, deve



{ FIG. 6.1 } Auto-construção de uma latrina seca.

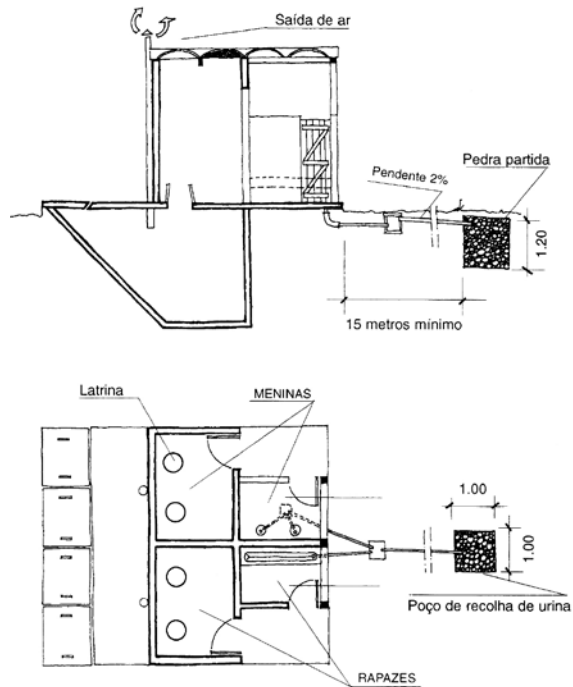
ser: rectangular com 1.30mx0.90m (medidas para cada tanque) e a altura recomendada é de 1.80m.

A fossa deve ser revestida com blocos e rebocada para impermeabilização.

Sobre-estrutura: O abrigo deve conter uma porta para protecção das condições climatéricas adversas, um sistema de ventilação e uma sanita.

O tempo de utilização de um poço para uma família de seis pessoas, segundo as experiências já desenvolvidas, pode ser de cinco a seis anos.

No entanto, independentemente deste tempo que é meramente indicativo, logo que o nível das matérias fecais chegue a cerca de 50cm, deve-se cobrir o fosso com terra, tapar o buraco e criar um novo tanque. A transferência do



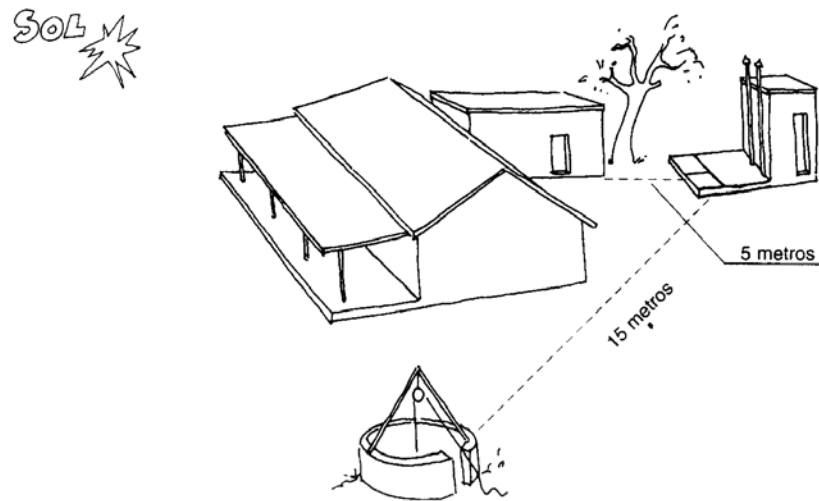
{ FIG. 6.2 } Auto-construção de uma latrina seca com tanque duplo.

tanque, deverá ser feito no interior da casinha ou abrigo que, para este caso, terá dimensões apropriadas.

Esta latrina pode ser geminada e ampliada, para utilização numa escola.

A localização da latrina deverá ter em conta as seguintes condicionantes:

- } A distância mínima entre a latrina e a casa deverá permitir uma orientação voltada a sul, de modo a haver uma maior incidência do sol sobre a tampa dos tanques;
- } Em terrenos com pendentes, a latrina deve estar situada na parte mais baixa;
- } Quando há poços no terreno de implantação, a distância mínima deverá ser de 15 metros.



{ FIG. 6.3 } Localização da latrina seca.

As regras de manutenção para o correcto funcionamento da latrina devem incluir as seguintes acções:

- } Proteger todas as entradas de ar com rede de mosquiteiro para evitar a entrada de moscas na latrina;
- } Não guardar nada dentro do abrigo e manter a porta sempre fechada;
- } Tapar o buraco quando este não está a ser utilizado;
- } Não deitar água ou outro líquido dentro do fosso, incluindo desinfectantes;
- } Deitar cinzas dentro do fosso.

6.2 Fossa séptica

A fossa séptica é um método eficaz e de baixo custo para a eliminação de resíduos orgânicos e de pequenas quantidades de águas negras em habitações unifamiliares ou de um conjunto de habitações, quando não existem sistemas de esgoto.

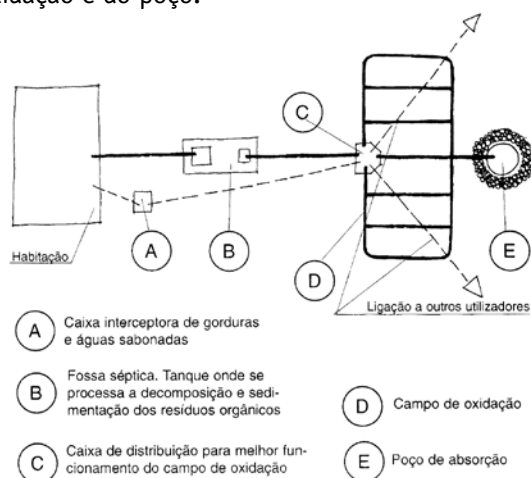
A instalação da fossa séptica numa habitação implica água corrente em quantidade suficiente para garantir o bom funcionamento do sistema.

Compartimentos

Tanque séptico: É um tanque impermeável, geralmente subterrâneo, construído segundo determinados requisitos, que mantendo as águas em repouso, provoca a sedimentação e a formação de natas. Com o tempo, o volume de natas e a sedimentação tendem a desaparecer deixando uma água entre as duas camadas pela acção de seres microscópicos que se desenvolvem no tanque. O ambiente interior tem de ser favorável ao desenvolvimento destes seres – sem oxigénio nem luz. Esses seres, que se chamam de anaeróbios, sobrevivem nos resíduos orgânicos, transformando-os em líquidos e em gases. Com essa transformação, as águas ficam de tal forma expostas ao ar, que rapidamente oxidam, tornando-se inofensivas pela acção de outras bactérias que precisam de oxigénio para sobreviver.

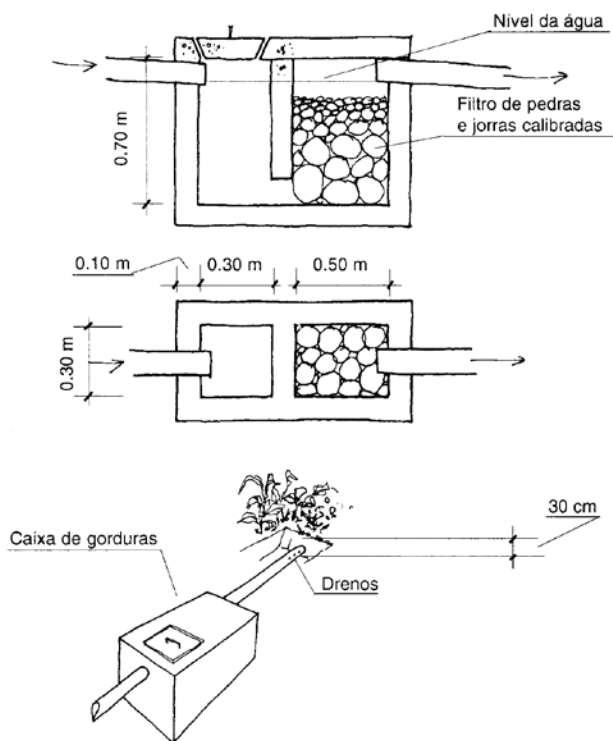


Campo de oxidação e poço de absorção: Instalação para oxidar o efluente, ou seja, as águas negras que saem do depósito séptico. O campo de oxidação consiste numa série de drenos instalados no subsolo de um terreno poroso e pelos quais se distribui o efluente, que oxida em contacto com o ar contido nos poros do terreno. O poço de absorção substitui o campo de oxidação, quando não se dispõe de terreno suficiente para a instalação articulada do campo de oxidação e do poço.



{ FIG. 6.4 } Esquema de instalação de uma fossa séptica.

Caixa de separação de gorduras e sabão: Entre a habitação e a fossa séptica deve-se construir uma caixa para reter as gorduras das lavagens da cozinha. Esta caixa também recebe as águas dos banhos e da lavagem da roupa que poderão ser reaproveitadas para regar um jardim. Neste caso, este sistema intermédio deve ser montado sem ligação à fossa nem ao poço de absorção. A água sem gorduras passa pela caixa, que também funciona como filtro, e depois é conduzida para o jardim.



{ FIG. 6.5 } Caixa de separação de gorduras e sabão.

Tabela para o desenho das fossas sépticas:

Para se construir uma fossa, com as normas funcionais, de forma a evitar problemas, devemos seguir uma tabela que tem em conta os seguintes factores:

Para serviço doméstico: capacidade de 150 litros/pessoa/dia e um período de retenção de 24 horas.

Para escolas: no período de trabalho escolar a contabilização é feita com 8 horas de trabalho/dia/pessoa. Para se calcular a capacidade de uma fossa para uma escola estabelece-se a relação entre o período de retenção (24 horas) e o período de trabalho escolar (8 horas) e depois relaciona-se o resultado com a capacidade doméstica.

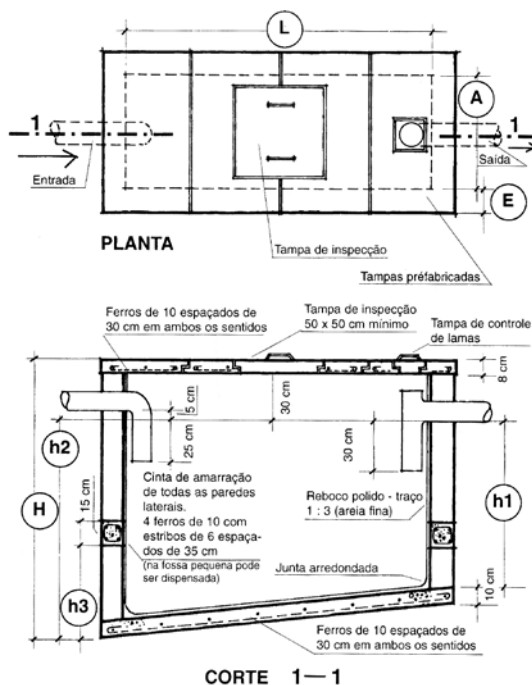
Pessoas servidas		Capacidade do tanque em litros
serviço doméstico	serviço escolar externo	
até 10	até 30	1.500
11 a 15	31 a 45	2.250
16 a 20	46 a 60	3.000
21 a 30	61 a 90	4.500
31 a 40	91 a 120	6.000
41 a 50	121 a 150	7.500

Dimensões em metros						
L	A	h1	h2	h3	H	E
1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.15
2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.15
2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.15
2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.15
2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.30
3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.30

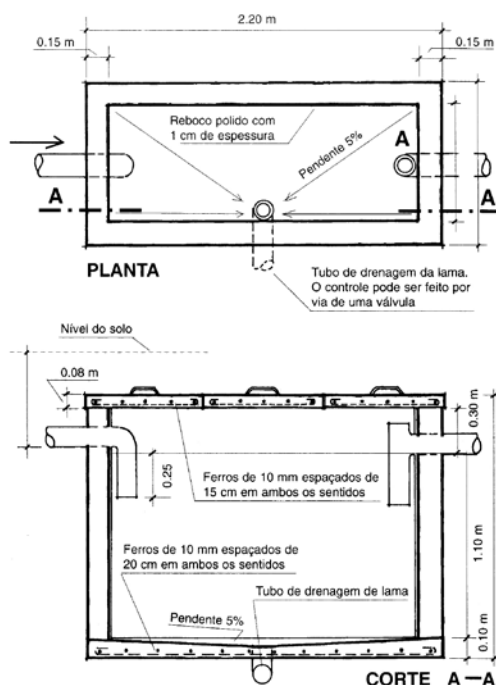
{ FIG. 6.6 } Tabela para o desenho das fossas sépticas.

Para exemplificar, apresentamos a seguinte situação: temos as dimensões de uma fossa de uso doméstico que serve 40 pessoas. Queremos saber quantas pessoas de uma escola uma fossa, com as mesmas características daquela que já foi executada, pode servir, se o período de funciona-

mento é de 8 horas. Dividimos o período de retenção – 24 – pelo período de trabalho – 8. O resultado é 3. Multiplicamos o resultado por 40 (capacidade da fossa). Então, concluímos que a fossa pode servir uma população escolar de 120 pessoas (3x40).



{ FIG. 6.7 } Fossa séptica-tipo.



{ FIG. 6.8 } Fossa séptica rectangular para dez pessoas.

{ capítulo 7 }

Boas práticas: Casos de Estudo

Os conceitos arquitectónicos e a realização de construções “sustentáveis” em Moçambique têm sido normalmente associados à possibilidade de recuperação de tecnologias tradicionais, à utilização de sistemas de saneamento simplificados e a pouco mais.

O elevado custo dos equipamentos para poupança energética, tem de uma maneira geral afastado a possibilidade do seu uso generalizado dada a atitude menos esclarecida dos donos das obras.

Os exemplos de boas práticas seguidamente apresentados, que não se pretende que sejam exclusivos, ilustram algum casos onde foi possível incluir elementos de melhoramento do comportamento energético dos edifícios e situações de aplicação dos princípios ilustrados neste manual, no que diz respeito aos aspectos de orientação, ventilação que são essenciais para o bom comportamento climático das construções.

A noção de que o reaproveitamentos das técnicas tradicionais de construção para a sua utilização em meio urbano tem ocupado, e continua a seduzir um sector interessado dos profissionais que associam às dimensões da sustentabilidade

aspectos de identidade cultural na busca de uma arquitectura africana.

Em relação a este problema é importante estabelecer algumas prevenções que nos parecem relevantes, assim, e cingindo-nos particularmente às construções urbanas, que são com certeza mais do que noventa por cento daquelas onde a intervenção do arquitecto é chamada.

É importante reconhecer que nem os materiais tradicionais, nem as suas tecnologias de aplicação, nem o seu comportamento ambiental, e sobretudo a organização de estaleiro que requerem, ou mesmo a documentação relativa aos respectivos contratos de construção as tornam acessíveis, viáveis ou mesmo possíveis quer quantitativamente, quer qualitativamente.

De facto a arquitectura necessária às cidades africanas do século XXI deve responder a parâmetros de conforto, durabilidade, facilidade de manutenção e de organização da vida social que nada tem haver com a sociedade rural africana cujas construções a serviam, e ainda, generalizadamente lhes respondem às necessidades imediatas.



7.1 Projecto de extensão do campus da Universidade Eduardo Mondlane

} Correção da orientação geral dos edifícios.

{ FIGURA 7.1 }

} Criação de pátios verdes concebidos e projectados para melhoria das condições ambientais dos edifícios. { FIGURA 7.2 }

} Proposta de inserção de gerador eólico associado ao depósito de água elevado.

} Racionalização do tratamento das águas residuais associado a um sistema de retenção e tratamento de águas pluviais.

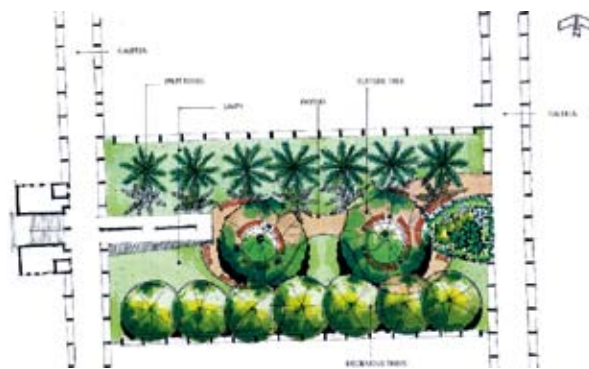
} Racionalização da tipologia dos edifícios a construir para optimização das condições de manutenção.

} Utilização recomendada de painéis solares para aquecimento da água.

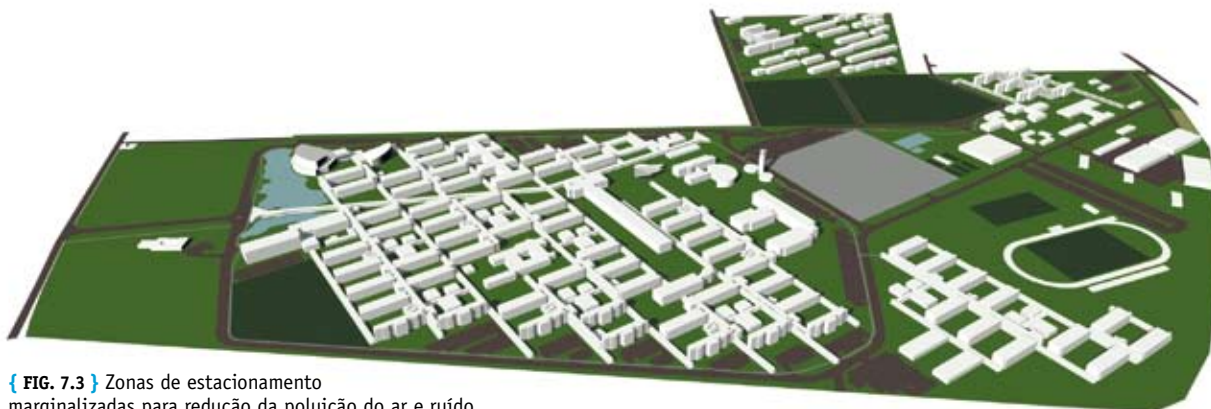
} Marginalização das superfícies de estacionamento para optimização da qualidade do ar e redução de ruído. { FIGURA 7.3 }



{ FIG. 7.1 } Master Plan da extensão da UEM em Maputo. A orientação dos edifícios é desenvolvida segundo o eixo Este-Oeste.



{ FIG. 7.2 } Zonas verdes para um microclima confortável.



{ FIG. 7.3 } Zonas de estacionamento marginalizadas para redução da poluição do ar e ruído.

7.2 Casa da Alegria: Madre Tereza de Calcutá

- } Extração de água potável no terreno.
- } Tratamento e recirculação de águas usadas.
- } Aquecimento de água por painéis solares.
- } Enxugamento do terreno por plantio de eucaliptos.
- } Construção de fogões a lenha mais eficientes.
- } Tecnologia de construção minimizando o uso de betão armado.
- } Orientação solar favorável e ventilação cruzada em todos os compartimentos.



{ FIG. 7.4 } Instalações da Casa da Alegria, em Maputo.

7.3 Escola de formação profissional da Moamba



{ FIG. 7.5 } Vista da Escola de formação profissional, Moamba.

- } Aquecimento solar de toda a água quente para dormitórios de 180 alunos.
- } Ventilação cruzada em todos os espaços habitáveis.
- } Orientação mais favorável da construção.
- } Sombreamento de fachada e área de envidraçado.





7.4 Escola de formação profissional dos Salesianos – Tete

- } Tratamento de esgotos por bacia de oxidação.
- } Aquecimento solar de água quente para as residências.
- } Orientação correcta de todas as construções.
- } Ventilação cruzada em todos os compartimentos.



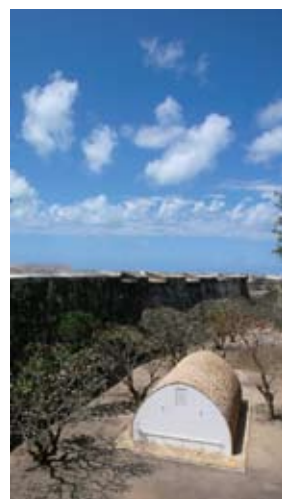
{ FIG. 7.6 } Tratamento de esgotos por oxidação.

7.5 Instituto Superior Dom Bosco

- } Aquecimento solar de água.
- } Aproveitamento de águas pluviais.
- } Bacia de retenção de águas superficiais.
- } Concepção dos edifícios para maximização da protecção solar e da ventilação natural, quer pela sua correcta orientação quer ainda pelo conceito estrutural e arquitectónico.

7.6 Fortaleza da Ilha de Moçambique

- } Reconstrução do sistema geral de recolha de águas pluviais, incluindo as cisternas existentes, e construção de uma nova cisterna, exterior, para o uso público.



{ FIG. 7.8 } Cisternas e sistema de recolha de águas pluviais, na Fortaleza da Ilha de Moçambique.



{ FIG. 7.7 } Instituto Superior Dom Bosco, em Maputo.

7.7 Faculdade de Arquitectura, UEM

- } Aproveitamento de uma árvore existente com a sua integração no edifício do auditório, para sombreamento.
- } Aproveitamento do espaço de ventilação por baixo do soalho dos edificios anexos, por construção de caves rebaixadas, duplicando assim a superfície habitável, sem demolições.



{ FIG. 7.9 } Pátio sombreado da Faculdade de Arquitectura da UEM, em Maputo.

7.8 Condomínio do Caracol

- } Integração de zonas plantadas em todas as superfícies exteriores das habitações.
- } Orientação mais favorável da construção.
- } Ventilação cruzada dos espaços habitáveis.
- } Sombreamento de fachada e área de envidraçado.
- } Tratamento de águas residuais.

7.9 Edifício do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia

- } Instalações de painéis fotovoltaicos para alimentação dos sistemas de comunicações e dados.
- } Instalação de um gerador eólico para suplemento energético.
- } Orientação mais favorável da construção.
- } Possibilidade de ventilação cruzada dos espaços habitáveis.
- } Sombreamento de fachada e área de envidraçado.



{ FIG. 7.11 } Edifício do MESCT, em Maputo.



{ FIG. 7.10 } Condomínio do Caracol, em Maputo.

{ Bibliografia }



- ALLARD, Francis; SANTAMOURIS, M. (eds.) (1988), *Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook*, James and James, London.
- ANINK D, BOONSTRA C, MAK J (1996). *Handbook of sustainable building*. James & James, London.
- ARENT, R. (1999), *Growing Greener, Pit Conservation into Local Plans and Ordinances*, Island Press, Washington.
- ASHRAE (Ed.), AAVV (2006), *ASHRAE Green Guide: The Design, Construction and Operation of Sustainable Buildings*, Elsevier, Butterworth-Heinemann, Burlington.
- AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S.V. (1997), *Thermal Comfort*, ed. PLEA (PLEA notes) in association with the Department of Architecture of the University of Queensland, Brisbane.
- BAKER, Laurie, (1986) *Houses: How to reduce building costs*”, Centre of Science and Technology for Rural Development (COSTFORD), Kerala, India
- BAKER, Nick; STEEMERS, K. (2000), *Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide*, E&FN Spon, London.
- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. (1993) *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*, produced for the Commission of the European Communities, ed. James and James, London.
- BAKER, Nick (1987) *Passive and Low Energy Building Design for Tropical Island Climates*, Ed. Commonwealth Science Council, London.
- BELL, Daniel (1973) *The Coming of the Post Industrial Age*, Basic Books, New York.
- BLOWERS, A. (1993), *Planning for a Sustainable Environment*, a report by the Town and Country Planning Association, Earthscan, London
- BRECSU (1995) Report 31 “Avoiding or minimising the use of air-conditioning”, ed. BRE, Energy Efficient Office, Department of the Environment, Garston.
- BROWN, G.Z.; DEKAY, M (2001) *Sun, Wind and Light* John Willey & Sons, New York;
- CARTWRIGH, L. (2000), *Selecting Local Sustainable Development Indicators: does consensus exist in their choice and propose?*, in *Planning Practice and Research*, BRE, Garston.
- CHING, Francis D.K. (2000) – *Dicionário Visual de Arquitectura*. Ed. Martins Fontes, São Paulo.
- CIB/UNEP-IETC (2002), Du Plessis, C. (ed.), *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. CIB, Discussion Document, Brussels.
- CLEMENTS-CROOME, D. (ed.) (1997) *Naturally Ventilated Buildings; Buildings for the Senses, the Economy and Society*, E&FN Spon, London.
- COMMONER, Barry (1990) *Making Peace with the Planet* Pantheon Books, New York.
- COOK, Jeffrey (1989) *Passive Cooling*, ed. MIT press, Cambridge Massachusetts.



- CORBELLA, O.; YANNAS, S. (2003) *Em busca de uma Arquitectura Sustentavel para os Trópicos*, Editora Revan, Rio de Janeiro.
- CORREIA GUEDES, M; ALVES, L. (2008) "The SURE-Africa project: Sustainable Urban Renewal – Energy Efficient Buildings for Africa", in *Proceedings of 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, e 2º Congresso de Engenharia de Moçambique: A Engenharia no Combate à Pobreza, pelo Desenvolvimento e Competitividade (CLME 2008 – IICEM)*, Maputo 2–4 Setembro 2008, Ed. INEGI, Porto.
- CORREIA GUEDES, M., (2000) "Passive Cooling Design in Southern European Office Buildings", Ph.D. Thesis., The Martin Centre for Architectural and Urban Studies – Faculty of Architecture of the University of Cambridge, Cambridge, UK.
- COUGEY, Samuel; OLIVA, Jean-Pierre, (2006) *La conception bioclimatique: Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation*, ed. Terre Vivante, Grenoble.
- DE DEAR, R.; BRAGER, G. (1998) "Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference" (Final Report on ASHRAE RP-884 project), in *ASHRAE Transactions*, V. 104, Pt.1, Atlanta.
- DOAK, J. (2000), *Consensus-building for environmental sustainability*, in *Integrating Environment + Economy*, Routledge, New York.
- DRESSER, Peter Van (1996), *Passive Solar House Basics*, Ancient City Press, Ink, New México.
- EDWARDS, Brian (2008) *O Guia Básico para a Sustentabilidade*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- EDWARDS, Brian; TURRENT, David (eds.) (2000): *Sustainable Housing: Principles and Practice*, E&FN Spon, London.
- EICHLER, M. (1999), *Sustainability from a Feminist Sociological Perspective: A Framework for Disciplinary Reorientation*, in *Sustainability and the Social Sciences*, Zed Books, New York.
- FATHY, Hassan (1973) *Architecture for the poor: an experiment in rural Egipt*, The University of Chicago Press, Chicago.
- FERRO, Patrícia (1998) *I sistemi naturali di raffrescamento*, ISES, Rome.
- FRANCIS, E. (2000) "The application of passive down-drawght evaporative cooling (PDEC) to non-domestic buildings" In *Proceedings of PLEA 2000 – Architecture and City Environment*, Cambridge June 2000, ed. Koen Steemers and Simmos Yannas, James and James, London.
- GIVONI, Baruch (1994) *Passive and Low Energy Cooling for Buildings*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- GIVONI, Baruch (1969) *Man, Climate and Architecture*, ed. Henry Cowan, ASP, London.
- GONZÁLEZ, F. (2004) *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible*. Editorial Munilla-Lería, Madrid.
- GOULDING, J.; LEWIS, J.O.; STEEMERS, T. (eds.) (1993), *Energy Conscious Design – A Primer for Architects*, Batsford for the Commission of the European Communities, London.
- GOULDING, J.; LEWIS, J.O.; STEEMERS, T. (eds.) (1992), *Energy in Architecture – The European Passive Solar Handbook*, Batsford for the Commission of the European Communities, London.
- GOULDSON, A.; ROBERTS, P. (2000), *Integrating Environment + Economy*, Routledge, New York.
- GUEDES, Patrick (1995) *Cities in Evolution* Harper and Row, New York.
- HIGUERAS, Ester (2006) *Urbanismo Bioclimático*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- HYDE, Richard (Ed.) (2008) *Bioclimatic Housing: Innovative Designs for Warm Climates*, Earthscan, Cromwell press, Trowbridge.
- JENKS, M, DEMPSEY, N (eds). (2005). *Future Forms and Design for Sustainable Cities*. Architectural: Oxford.

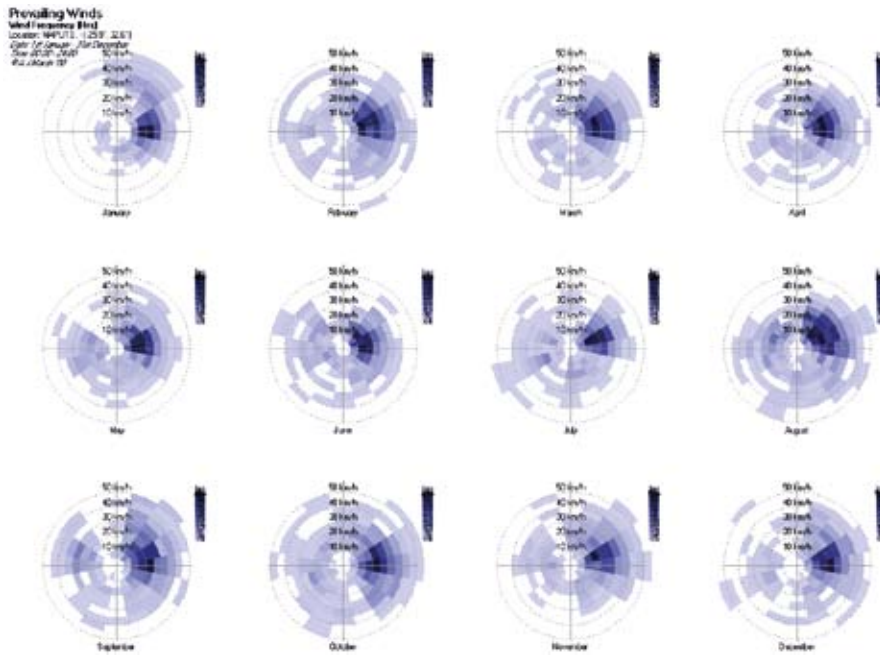


- KIBERT, C. J. (1994). "Principles of Sustainable Construction". In Proceedings of the International Conference on Sustainable Construction, Tampa, Florida.
- KIENDL, Anthony (2008) *Informal Architectures – Space and Contemporary Culture*. Black dog publishing, London.
- KNOX, P. L. & Mayer, H. (2009). *Small Town Sustainability: Economic, Social, and Environmental Innovation*. Birkhäuser, Basel.
- KOCH-NIELSEN, H. (2002) *Stay Cool: A Design Guide for the Built Environment in Hot Climates*, Earthscan, Cromwell Press, London.
- KOENISBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. (1973) *Manual of Tropical Housing and Building: Part One – Climatic Design*, Ed. Longman, Hong Kong.
- LAUBER, Wolfgang, (2005) *Tropical Architecture: Sustainable and Humane Building in Africa, Latin America and South-East Asia*, Prestel Publishing, New York.
- LENGEN, Johan Van (2004) *Manual do Arquitecto Descalço*, Livraria do Arquitecto, Porto Alegre.
- LOPES, Leão (2001) *Manual Básico de Construção – Guia ilustrado para a construção de habitação*. Ed. Ministério das Infra-estruturas e Habitação, Mindelo.
- LOVELOCK, James (1988) *The Ages of Gaia: a Biography of our Living Earth* W.W. Norton and Company, New York;
- LYNCH, K. (1977). *Site planning*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- MARKUS, T.A., MORRIS, E.N. (1980) *Buildings, Climate and Energy*, Pitman Publishing limited, London.
- MARTINEZ-Alier, J. (1999), "The Socio-ecological Embeddedness of Economic Activity: The Emergence of a Transdisciplinary Field", in *Sustainability and the Social Sciences*, Zed Books, New York.
- MENDLER, S.; ODELL, W.(2000) : *The HOK Guidebook to Sustainable Design*", John Wiley & Sons, New York.
- METEOTEST (2005), computer software; METEONORM: Global Meteorological Database for Solar Energy and Applied Climatology, ed. Swiss Federal Office of Energy, Bern.
- MOSTAFAVI, M.; DOHERTY, G. (eds., 2010) *Ecological Urbanism*, Harvard School of Design, Lars Muller Publishers, Baden.
- NICOL, F.; HUMPHREYS, M.; SYKES, O.; ROAF, S. (eds.) (1995) *Standards for Thermal Comfort – Indoor temperature Standards for the 21st Century*, published by E & F Spon, London.
- NICOLOPOULOU, M. (1998), *Thermal Comfort In Outdoor Urban Spaces*, PhD Thesis, The Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge University, Cambridge.
- OLGYAY, Victor (1963) *Design With Climate – Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princeton University Press, Princeton.
- OLIVER, Paul (2003) *Dwellings*, ed. Phaidon, London.
- ONG, Boon-Lay; BAY, Joo-Hwa (2006) *Tropical Sustainable Architecture: Social and Environmental Dimensions*, Architectural Press, Oxford.
- OSELAND, N.A.; HUMPHREYS, M.A.; NICOL, J.F.; BAKER, N.V.; PARSONS, K.C. (1998) *Building Design and Management For Thermal Comfort*, Report prepared for CIBSE, ed. BRE (CR 203/98), Garston.
- PEZZI, Carlos Hernandez (2007) *Un Vitruvio Ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- PINHEIRO, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Lisboa.
- PLAINIOTIS, Stellios; JI, Yan (2006) *Design for Sustainability*. Ed. China Architecture & Building Press, Beijing.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (1997), *Relatório de Desenvolvimento Humano*, UN, Geneve.

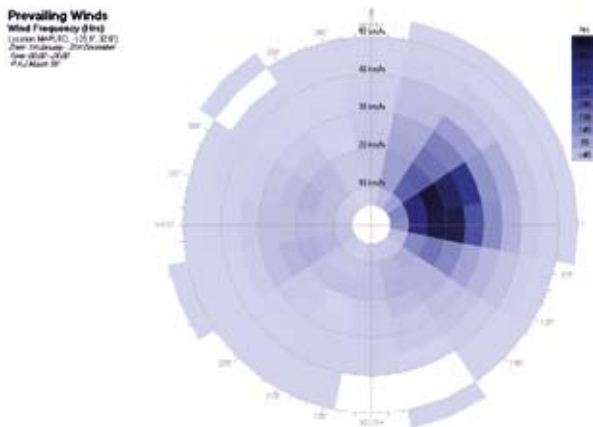


- REDCLIFT, M. (1999), "Sustainability and Sociology: Northern Preoccupations", in Sustainability and the. Social Sciences, Zed Books, New York.
- ROAF, Sue; CRICHTON, D.; NICOL, F., (2005) Adapting Buildings and Cities for Climate Change: a 21st Century Survival Guide, ed. Elsevier, Architectural Press, Oxford.
- ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S.; (2003) Ecohouse 2: A Design Guide, ed. Elsevier, Oxford.
- ROGERS Richard; GUMUCHDJIAN, Philip (2001), Cidades para um pequeno planeta. Barcelona: Gustavo Gili, Madrid.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos (2001) Arquitetura bioclimática do espaço público. Brasília: Editora UnB, Rio de Janeiro.
- SALMON, Cleveland (1985) Architectural Design for Tropical regions, ed. John Wiley & Sons, New York.
- SANOFF, H. (2000), Community Participation Methods in Design and Planning, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- SANTAMOURIS, M; Asimakopoulos (eds.) (1996) Passive Cooling of Buildings, James and James, London.
- SCHUMACHER, E.F. (1973) Small is beautiful, Harper Colphon Books, New York.
- SZOKOLAY, S.V. (1975) Solar Energy and Building, The Architectural Press, London.
- SZOKOLAY, S.V. (1985), "Passive and low energy design", in proceedings of the PLEA 1985 conference, Pergamon press, London.
- SZOKOLAY, S.V. (2004) Introduction to Architectural Science: The basis of Sustainable Design, ed. Architectural Press, Oxford.
- TILLMAN Lyle, John (1994) Regenerative Design for Sustainable Development John Willey & Sons, New York;
- TIRONE, L.; NUNES, K. (2008) Construção Sustentável. Ed. Tirone Nunes, Lisboa.
- THERMIE PROGRAMME ACTION (1994), Natural and Low Energy Cooling in Buildings, ed. Panos Liveres, for the European Commission Directorate – General for Energy, Centre for Renewable Energy sources, Pikermi.
- THERMIE PROGRAMME ACTION (1995), Tools and Techniques for the design and evaluation of Energy Efficient Buildings, ed. University College Dublin – Energy Research group for the European Commission Directorate – General for Energy, Dublin.
- THOMAS, Randall (1996), Environmental Design: An Introduction for Architects and Engineers, ed. Randall Thomas, published by E & F Spon, London.
- THOMAS, Randall (ed., 2003) Sustainable Urban Design, published by E & F Spon, London.
- UN-Habitat, (2008) Housing for all: The challenges of affordability, accessibility and Sustainability – The Experiences and Instruments from the Developing and Developed Worlds, United Nations Human Settlements Programme, Nairobi.
- WALTER, Bob; ARKIN, Luís; CRENSHAW, Richard (editors) (2004) Sustainable Cities: Concepts and strategies for Eco-City Development. EHM Publishers, Los Angeles.
- WATSON, D.; LABS, K. (1983) Climatic Building Design, ed. Mc Graw-Hill, New York.
- WILSON, E. (2000), Strategies for local and regional government, in Integrating Environment + Economy, Routledge, New York.

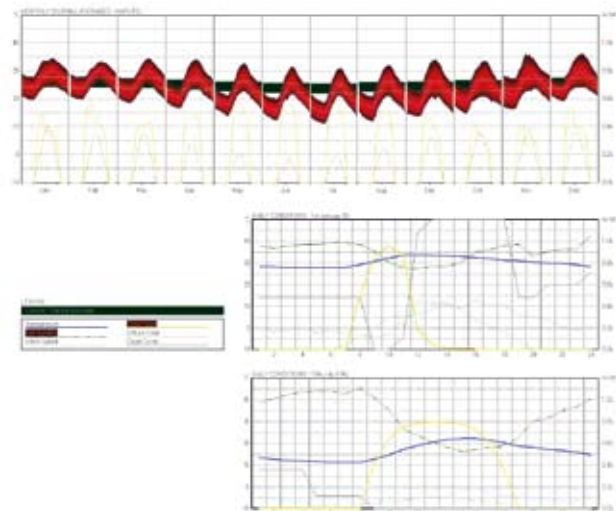
{ Anexos }



{ FIG. A1.3 } Diagramas dos ventos dominantes em Maputo, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.4 } Diagrama do regime anual de ventos em Maputo, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



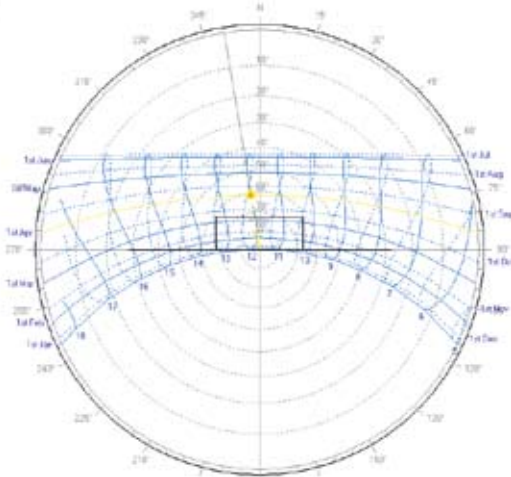
{ FIG. A1.5 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Maputo. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (1 de Janeiro), e para um dia frio (15 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 65% (época seca) e 71% (época quente e húmida). Valores estimados, obtidos através do software METEONORM.



A1.2 Inhambane

Stereographic Diagram

Location: Inhambane -
 Lon: 33° 00' E
 Lat: 18° 42' S
 Proj: Mercator

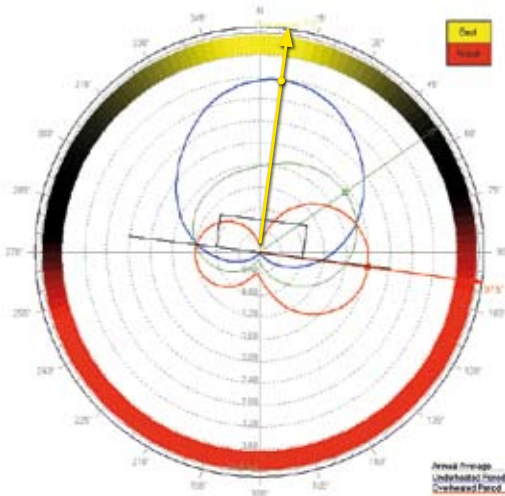


Created with: Sky-Calendar

{ FIG. A1.6 } Diagrama estereográfico para a cidade de Inhambane, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

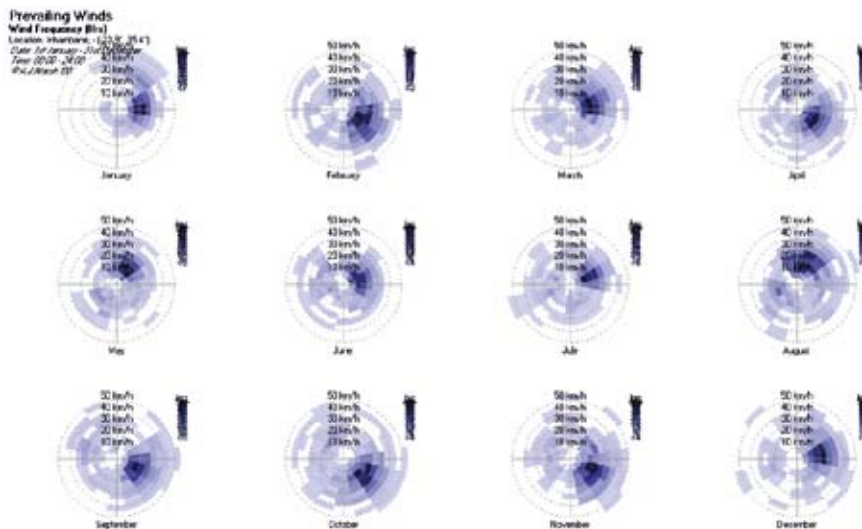
Optimum Orientation

Location: Inhambane -
 Orientation: 0° (Facing North)
 Unshaded Panel: 0.0
 Shaded Panel: 0.0
 Compression: 7.0
 Proj: Mercator



Created with: Sky-Calendar

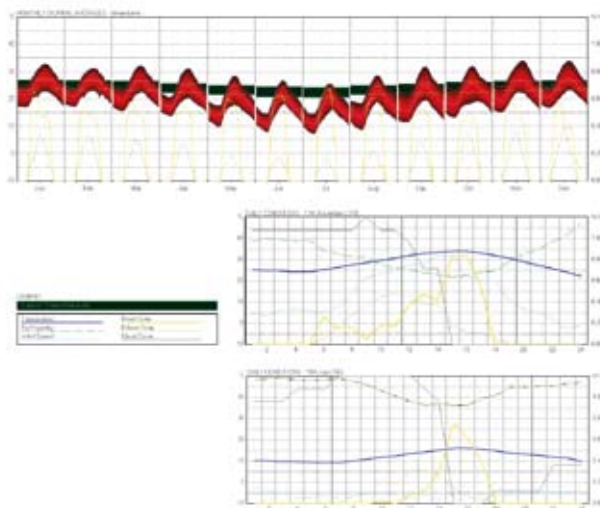
{ FIG. A1.7 } Orientação solar otimizada para a cidade de Inhambane (7° 05' N).



{ FIG. A1.8 } Diagramas dos ventos dominantes em Inhambane, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.9 } Diagrama do regime anual de ventos em Inhambane, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



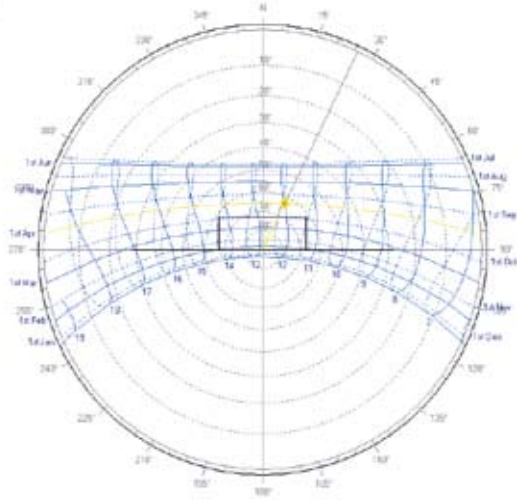
{ FIG. A1.10 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Inhambane. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (11 de Novembro), e para um dia frio (15 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 66% (época seca) e 70% (época quente e húmida).



A1.3 Beira

Stereographic Diagram

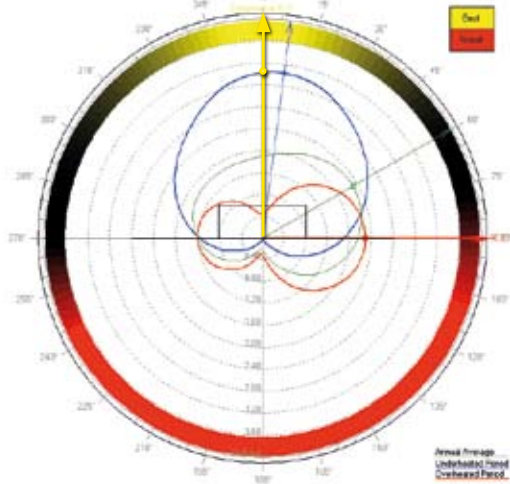
Location: Beira
 Jan Position: 9.1° 32.2°
 Altitude: 28.7° 104.48°
 Plot Month: 01



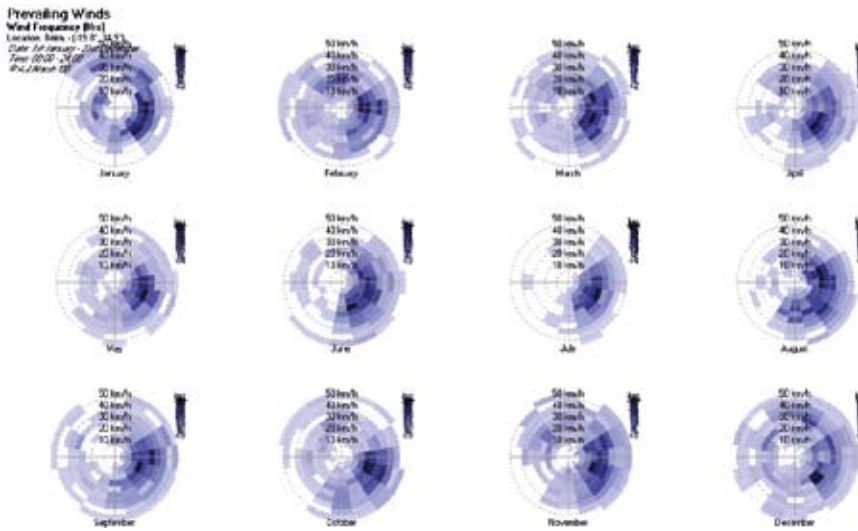
{ FIG. A1.11 } Diagrama estereográfico para a cidade da Beira, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

Optimum Orientation

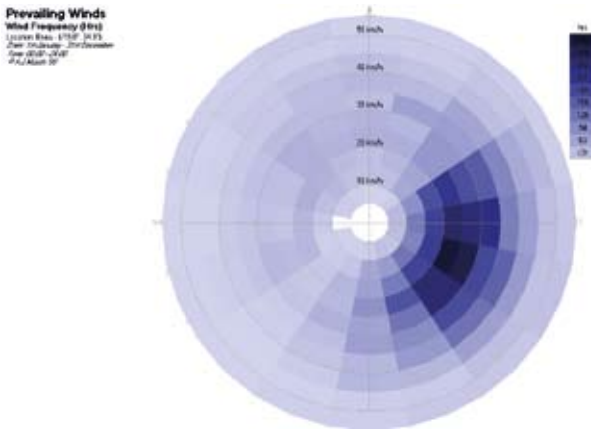
Location: Beira
 Orientation: Based on average solar incident radiation on a vertical surface
 Unshaded Area: 3.07
 Orientation: 2.00
 Orientation: 2.00
 Orientation: 2.00
 Plot Month: 01



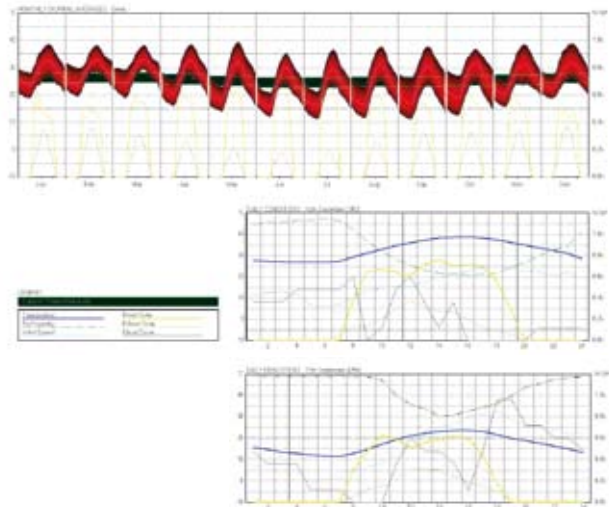
{ FIG. A1.12 } Orientação solar otimizada para a cidade da Beira (0.0° N).



{ FIG. A1.13 } Diagramas dos ventos dominantes na Beira, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.14 } Diagrama do regime anual de ventos na Beira, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



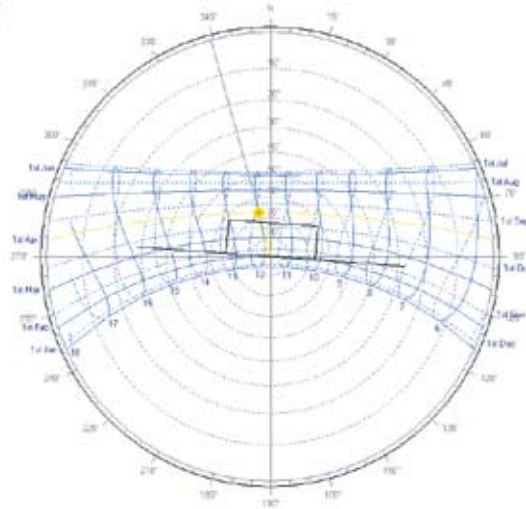
{ FIG. A1.15 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para a cidade da Beira. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (18 de Dezembro), e para um dia frio (11 de Setembro). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 69% (época seca) e 74% (época quente e húmida).



A1.4 Quelimane

Stereographic Diagram

Location: Quelimane
 Lon: 17° 55' 00" S
 Lat: 38° 52' 00" E
 Proj: North 80

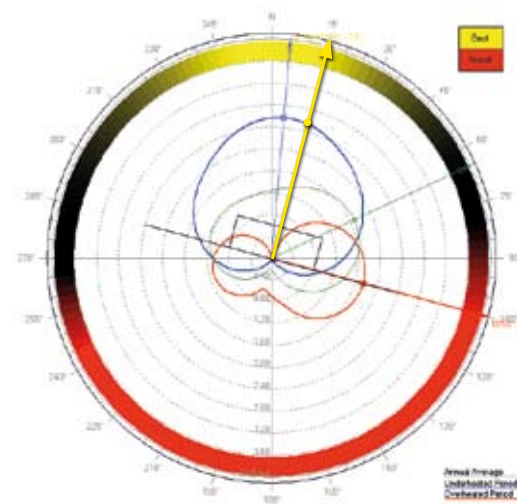


Created with: AutoCAD

{ FIG. A1.16 } Diagrama estereográfico para a cidade de Quelimane, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

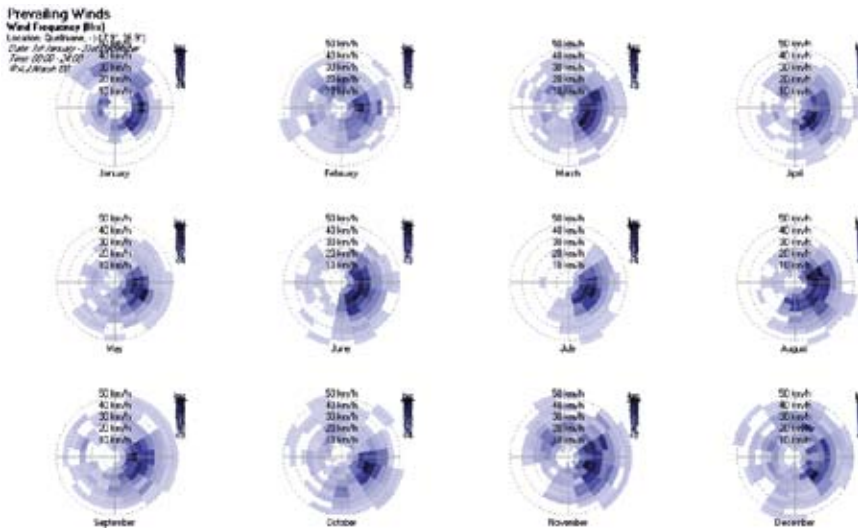
Optimum Orientation

Location: Quelimane
 Orientation based on average daily incident radiation on a vertical surface
 Unshaded: 2000 h
 Diffuse: 2000 h
 Clear: 2000 h
 Projection: 85°

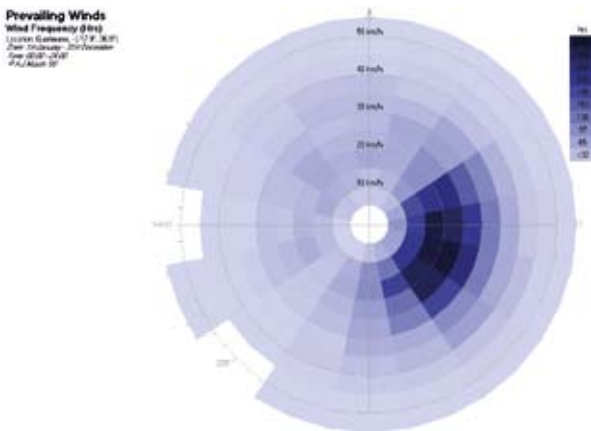


Created with: AutoCAD

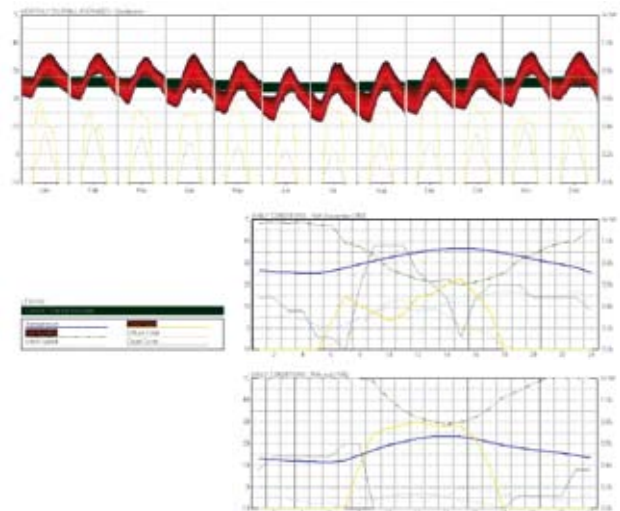
{ FIG. A1.17 } Orientação solar otimizada para a cidade de Quelimane (15° N).



{ FIG. A1.18 } Diagramas dos ventos dominantes em Quelimane, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.19 } Diagrama do regime anual de ventos em Quelimane, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



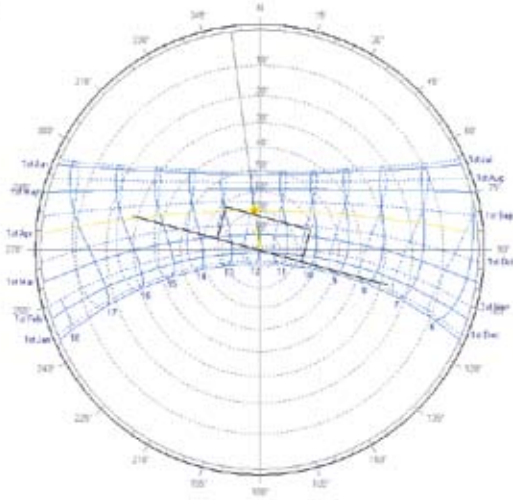
{ FIG. A1.20 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Quelimane. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (16 de Dezembro), e para um dia frio (15 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 63% (época seca) e 75% (época quente e húmida).



A1.5 Tete

Stereographic Diagram

Location: Tete
 Sun Position: 2°S, 29E
 Altitude: 1278, 1625, 1714
 Plot Month: 00

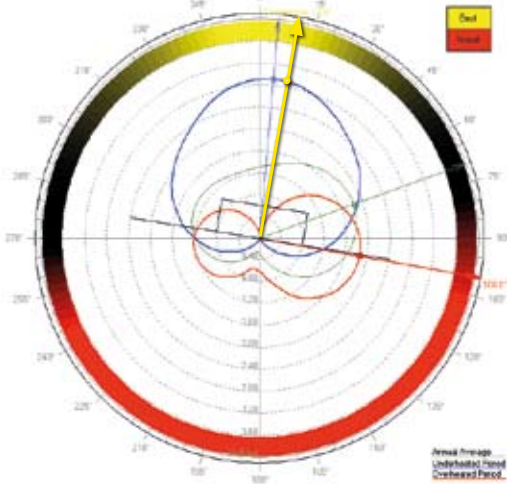


Orientation: Azim-Solar

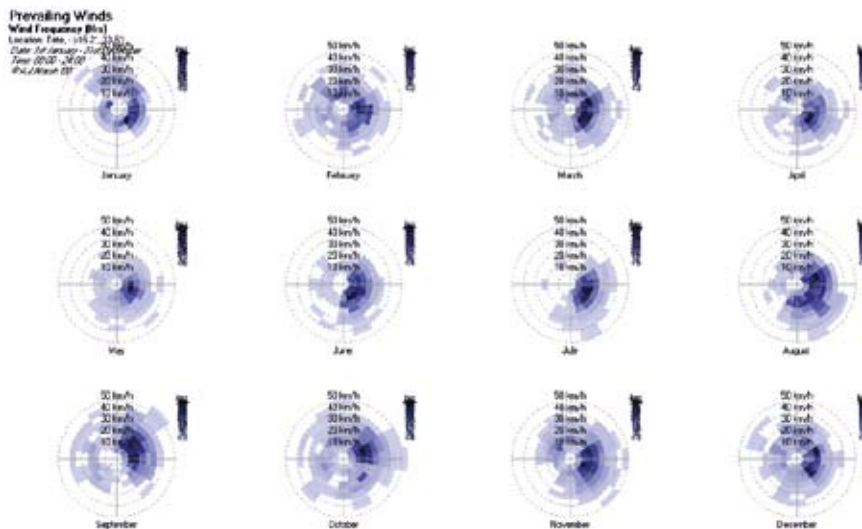
{ FIG. A1.21 } Diagrama estereográfico para a cidade de Tete, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

Optimum Orientation

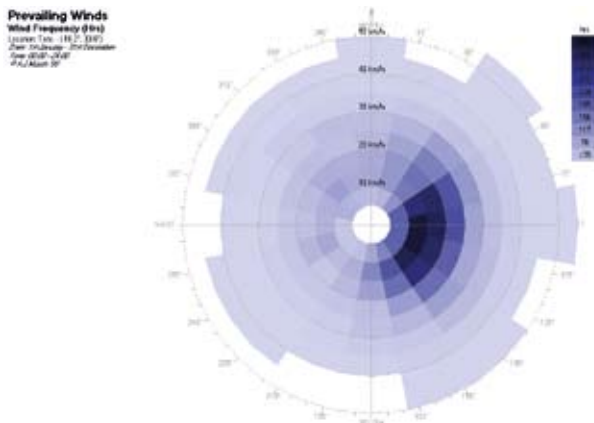
Location: Tete
 Orientation: Best for average solar incident radiation on a vertical surface
 Unshaded Area: 0.0
 Orientation: 100.0°
 Orientation: 0.0°
 Plot Month: 00



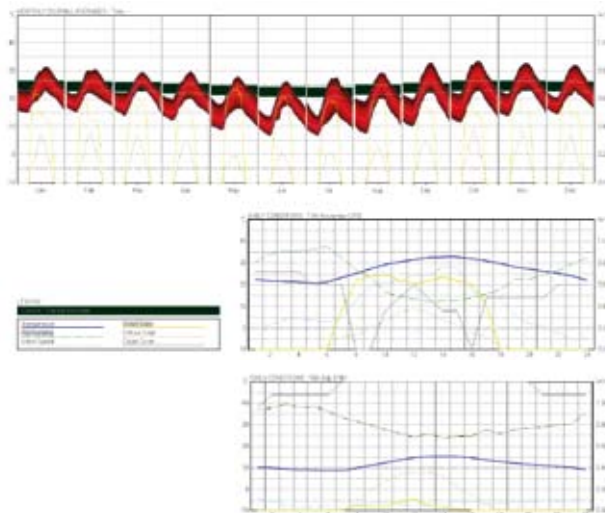
{ FIG. A1.22 } Orientação solar otimizada para a cidade de Tete (10.0° N).



{ FIG. A1.23 } Diagramas dos ventos dominantes em Tete, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.24 } Diagrama do regime anual de ventos em Tete, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



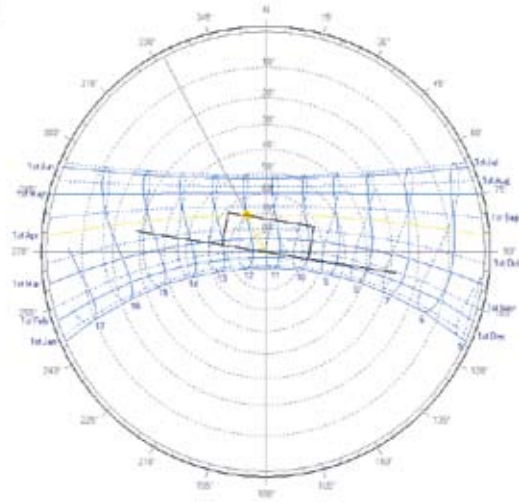
{ FIG. A1.25 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Tete. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar direta (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (11 de Novembro), e para um dia frio (15 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 42% (época seca) e 67% (época quente e húmida).



A1.6 Lumbo

Stereographic Diagram

Location: Lumbo
 Jan Position: 17°5' 00" N
 48°0' 00" E
 Proj: North 80

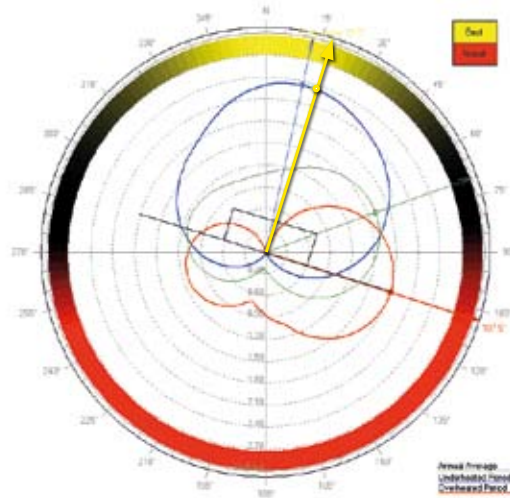


Created with: AutoCAD

{ FIG. A1.26 } Diagrama estereográfico para a cidade de Lumbo, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

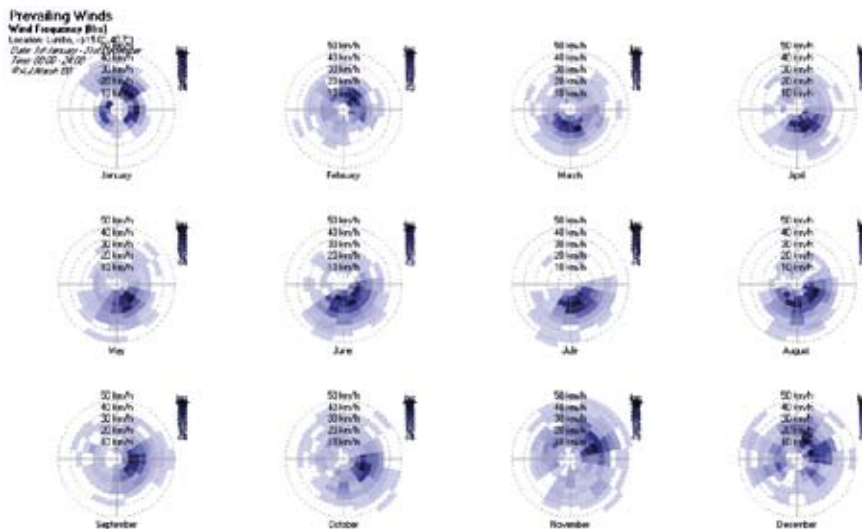
Optimum Orientation

Location: Lumbo
 Orientation based on average solar incident radiation on a vertical surface
 Inclination: 30°
 Orientation: 30°
 Projection: 80°
 Proj: North 80

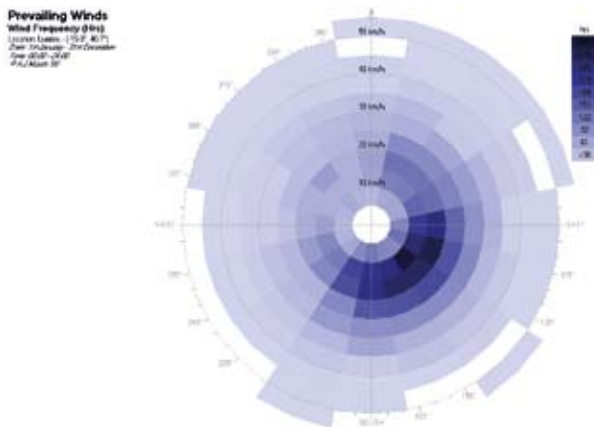


Area: Average
 Underneath: 1000
 Outward: 1000

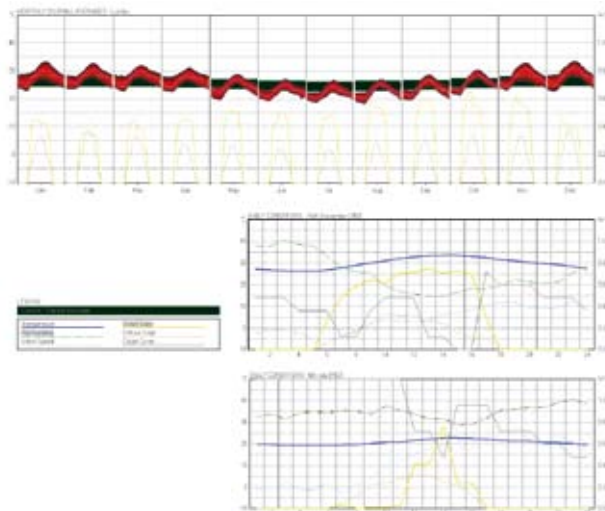
{ FIG. A1.27 } Orientação solar otimizada para a cidade de Lumbo (17°5' N).



{ FIG. A1.28 } Diagramas dos ventos dominantes em Lumbo, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.29 } Diagrama do regime anual de ventos em Lumbo, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



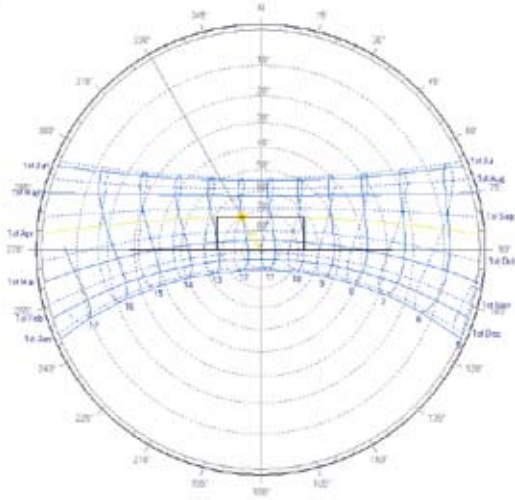
{ FIG. A1.30 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Lumbo. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar direta (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (16 de Dezembro), e para um dia frio (6 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 65% (época seca) e 75% (época quente e húmida).



A1.7 Pemba

Stereographic Diagram

Location: Pemba
 Jan-Position: 39° 23' N
 Altitude: 191' 10.22' ASL
 Plot: March 20

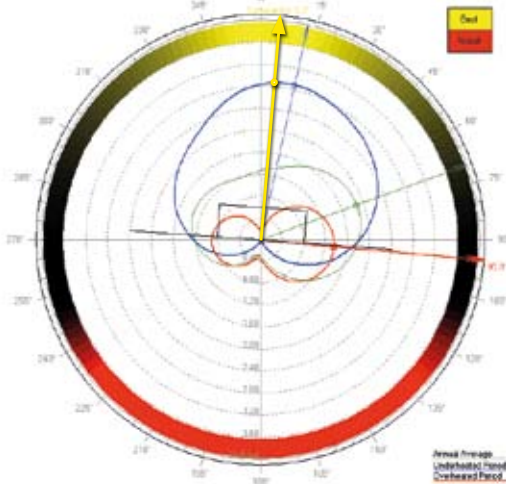


Orientation: As-Planned

{ FIG. A1.31 } Diagrama estereográfico para a cidade de Pemba, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

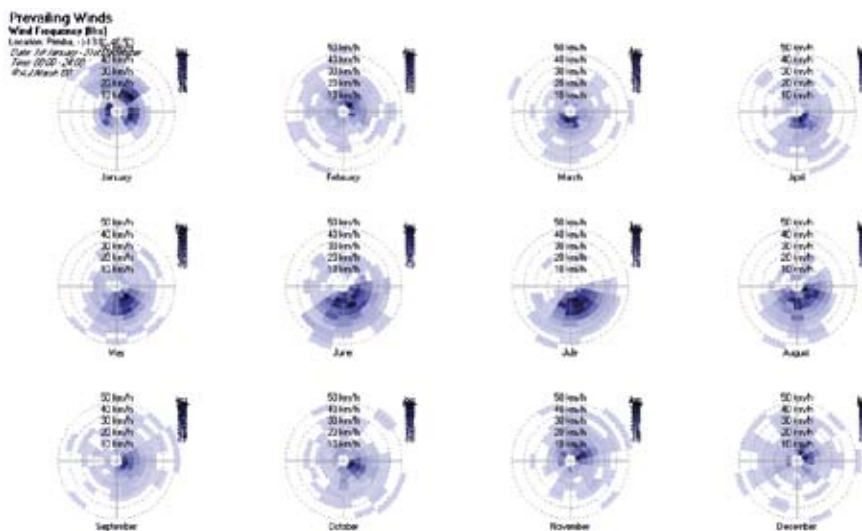
Optimum Orientation

Location: Pemba -
 Orientation: Best for average solar radiation
 available on a vertical surface
 Underestimated: 3.00 m
 Overestimated: 2.00 m
 Orientation: 5° N
 Plot: March 20

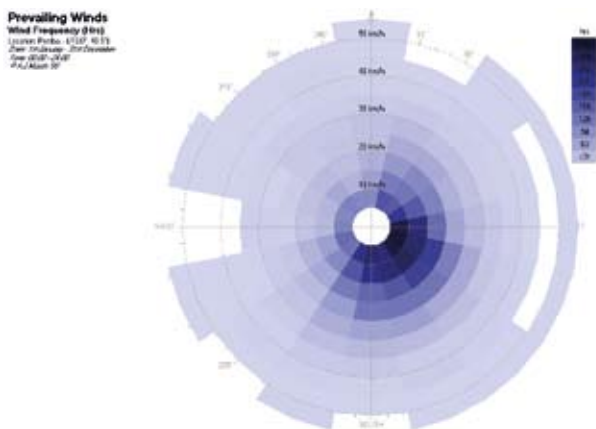


Orientation: As-Planned

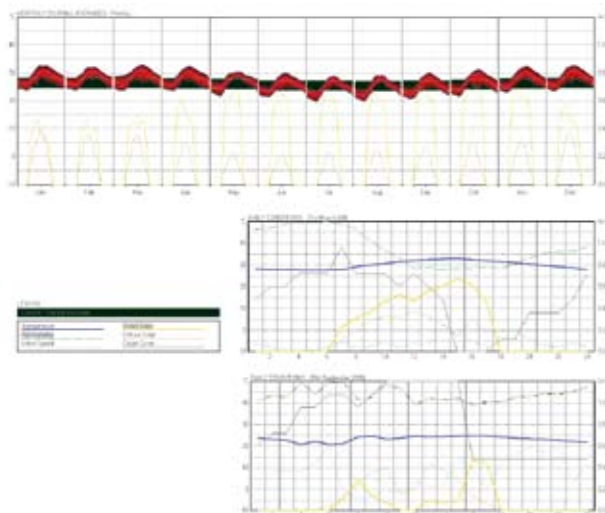
{ FIG. A1.32 } Orientação solar otimizada para a cidade de Pemba (5° N).



{ FIG. A1.33 } Diagramas dos ventos dominantes em Pemba, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.34 } Diagrama do regime anual de ventos em Pemba, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



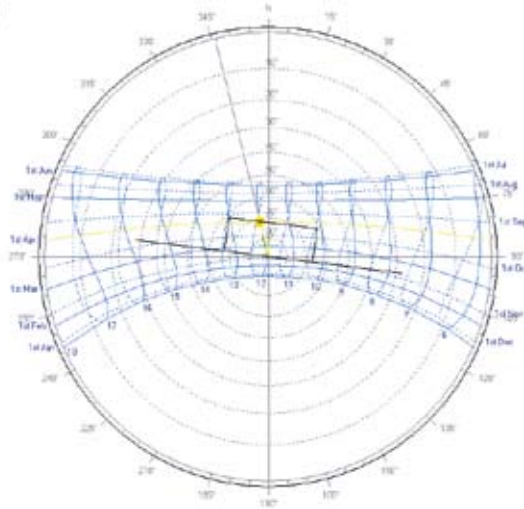
{ FIG. A1.35 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Pemba. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (31 de Março), e para um dia frio (26 de Setembro). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 66% (época seca) e 79% (época quente e húmida).



A1.8 Lichinga

Stereographic Diagram

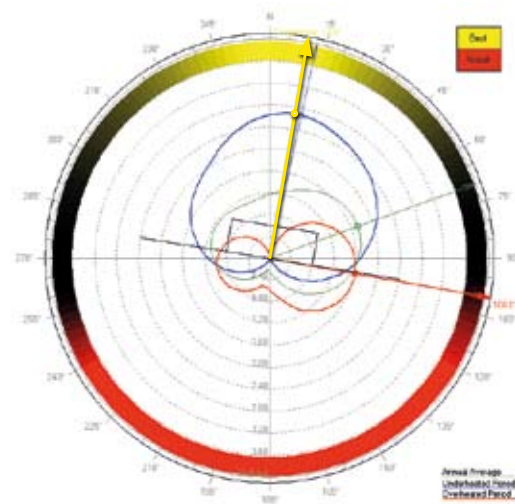
Location: Lichinga -
 Jan/July: 22°N, 20°E
 Alt: 1521, 1524, 1522
 Proj: NAD 83



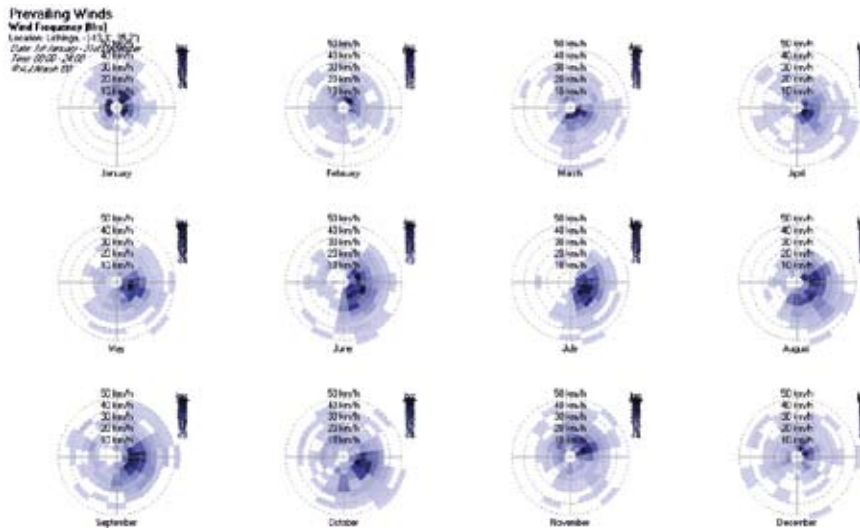
{ FIG. A1.36 } Diagrama estereográfico para a cidade de Lichinga, mostrando o percurso solar nos vários períodos do ano.

Optimum Orientation

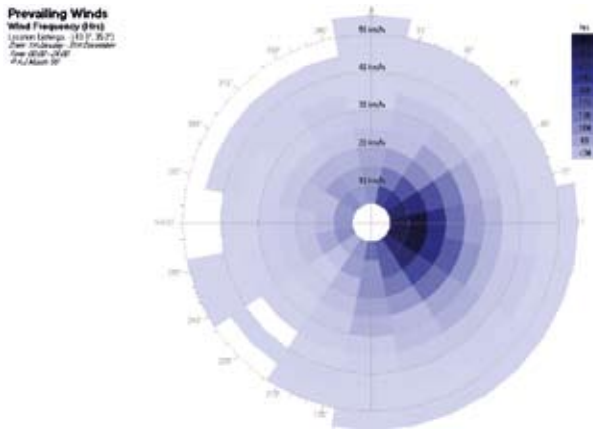
Location: Lichinga -
 Orientation: sun angle of 10.0°
 radius on a vertical surface
 Unshaded Area: 322.9
 Diameter: 2.16 m
 Compass: 10.0°
 Proj: NAD 83



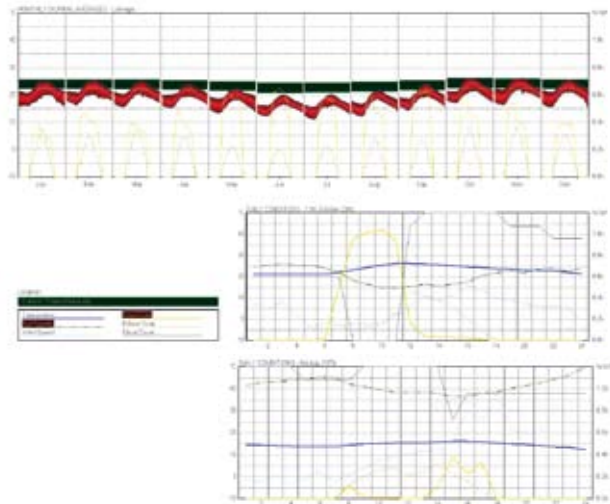
{ FIG. A1.37 } Orientação solar otimizada para a cidade de Lichinga (10.0° N).



{ FIG. A1.38 } Diagramas dos ventos dominantes em Lichinga, nos diferentes meses do ano.



{ FIG. A1.39 } Diagrama do regime anual de ventos em Lichinga, mostrando a frequência dos ventos dominantes.



{ FIG. A1.40 } Em cima: gráfico com o perfil anual de valores médios de temperatura para Lichinga. Em baixo: valores de temperatura do ar (azul), humidade relativa (tracejado verde), velocidade do vento (tracejado azul claro), radiação solar directa (amarelo) e difusa (tracejado), para um dia quente (11 de Outubro), e para um dia frio (6 de Julho). Os valores médios anuais de humidade relativa (RH%) situam-se entre os 45% (época seca) e 80% (época quente e húmida).



A2 Desempenho Ambiental: Ferramentas de análise

Existem hoje diversos programas de *software* para análise do desempenho energético e de conforto em edifícios, que são importantes ferramentas de apoio ao projecto de arquitectura. Estes programas permitem dimensionar e quantificar níveis de conforto interior e consumos de energia do edifício, informando também sobre quais as melhores estratégias de projecto a implementar em relação, por exemplo, à orientação do edifício, sombreamento, dimensão de áreas de envidraçado, materiais de construção, ou regimes de ventilação. Para além do apoio ao projecto arquitectónico, que deve integrar as estratégias bioclimáticas desde a sua concepção inicial (em termos de nova construção e também de reabilitação), estas ferramentas poderão ser úteis na decisão sobre normas e recomendações a determinar ao nível da construção no País.

Entre vários softwares disponíveis, como o Energy Plus, o DOE ou o Ecotect, a escolha para a realização das simulações a apresentar neste manual recaiu sobre o Ecotect, por ser o programa mais adequado para Arquitectos, oferecendo uma utilização mais simplificada e uma interface visual apelativa. Apesar de não ter a robustez e precisão de cálculo dos outros programas referidos, mais vocacionados para áreas de Engenharia, permite identificar as soluções de projecto que mais influenciam o futuro desempenho energético e de

conforto do edifício. Paralelamente, foram também realizadas as mesmas simulações com o *software* Energy Plus, sendo os resultados obtidos semelhantes aos produzidos pelo Ecotect.

Descrevem-se os resultados das simulações realizadas utilizando o *software* Ecotect para um pequeno caso de estudo, um modelo de edifício de habitação unifamiliar para a cidade de Maputo; mostrando uma sequência de análises para optimização do desempenho energético e de conforto. Estas simulações devem ser consideradas a título indicativo, como demonstração sucinta das capacidades do programa. Os resultados identificam as principais medidas passivas a implementar, e a sua importância relativa – informando desta forma o processo de projecto de Arquitectura. No âmbito de trabalhos de investigação, em que é requerido um maior nível de precisão de resultados, será necessário desenvolver um estudo mais aprofundado, incluindo, por exemplo, monitorizações *in situ*, envolvendo medições e questionários numa amostra significativa de edifícios e utilizadores.

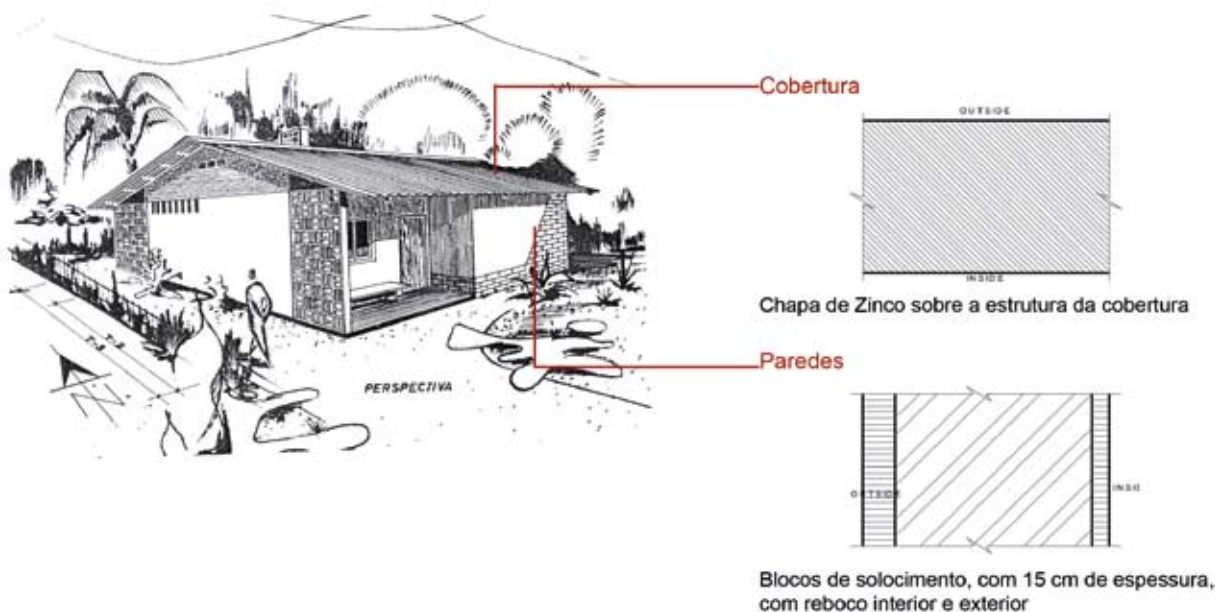
Análise de um edifício de Habitação Económica Unifamiliar

O projecto de um edifício de habitação económica unifamiliar de um piso, foi introduzido no Ecotect e desenvolvido de forma expedita e simplificada, como seria numa situação corrente num gabinete de Arquitectura. Já de acordo com a orientação óptima dada pelo mesmo programa, foram inseridos os dados de

elementos construtivos e arquitectónicos, como o tipo de materiais de construção a utilizar, nível de isolamento, área de envidraçado ou sombreamentos. A planta dos pisos foi desde o início concebida por forma a maximizar a área passiva. É de seguida ilustrado este processo de análise – desde a solução inicial à solução optimizada – sendo apresentados os resultados das etapas mais significativas.

Na situação inicial, os materiais considerados foram, para as paredes, blocos de solocimento, com

15cm de espessura, rebocadas pelo exterior e interior, e para a cobertura, chapa metálica sem isolamento. A área de envidraçado é de 20% a Norte e Sul, e de cerca de 10% a Nascente, sendo o valor das aberturas a Poente negligenciável. Com estas características, foram realizadas análises referentes à projecção solar de Verão e Inverno, à iluminação natural, à temperatura radiante, e aos consumos energéticos que seriam necessários se o edifício tivesse um sistema de climatização.

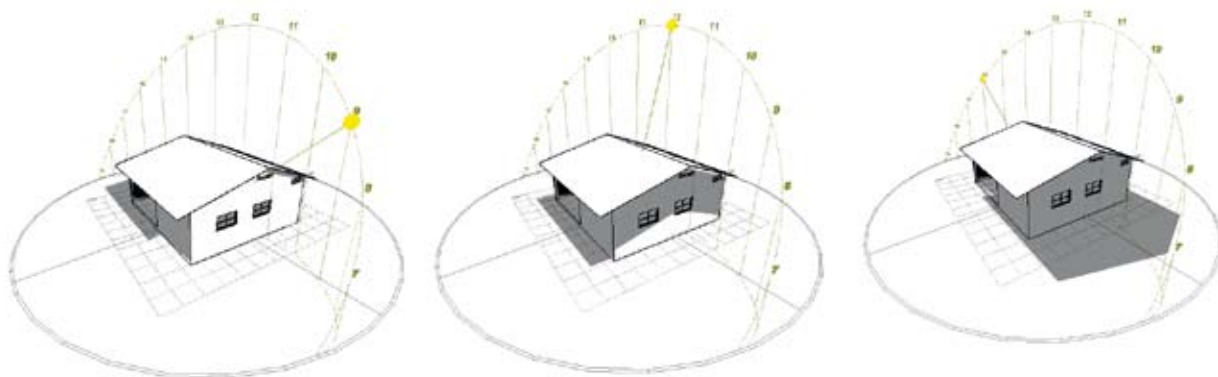


{ FIG. A2.1 } Modelo de um edifício de habitação económica unifamiliar de um piso – materiais de construção.

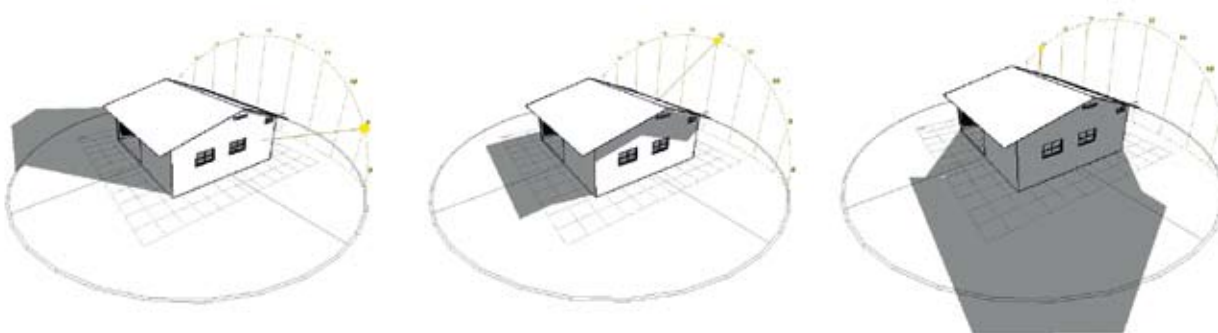


Para esta primeira situação, foi obtido um valor total anual de 130 kWh/m² de consumo energético para climatização, essencialmente para arrefecimento. Na Europa Central, uma família comum consome aproximadamente 70 kWh/m²/ano, enquanto que um domicílio com um desempenho energético optimizado não ultrapassa os 40 kWh/m²/ano.

Assim, de modo a melhorar o desempenho energético e de conforto do edifício, foram de seguida testadas novas alterações ao projecto do edifício. Estas mudanças foram muito simples e consistiram na alteração dos materiais de construção das paredes e da cobertura, no redimensionamento da área de envidraçados e elementos de sombreamento. Para cada alternativa foram calculados os respectivos consumos energéticos.



{ FIG. A2.2 } Percurso solar de verão, dia 11 de Novembro, às 9.00h (esquerda), 12.00h (centro) e 16.00 h.(direita).

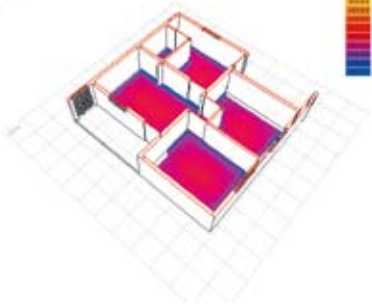
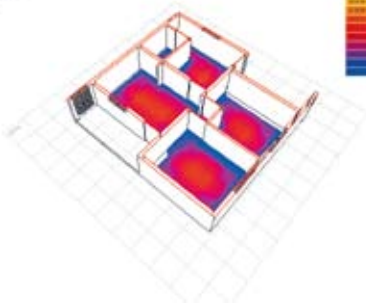
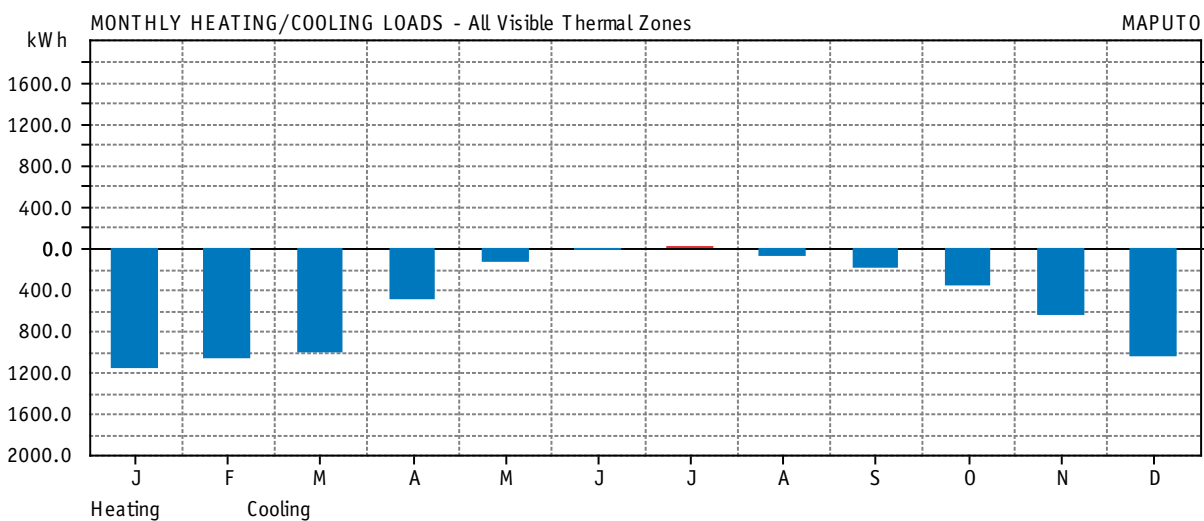
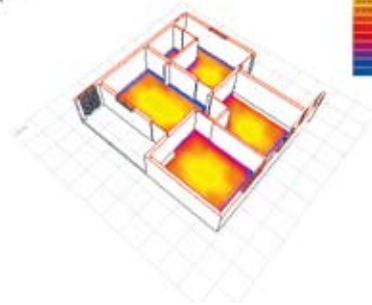


{ FIG. A2.3 } Percurso solar de inverno, dia 15 de Julho, às 9.00h (esquerda), 12.00h (centro) e 16.00 h.(direita).

Daylight Analysis
 Daylight Factor
 15/07/2017 10:00:00


{ FIG. A2.4 } (à esquerda) Análises de Iluminação Natural: situação inicial. Factor luz e iluminâncias para um dia frio (15 de Julho). Os valores do Factor Luz do Dia encontram-se, em média, entre 2 e 4%, correspondendo a uma variação entre 150 e 800 Lux. Os valores são aceitáveis, dentro dos limites recomendados, e a distribuição de luz no espaço é relativamente uniforme.

{ FIG. A2.5 } (em baixo) Análise do desempenho térmico: situação inicial. Temperatura radiante para um dia quente, 11 de Novembro (esquerda), um dia intermédio, 1 de Outubro (centro), e um dia frio, 15 de Julho (direita). No dia frio as temperaturas variam, em média, entre os 18° e os 22°C, mantendo-se bem dentro dos limites de conforto. A mesma situação ocorre no caso do dia intermédio, representativo das situações ocorrentes em grande parte do ano: a temperatura varia, em média, entre os 20° e os 25°C. Contudo, no dia quente, as temperaturas são mais elevadas, atingindo valores acima de 28°C, podendo indicar desconforto por sobreaquecimento.

 Thermal Comfort
 Mean Radiant Temp
 11/11/2017 10:00:00

 Thermal Comfort
 Mean Radiant Temp
 01/10/2017 10:00:00

 Thermal Comfort
 Mean Radiant Temp
 15/07/2017 10:00:00


{ FIG. A2.6 } Consumo energético estimado para climatização. Observa-se que o consumo se deve quase exclusivamente ao arrefecimento, não havendo praticamente necessidade de aquecimento (a não ser uma muito pequena margem em Julho). Nesta simulação consideraram-se limites de conforto entre 18°C e 26°C, i.e. o sistema de climatização entra em funcionamento quando o limite de 26°C é atingido. O valor do consumo anual é de 130 kWh/m².



COBERTURA						
PAREDE	Espessura (cms)		Chapa de zinco sem isolamento	Chapa de zinco com isolamento (poliuretano extrudido)	Telha Cerâmica	Telha Cerâmica com isolamento (poliuretano extrudido)
	Solocimento	15	Solução Inicial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Solocimento	30	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7
	Tijolo furado, pano simples	15	Alternativa 8	Alternativa 9	Alternativa 10	Alternativa 11
	Tijolo furado, pano duplo, com caixa de ar	30	Alternativa 12	Alternativa 13	Alternativa 14	Alternativa 15
	Tijolo furado, pano duplo, com caixa de ar e isolamento	30	Alternativa 16	Alternativa 17	Alternativa 18	Alternativa 19
	Bloco de Cimento	23	Alternativa 20	Alternativa 21	Alternativa 22	Alternativa 23
	Bloco de Cimento com isolamento	25	Alternativa 24	Alternativa 25	Alternativa 26	Alternativa 27

{ **QUADRO A2.1** } Matriz das diversas soluções construtivas consideradas na análise (em cima) e respectivos consumos para arrefecimento.

Envidraçado/ Sombreamento	Sombreamento igual	Extensão da Cobertura	Extensão + Palas Horizontais
Modelo sem Alterações	127,95	126,94	126,22
30% Envidraçado	133,58	132,79	131,75
60% Envidraçado	140,86	139,45	138,50

{ **QUADRO A2.2** } Consumos energéticos resultantes das alterações.

Os valores do consumo energético anual para climatização correspondentes às várias alternativas apresentadas no { **QUADRO A2.1** } variam entre os 167,29 e os 127,95 kWh/m², sendo a alternativa 7 a que corresponde a um menor valor anual de consumo (127,95 kWh/m²). Seguidamente foram analisadas alternativas considerando um aumento da área de envidraçados (para 30% e 60%), e a inclusão de sombreamento { **FIGURA 2.7** }.

Verifica-se que a solução original, com menor área de envidraçado, corresponde a menores valo-

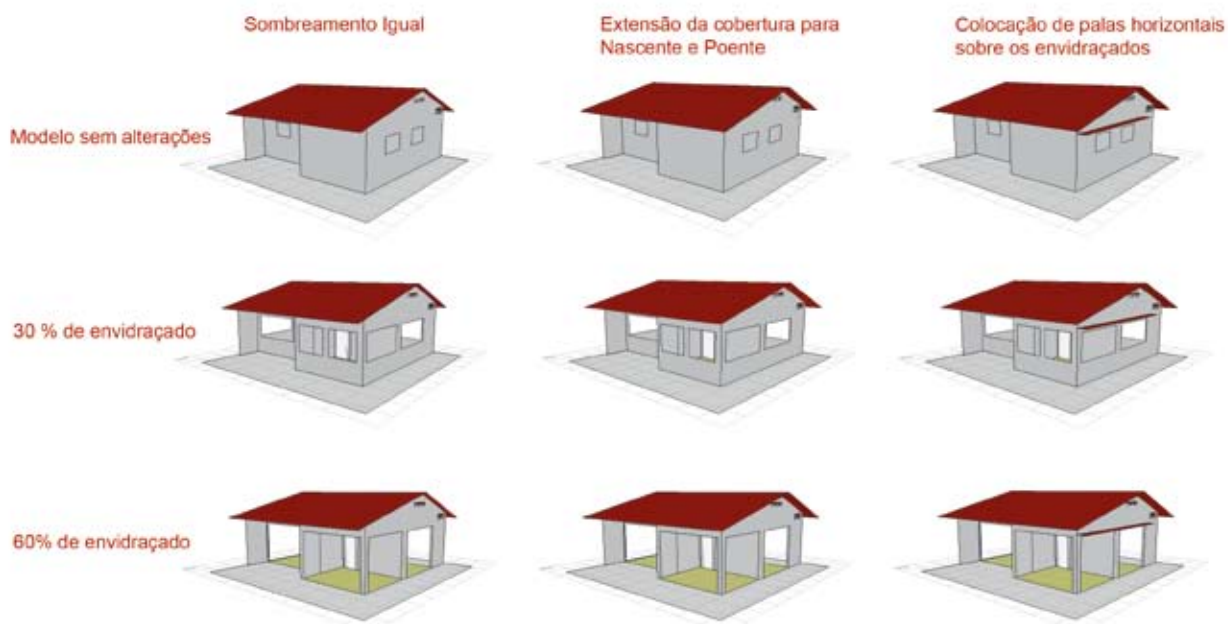
res de consumo, e que o sombreamento contribui para uma redução dos valores – correspondendo a melhor alternativa a um valor anual de 126,22 kWh/m², para a solução inicial com sombreamento.

Por fim, com base no modelo adaptativo de conforto (cf. 3.12), foi considerada uma ampliação da zona de conforto entre os valores entre 18°C e 28°C, em sintonia com o contexto climático local, substituindo a zona convencional usada (por defeito) nas simulações anteriores (entre 18°C e 26°C). O resultado obtido foi de 91,26 kWh/m², correspondendo a uma redução de 30% no consumo anual de climatização comparativamente à solução inicial.

A presente análise serve para demonstrar que se se tivesse optado pela utilização de um sistema mecânico convencional de ar condicionado teria, mesmo assim, sido possível uma redução substancial dos consumos anuais através da utilização de algumas estratégias

passivas. Neste cenário seriam obtidas reduções ainda bem mais substanciais se se utilizasse, por exemplo, um sistema de modo misto, i.e. o edifício funciona em regime de ventilação natural (diurna/nocturna), complementado pelo uso de ventoinhas (baixo consumo) – recorrendo ao uso de ar condicionado apenas onde e quando estritamente necessário.

Contudo, é importante relembrar que, como referido na secção 3.12, para os diversos contextos climáticos existentes em Moçambique, em teoria, se correctamente aplicadas, o uso de estratégias bioclimáticas pode gerar ambientes confortáveis durante quase todo o ano, dispensando o uso de aparelhos de ar condicionado.



{ FIG. A2.7 } Variação de percentagem de envidraçados e sombreamento, para a solução construtiva com paredes em solocimento e cobertura em telha cerâmica.



A3 O sistema LiderA

SISTEMA VOLUNTÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS AMBIENTES CONSTRUÍDOS

A3.1 Enquadramento: a importância de utilizar sistemas integrados para a procura da sustentabilidade no projecto e construção

As actividades humanas, de que é um exemplo a construção, têm acompanhado o crescimento populacional. De acordo com a UNEP e a UNDP a população mundial atingiu os 6.464 milhões em 2005 (UNEP, 1999; UNDP, 1998) e segundo as mesmas fontes, a economia mundial quintuplicou o seu tamanho, nomeadamente por via do aumento do nível de vida individual das populações, da maior capacidade de mobilizar recursos e do conseqüente impacte ambiental.

A construção é um vasto processo/mecanismo para realizar os ambientes construídos e infra-estruturas que suportem o desenvolvimento das sociedades. Esta pode incluir a extracção e beneficiação de matérias-primas, a produção de materiais e componentes, o ciclo do projecto da construção, da viabilidade do projecto, as obras de construção, operação e gestão, até a desconstrução do ambiente construído (CIB, 2002).

Os países africanos de língua oficial Portuguesa têm diferentes condições climáticas, culturais e económicas, apesar de existirem muitos aspectos

em comum entre eles. É possível, tal como definido pela Agenda 21 (CIB, 2002), focarem-se aspectos comuns e reconhecer a diversidade no facto de cada solução dever ser ajustada e apropriada ao contexto local.

Estes países partilham também de barreiras comuns para a implementação da construção sustentável (CIB, 2002), como incertezas ambientais e económicas, por vezes reduzida compreensão e capacidade da área da sustentabilidade da construção, pobreza e subseqüentemente baixo investimento urbano, falta de dados precisos e envolvimento dos vários agentes.

Os desafios envolvem a rápida urbanização, a existência de práticas, infra-estruturas, soluções construtivas e urbanas inadequadas, sendo as oportunidades a procura de habitação, infra-estruturas e zonas urbanas sustentáveis, fomento de desenvolvimento rural, educação, aposta em valores tradicionais ajustados e na inovação para a sustentabilidade.

Em muitos casos, esse aumento quantitativa-mente significativo das construções não se reflectiu num aumento das preocupações ambientais, nem na procura de eficiência em termos dos consumos energéticos e de materiais, colocando assim na agenda a necessidade de uma abordagem mais activa da dimensão ambiental na procura sustentabilidade.

Nesta lógica e associado à perspectiva de desenvolvimento sustentável e da sua aplicação às construções, promove-se a procura de soluções ar-

quitectónicas de bom desempenho bioclimático, devendo, nesse aspecto estrutural, alargar as questões da sustentabilidade a serem consideradas nos ambientes construídos.

A sustentabilidade da construção significa que os princípios do desenvolvimento sustentável são aplicados de forma compreensível ao ciclo da construção. Este processo global (holístico) deseja restaurar e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos, enquanto se criam aglomerados urbanos que afirmam a dignidade humana e encorajam a equidade económica (CIB, 2002).

A Construção Sustentável é, ainda hoje, um conceito novo para a Indústria da Construção, dispondo de múltiplas perspectivas, o que desafia o aparecimento de instrumentos que permitam avaliar a procura da sustentabilidade.

As formas práticas de avaliar e reconhecer a construção sustentável são cada vez mais uma realidade nos diferentes países, destacando-se as que fomentam a construção sustentável através de sistemas voluntários de mercado (CIB, 1999; Silva, 2004) e as que permitem avaliar desde logo o desempenho ambiental dos edifícios.

A nível internacional, existem já vários sistemas (Portugal, Reino Unido, Estados Unidos da América, Austrália, Canadá, França, Japão, entre outros), para reconhecer a construção sustentável. Entre essas abordagens destaca-se o sistema de apoio e avaliação da construção sustentável para Portugal e para os Países de Língua Oficial

Portuguesa, denominado de LiderA (www.lidera.info), isto é liderar pelo ambiente, que seguidamente se apresenta.

A3.2 LiderA como instrumento para avaliar o caminho para a Sustentabilidade nos Países de Língua Oficial Portuguesa

O sistema LiderA

O sistema LiderA (Pinheiro, 2004) tem como objectivo liderar a procura de boas soluções ambientais e de sustentabilidade nas diferentes fases, desde o plano ao projecto e à obra, manutenção, gestão, reabilitação, até à fase final de demolição.

Para esse objectivo considera-se relevante que os planos, projectos, actividades construtivas, edifícios, infra-estruturas e ambientes construídos olhem a sustentabilidade de uma forma integrada, abrangendo várias vertentes, já que basta uma delas não estar assegurada para que a sustentabilidade efectiva seja difícil de atingir.

No LiderA a procura da sustentabilidade engloba a integração local, o consumo de recursos (como por exemplo a energia, a água, os materiais e a produção alimentar), as cargas ambientais, o conforto ambiental, a vivência socioeconómica e o uso sustentável.

Para cada uma destas seis vertentes, são consideradas áreas (no total vinte e duas, ver { FIGURA A3.1 }). Em cada uma área são definidos critérios (que na versão de aplicação aos Países de Língua Oficial Portuguesa considera vinte e dois critérios).



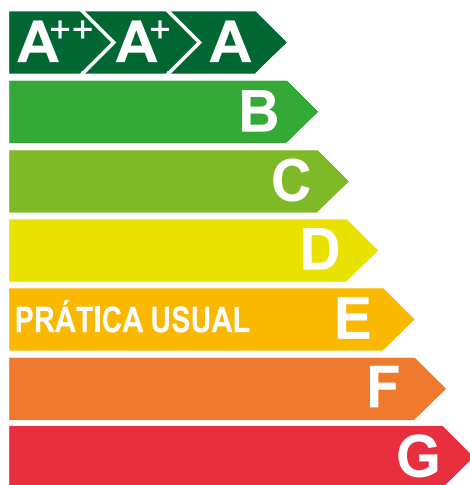
{ FIG. A3.1 } Vertentes e áreas (subdivisão das vertentes) consideradas pelo Sistema LiderA para a procura da sustentabilidade.

A procura da sustentabilidade (nas vertentes, áreas e critérios) pode ser classificada em níveis maiores ou menores do desempenho nesse caminho para a sustentabilidade, nomeadamente das classes de menor desempenho G, E até às classes

de maior desempenho A, A+ e A++, que revelam uma maior sustentabilidade.

Esta escala é definida tendo em consideração a prática usual não sustentável, que é classificada como classe E, até uma boa prática que assuma necessidades de consumos ou reduções da ordem de 2 vezes (classe A), da ordem das 4 vezes (Classe A+) ou da ordem das 10 vezes (Classe A++).

Por exemplo, a utilização de grandes áreas envidraçadas na fachada do edifício origina consumos energéticos e necessidades de arrefecimento muito elevados. Assim, através da área envidraçada (solução adoptada) ou através dos consumos de energia (quilogramas equivalentes de petróleo (kgep) por m² ou kWh/m²) tal é classificada como classe E. A redução da área envidraçada no edificado e a utilização de princípios bioclimáticos (adequada orientação, sombreamento, fomento da ventilação natural,



{ FIG. A3.2 } Níveis de Desempenho Global.

entre outros) permite melhorias energéticas nesse edifício que podem chegar a reduções dos consumos de 2 a 10 vezes (Classes entre A e A++).

Esta classificação pode ser efectuada de forma **qualitativa**, nomeadamente se estão considerados os princípios da sustentabilidade em cada vertente (ver explicação da aplicação desta abordagem no capítulo 4.1) de forma **semi-quantitativa**, através da resposta a um conjunto de questões dentro de cada vertente e abrangendo as diferentes áreas (ver capítulo 4.2) ou através de uma base **quantitativa** com o valor do desempenho definido em cada critério (ver capítulo 4.3).

Esta lógica permite a aplicação do sistema, desde as fases iniciais de planeamento e projecto, até fases de projecto mais detalhadas, culminando na fase de operação do edificado e ambientes construídos. Tal permite avaliar e procurar melhorias, mesmo com níveis de informação reduzidos e ir progredindo até níveis de informação elevados.

Essa lógica assume que o nível de sustentabilidade, por exemplo no consumo de energia, varia de uma habitação para um escritório, ajustando os diferentes níveis de desempenho ao tipo de serviço do ambiente construído e potenciando a procura de soluções ajustadas e eficientes.

Assim, o sistema, ao definir princípios e níveis de desempenho na sustentabilidade, diferencia as soluções a considerar, contribuindo para adoptar soluções e propostas mais eficientes no caminho da sustentabilidade pretendida.

Princípios para a Sustentabilidade

Para o LiderA a procura de sustentabilidade nos ambientes construídos – edifícios, infra-estruturas e outros espaços construídos – baseia-se em procurar bom desempenho em seis vertentes a serem adoptados através dos seguintes princípios:

{ 1 } Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração. Para tal sugere-se que a integração local procure essa dinâmica no que diz respeito às áreas do Solo, dos Ecossistemas Naturais e da Paisagem e Património;

{ 2 } Fomentar a eficiência no uso dos recursos, abrangendo as áreas da Energia, da Água, dos Materiais e da Produção Alimentar;

{ 3 } Reduzir o impacte das cargas ambientais (quer em valor, quer em toxicidade), envolvendo as áreas dos Efluentes (esgotos), das Emissões Atmosféricas (poeiras e gases), dos Resíduos (lixos), do Ruído Exterior e da Poluição térmico-lumínica (efeito de ilha de calor e excesso de luz);

{ 4 } Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental, nas áreas do Conforto Térmico, Iluminação, Qualidade do Ar, e Acústica;

{ 5 } Fomentar a vivência socioeconómicas sustentável, passando pelas áreas do Acesso para Todos, da Diversidade Económica, das Amenidades e Interação Social, da Participação e Controlo, e dos Custos no Ciclo de vida;

{ 6 } Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da Gestão Ambiental e da inovação.



A3.3. Que aspectos considerar

Esses princípios podem ser avaliados e implementados considerando a aplicação nas várias áreas e critérios, que seguidamente se explicam de forma sumária, abrangendo as seis vertentes consideradas.

A3.3.1 Assegurar uma boa Integração Local

Na perspectiva da sustentabilidade, a localização dos empreendimentos, constituindo a fase inicial de desenvolvimento do projecto, assume-se como um dos aspectos chave do mesmo. Efeitos como a ocupação do solo, as alterações ecológicas do território e da paisagem, a pressão sobre as infra-estruturas e as necessidades de transportes, estão associados à escolha do local e condicionam o seu desempenho ambiental.

No geral, a decisão da escolha do local é da responsabilidade do promotor e deve estar associada ao conhecimento das sensibilidades e particularidades ambientais do mesmo. É útil proceder a uma avaliação das perspectivas de sustentabilidade ao nível da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) se for um plano ou um programa, ou ao nível do Estudo de Impacte Ambiental (EIA), no caso de ser um projecto de dimensões significativas, ou ainda ao nível de uma análise ambiental expedita, no caso de empreendimentos de dimensão reduzida.

A escolha do local associa-se ao modelo de desenvolvimento perspectivado, o qual se deve

inter-relacionar com a dinâmica local e regional. O modelo adoptado deve integrar-se na perspectiva de desenvolvimento sustentável, ou seja de acordo com o princípio “pensar globalmente, agir localmente”.

A forma de crescimento sustentável (sua localização e integração) é um aspecto muito questionado. Uma solução pode assentar, por exemplo, nos princípios de um crescimento inteligente (referenciado na literatura anglo-saxónica como *smart growth*) que considera a aplicação de 10 princípios (ICMA e *Smart Grow Network*, 2003a; ICMA e *Smart Grow Network*, 2003b):

- { 1 } Uso misto do solo;
- { 2 } Adoptar as vantagens de projectar edifícios compactos;
- { 3 } Criar uma gama de oportunidades de habitações e de escolhas;
- { 4 } Criar uma vizinhança baseada na distância que se pode percorrer a pé;
- { 5 } Criar aspectos distintivos, ou seja, comunidades atractivas com uma forte noção do local;
- { 6 } Manter os espaços abertos, as zonas cultivadas, a beleza natural e as áreas ambientais críticas;
- { 7 } Focar e desenvolver em direcção às comunidades existentes;
- { 8 } Fornecer variedades de opções de transporte;
- { 9 } Tornar decisões de desenvolvimento previsíveis, justas e efectivas em termos de custos;
- { 10 } Encorajar a comunidade e a colaboração dos vários agentes envolvidos (*stakeholder*) nas decisões de desenvolvimento.

Os aspectos ambientais particulares da localização (por exemplo, a topografia, geologia, geotecnia) devem ser entendidos não como um problema, mas como uma oportunidade de desenvolver essas especificidades locais, devendo ser equacionados.

Para contribuir para a sustentabilidade na vertente da Integração Local, considera-se relevante considerar a dinâmica do solo, valorizar e preservar a ecologia local, assegurar a integração na paisagem e a valorização e preservação do património.

No quadro seguinte { **QUADRO A3.1** } sumarizam-se os principais aspectos considerados na vertente da Integração Local. No quadro apresenta-se uma indicação da importância através da ponderação, ou seja do peso de cada área/critério (w_i); por exemplo o solo tem um peso de 7%. Simultaneamente, deve-se verificar se aplicam requisitos legais (notação de Pre-req, significa que se deve ver se existem pré requisitos legais) e apresenta-se o número do critério, no caso de 1 a 6 (A1 a A3).

É essencial dispor de informação ambiental da zona. Complementarmente e em função das características do local e do empreendimento, pode ser relevante considerar outros aspectos, tais como a condição dos solos.

A3.3.2 Reduzir as necessidades de Recursos

O consumo de recursos, como a energia, a água, os materiais e os recursos alimentares, associa-se a impactes muito significativos do ponto de vista do edificado, sendo este um aspecto fundamental no que se refere à sustentabilidade, nas diferentes fases do ciclo de vida dos empreendimentos.

Os Recursos constituem uma vertente que, numa perspectiva da sustentabilidade, assume um papel fundamental para o equilíbrio do meio ambiente, uma vez que os impactes provocados podem ser muito significativos e podem ocorrer nas diferentes fases do ciclo de vida dos empreendimentos.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Integração local 3 Critérios 14%	Solo	7%	S	Valorização territorial	A1
	Ecosistemas naturais	5%	S	Valorização ecológica	A2
	Paisagem e património	2%	S	Valorização paisagística e patrimonial	A3

{ **QUADRO A3.1** } Integração Local: Áreas e Critérios de base considerados.



A possibilidade de produção alimentar pontualmente para a disponibilização de alimentos, para a ocupação de tempo ligada à natureza e para a redução dos edifícios e das zonas, pode contribuir pontualmente para a disponibilização de alimentos, para a ocupação de tempo ligada à natureza e para a redução da pegada do transporte, é um aspecto a considerar.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Recursos 4 Critérios 32%	Energia	17%	S	Gestão da energia	A4
	Água	8%	S	Gestão da água	A5
	Materiais	5%	S	Gestão dos materiais	A6
	Produção Alimentar	2%	S	Produção local de alimentos	A7

{ QUADRO A3.2 } Recursos: áreas e critérios de base considerados.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Cargas ambientais 5 Critérios 12%	Efluentes	3%	S	Gestão dos efluentes	A8
	Emissões atmosféricas	2%	S	Gestão das emissões atmosféricas	A9
	Resíduos	3%	S	Gestão dos resíduos	A10
	Ruído exterior	3%	S	Gestão do ruído	A11
	Poluição ilumino-térmica	1%	S	Gestão ilumino-térmica	A12

{ QUADRO A3.3 } Cargas Ambientais: áreas e critérios de base considerados.

A3.3.3 Reduzir e valorizar as Cargas Ambientais

As cargas ambientais geradas decorrem das emissões dos efluentes líquidos, das emissões atmosféricas, dos resíduos sólidos e semi-sólidos, do ruído e dos efeitos térmicos (aumento de temperatura) e luminosos.

Os impactes das cargas geradas pelos ambientes construídos e actividades associadas decorrem das emissões de efluentes líquidos, das emissões atmosféricas, dos resíduos sólidos e semi-sólidos produzidos, do ruído e complementarmente da poluição térmico-lumínica. Esta vertente foca-se nos edifícios e nas estruturas construídas, bem como na estreita relação que estes estabelecem com o exterior.

A3.3.4 Assegurar um bom nível de Conforto Ambiental

No que diz respeito aos edifícios e ambientes construídos, alguns dos problemas de conforto associados à má qualidade da construção e acabamentos, à fissuração, ventilação deficiente e a falta de manutenção, são os problemas menos identificados.

Desta forma, verifica-se que mesmo em edifícios com uma qualidade construtiva superior, os problemas são muitos e, em grande parte, dizem respeito ao conforto para os ocupantes. Nesta perspectiva, reforça-se a ideia de que o que se anda a construir não só não obedece aos critérios de eficiência energética, como não proporciona a satisfação dos ocupantes.

À luz dos modos de vida actuais e tendo em conta a consciência mais ponderada sobre as questões ambientais e económicas por parte da sociedade em geral, torna-se essencial que os edifícios e os ambientes exteriores respondam não só às exigências de eficiência energética mas também à satisfação dos utentes, pelo que a intervenção nesta área assume um papel relevante e necessário, que deve ser equacionado. Não há regras rígidas e rápidas ou soluções únicas para criar ambientes que respondam ao conforto e ao bem-estar humanos.

No entanto, devem existir métodos de quantificação que demonstrem a eficácia e a eficiência das soluções adoptadas. Essas soluções devem estar associadas a estratégias específicas que dependam dos ocupantes, das actividades e do programa. Os factores seguintes podem ser úteis na consideração de diferentes escalas e questões, facilitando desta forma a capacidade dos ocupantes modificarem as suas condições de conforto nos espaços interiores e exteriores.

A3.3.5 Contribuir para a Vivência Socioeconómica

A criação de ambientes construídos pode contribuir também, de forma relevante, para uma melhor vivência. A questão da vivência económica está relacionada directamente com a sociedade e abrange vários aspectos sociais e económicos, ao garantir o acesso para todos, a dinâmica económica, as aménidades e a interacção social, a participação e o controlo, e os baixos custos no ciclo de vida.



Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Conforto ambiental 3 Critérios 15%	Qualidade do ar	5%	S	Gestão da qualidade do ar	A13
	Conforto térmico	5%	S	Gestão do conforto térmico	A14
	Iluminação e acústica	5%	S	Gestão de outras condições de conforto	A15

{ **QUADRO A3.4** } Conforto Ambiental: áreas e critérios de base considerados.

A vivência socioeconómica é uma vertente que relaciona directamente a sociedade com o espaço em que esta se situa. Dos vários aspectos sociais e económicos que compõem esta interacção fazem parte:

} no Acesso para Todos – a acessibilidade e a mobilidade, que abrangem o tipo e a facilidade de movimentos e deslocações realizados pela população;

} nas Amenidades e Interação Social – a qualidade e o tipo de amenidades que compõem o espaço, influenciando a qualidade de vida da população e o tipo de interacção social que se fomenta entre a população;

} na Diversidade Económica – a dinâmica económica que, tal como o nome indica, abrange uma maior ou menor variedade de espaços com diferentes tipos de funções e economia;

} na Participação e Controlo – o controlo e a segurança, que garante uma maior ou menor segurança da população e desta com o espaço envolvente, e

as condições de participação nas decisões importantes, que influenciam a sua qualidade de vida;

} nos Custos no Ciclo de Vida – a garantia de baixos encargos durante o ciclo de vida dos ambientes construídos, que estabelecem uma relação mais adequada entre o preço e qualidade.

Pretende-se que estes aspectos sejam abordados de forma a garantir crescentemente uma estrutura e vivência socioeconómica mais versátil e eficiente para a qualidade de vida da população residente e flutuante.

A3.3.6 Contribuir para o Uso sustentável

A gestão e uso sustentável, quer através da informação a fornecer aos agentes envolvidos, quer através da aplicação de sistemas de gestão, pode assegurar a consistência e concretização dos critérios e soluções com reflexos no desempenho ambiental, uma dinâmica de controlo e melhoria

contínua ambiental dos empreendimentos, e a promoção da inovação. Entre os aspectos relevantes estão o nível de informação e a sensibilização dos utentes (através da criação de, por exemplo, um manual), a adopção de um Sistema de Gestão Ambiental e a inovação de práticas, quer nas soluções, quer na integração e na operação.

Um dos elementos que se pretende reforçar e incentivar aquando da aplicação de soluções que

promovam a sustentabilidade é a adopção de medidas inovadoras. A capacidade para apresentar elementos inovadores na projecção, construção, operação e demolição dos edifícios tem de ser enaltecida, já que cada vez mais os projectos têm a necessidade de se tornarem cada vez mais sustentáveis, pelo que os desafios adquirem uma dimensão de desempenho muito superior à que actualmente se regista.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Vivência socioeconómica 5 Critérios 19%	Acesso para todos	5%	S	Contribuir para acessibilidade	A16
	Diversidade económica	4%	S	Contribuir para a dinâmica económica	A17
	Amenidades e interacção social	4%	S	Contribuir para as amenidades	A18
	Participação e controlo	4%	S	Condições de controlo	A19
	Custos no ciclo de vida	2%	S	Contribuir para os baixos custos no ciclo de vida	A20

{ QUADRO A3.5 } Vivência sócio-económica: áreas e critérios de base considerados.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc
Uso sustentável 2 Critérios	Gestão ambiental	6%	S	Promover a utilização e Gestão	A21

{ QUADRO A3.6 } Uso sustentável: áreas e critérios de base considerados.



A3.4 Aplicar o LiderA no desenvolvimento dos Planos, Projectos e Soluções

A3.4.1 Aplicar de forma preliminar

O sistema LiderA, através da sua aplicação nos empreendimentos, permite suportar o desenvolvimento de soluções que procurem a sustentabilidade. Ou porque se encontra numa fase inicial ou porque o nível de informação é reduzido, a abordagem é qualitativa. Pode assim avaliar-se o edifício ou zona existente e procurar soluções, utilizando para o efeito dois conjuntos de questões que abrangem, as primeiras, os seis princípios referidos (vertentes), e as segundas o conjunto de questões quanto à abrangência da aplicação (ver { QUADRO A3.7 }).

Analisar se estão assumidos os princípios de sustentabilidade no caso de análise

Para aplicar os princípios da sustentabilidade sugere-se um processo iterativo de análise, para verificar se estão a ser aplicados os princípios e em caso de não serem que aspectos devem ser incluídos no plano ou projecto para os concretizar.

Ao efectuar a análise identificam-se soluções que podem dar resposta a estes princípios (ver as questões colocadas na segunda coluna e inserir a resposta na quarta coluna do { QUADRO A3.7 }) indicando (na terceira coluna do { QUADRO A3.7 }) se foi considerado o princípio parcialmente (atribuindo-lhe um valor de 1) ou totalmente (atribuindo-lhe o valor de 2).

Os valores atribuídos devem ser somados no final. No caso de a soma ser superior a 6 indica que se está a caminhar para a sustentabilidade, mas que importa considerar outros aspectos. Se tiver um valor de 12 então é porque estão assumidos os princípios chave da sustentabilidade. Caso seja inferior a 12 deve ser considerado que aspectos poderão vir a ser incorporados e que oportunidades de melhoria existem para o caso em análise, sendo de considerar a possibilidade de as incorporar.

Analisar se princípios de sustentabilidade estão a ser aplicados nas diferentes áreas de sustentabilidade no caso de análise

Para analisar a abrangência da aplicabilidade dos princípios às várias áreas da sustentabilidade, também através de um processo iterativo de análise, deve verificar-se em primeiro lugar se se abrange as diferentes áreas e, no caso de não serem abrangidas, que aspectos devem ser incluídos no plano ou projecto para as incluir.

Ao efectuar a análise, identificam-se soluções que podem dar resposta para estas áreas (ver as questões colocadas na quinta coluna e inserir a resposta na oitava coluna do { QUADRO A3.7 }) indicando (na sétima coluna do { QUADRO A3.7 }) se foi considerado o princípio parcialmente (atribuindo-lhe um valor de 1) ou totalmente (atribuindo-lhe o valor de 2).

Os valores atribuídos devem ser somados no final. No caso de a soma ser superior a 6 indica que se está a caminhar para a sustentabilidade, mas com uma abrangência parcial, pelo que é de

Assumir dos princípios?			Abrangência da Aplicação?				
Vertente	Questões iniciais?	NPT	Descrição	Área	Abrangência da aplicação	NPT	Descrição
Integração local	Está prevista a valorização da dinâmica local e promover uma adequada integração?			Solo	A integração local procura essa dinâmica no que diz respeito à área do Solo, aos Ecossistemas naturais e Paisagem e ao Património?		
				Ecossistemas naturais			
				Paisagem e património			
Recursos	Está assumido o fomentar da eficiência no uso dos recursos naturais?			Energia	Abrange a área da Energia, a Água, os Materiais e os recursos Alimentares?		
				Água			
				Materiais			
				Produção alimentar			
Cargas ambientais	Está previsto o reduzir do impacte das cargas ambientais (quer em valor, quer em toxicidade)?			Efluentes	Envolve as áreas dos Efluentes (esgotos), as Emissões Atmosféricas (poeiras e gases), os Resíduos (lixos), o Ruído Exterior e a Poluição Ilumino-térmica (excesso de luz e efeito de ilha de calor)?		
				Emissões atmosféricas			
				Resíduos			
				Ruído exterior			
				Poluição ilumino-térmica			
Conforto ambiental	Está assegurada a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental?			Qualidade do ar	Está considerada a Qualidade do Ar, do Conforto Térmico, da Iluminação e Acústica?		
				Conforto térmico			
				Iluminação e acústica			
Vivência socio-económica	Assume-se fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis?			Acesso para todos	É abrangido o Acesso para Todos (incluindo a transportes públicos), considera os Custos no Ciclo de vida, a Diversidade Económica, as Amenidades e a Interação Social e Participação e Controlo?		
				Diversidade económica			
				Amenidades e interação social			
				Participação e controlo			
				Custos no ciclo de vida			
Uso sustentável	Estão assumidos condições de boa utilização sustentável?			Gestão ambiental	Estão assumidos modos de gestão sustentável e possibilidades de inovação?		
				Inovação			



analisar se não se devem considerar outros aspectos. Se tiver um valor de 12, então é porque estão assumidos princípios chave da sustentabilidade, abrangendo as diferentes áreas. Caso seja inferior a 12 deve ser considerado que aspectos podem vir a ser incorporados e que oportunidades de melhoria existem para o caso em análise sendo de considerar a possibilidade de incorporar essas intervenções dando uma abrangência alargada.

Esta abordagem do LiderA agora referida contribui assim nesta fase para compreender qual é o âmbito da procura da sustentabilidade posicionando e identificando áreas de intervenção a desenvolver.

A3.4.2 Aplicar de forma detalhada

Numa fase de análise mais detalhada, pode ser avaliado o desempenho através de uma avaliação ao nível dos critérios do LiderA, nomeadamente identificando quais os níveis de desempenho, valores ou soluções, que permitem implementar a sustentabilidade.

Assim, vertente a vertente, área a área, critério a critério, cada empreendimento procura desenvolver as soluções mais ajustadas ao seu posicionamento económico e de mercado, registar os comprovativos dessa solução e sempre que possível do desempenho que consegue atingir. Este processo utiliza o sistema LiderA e os seus níveis Classe E a A++, como base para orientar e concretizar a procura da sustentabilidade e sua implementação.

Análise detalhada: Critérios e níveis de desempenho

Como apoio à procura da sustentabilidade, sugere-se um conjunto de critérios nas diferentes áreas. Os critérios propostos pressupõem que as exigências legais são cumpridas e que são adoptadas como requisitos essenciais mínimos nas diferentes áreas consideradas, incluindo a regulamentação aplicada ao edificado, sendo a sua melhoria a procura da sustentabilidade.

Para orientar e avaliar o desempenho, o sistema possui um conjunto de critérios que operacionalizam os aspectos a considerar em cada área. Na versão LiderA África estão predefinidos 22 critérios, um por cada área. Os critérios estão numerados de 1 a 22 (isto é, um critério sugerido como N°C).

Níveis de desempenho: Factor 1, 2, 4 e 10 e Classes E a A++

Tal como noutros sistemas internacionais de avaliação, de que são exemplo o BREEAM, o LEED, o HQE e o CASBEE (Pinheiro, 2006), estas propostas evoluem com a tecnologia, permitindo assim dispor de soluções ambientalmente mais eficientes. No entanto, os critérios e as orientações apresentadas pretendem ajudar a seleccionar, não a melhor solução existente, mas a solução que melhore, preferencialmente de forma significativa, o desempenho existente, também numa perspectiva económica.

Para cada tipologia de utilização e para cada critério são definidos os **níveis de desempenho considerados**, que permitem indicar se a solução é

ou não sustentável. A parametrização para cada um deles segue, ou a melhoria das práticas existentes, ou a referência aos valores de boas práticas, tal como é usual nos sistemas internacionais.

Estes níveis são derivados a partir de dois referenciais chave. O primeiro assenta no desempenho tecnológico, pelo que a prática construtiva existente é considerada como nível usual (Classe E) e o melhor desempenho decorre da melhor prática construtiva viável à data, o que tem como pressuposto que uma melhoria substantiva no valor actual é um passo no caminho da sustentabilidade. Decorrentes desta análise, para cada utilização, são estabelecidos os níveis de desempenho a serem atingidos.

Às classificações nos critérios é atribuído um nível global de desempenho ambiental que se encaixa num dos escalões de avaliação, sendo que as avaliações iguais ou superiores a A são aquelas que mais se evidenciam em termos de desempenho ambiental. Como referencial no valor global final, considera-se que o melhor nível de desempenho é A, significando uma redução de 50% face à prática de referência (no geral a prática actual), que é considerada como E.

O reconhecimento é possível de ser efectuado nas classes C a A. Na melhor classe de desempenho existe, para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10.

As soluções que sejam regenerativas do ponto de vista do ambiente, isto é com balanço positivo, enquadrando-se numa lógica de melhoria, classificada como superior a 10, associam-se à classe A+++.

A título indicativo, apresentam-se no quadro seguinte { **QUADRO A3.8** } as vertentes, áreas e critérios, da versão Lidera África, sendo que se resumizam os principais aspectos a considerar para as diferentes áreas consideradas na procura da sustentabilidade, num caso de análise detalhada.

Como sugestão de aplicação deve olhar-se para a proposta de intervenção (em projecto) ou caso de análise (edifício ou ambiente construído existente) e procuram-se identificar quais as soluções a adoptar ou presentes e qual será o seu nível de desempenho.

O foco central da análise na avaliação aos ambientes construídos assenta no desempenho em situação normalizada do ambiente construído, do edifício, do espaço público, etc. Isto é, como funciona o edificado numa utilização padrão, por exemplo uma sala de aulas durante as 8 horas previstas, ou a habitação no período usual, ou o espaço público.

Esta utilização normalizada revela como funciona o edificado projectado ou construído, tal como quando se indica um automóvel consome 6 litros aos 100 km se está a indicar que num circuito específico, parte urbano e parte rural, esse é o consumo médio. Naturalmente, em função do tipo de utilização o valor pode ser maior o menor. Da mesma forma, os valores de desempenho normalizado são utilizados para a avaliação, posicionamento, reconhecimento/certificação pelo LiderA, e permitem ver as possibilidades de melhoria, nomeadamente através da adopção de soluções construtivas.

Vertentes	Área	Wi	Pre-Req.	Critério	Nºc	C.A.	F.A.
Integração local 3 Critérios 14%	Solo	7%	S	Valorização territorial	A1		
	Ecosistemas naturais	5%	S	Valorização ecológica	A2		
	Paisagem e património	2%	S	Valorização paisagística e patrimonial	A3		
Recursos 4 Critérios 32%	Energia	17%	S	Gestão da energia	A4		
	Água	8%	S	Gestão da água	A5		
	Materiais	5%	S	Gestão dos materiais	A6		
	Produção alimentar	2%	S	Produção local de alimentos	A7		
Cargas ambientais 5 Critérios 12%	Efluentes	3%	S	Gestão dos efluentes	A8		
	Emissões atmosféricas	2%	S	Gestão das emissões atmosféricas	A9		
	Resíduos	3%	S	Gestão dos resíduos	A10		
	Ruído exterior	3%	S	Gestão do ruído	A11		
	Poluição ilumino-térmica	1%	S	Gestão ilumino-térmica	A12		
Conforto ambiental 3 Critérios 15%	Qualidade do ar	5%	S	Gestão da qualidade do ar	A13		
	Conforto térmico	5%	S	Gestão do conforto térmico-condições de conforto	A14		
	Iluminação e acústica	5%	S	Gestão de outras condições de conforto	A15		
Vivência socioeconómica 5 Critérios 19%	Acesso para todos	5%	S	Contribuir para acessibilidade	A16		
	Diversidade económica	4%	S	Contribuir para a dinâmica económica	A17		
	Amenidades e interação social	4%	S	Contribuir para as amenidades	A18		
	Participação e controlo	4%	S	Condições de controlo	A19		
	Custos no ciclo de vida	2%	S	Contribuir para os baixos custos no ciclo de vida	A20		
Uso sustentável 2 Critérios 8%	Gestão ambiental	6%	S	Promover a utilização e Gestão	A21		
	Inovação	2%	S	Promover a inovação	A22		

{ QUADRO A3.8 } Aplicação do LiderA – nível detalhado. C.A. Classe de avaliação; F.A. Fundamentação da avaliação.

Como se avalia: Prescritivo *versus* Desempenho

No caso da aplicação dos critérios, estes podem ter uma lógica prescritiva, isto é, referenciar a solução a adoptar ou podem ser de desempenho, isto é, associarem-se a valores de desempenho, por exemplo percentagem de energias renováveis utilizadas para aquecimento das águas quentes sanitárias.

As vantagens dos critérios prescritivos é que apresentam logo a solução a adoptar, sendo fácil este passo; as desvantagens é que restringem a solução a adoptar. Os critérios de desempenho apresentam a vantagem de permitir escolher a gama de soluções mais ajustadas, embora seja por vezes difícil de avaliar o desempenho em fases iniciais do projecto, onde é muito importante que a sustentabilidade comece a ser considerada.

Assim, a solução adoptada para a versão LiderA África assenta num conjunto de critérios prescritivos, pressupondo a capacidade de integração e valorização da paisagem e assumindo uma perspectiva de qualidade arquitectónica. Os critérios propostos são uma base (núcleo) passível de ser ajustada, face ao tipo de utilização do empreendimento e aos aspectos ambientais considerados.

Por exemplo, no caso de uma habitação social, a acessibilidade à comunidade pode e deve ser entendida como o acesso aos utentes e o respectivo custo. No caso de um edifício de um banco o critério da acessibilidade pode ser entendido como segurança, e assim sucessivamente.

A lógica é, no geral, que o valor ou solução se for superior a 50% às práticas usuais (e em muitos

casos não adequadas, excepto nas soluções vernaculares) se classifica como classe A e se for quatro vezes superior como classe A+ e dez vezes superior como classe A++. Para a aplicação em casos concretos é de referir que pode ser contactado o sistema LiderA (geral@lidera.info) para obter mais informação.

A3.4.3 A certificação pelo Sistema LiderA

A aplicação para certificação pelo LiderA assenta no acordo para a candidatura, com a equipa de desenvolvimento do LiderA, durante a qual serão aferidos os critérios aplicados e respectivos limiares, em função dos usos e da fase em causa. Para a respectiva aplicação e instrução do processo, é relevante a participação dos assessores do sistema, que apoiem o desenvolvimento das soluções do empreendimento, bem como sistematizem os comprovativos.

O seu reconhecimento em fase de projecto ou certificação em fase de construção ou operação, decorre da obtenção de provas quanto ao nível atingido e é efectuado através de um processo de verificação desses comprovativos e nível do nível de desempenho atingido, por uma terceira parte (independente face ao empreendimento) e indicada pelo sistema LiderA.

O reconhecimento é possível ser efectuado quando se comprova que, para as diferentes áreas ou no global, o empreendimento se encontra nas classes C (superior em 25% à prática), B (superior em 37,5% à prática) e A (50% superior à prática). Na melhor



classe de desempenho existe, para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10 face à situação inicial considerada, sendo esta última equivalente a uma situação regenerativa.

Para cada tipologia de utilização são definidos os **níveis de desempenho considerados**, que permitem indicar se a solução é ou não sustentável. A parametrização para cada um deles segue, ou a melhoria das práticas existentes, ou a referência aos valores de boas práticas, tal como é usual nos sistemas internacionais.

Exemplo de Certificações pelo Sistema LiderA

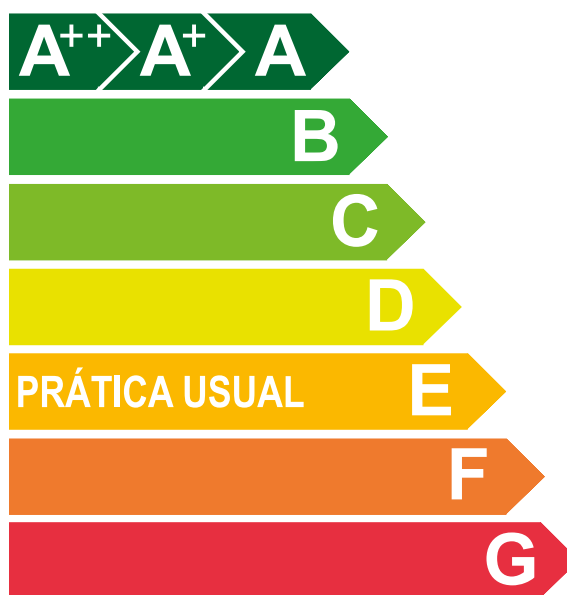
Em Outubro de 2007, em Lisboa, foram atribuídos os primeiros cinco certificados de bom desempenho ambiental (Classe A) pela marca portuguesa registada LiderA – Sistema de Avaliação da Sustentabilidade. Desde essa altura, o sistema Lider A têm sido utilizado para o reconhecimento e certificação de empreendimentos pelo seu bom desempenho, abrangendo uma diversidade de situações; no sector residencial, empreendimentos turísticos de vulto, edifícios de serviços, ou intervenção em planos de pormenor de novas áreas de expansão urbana. Os exemplos mais representativos dos certificados atribuídos são apresentados no *website* www.lidera.info.

Actualmente estão em curso candidaturas muito inovadoras de avaliação para países africanos de língua oficial portuguesa, quer em termos de planeamento urbano, quer em termos de projecto de arquitectura (nova construção e reabilitação).

A3.5 Concluindo

A procura da sustentabilidade começa a abranger diferentes empreendimentos e desafia estruturalmente o sector da construção. O Sistema LiderA tem como objectivo liderar a procura de boas soluções ambientais e de sustentabilidade nas diferentes fases, desde o plano ao projecto, à obra, manutenção, gestão, reabilitação e até à fase final de demolição. Para efeito define um conjunto de seis princípios, que se subdividem em vinte e duas áreas e em 22 critérios. Os critérios estão numerados de 1 a 22 (isto é, um critério sugerido com N°C).

Para o sistema LiderA o grau de sustentabilidade é mensurável e passível de ser certificado em classes de bom desempenho (C, B, A, A+ e A++) que incluem uma melhoria de 25% (Classe C) face à prática (Classe E), passando por uma melhoria de 50% (Classe A), melhoria de factor 4 (Classe A+) até uma melhoria de factor 10 (Classe A++).



{ FIG. A3.3 } Níveis de Desempenho Global.

O sistema LiderA pode ser utilizado para efectuar o desenvolvimento e a procura de soluções, de forma integrada e eficiente, quer nas fases preliminares ou qualitativas, quer nas fases detalhadas e quantitativa, permitindo assim um apoio estrutural ao longo das várias fases dos projectos.

O LiderA assume-se assim como um instrumento de apoio ao desenvolvimento de soluções sustentáveis integradas e de certificação, dando assim ao mercado uma referência da boa procura da sustentabilidade.



{ FIG. A3.4 } Sistema LiderA.

Autor: Manuel Duarte Pinheiro, *Instituto Superior Técnico. Responsável do Sistema LiderA (www.lidera.info)*

Bibliografia

BRANCO, F., Brito, J. (2003). Materiais, Durabilidade na Construção, Renovação e Demolição – Comunicação in Curso: “Construção Sustentável – Estratégias, Projectos e Sistemas de Apoio, Coord. Manuel Duarte Pinheiro, Maio 20 – 22 de 2003 Fundec/ IST, Lisboa.

CIB – Conseil International du Bâtiment. (1999). Agenda 21 on sustainable construction. CIB Publication 237, 121 p. Rotterdam, Holland.

CIB & UNEP-IETC (2002). Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. WSSD edition, Published by the CSIR Building and Construction Technology, Pretoria, South Africa,

COLE, R. (2003, May 14). Building environmental assessment methods: A measure of success. International electronic journal of construction (IeJC). Special Issues: Future of Sustainable Construction, 8–22 p. Disponível em <http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/si/10/index.htm>

ICMA – International City/County Management Association e Smart Growth Network. (2003a). Getting to smart growth – 100 policies for implementation. Smart Growth Network, 104 p. Disponível em: <http://www.smartgrowth.org/pdf/gettosg.pdf>

ICMA – International City/County Management Association e Smart Growth Network. (2003b). Getting to Smart Growth – 100 more policies for implementation. Smart Growth Network, 122 p. Disponível em: <http://www.smartgrowth.org/pdf/gettosg2.pdf>.



INE – Instituto Nacional de Estatística. (2004). Estatísticas do ambiente 2003.

MAZRIA, E. (1979). The passive solar energy book. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania.

MENEZES, M. (2000). A satisfação residencial. Tópicos de reflexão acerca do estudo de análise. LNEC, Lisboa.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. (1994). The contribution of amenities to rural development. Paris.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. (2001). Environmental Outlook. OCDE, Paris.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. (2003). Environmental sustainable building – challenge and policies. OCDE, 194p. Paris, France.

PINHEIRO, M. D. (2004, Outubro 27 – 29). Linhas gerais de um sistema nacional de avaliação da construção sustentável. 8ª Conferência Nacional do Ambiente, Centro Cultural de Lisboa, Lisboa.

PINHEIRO, M. D. (Revisão Científica Correia, F.N.; Branco, F.; Guedes, M. C.) (2006). Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente, Amadora, Portugal.

PINHEIRO, M. D. (2007). Sistemas de Gestão Ambiental para a Construção Sustentável. Tese Doutoramento em Engenharia do Ambiente. IST/ UTL, Lisboa.

UNEP – United Nations Environment Programme. (1999). Global environment outlook 2000. New York, USA.

UNPD – United Nations Population Division. (1998). World population prospects 1950–2050 (The 1998 Revision). United Nations. Disponível em <http://esa.un.org/unpp/>

A4 Vegetação e Conforto Microclimático

COM REFERÊNCIA A PAÍSES AFRICANOS



{ FIG. A4.1 } Benefícios da vegetação: sombreamento, arrefecimento do microclima (evapotranspiração), redução da poluição e conforto psicológico.

Esta secção visa mostrar a possibilidade de melhorar o microclima local através da vegetação. Foca em particular o microclima exterior associado a edifícios localizados no meio urbano, em países africanos lusófonos, durante a estação quente e seca. É referido o potencial microclimático da vegetação em condicionar um espaço para reduzir as altas temperaturas, minimizando a sensação de desconforto.

Alguns factores que influenciam as variações de temperatura e humidade são: o tipo e tamanho

da vegetação, formato de copa, a qualidade e permeabilidade de sombra projectada, e também a fisiologia vegetal. O uso da vegetação é uma estratégia de arrefecimento passivo eficiente, de baixo custo e baixa manutenção. O seu uso gera espaços mais confortáveis, salubres, humanos e dignos, elevando a qualidade de vida da população.

Como a maioria das questões na sociedade moderna, a arquitectura também foi influenciada pelo processo de globalização, onde a cultura e identidade local tem dado lugar à voz maciça da ignorância e o poder do mais forte. Grandes caixas de vidro, totalmente seladas, estão sendo construída nos trópicos, ignorando qualquer recurso natural ou potencial bioclimático. A África não é, infelizmente, excepção. As “caixas de vidro” seladas estão proliferando pelas cidade, sem noção do seu absurdo e efeitos negativos. Importar ideias, tipologias e conceitos arquitectónicos de países estrangeiros, onde a geografia, o meio ambiente e o clima são absolutamente diferentes do contexto

local, tem levado a soluções arquitectónicas impróprias e inadequadas.

É importante, se não essencial, que se faça uso ao máximo do potencial do meio ambiente, para se obter o maior benefício possível, de uma maneira inteligente e sustentável

Para muitos, a questão da habitação de baixa renda é meramente um exercício matemático de economia e estatística, resultando muitas vezes em soluções indevidas. A solução apropriada para uma comunidade não é necessariamente apropriada para outra. Há milhares de pessoas com problemas habitacionais e urbanos, e por isso deveria haver milhares de soluções. As ideias devem ser abundantes e apropriadas para cada contexto. O conhecimento não deve jamais ser ignorado, sempre se aperfeiçoando de experiências passadas. Consequentemente, valores culturais, tradições e memória histórica, tudo que faz pessoas e cidades distintas, interessantes e únicas, devem ser preservados. As árvores e vegetação de um modo geral, podem melhorar condições microclimáti-



{ FIG. A4.2 } Conforto microclimático – uso de vegetação no espaço rural (esquerda); o efeito da vegetação como factor de agregação social (direita).



cas indesejáveis em torno de edificações. Todavia, seu potencial tem sido ignorado, principalmente pela falta de informações sobre as suas vantagens em termos de providenciar conforto e bem estar, além dos benefícios em termos energéticos e ambientais.

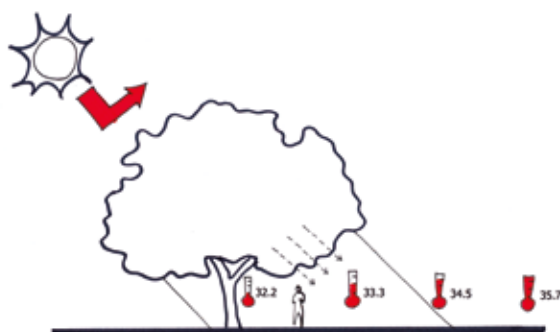
Muitas vezes o processo de urbanização tem sido caracterizado por devastação, onde toda a cobertura vegetal nativa é removida de forma irresponsável, na tentativa de simplificar a implementação urbana. O processo de devastação traz um enorme impacto negativo no meio ambiente deixando a terra vulnerável a erosões, escassez de sombreamento e muita poeira. O maior problema porém é a exposição à excessiva e castigante radiação solar. Essa combinação agrava ambientes já secos resultando em áreas de muita pouca humidade, sendo os baixos valores considerados alarmantes para a saúde pela World Health Organisation (WHO). Estas condições tornam algumas tarefas do quotidiano urbano impraticáveis em certas épocas do ano. Para se criarem ambientes internos e externos confortáveis, ou para se reduzir a carga de arrefeci-

mento, construir com o controle solar em mente é essencial. É vital o melhoramento do microclima externo para se alcançarem espaços mais confortáveis, principalmente para pessoas que não tem nenhum outro recurso ou meio para explorar a não ser o entorno imediato. Analisando o clima e vegetação local, podemos perceber o potencial que a implantação de árvores ao redor da casa tem para o controle ambiental microclimático, providenciando arrefecimento passivo através do sombreamento e da humificação do ar através da evapotranspiração. Com a vegetação urbana há ainda benefícios psicológicos e culturais, além de ganhos sustentáveis como retenção de poluição, absorção de barulho e poluição, filtração dos raios solares e produção de frutos.

Da mesma forma que não há nenhuma luz melhor do que a luz solar natural, e não há nenhuma brisa melhor do que a brisa de vento, não há também nenhuma sombra melhor do que a de uma árvore. Os benefícios associados ao microclima com árvores são descritos posteriormente, em especial a



{ FIG. A4.3 } Processos de sombreamento (protecção da radiação solar) e evapotranspiração.

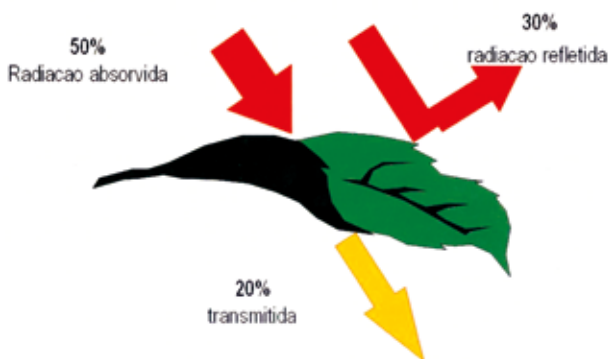


{ FIG. A4.4 } Sombreamento: redução de temperaturas.

importância da utilização de árvores e seus efeitos em diminuir a temperatura e aumentar os níveis de humidade relativa por meio de bloqueio do sol e da transpiração da folha. Extremo calor e secura são as principais causas de condições fisiológicas desconfortáveis em locais quentes. Bernatzky (1978) afirma que “o sobreaquecimento provoca distúrbios da saúde: congestionamento de sangue para a cabeça, dor de cabeça, náusea e fadiga.” Projectar com vegetação está directamente relacionado e afecta o conforto térmico das pessoas. Nesses casos é crítico o controle da radiação solar, e a maximização do ganho por evaporação. São seguidamente descritos os efeitos microclimáticos das árvores.

As variáveis do microclima incluem a radiação solar e terrestre, velocidade de vento, humidade, temperatura do ar e precipitação. O microclima da subcopia é o espaço térmico em baixo da folhagem que é determinado pelas características da árvore, relacionado as condições ambientais circundantes { FIGURA A4.3 }.

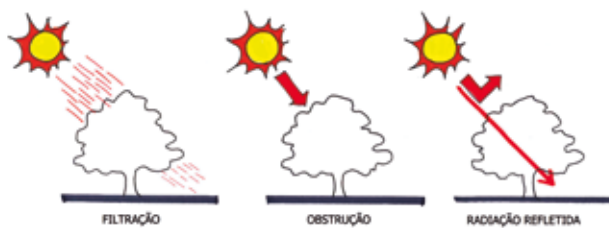
A vegetação é um elemento ideal para a obstrução de radiação solar pois tem baixa transmitância; evitando a passagem da radiação para os espaços adjacentes. Não sobreaquece acima da temperatura do ar devido à sua capacidade auto-regulação. Em geral, é considerado que, da radiação entrando em uma folha, aproximadamente 50% é absorvida, 30% reflectida e 20% transmitida (Robinette, 1983) { FIGURA A4.5 }. Como a maioria das copas são constituídas por múltiplas camadas, a radiação é filtrada, resultando em uma transmitância muito baixa, quando atinge a parte inferior da copa. Grande par-



{ FIG. A4.5 } Radiação reflectida, absorvida e transmitida por uma folha.

te da radiação é reflectida para outras folhas, reduzindo assim o montante que se reflecte a espaços adjacentes. A maioria da radiação absorvida pelas árvores e plantas é perdido pela evaporação da humidade que é transpirada pelas folhas ou absorvida pela terra e lentamente liberada.

A evapotranspiração é um processo natural da bioquímica das plantas, que tem o efeito de influenciar o arrefecimento. Durante este processo as árvores absorvem água através de suas raízes, que atravessa seu tronco e pela transpiração das folhas, lentamente introduzem água para a atmosfera circundante. Por conseguinte, o ar perto de espaços verdes tende a ser mais húmido. Enis (1984) descreve que uma árvore madura de grande porte pode criar um efeito de arrefecimento de 2500kcal/h, que equivale a cinco aparelhos de ar condicionado de tamanho convencional funcionando 20 h/dia. Federer (1976), também, confirma que a sombra de uma grande árvore urbana de 20 metros pode fornecer tanto frio quanto aparelhos de ar condicionado funcionando praticamente o dia todo. Sendo assim, a evapotranspiração pode provi-



{ FIG. A4.6 } Contributo da vegetação para a filtração do ar, e obstrução e reflexão da radiação solar.

denciar um melhoramento local da ilha de calor urbana, e reduzir a energia necessária para o arrefecimento de espaços em edificações.

A grande fonte de energia no microclima de qualquer local, é radiação solar. O excesso de calor e luz que evitamos, geralmente é bem vinda pela vegetação. A quantidade de radiação recebida e mantida em um microclima irá depender de suas características como tamanho, localização e orientação do sítio e os objectos nesse sítio; as características de superfície; o tamanho e tipo de vegetação. Copas finas e leves podem interceptar 60–80% da radiação solar e copas densas podem interceptar até 99%. Morfologias diferentes de árvores e folhas terão variações. Galhos e ramos também ajudam a bloquear a radiação solar. No caso de locais quentes, a obstrução eficiente dos excessos solares é uma necessidade e a árvore uma eficiente aliada, de baixo custo e manutenção.

Elementos de paisagem têm diferentes albedos e espécies de árvores diferentes interceptam radiação em níveis diferentes, dependendo da época do ano. Sua altura, transmissividade da copa, sazonalidade, folhagem e desfolhação são algumas maneiras

como as árvores se diferenciam na sua capacidade de influenciar a radiação directa. Radiação solar directa incidindo em paredes e janelas é a principal fonte de ganhos de calor, mas dois outros factores também são importantes: calor do ar ambiente radiação indirecta decorrente das imediações. Todos os três desses factores podem ser moderados por plantação de árvores próximas à residência.

As árvores ajudam especialmente no sombreamento de telhados e muros. Pode ser usada de três maneiras para proteger o edifício da radiação solar, sendo elas: adjacente ao edifício, sobre a construção e independente do edifício. Telhados com vegetação podem diminuir o fluxo de calor através da laje na cobertura. Alguns estudos de Cantuária (2001) exemplificam bem as variações de temperatura em microclimas com árvores. Nos exemplos estudados, a mangueira apresentou ser um excelente condicionador de ar natural.

As árvores têm também uma influência benéfica na saúde. A presença de árvores nas cidades foi associada à redução de stress mental e física dos seus habitantes. Paisagens com árvores e vegetação “produzem estados fisiológicos mais relaxados nos seres humanos do que paisagens que carecem de recursos naturais ” (Ulrich, 1984). O ar mais puro também deverá melhorar a saúde.

As árvores trazem benefícios sociológicos, contribuindo para a vitalidade de uma cidade ou de uma vizinhança. Elas podem dominar a paisagem urbana e contribuir para seu carácter e imagem de um ambiente habitável e atraente. O paisagismo urbano



{ FIG. A4.7 } Uso de vegetação para sombreamento no espaço urbano, em Maputo.

traz uma responsabilidade ambiental, ética e um forte senso de comunidade, capacitação, para os residentes. Plantar árvores melhora as condições da vizinhança e reforça o sentimento da comunidade de identidade social, auto-estima, territorialidade e promove a educação ambiental e sensibilização. A vegetação urbana ajuda a aliviar algumas das dificuldades da cidade especialmente para grupos de baixa renda, e podem fornecer uma oportunidade tão necessária para crianças de cidade de experimentar a natureza.

Através da sua rede de raízes e efeitos hidrológicos, as árvores afectam também substancialmente a estabilidade de encostas inclinadas, e impedem a erosão. Funcionam também como estruturas de retenção e detenção, quando reduzindo o escoamento, que é essencial em muitas comunidades, como assentamentos urbanos populares onde a tubulação de drenagem não é inexistente. O custo do tratamento de água das chuvas em assentamentos pode ser diminuído, reduzindo o escoamento devido a interceptação de chuvas. Portanto reduzindo a taxa e o volume de escoamento de água das chuvas, danos de inun-

ção, custos de tratamento de água de tempestade e problemas de qualidade da água, árvores urbanas pode desempenhar um importante papel nos processos hidrológicos urbanos.

Quando bem projectadas, plantações de árvores e arbustos podem reduzir significativamente o ruído, agindo como abafadores de som. As folhas absorvem o som e reduzem o tempo de reverberação. Reduções de 50% ou mais podem ser alcançadas na intensidade aparente por amplos cintos de árvores densas e altas combinados com superfícies macias de terreno (Cook, 1989).

Recomendações de design:

} Uma árvore deve ser localizada por forma a fornecer o máximo de sombreamento para as fachadas, particularmente a Nascente e Poente. As fachadas com maior área de janela devem ser privilegiadas em sombreamento.

} O potencial de arrefecimento da sombra tende a diminuir com a distanciamento do seu tronco. Devem ser plantadas árvores considerando que quando madu-



ras, a parte externa da copa esteja perto da fachada. Neste processo devem ser também consideradas restrições em termos de segurança, relacionadas com o sistema de raízes e a resistência do ramo.

} Deve-se buscar o sombreamento das coberturas por altas e grandes copas. Danos ao edifício, ou de paredes, podem ser evitados, seleccionando as espécies correctas para o espaço disponível.

} Em locais onde a necessidade de refrigeração do ambiente está presente quase todo o ano recomenda-se o plantio de espécies perenes, com rápido crescimento.

Autor: Gustavo Cardoso Cantuária,

University of Cambridge

Bibliografia

BERNATZKY, Aloys (1978). Climatic influences of the green and city planning. *Journal of Arboriculture*, vol.3, pp. 121-127.

CANTUARIA, G. A. C. (2001). *Vegetation and Environmental Comfort* PhD thesis, Architectural Association School of Architecture, London.

ENIS, Ruth (1984). Landscape and climate – the interdependence of some of their factors. *Energy and Buildings*, vol. 7, pp.77 – 85.

FEDERER, C. A. (1976). Trees modify the urban climate. *Journal of Arboriculture*, vol. 2, pp. 121-127.

FITCH, J. M. (1971). *The Environmental forces that shape it*. Schocken books, New York.

KAPLAN, R. and KAPLAN (1989). *The Experience of nature: A Psychological perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, England. JONES, Hamlyn G. (1992). *Plants and Microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology*. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, England.

LAWSON, M. (1996). *Vegetation and Sustainable Cities*. *Arboricultural Journal*, vol. 20, pp. 161-171. MACKENZIE, Dorothy (1991). *Green Design: Design for the environment*. Laurence King, London.

OLGYAY, Victor (1960). *Design with Climate – Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press, USA.

PALLASMAA, Juhani (1991). From Metaphorical to Ecological Functionalism. *Architectural Review*, 1156, pp. 74-79.

PALLASMAA, Juhani (1996). *The Eyes of the skin – Architecture and the senses*. Academy Editions, London.

RICE, Marilyn and RASMUSSEN, Elizabeth (1992). *Healthy cities in developing countries*. In John Ashton (ed.) *Healthy cities*. Open University Press, Milton Keynes, England.

ROBINETTE, Gary O. (1983a). *Landscape Planning for energy conservation*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

SAINI, Balwant Singh (1973). *Building Environment: an illustrated analysis of problems in hot, dry lands*. Angus and Robertson, Sydney, Australia.

ULRICH, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, vol. 224, pp. 420-421. WILLEKE, Donald C. (1989). From 'nicety' to 'necessity'. *Journal of Arboriculture*, vol. 15(8), pp. 192-197.

ZION, Robert L. (1995). *Trees for Architecture and Landscape*. Van Nostrand Reinhold, New York.

A5 A gestão urbana e o licenciamento: revisão bibliográfica

Neste anexo é apresentada e comentada a bibliografia actual e relevante na área da gestão urbana – numa perspectiva de sustentabilidade. São também sumariamente descritos conceitos essenciais. A literatura que indicamos serve como fonte de inspiração para todos, e os diversos títulos mencionados são facilmente acessíveis.

A5.1 O processo de promoção imobiliária

Definição

Na promoção imobiliária identificamos o papel dos agentes principais – o promotor imobiliário e o Município (autarquia local). Também há outros agentes, como por exemplo os construtores individuais, incluindo os auto-construtores. Neste grupo encontramos as construções legais e clandestinas. Uma forma identificar o papel destes agentes é definir a participação nalgumas partes da processo de promoção imobiliária.

O processo de promoção imobiliária pode ser definido em várias formas, por exemplo:

“A transformação da forma física, conjunto de direitos, e valor material e simbólico de terrenos e edifícios, através da acção de agentes com interesses e propósitos na aquisição e utilização de

recursos, nas regras de funcionamento, e na aplicação e desenvolvimento de ideias e valores” (Healey 1991)

“...um processo que envolve a alteração ou a intensificação do uso da terra para produção de edifícios para ocupação.” (Wilkinson & Reed 2008)

Estas duas definições focam a transformação do terreno com a construção. Começa-se com uma ideia e uma análise da possibilidade mudar o uso do terreno para ter um aproveitamento melhor. A construção vem como consequência desta análise, e do investimento.

Esta perspectiva do processo de promoção imobiliária não é apenas aplicável na Europa ou noutros países industrializados. É evidente que a urbanização também se enquadra em processos de promoção imobiliária em países africanos. As formas podem ser diferentes, mas os fundamentos são os mesmos.

As fases da promoção imobiliária

Um modelo de actividades (*event-sequence*) pode ter um certo número de actividades típicas. Não é uma lista de cada passo que se toma, mas uma classificação das actividades principais. Kalbro (2010) descreve o processo em oito fases:

- } Iniciação de um projecto
- } Planeamento e projecto de uso de terreno, edifícios e equipamento
- } Processo de licenciamento por autoridades
- } Aquisição de terreno



- } Financiamento
- } Construção
- } Avaliação

Também descreve mais duas fases que são importantes para completar a lista:

- } Acordos de implementação
- } Cedência e manutenção

Mesmo num país com capacidade limitada de planeamento físico pelo Município, há outras formas planear e levar projectos para a frente. O licenciamento através do alvará de loteamento e de construção é a forma usada, quer os para ambos os alvarás, quer apenas para o de construção. Este processo de licenciamento também exige uma capacidade urbanística do Município, e nem sempre existe para satisfazer em quantidade suficiente. A qualidade na apreciação dos projectos de loteamento e/ou construção também é uma questão importante para satisfazer as exigências da sociedade e do ambiente.

Significa que as urbanizações se podem desenvolver apenas com iniciativas privadas, dos indivíduos ou famílias, e também dos promotores privados.

- } Healey, P, 1991, Models of the development process: a review. *Journal of Property Research*, 9, 219–238.
- } Wilkinson, S & Reed, R, 2008, *Property Development*, Taylor & Francis Ltd. 5th edition.

{ **QUADRO A5.1** } Publicações de referência sobre o processo de promoção imobiliária. Na quinta edição do livro “Property Development” foi introduzido um capítulo sobre o impacto ambiental na promoção imobiliária, com vários exemplos práticos.

Mesmo nestes casos, sem a intervenção do Município na área de planeamento e de licenciamento, pode haver outros actores locais que satisfazem as necessidades de organização do espaço físico, transferência de terrenos para construir e do enquadramento das infraestruturas.

O objectivo de um processo de planeamento urbano e de licenciamento do Município é promover uma perspectiva global da sociedade, coordenando diversos interesses sociais, económicos e ambientais.

Existe uma variedade de situações onde o planeamento urbano e o licenciamento são factores essenciais. A ambição e capacidade real do Município variam. Não é aconselhável ter uma ambição muito além da capacidade da administração do Município, pois poderia causar demoras no processo, e incentivos para desviar os pedidos da tramitação normal. Tal situação pode criar oportunidades de corrupção, construções clandestinas e outras formas de gestão não desejada. Deve-se procurar um equilíbrio entre as exigências e a capacidade administrativa, com directrizes bem claras e transparência na tramitação.

As estratégias de construção sustentável têm de ser enquadradas no contexto do processo de promoção imobiliária. Têm de se encaminhar os indivíduos numa direcção comum, definida pela sociedade. Entendemos que a indústria imobiliária está progressivamente disposta a integrar aspectos de sustentabilidade. Resumimos esta secção sugerindo a leitura de dois livros de referência sobre a produção imobiliária { **QUADRO A5.1** }.

A5.2 A gestão urbana e do território

Perspectivas internacionais

Nesta parte apresentamos algumas publicações que consideramos úteis para compreender melhor a área de planeamento urbano, o licenciamento e o processo de promoção imobiliária. A maior parte das publicações é de instituições das Nações Unidas, sendo a nossa base comum como países membros, independentemente do país e continente do mundo. Por isso, têm o peso e autoridade da comunidade global. Os comentários são nossos, como interpretações e enquadramento no contexto local.

As instituições com documentos de interesse nesta área são várias. Apresentamos estas organizações com as suas páginas Web de publicações visto que muitos são documentos electrónicos, em pdf, e assim acessíveis sem nenhum custo. A nossa escolha é a seguinte:

} FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (www.fao.org)

} WB, World Bank/Banco Mundial (www.worldbank.org)

} International Institute for Environment and Development (www.iied.org)

} UN Habitat, the United Nations Human Settlements Programme (www.unhabitat.org)

com três redes de internet:

GLTN, Global Land Tenure Network (www.gltn.net)

SUD-NET, Sustainable Urban Development Network (<http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=570>)

GENUS, Global Energy Network for Urban Settlements

(<http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=631>)

Cada organização tem a sua tarefa, com um ou alguns departamentos com publicações que nos interessam. Tomamos a FAO como exemplo. Tem várias áreas e séries de publicações. A ênfase é no desenvolvimento rural, mas existem partes gerais que se aplicam também no contexto urbano. Na página <http://www.fao.org/corp/publications/en/> há listas de publicações, incluindo os documentos acessíveis como documentos electrónicos ou impressos.

A maior parte dos documentos da FAO são escritos em Inglês, mas muitos documentos também são escritos em Francês, Espanhol e outras línguas. As publicações em Português são poucas. A FAO tem várias áreas de acção, e várias séries de publicações. Uma área é “Sustainable Natural Resources Management” com mais de 100 publicações. Uma série de publicações é “Land Tenure Working Paper”.

Gestão urbana e a política de ordenamento territorial.

Cada construção no meio urbano tem de ser integrada neste contexto. Significa que tem de existir uma coordenação entre as construções individuais, isto é uma política de ordenamento territorial. Baseados na literatura apresentada no { QUADRO A5.3 }, são apresentados alguns aspectos mais relevantes sobre o tema.



Há vários níveis de gestão urbana e ordenamento territorial. O nível mais directo é o alvará ou licença de construção. Mas há outros níveis, com exigências e princípios que devem integrar os alvarás num contexto mais alargado. Pode-se definir estes níveis, desde uma escala do pormenor até o geral:

- } Alvará/licenciamento (de obras, de loteamento)
- } Planos urbanísticos (loteamento, de pormenor, plano director municipal)
- } Outros planos de desenvolvimento e planos sectoriais (gerais, regionais, do meio ambiente, zona costeira, sociais, etc.)
- } Nacional: política nacional, legislação (lei de terra, lei de ordenamento territorial, lei de planeamento, lei de obras), códigos (de obras, municipal, etc.)
- } Enquadramento científico (sobre o território, posse de terra, gestão/governança)

Começando pelo nível geral, apresentamos seguidamente algumas definições básicas sobre os recursos fundiários (Suaréz et al, 2009, p 19):

{ 1 } *“A posse da terra é a relação, definida legalmente ou culturalmente, entre as pessoas com respeito à terra.”*

{ 2 } *“Administração da terra é a forma como que as regras da posse da terra são aplicadas e operacionalizadas.”*

{ 3 } *“A prevenção da corrupção é um aspecto óbvio da boa governança”.*

Num relatório elaborado pela FAO faz-se a seguinte definição de governança:

“Governança é o sistema de valores, políticas e instituições através das quais uma sociedade administra as suas acções em termos económicos, políticos e sociais, entre o Estado, a sociedade civil e o sector privado. A administração da terra diz respeito às regras, processos e organizações através das quais são tomadas decisões sobre o acesso à terra e seu uso, a maneira pela qual as decisões são implementadas, e a forma como os interesses concorrenciais sobre a terra são geridos”. (Sotomayor, 2008, p. 8)

Estas definições identificam os recursos fundiários como essenciais para a governança da sociedade. A sociedade é desenvolvida com uma boa gestão dos recursos fundiários. No caso contrário, as perspectivas de futuro da sociedade são piores.

A partir daqui importa abordar a questão da gestão destes recursos ao meio urbano. Suaréz et al (op cit) usam uma descrição do conceito boa gestão urbana, proposta pela UN-Habitat:

“A boa gestão urbana deve ser baseada no conceito de «cidades inclusivas», em que as decisões são globalmente participadas e há uma devolução do poder do governo central para o local. A base conceptual para a descentralização deve ser a transferência de responsabilidades para o nível mais perto da realidade local. A pedra angular para uma boa administração urbana – a participação directa e ampla das comunidades na tomada de decisões – é uma forma de melhorar a eficácia das políticas locais e dar prioridade às iniciativas e necessidades dos cidadãos”

} Conor Foley, 2007, Land rights in Angola: poverty and plenty. Humanitarian Policy Group (HPG) Working paper Overseas Development Institute (ODI). http://www.glt.nu.net/index.hp?option=com_docman&gid=172&task=doc_details&Itemid=24

} FAO, 2007, Good governance in land tenure land administration. Publication series: FAO Land and Tenure Studies 9. <http://www.fao.org/docrep/010/a1179e/a1179e00.htm>

} Forjaz, José (red), 2006, Moçambique, Melhoramento dos Assentamentos Informais, Análise da Situação & Proposta de Estratégias de Intervenção. Centro de Estudos de Desenvolvimento do Habitat (CEDH), Universidade Eduardo Mondlane. Edição em Português e Inglês. <http://www.unhabitat.org/content.asp?cid=4399&catid=283&typeid=3&subMenuId=0>

} Nélson Saule Jr, Letícia Marques Osori, 2007, Brazil – Direito À Moradia No Brasil. GLTN. http://www.glt.nu.net/index.php?option=com_docman&gid=73&task=doc_details&Itemid=24

} Smolka, Martim O. & Mullahy, Laura (Ed), 2007, Perspectivas urbanas – Temas criticos en politicas de suelo

en America Latina. Edição em Inglês e Espanhol. http://www.lincolninst.edu/pubs/1180_Perspectivas-urbanas

} Sottomayor, O, 2008, Governance and tenure of land and natural resources in Latin America. FAO <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ak017e/ak017e00.pdf>

} Suárez, S.M, Osorio, L M, Langford, M, 2009, Voluntary Guidelines for Good Governance in Land and Natural Resource Tenure – Civil Society Perspectives. FAO Publication Series: Land Tenure Working Paper 8. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ak280e/ak280e00.pdf>

} UN Habitat, 2009, Global Report on Human Settlements 2009. Planning Sustainable Cities. UN Human Settlements Program. <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2831>

} UN Habitat, 2007, Global Report on Human Settlements 2007. Enhancing Urban Safety and Security. UN Human Settlements Program. <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2432>

} UN Habitat & Global Urban Observatory, 2003, Improving the lives of 100 Million Slum Dwellers: Guide to Monitoring Target 11. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1157>

{ QUADRO A5.2 } Publicações sobre a gestão urbana e a política de ordenamento territorial.

Significa que se deve procurar um balanço entre o nível central e local, e que a descentralização também deve abranger os cidadãos, de uma forma democrática. A descrição inclui a sociedade civil e o sector privado, isto é, não pode ser uma área onde o Estado (Governo central e os Municípios)¹ tem um poder exclusivo, sem interacção com os outros que desempenham um papel nesta área.

1. Os Municípios fazem uma gestão pública. Podem fazer parte da estrutura do Estado, ou ser mais independentes como autarquias locais. Nesta explicação usamos o contexto do Estado, sem distinguir de uma eventual autonomia municipal.

A UN-Habitat (2009), faz uma caracterização do conceito boa gestão urbana em sete critérios:

} sustentabilidade – equilibrando as necessidades sociais, económicas e ambientais das gerações presentes e futuras;

} subsidiariedade – a atribuição de responsabilidades e recursos para o nível adequado mais próximo da realidade local;

} equidade de acesso aos processos de decisão e às necessidades básicas da vida urbana;

} eficiência na prestação dos serviços públicos e na promoção do desenvolvimento económico local;



- } transparência e responsabilização dos decisores políticos e de todas as partes interessadas;
- } responsabilização cívica e de cidadania – reconhecendo que as pessoas são o bem principal das cidades, indispensável para um desenvolvimento sustentável;
- } segurança dos indivíduos e do contexto onde vivem.

Depois desenvolve-se mais sobre o planeamento físico, enquadramento legal e a política de gestão urbana. Aqui queremos mencionar algumas publicações com exemplos concretos. Smolka & Mullahy (2007) apresenta diversos artigos sobre países na América Latina, abordando assuntos como as tendências e perspectivas das políticas de uso da terra, a informalidade, legislação e direitos de propriedade, imposto predial, recuperação de mais-valias, uso do solo e desenvolvimento urbano, participação e gestão pública. Estes artigos são práticos e acessíveis para usar como exemplo na gestão urbana em países africanos. O livro é indicado pela GLTN como uma colecção de bons exemplos. Na nossa lista de literatura, apresentada no { **QUADRO A5.2** }, também propomos algumas publicações em Português, do Brasil, Moçambique e Angola.

A UN-Habitat & Global Urban Observatory (2003) identificam quatro critérios para identificar o grau de progresso de melhorar a vida urbana do meio habitacional:

- } estabilidade no acesso e posse de terra
- } durabilidade e qualidade e de edifícios
- } acesso a água potável
- } acesso a infraestruturas sanitárias

Significa que os edifícios fazem parte de um sistema urbano, incluindo as infraestruturas técnica e fundiária.

Contexto global do urbanismo

A gestão do território tem de ser enquadrada num contexto global. As perspectivas são várias, e aqui queremos indicar umas partes que são mais relacionadas com o urbanismo.

Começamos pela perspectiva geral sobre as cidades no mundo. O Banco Mundial promove estudos e análises sobre a gestão urbana, com a perspectiva de sustentabilidade (Leautier, ed., 2006). Exige-se uma gestão das cidades, para enquadrar as iniciativas dos actores neste meio urbano. Tem de existir uma gestão com directrizes (regimes regulatórios), integrando infraestruturas e serviços sociais. Também é dada a ênfase à participação dos cidadãos, e dos agentes deste mercado. A acção pública é uma necessidade para se conseguir criar cidades sustentáveis. Esta acção também inclui uma interligação entre as áreas do clima mundial e da gestão fundiária. Significa que a mudança gradual do clima tem implicações no sistema fundiário e da sua política (land policy; Quan 2008).

O Banco Mundial (World Bank 2003) também desenvolve a ideia da terra como recurso, a sua integração no sistema fundiário e o papel para o desenvolvimento económico: “A definição de direitos, conferindo segurança sobre a posse de terra é um factor crucial para os esforços de desenvolvimento”. Notamos que o Banco Mundial considera a

gestão pública essencial, e que há uma necessidade de criar uma política de terra (land policy) para conseguir o melhor aproveitamento.

Mohlund & Forsman (2010) descrevem o processo de planeamento da zona urbana. Fazem-no como um guia, com uma descrição detalhada e pratico como criar um processo de planeamento a nível de toda a cidade. A figura de plano director municipal (PDM) é desenvolvida para coordenar o uso de terra na área total de um município. A zona urbana e peri-urbana de uma cidade está no foco de interesse de investimentos de todas as camadas da população e empresas. O guia pretende mostrar exemplos e conselhos como o planeamento pode ser feito com a participação de todos os actores locais, incluindo a população pobre, mulheres, políticos, técnicos e outros. Um exemplo deste tipo de planeamento é apresentado separadamente por Forsman (2007). As publicações fazem parte das publicações da UN Habitat.

Assim, começamos com uma perspectiva global mas mesmo assim existem conselhos à nível prático como desenvolver este contexto global numa situação local.

O mercado imobiliário e o financiamento do meio urbano

A gestão municipal do meio urbano é essencial, mas o papel do mercado imobiliário também tem de ser considerado. O mercado tem movimento e actua em relação às regras e estruturas criadas. Temos de entender que o mercado reage conforme os custos

e benefícios que entendem, isto é, com a melhor lógica. Banco Mundial (World Bank 1993) faz uma análise do mercado imobiliário em países em desenvolvimento, e descreve o fracasso do seu funcionamento. Propõe que se dever criar estruturas para o sector privado, incluindo o sector informal. Também explica o papel de uma gestão pública, e uma política de urbanismo e de habitação. Apresenta dados de 52 países, e tira conclusões dos factores que incentivam e desincentivam investimentos. A seguir apresenta um programa como se pode facilitar aos Governos desenvolver o mercado.

Negrão (ed., 2004) mostra como se pode identificar o papel do mercado de terras nas zonas urbanas. Mostra a importância existir um sistema funcional de alocação de terras para os cidadãos, e o impacto de um desequilíbrio nesta área é essencial para ter uma justiça social. O estudo feito em Moçambique é um bom exemplo como realizar um estudo num país lusófono na África. Os níveis de valor de terra são bem conhecidos pela população, como uma realidade que se tem de enfrentar para conseguir um terreno para construir, e também no caso de compra de uma casa já construída.

Gilbert (2004) descreve num estudo para o Banco Mundial uma outra parte da gestão urbana, e em especial como se podem encontrar formas de intervenção nas cidades. As intervenções públicas funcionam como incentivos para investimento privado. Descreve 99 projectos urbanos com participação de habitantes e instituições financeiras. Significa que se procura uma participação com vá-



rios actores, e não contam apenas com o município/governo local ou a sua verba do Governo Central. Os projectos foram desenvolvidos nas áreas dos sistemas de água, esgotos e de lixo, bem como em outras áreas. Mostra que o meio urbano pode ser melhorado também nas zonas pobres da cidade, com a participação conjunta destes actores e consumidores dos sistemas urbanos.

A5.3 Gestão municipal do urbanismo

O papel do município

Os estudos sobre a gestão do meio urbano podem ser feitos a nível global, mas a implementação da política é feita a nível local. A gestão municipal é a chave para levar a política nacional à realidade na construção. O ambiente no bairro é um resulta-

} Forsman, Åsa, 2007, Strategic citywide spatial planning – A situational analysis of metropolitan Port-au-Prince, Haiti. UN Habitat & GLTN <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3021>

} Leautier, Frannie (ed.), 2006, Cities in a Globalizing World: Governance, Performance, and Sustainability. World Bank. <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=5435493>

} Mohlund, Örjan & Forsman, Åsa, 2010, Citywide Strategic Planning – A Step by Step Guide. UNHabi-

tat/GLTN. <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3020>

} Quan, Julian, 2008, Climate change and land tenure. The implications of climate change for land tenure and land policy. FAO Land Tenure Working Paper 2. FAO, IIED and Natural Resources Institute. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/aj332e/aj332e00.pdf>

} World Bank, 2003, Land Policies for Growth and Poverty Reduction. <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=939227>

{ **QUADRO A5.3** } Publicações sobre o contexto global do urbanismo.

} Gilbert, Roy 2004, Improving the Lives of the Poor through Investment in Cities: An Update on the Performance of the World Bank's Urban Portfolio. <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=2452871>

} Negrão, José (ed.), 2004, Mercado De Terras Urbanas Em Moçambique. Research Institute for Development. http://www.gltn.net/index.php?option=com_docman&gid=196&task=doc_details&Itemid=24

(Inglês, e <http://www.iid.org.mz/html/relatorios.html> (Português))

} World Bank, 1993, Housing: Enabling Markets to Work. A World Bank policy paper. http://www-wds.worldbank.org/external/default/main?pagePK=64193027&piPK=64187937&theSitePK=523679&menuPK=64187510&searchMenuPK=64187283&theSitePK=523679&entityID=000178830_98101911194018&searchMenuPK=64187283&theSitePK=523679

{ **QUADRO A5.4** } Publicações sobre o mercado imobiliário e o financiamento do meio urbano.



{ FIG. A5.1 } Vista da cidade de Maputo.

do da gestão municipal, tanto em casos positivos, como em casos negativos – quando a gestão é ineficiente ou mesmo inexistente.

Lee & Gilbert (1999) apresentam experiências de projectos de desenvolvimento de autarquias locais – municípios, no Brasil e nas Filipinas. O estudo realizado mostra a necessidade haver um funcionamento local da gestão pública. Mostra como se poder avaliar medidas e como implementar as melhores formas de descentralização das funções públicas de gestão. É um bom exemplo, mostrando haver possibilidade de se conseguir uma descentralização em países no terceiro mundo, onde a estrutura municipal muitas vezes é limitada. Davey (1993) também dá muitos bons exemplos da gestão autárquica do meio urbano. Alguns aspectos são o financiamento dos serviços, métodos de avaliação dos serviços e colaboração entre Municípios o sector privado.

UN Habitat & GLTN (2007) descrevem a situação de planeamento urbano num país pobre, a cidade de Port-au-Prince, em Haiti. Analisam o papel do planeamento urbano, com uma gestão activa do território. Também foca a necessidade integrar a perspectiva metropolitana na gestão municipal, isto é, não limitar a acção a cada município na área metropolitana, mas estender a perspectiva a toda a área urbana.

UN Habitat (2004) também apresenta perspectivas sobre a integração dos bairros pobres no planeamento. O papel do Estado e dos municípios é importante, e também de outros agentes locais. As medidas para melhorar os bairros existentes também podem servir de exemplo para as novas urbanizações – e outras ocupações informais de terreno. O processo de licenciamento enquadra muitos projectos novos, e em especial projectos



de carácter prioritário. Todos os exemplos e iniciativas para melhorar o meio urbano, com um planeamento do uso de terra, e com as habitações existentes e novas, devem ser divulgados ao público. O livro da UN Habitat é um bom exemplo que se pode trabalhar com métodos e medidas praticas para as populações pobres. Não devem ser excluídas dos trabalhos urbanísticos.

Sugerimos também a consulta de outros títulos da UN Habitat referidos abaixo, ou directamente na página de Web desta organização. As publicações abrangem vários aspectos de medidas desejadas para melhorar os bairros urbanos existentes, tanto a nível geral, político e financeiro como questões praticas de infraestruturas.

Comparticipação Município – sector privado

A gestão municipal é essencial, mas podem-se procurar formas de colaboração com o sector privado, isto é, no mercado imobiliário e noutras actividades económicas. Significa que se procura integrar o sector privado no contexto global, do urbanismo e do ordenamento do território, e assim alargar a perspectiva do licenciamento de obras, ou de loteamentos. PPIAF & World Bank (2005) descrevem a colaboração com o sector privado na área de infraestruturas em Angola. Na área de urbanismo há uma complexidade maior, e com benefícios comuns, que não se pode cobrar directamente no seu consumo, por exemplo, o uso de terrenos comuns. Mas as experiências numa áreas económicas podem ser usadas para desenvolver a área de urbanismo.

Imparato & Ruster (2003) descrevem um outro processo de colaboração, junto com os cidadãos dos bairros degradados na América Latina, e apresentam várias formas de financiamento, tanto local como externo. Fazem a seguinte definição de colaboração (*participation*):

“A participação é um processo no qual a população, em particular a população carenciada, influencia a alocação de recursos e a formulação e implementação de políticas fundiárias, e é envolvida a diferentes níveis na identificação de soluções durante o projecto de planeamento, e posteriormente na sua implementação, e avaliação pós-ocupação.”

A ênfase inicial no conceito de participação é feita para sublinhar o papel e a possibilidade abranger os cidadãos dos bairros, e neste contexto os proprietários dos prédios.

Godin & Farvacque-Vitkovic (1998), num estudo lançado pelo Banco Mundial, apresentam uma perspectiva do desenvolvimento das cidades na África francófona durante os últimos 25 anos, isto é, durante as décadas 1970–1990. O crescimento das cidades tem sido muito elevado, e tem causado muitos problemas criar estruturas urbanas para acompanhar o desenvolvimento. Mostram questões chaves no que concernem o papel dos parceiros, financiamento, infraestruturas, etc.

Peterson (2008) sublinha as mesmas ideias uma década mais tarde, e com uma ênfase no valor fundiário como recurso para financiamento de infraestruturas. Faz um exame da teoria subjacente a diferentes aspectos financeiros, tais como taxas de melhoria,

} Davey, Kenneth J, 1993. Elements Of Urban Management / Elementos de la Gestion Urbana , World Bank. <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=194821> (Inglês – esgotado) <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=217916> (Espanhol – acessível)

} Lee, Kuy Sik & Gilbert, Roy, 1999, Developing Towns & Cities: Lessons from Brazil and the Philippines, World Bank <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=210802>

} UN Habitat, 2008a, How to Develop a Pro-poor Land Policy – Process, Guide and Lessons. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2456>

} UN Habitat 2008b, Manual on the Right to Water and Sanitation. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2536>

} UN Habitat, 2008c, Participatory Budgeting in Africa – A Training Companion (Volume I: Concepts and Principles; Volume II: Facilitation Methods). <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2460>

<http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2460>

} UN Habitat, 2006a, Analytical Perspective of Pro-poor Slum Upgrading Frameworks. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2291>

} UN Habitat 2006b, Financial Resource Mapping. For Pro-Poor Governance Part – I. For Untied Resources Available at City Level Part II. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2391>

} UN Habitat, 2004, Pro-Poor Land Management: Integrating Slums into City Planning Approaches. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1105>

} UN Habitat & GLTN, 2007, Strategic citywide spatial planning – A situational analysis of metropolitan Port-au-Prince, Haiti. http://www.glt.net/index.php?option=com_docman&gid=209&task=doc_details&Itemid=24

} World Bank, 2009, Improving Municipal Management for Cities to Succeed: An IEG Special Study. <http://publications.worldbank.org/ecommerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=9199933>

{ **QUADRO A5.5** } Publicações sobre o papel do município no urbanismo.

taxas de impacto, e da troca de activos em terras e infraestruturas públicas e privadas. Estas ideias têm sido desenvolvidas durante os últimos anos considerando o habitat urbano como um recurso financeiro, visto que os investimentos realizados nas construções representam um capital muito maior do que os investimentos de cooperação.

UN Habitat & EcoPlan International (2005/2007) têm uma série de quatro volumes como um manual pratico para entender e trabalhar com a autarquia local, e assim identificar como financiar os investimentos sem depender do Estado Central. A co-participação

com o sector privado, tanto os construtores como os proprietários, pode contribuir nos investimentos para criar o meio urbano desejado. A vantagem com esta série é que tem uma partes gerais e outras partes práticas e que servem bem para usar pelos encarregados nos municípios e nas empresas privadas.

A5.4 A gestão do meio urbano

Espaços verdes no meio urbano

O meio urbano não é constituída apenas pelas construções, mas também pelas partes publicas e co-



muns. É evidente que as infraestruturas viárias são públicas, mas também há uma necessidade de espaço verde – como um pulmão na área urbana. A área urbana é desenvolvida como o ‘habitat’ – o nosso meio de viver. As perspectivas de sustentabilidade nas construções é uma parte importante e talvez a parte mais em foco. As zonas verdes no meio urbano também fazem parte deste meio urbano. Aqui limitamos a nossa perspectiva a alguns exemplos práticos. Rukunuddin & Hassan (2003) mostram a necessidade criar um meio ambiente nas cidades grandes, e neste caso numa cidade em Bangladesh com uma percentagem alta de pobreza. Significa que a gestão urbana tem de procurar formas para garantir estes espaços verdes. Propõe-se o uso de indicadores no planea-

mento. O artigo foi destacado e publicado pela FAO como um bom exemplo.

Um outro artigo destacado na página Web da FAO foi escrito por um grupo de cientistas do Danish Forest and Landscape Research Institute (Konijnindijk et al, 2003), para dar ênfase aos aspectos verdes no desenvolvimento urbano. O artigo apresenta o conceito de UPF (Urban and peri-urban forestry – zonas verdes/bosque no meio urbano e peri-urbano), e aí inclui-se a participação no processo de planeamento e implementação. Entendemos que a gestão pública é essencial, mas depende de uma boa co-participação de outros agentes, privados, associações e de cidadãos para ter sucesso. Também mostram no artigo que não é apenas uma questão dos países desenvol-

} Godin, Lucien & Farvacque-Vitkovic, Catherine, 1998, *The Future of African Cities: Challenges and Priorities in Urban Development*. World Bank. Também acessível em Francês. <http://publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=204720>

} Imparato, Ivo & Ruster, Jeff, 2003, *Slum Upgrading and Participation: Lessons from Latin America*. World Bank. <http://publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=1088629>.

} Peterson, George E, 2008, *Unlocking Land Values to Finance Urban Infrastructure*. World Bank. Palgrave Macmillan. <http://publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=8811078>

} PPIAF & World Bank, 2005, *Private Solutions for Infrastructure in Angola*. Soluciones Privadas para a Infraestrutura em Angola. Edição em Inglês e Português [\[publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=4281347\]\(http://publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=4281347\) ou \[4281538\]\(http://publications.worldbank.org/ecomerce/catalog/product?context=drilldown&item%5fid=4281538\)](http://pu-</p>
</div>
<div data-bbox=)

} UN Habitat, 1996, *Policies and Measures for Small – Contractor Development in the Construction Industry*. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1340>

} UN Habitat e EcoPlan International, 2005/2007, *Local Economic Development (LED) series -Promoting Local Economic Development through Strategic Planning (Four Volumes – 1 Quick Guide, 2 Manual, 3 Toolkit and 4 Action Guide) Promovendo o Desenvolvimento Econômico Local através do Planeamento Estratégico*. Edição em Inglês 2005, em Português 2007. Também acessível em Francês. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2625> (em Português) <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1922> (em Inglês)

vidos, mas de todos os países. Mostram exemplos de UPF em várias partes do mundo, e assim entendemos que há condições para implementar o conceito.

A5.5 Financiamento e créditos

Os investimentos no sector imobiliário representam uma grande parte do produto nacional bruto. As formas de financiamento são várias, e variam muito entre as camadas da população. O auto-financiamento é grande nos países em desenvolvimento, em especial nas camadas populacionais médias e pobres. O crédito hipotecário é uma forma muito usada nos países desenvolvidos, e permite um investimento maior para o dono sem recursos na situação actual. Exige um sistema de segurança hipotecária, que se baseia no enquadramento dos prédios num sistema de posse formal de terra, para se poder hipotecar valores da unidade predial. Para funcionar bem têm de existir unidades prediais bem distintas e com valor oficial, que é usado como unidade hipotecária.

Em todos os países existe uma estrutura para hipotecar as propriedades, mas não é usada num nível muito elevado em países em desenvolvimento. O estudo comparativo do economista de Soto (2003) é o mais destacado para identificar um problema específico nesta área. Explica a diferença entre os países latino-americanos e os EUA na confiança no sistema judicial e no desenvolvimento do sector hipotecário. A polémica criada por de Soto tem sido útil para mostrar alternativas para finan-

ciamento, e com a necessidade de uma infraestrutura financeira. Outros, por exemplo, Home & Lim (2004) mostram mais perspectivas para entender as origens do problema e a variedade de soluções em países africanos e das Caraíbas.

O guia da UN Habitat (2008 a) é uma boa introdução nesta área, como desenvolver as possibilidades financeiras de habitações para toda a população, e em especial para as camadas de rendimento médio e baixo. Descreve e analisa os sistemas formais e informais. Portanto, é um guia para uma política mais abrangente no sector imobiliário. Não se deve pensar apenas nos sistemas formais, a que apenas uma pequena parte da população tem efectivamente acesso.

Também há estudos específicos em vários países, nos continentes Sul-Americano, Africano e Asiático: Bolívia, Chile, Perú, Zimbabwe, África do Sul, Índia, Indonésia, Tailândia e Coreia. O exemplo da África do Sul (UN Habitat 2008 b) pode servir bem. UN Habitat (2002) também apresenta um panorama de vários países na área de financiamento habitacional, e assim serve de exemplo e incentivo para enquadrar e desenvolver os sistemas nacionais de financiamento. As experiências apresentadas mostram que existem soluções para melhorar a situação habitacional para todos, e que o financiamento não é restrito ao sector formal onde o título de propriedade permite a concessão de crédito através da hipoteca formal. As iniciativas na área de construção sustentável exigem tanto um conhecimento melhor de técnicas de construção e design, como investimentos financeiros.



} Rukunuddin, Ahmed Miyan & Hassan, Rakibul, 2003, People's Perception toward Value of Urban Greenspace in Environmental Development. World Forestry Congress, Sept 23–30, 2003, Quebec city, Canada <http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0347-B5.HTM>

} Konijnendijk, Cecil C; Sadio, Syaka; Randrup, Thomas B. & Schipperijn, Jasper, 2003, Urban and peri-urban forestry for sustainable urban development. World Forestry Congress, Sept 23–30, 2003, Quebec city, Canada. <http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0976-B5.HTM>

{ **QUADRO A5.7** } Publicações sobre espaços verdes no meio urbano.

} Home, Robert & Lim, Hilary (ed.) 2004, Demystifying the Mystery of Capital. Land Tenure and Poverty in Africa and the Caribbean. Glasshouse Press.

} De Soto, Hernando, 2003, The Mystery of Capital/El misterio del capital. Basic Books/Editorial Diana Sa.

} UN Habitat, 2008a, Housing for All: The Challenges of Affordability, Accessibility and Sustainability, The Experiences and Instruments from the Developing and developed worlds, 2008. Human Settlement Finance

and Policies (Series title) <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2547>

} UN Habitat, 2008b Housing Finance Systems In South Africa. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2549>

} UN Habitat, 2002, Financing Adequate Shelter for All. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1277>

{ **QUADRO A5.8** } Publicações sobre financiamento e créditos.

A5.6 Construção no meio urbano

As técnicas de construção são descritas noutras partes deste manual. Nesta parte queremos apenas concluir a abordagem de literatura das organizações internacionais com alguns poucos títulos sobre a construção e o seu papel como consumidor de energia. A área é bem vasta, e não pretendemos fazer uma abordagem grande, mas apenas mostrar que faz parte dos programas e iniciativas das organizações internacionais.

A UN Habitat tem uma secção sobre a habitação, e faz a ligação com o terreno, já descrito acima. Chama-se 'Land and Housing', o que indica que fazem a ligação entre o acesso a terreno e a construção. São duas partes interligadas na urbanização.

O tema de 'Land and Housing' tem muitos títulos sobre as técnicas de construção, incluindo a energia, tecnologias, e sustentabilidade na construção. O acesso geral às publicações da UN Habitat: <http://www.unhabitat.org/pmss/>.

Aqui queremos mencionar duas publicações da UN Habitat, para mostrar o desenvolvimento nesta área. UN Habitat (1997) dá uma abordagem global sobre no final da década de 1990. Entendemos que esta área já era importante nessa altura, que se tentava mostrar e fazer chegar conhecimentos de soluções adequadas na construção. Nota-se que o tema é tecnologias para as construções de custos baixos, e assim são adaptadas a pessoas sem grandes recursos financeiros.

Uma década mais tarde, UN Habitat (2007) apresenta opções para melhorar o acesso e consumo de energia em bairros suburbanos pobres. Significa que há soluções para resolver a situação actual nesses bairros. O consumo é individual mas depende do fornecimento do bairro, e como se organiza esta área a nível local. Como se entende da descrição do livro, foi uma reunião de peritos para identificar as limitações em todas as áreas onde a energia é um factor essencial. Também faz uma análise do ambiente local, onde o consumo de energia pode melhorar para evitar a poluição.

A UN Habitat também promove iniciativas na área de energia através de uma rede de internet, GENUS, the Global Energy Network for Urban Settlements. Acesso: <http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=631>.

A rede é nova, e realizou dois encontros em 2009, sobre transportes e electrificação para bairros suburbanos respectivamente, e dois em 2010 sobre transportes urbanos e energia produzida com lixo. Nota-se que estes tipos de técnicas e acções são conhecidos em países desenvolvidos, como por exemplo o programa do urbanismo sustentável da cidade de Malmö (ver a parte inicial deste capítulo).

Uma outra rede de internet criada pela UN Habitat é a SUD-NET – Sustainable Urban Develop-

ment Network: <http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=570>

Os temas desta rede são grandes, e abrange aspectos mais globais sobre as mudanças climáticas, mas também aspectos mais locais e aplicáveis na construção civil e planeamento urbano. A cidade de Maputo é uma de quatro cidades piloto desta rede, e assim tem alguns estudos já feitos e outros por fazer. A análise identifica vários problemas, como por exemplo inundações fluviais, desaparecimento de zonas de mangal, e degradação da qualidade de água.

A5.7 Uma cidade sustentável

O processo de construção sustentável tem de ser apoiado por uma estratégia de sustentabilidade da gestão urbana. É um aspecto prioritário do programa SURE–Africa – Sustainable Urban Renewal – Energy Efficient Buildings in Africa.

Os promotores de construção precisam de uma contrapartida do sector público, tanto a nível local e como a nível nacional, com uma boa orientação sustentável na gestão urbana.

Seguidamente é descrito, de forma sucinta, um exemplo de boas práticas de gestão sustentável, promovida a nível municipal– a cidade de Malmö.

} UN Habitat, 1997, Global Overview of Construction Technology Trends: Energy-Efficiency in Construction. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=1452>

} UN Habitat, 2007, Enhancing Access to Modern Energy Options for Poor Urban Settlements. <http://www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2354>



A cidade de Malmö – exemplo sustentável

A cidade de Malmö, ao sul da Suécia, é apresentada como inspiração e para mostrar o que o sector público pode fazer para apoiar as actividades dos promotores privados. As condições são diferentes entre a Suécia e os países africanos abrangidos pelo Sure-Africa. Mas apresentam-se umas ideias do trabalho que se faz para orientar a gestão urbana com este objectivo.

Vamos começar com o trabalho do Município na área de sustentabilidade urbana. Aqui encontramos uma visão bem enraizada, em forma de trabalhos já feitos e visões. Foram realizadas duas conferências sobre o tema Sustainable City Development, em 2005 e 2007 respectivamente. Identificaram-se muitas áreas para encaminhar o desenvolvimento urbano nesta direcção. A documentação das conferências está acessível no *website* [http://www.malmo.se/servicemeny/malmostadinenglish/sustainablecitydevel](http://www.malmo.se/servicemeny/malmostadinenglish/sustainablecitydevelopment.4.33aee30d103b8f15916800024628.html)

[opment.4.33aee30d103b8f15916800024628.html](http://www.malmo.se/servicemeny/malmostadinenglish/sustainablecitydevelopment.4.33aee30d103b8f15916800024628.html). Este website contém também muitos outros documentos, disponíveis em formato pdf, como por exemplo programas gerais de desenvolvimento sustentável, e programas sobre energia e clima. Os temas dos workshops da conferência de 2007 mostram a situação complexa das intervenções, ou seja, as possibilidades de actividades para mudar a gestão urbana.

A cidade de Malmö foi um exemplo destacado pela UN Habitat no World Habitat Day 2009. Outros exemplos do mundo inteiro, incluindo 20 projectos em países africanos, desde o início desta iniciativa em 1989, até 2009, são acessíveis na seguinte direcção: <http://www.unhabitat.org/content.asp?typeid=19&catid=588&cid=7306>.

Autor: Klas Ernard Borges, *University of Lund*

Workshop

- { 1 } Arquitectura sustentável
- { 2 } Alterações climáticas
- { 3 } Manutenção e operação de edifícios sustentáveis
- { 4 } Parcerias público-privadas no sector da Energia
- { 5 } Sistemas de energias renováveis
- { 6 } Design de edifícios sustentáveis – o desenvolvimento do conceito
- { 7 } Como melhorar a acessibilidade sem aumentar o número de viaturas privadas
- { 8 } Construção sustentável nas regiões do Báltico e Escandinávia
- { 9 } Vegetação urbana como meio de adaptação ao clima
- { 10 } Planeamento urbano
- { 11 } Um futuro sem petróleo
- { 12 } Sistema de saúde sustentável
- { 13 } Como reduzir produção sem reduzir os bens
- { 14 } Integração urbana
- { 15 } Educação e desenvolvimento sustentável das cidades
- { 16 } Ferramentas para a concepção de edifícios sustentáveis

{ A5.10 } Workshops na conferência sobre Sustainable Development, em Malmö, 2007.

A6 Desenvolvimento Limpo nos PALOP: Potencial para energias sustentáveis

O Protocolo de Quioto, as políticas e mecanismos com ele relacionadas deram novo fôlego à ideia de obter um modelo energético sustentável, que contribua ao mesmo tempo para combater as alterações climáticas e para reduzir a pobreza. Enquanto se procura minimizar os efeitos do crescimento económico sobre o planeta, é indefensável negar às populações mais pobres – que não têm acesso a serviços básicos e foram as que menos contribuíram para a situação actual – a melhoria do seu nível de vida.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM na sigla inglesa) é um dos três mecanismos de flexibilidade previstos no Protocolo de Quioto, a par da Implementação Conjunta e do comércio de emissões, e o único que envolve directamente os países mais pobres. Pressupõe o investimento dos países desenvolvidos (Anexo I da Convenção sobre as Alterações Climáticas) em projectos de redução de emissões nos países em desenvolvimento (não Anexo I), contribuindo para o desenvolvimento sustentável destes países e contabilizando esses investimentos nos seus próprios compromissos de redução face ao Protocolo de Quioto (e face a metas regionais como as da União Europeia).

Existem no entanto obstáculos a esta ideia de “desenvolvimento sustentável”. O CDM, enquanto mecanismo de mercado, e nos moldes actuais, tem-se revelado mais apropriado para projectos de larga escala e países em crescimento económico acelerado. Muito se tem fa-

lado do envolvimento de África, que está em último plano, com menos de 2% de projectos CDM registados até hoje. Só a China e a Índia representavam mais de 60% dos projectos registados pelo Comité Executivo do CDM a 8 de Novembro de 2010 (2 486 no total).

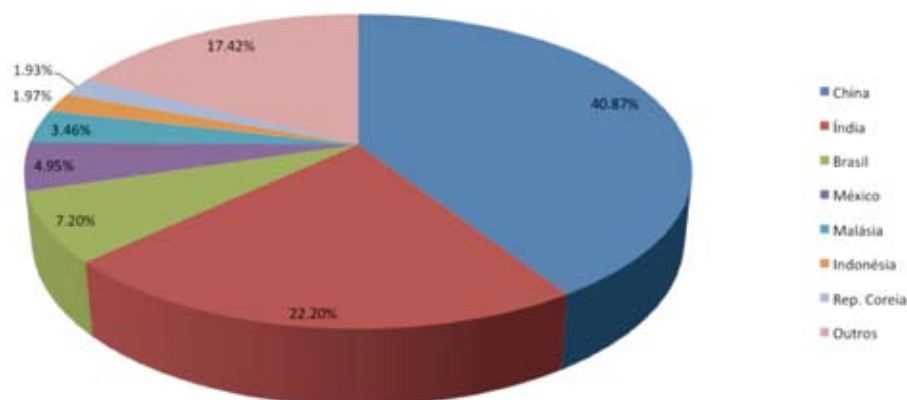
Existe uma grande diversidade de tecnologias de redução de emissões consideradas no CDM, mas abordaremos aqui em concretos as que estão relacionadas com o aproveitamento das Fontes de Energia Renováveis (FER).

Para fazer face à necessidade de reduzir emissões em diversas frentes, Portugal recorreu aos mecanismos de flexibilidade e criou um Fundo de Carbono com o objectivo de investir em projectos de redução de emissões, incluindo de Desenvolvimento Limpo. Desde 2007 já foram assinados memorandos de entendimento com os cinco PALOP, que dão grande destaque aos projectos de FER.

A cooperação portuguesa estava até aqui dedicada a outras áreas, mas nos últimos anos o ambiente e a sustentabilidade têm aparecido como preocupações estratégicas, com o ambiente a surgir nos planos anuais e plurianuais de cooperação.

No entanto, ainda não há projectos CDM no terreno e também há pouca informação sobre o real potencial destes países para receber investimentos deste tipo. Será necessário apostar nos próximos anos em estudos e levantamentos mais exaustivos.

É ainda mais escassa a informação sobre países pequenos como São Tomé e Príncipe e a Guiné-Bissau. Angola e Moçambique têm vastos territórios que parecem oferecer um universo de possibilidades. Cabo Verde, por seu turno, assistiu a um grande entusiasmo



{ FIG. A6.1 } Projectos CDM registados (Fonte UNFCCC).

pelos renováveis, nos anos 70 a 80, mas nos últimos anos tem vindo novamente a afirmar-se neste campo, tendo um conjunto de projectos previstos com apoios internacionais, incluindo de Portugal.

A6.2 O caso dos PALOP: energia e alterações climáticas

O uso de biomassa é dominante em África, com consequências na preservação dos recursos naturais do continente. O consumo de energias fósseis e de electricidade nunca foi generalizado à população e a maior parte dos países não é totalmente servida por uma infra-estrutura energética. Esta fonte de energia permanecerá como a mais importante, mas há formas de atenuar os seus efeitos, por exemplo promovendo a utilização de fornos solares ou mais eficientes, uma vez que a maior parte da energia é utilizada na confecção de alimentos.

Todos os PALOP estão classificados como Países Menos Avançados (PMA) pelas Nações Unidas. Excepto Cabo Verde que passou a ser considerado um País de Rendimento Médio em 2008. Todos estes cinco países ratificaram já a Convenção sobre as Alterações Climáticas e o Protocolo de Quioto, mas

apenas Cabo Verde e Moçambique têm as suas Autoridades Nacionais Designadas operacionais, um passo fundamental para poderem receber projectos CDM. Portugal tem dado prioridade à constituição destes organismos na cooperação com os PALOP.

Em termos de potencial de implementação de projectos FER, a biomassa e a energia solar serão as duas fontes mais disponíveis nos PALOP, mas é necessário proceder a estudos aprofundados para apurar o verdadeiro potencial existente nas diversas áreas. A eólica não terá viabilidade em todas as geografias, sendo adequada por exemplo no caso de Cabo Verde.

Um estudo feito pelo Banco Mundial em 2008, sobre oportunidades de desenvolvimento de projectos CDM em África, abrangeu quatro PALOP (São Tomé e Príncipe não foi incluído) e apenas uma parte das FER, mas ainda assim conclui que o potencial de redução de emissões pode ser significativo.

Cabo Verde

O país revela potencial para o aproveitamento de diversas FER, em particular a solar e a eólica. Cabo Verde tem muito pouca chuva ao longo do ano e o número



{ FIG. A6.2 } Micro-turbina eólica.

de horas de Sol pode atingir uma média de 200 por mês (IE4Sahel/IST, 2007). Esta fonte de energia tem sido pouco aproveitada ao longo dos anos, havendo recentemente alguns projectos para as zonas rurais.

Além dos elevados níveis de insolação, um dos elementos climáticos predominantes em Cabo Verde é o vento, que sopra de forma constante dos quadrantes Nordeste e Este. As médias situam-se entre os 4 m/s e os 7 m/s (Alves et al., 2007).

Em 2004, a energia eólica representou cerca de 3% da produção de electricidade. Em 2007 foi elaborado um Atlas Eólico de Cabo Verde pelo laboratório Risø, da Dinamarca. Espera-se que a taxa de utilização da eólica aumente para os 18% com os quatro projectos recentemente aprovados para as ilhas de Santiago, São Vicente, Sal e Boa Vista.

Angola

A mini-hídrica, solar e aproveitamento da biomassa são as áreas de maior potencial nas FER. Um estudo sobre o perfil ambiental de Angola, realizado pela MHV para a

Comissão Europeia em 2006, recomenda a difusão das fontes renováveis (nomeadamente solar, mini-hídrica e biomassa) a iniciar em escolas em meio rural, nos parques naturais e em áreas desérticas (maior utilização solar), assim como a promoção da eficiência energética junto da indústria e da utilização de gás natural, com o objectivo de reduzir a dependência de combustíveis.

O sector dos biocombustíveis tem suscitado interesse por parte das grandes empresas privadas da área da energia.

Moçambique

A biomassa, lenha e carvão vegetal, representa mais de 90% do consumo de energia, mas o país tem potencial para exploração de algumas FER, em particular a hídrica e mini-hídrica, pois é rico neste tipo de recursos, exportando inclusivamente a maior parte da electricidade produzida pela barragem de Cahora Bassa.

A radiação solar global é de 220 W/m², mais que o dobro da do continente europeu, o que permite igualmente o aproveitamento da energia solar (Greenpeace/ITDG, 2002).

Já o potencial para desenvolvimento da energia eólica não é tão significativo neste território, com uma velocidade média de vento que pouco ultrapassa 2 m/s, excepto nas zonas costeiras onde pode atingir 3 a 4 m/s, como concluíram por exemplo estudos desenvolvidos pelo projecto CDM for Sustainable Africa¹.

O desenvolvimento de biocombustíveis tem suscitado interesse, tal como em Angola, pelo potencial de exploração de produtos como o coqueiro ou a mandioca.



Guiné-Bissau

Essencialmente dependente da biomassa (recursos florestais) e da importação de produtos petrolíferos. A desflorestação é um problema significativo que se tem agravado com o passar dos anos, apesar da política nacional de reflorestação. (MHV/CE, 2007).

Também neste país a produção de biocombustíveis a partir de recursos agrícolas poderá ser uma das FER mais importantes a explorar, mas também a solar e a eólica.

A velocidade média do vento na Guiné-Bissau situa-se 3 e 5 m/s, sendo suficiente para a instalação de parques eólicos. O país dispõe além disso de uma boa radiação solar – 5 a 6 KWh/m²/dia (8 horas diárias).

São Tomé e Príncipe

O potencial do país para utilização das FER está ainda pouco estudado e requer um levantamento exaustivo das potenciais fontes.

O relatório pedido pelo governo de São Tomé ao *Earth Institute* da Universidade de Columbia, em 2004, recomendava o uso da biomassa florestal, através da gaseificação e posterior aproveitamento do gás na confecção de alimentos. O mesmo estudo defendia inclusivamente que o agroflorestamento poderia levar a produção de biomassa a atingir as 40 mil toneladas anuais, o que equivaleria à produção anual de energia eléctrica do país.

Autora: Carla Gomes

Mestre em Gestão e Políticas Ambientais pela Universidade de Aveiro

Referências:

ALVES, Luís. et al. (2007), *Energy for Poverty Alleviation in Sahel/IE4Sahel: Public Report*, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Earth Institute, Universidade de Columbia (2004), *Relatório sobre Infra-estrutura de Energia – São Tomé e Príncipe*, Columbia.

GOUVELLO, C., Dayo, F., & Thioye, M. (2008), *Low-carbon Energy Projects for Development in Sub-Saharan Africa: Unveiling the Potential, Addressing the Barriers*, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, DC

MWH, *Élaboration du Profil Environnemental de Pays – Guinée Bissau: Rapport final (pour la CE)*, 31 de Janeiro de 2007.

MHV (to the EC), *Update of the Country Environmental Profile of Angola*, Julho 2006.

<http://cdm.unfccc.int/>, United Nations Framework Convention on Climate Change

<http://www.wri.org>, World Resources Institute (WRI)

1. CDM for Sustainable Africa Project – Consórcio formado por instituições de ensino e investigação de países europeus e africanos, com o objectivo de aprofundar o conhecimento sobre o potencial de África para desenver projectos de Desenvolvimento Limpo. Dados retirados do mapa CDM de Moçambique: http://www.rgesd-sustcomm.org/CDM_AFRICA/cdm_africa_Mapping_Mozambique.htm. Fontes: IEA Energy Statistics and The World Fact Book.

{ Autorias }



{ Texto }

Introdução

José Forjaz

Capítulo 1

José Forjaz

Capítulo 2

José Forjaz

Capítulo 3

Manuel Correia Guedes,

José Forjaz

Capítulo 4

Leão Lopes, Ângelo Lopes,

Mariana Pereira

Capítulo 5

Leão Lopes, Ângelo Lopes,

Mariana Pereira

Capítulo 6

Leão Lopes, Ângelo Lopes,

Mariana Pereira

Capítulo 7

Luís Lage, José Forjaz

Anexo 1 Joana Aleixo, Luís Calixto

Anexo 2 Joana Aleixo, Luís Calixto

Anexo 3 Manuel Pinheiro

Anexo 4 Gustavo Cantuária

Anexo 5 Klas Borges

Anexo 6 Carla Gomes

{ Quadros }

Capítulo 3 Manuel Correia Guedes

Anexo 2 Joana Aleixo

Anexo 3 Manuel Pinheiro

Anexo 5 Klas Borges

{ Figuras }

1.1 Foto Manuel Correia Guedes

2.1 Fotos Manuel Correia Guedes

2.2 Fotos Luís Lage

2.3 Fotos Manuel Correia Guedes

3.1 Foto Manuel Correia Guedes

3.2 Foto Manuel Correia Guedes

3.3 Desenho Joana Aleixo
(adaptado de WMO)

3.4 Gráficos Luis Calixto

3.5 Desenho Leão Lopes

3.6 Foto Manuel Correia Guedes

3.7 Desenho Leão Lopes

3.8 Desenho Leão Lopes

3.9 Desenho Leão Lopes

3.10 Desenho Leão Lopes

3.11 Desenho Leão Lopes

3.12 Desenho Leão Lopes

3.13 Fotos Manuel Correia Guedes

3.14 Desenho Mariana Pereira
(adaptado de Baker, 2000)

3.15 Desenhos Mariana Pereira

3.16 Desenho Joana Aleixo

3.17 Fotos Manuel Correia Guedes

3.18 Desenho Leão Lopes

3.19 Desenho Joana Aleixo
(adaptado de Goulding, 1992)

3.20 Fotos Manuel Correia Guedes

3.21 Fotos Manuel Correia Guedes

3.22 Fotos Manuel Correia Guedes

3.23 Fotos Manuel Correia Guedes

3.24 Fotos Manuel Correia Guedes

3.25 Fotos Manuel Correia Guedes

3.26 Fotos Manuel Correia Guedes

3.27 Fotos Manuel Correia Guedes

3.28 Fotos Manuel Correia Guedes

3.29 Foto Manuel Correia Guedes

3.30 Desenho Leão Lopes

3.31 Fotos Manuel Correia Guedes

3.32 Foto Manuel Correia Guedes

3.33 Fotos Manuel Correia Guedes

3.34 Foto Manuel Correia Guedes

3.35 Fotos Manuel Correia Guedes
3.36 Desenho Joana Aleixo
(adaptado de Goulding, 1992)

3.37 Desenho Joana Aleixo
(adaptado de Thomas, 1996)

3.38 Fotos Manuel Correia Guedes



- 3.39 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.40 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.41 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.42 Foto Manuel Correia Guedes
- 3.43 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.44 Desenho Joana Aleixo
- 3.45 Desenho Joana Aleixo
(adaptado de Thomas, 1992)
- 3.46 (1) Desenho Joana Aleixo
(adaptado de Thomas, 1992)
- 3.46 (2-4) Desenhos José Forjaz
- 3.47 Desenho Mariana Pereira
(adaptado de Baker, 2000)
- 3.48 Desenho Leão Lopes
- 3.49 Desenho Leão Lopes
- 3.50 Desenho Leão Lopes
- 3.51 Desenho Leão Lopes
- 3.52 Desenho Leão Lopes
- 3.53 Desenho Leão Lopes
- 3.54 Desenho Leão Lopes
- 3.55 Desenho Leão Lopes
- 3.56 Desenho Leão Lopes
- 3.57 Desenho Leão Lopes
- 3.58 Desenho Leão Lopes
- 3.59 Desenho Leão Lopes
- 3.60 Desenho Leão Lopes
- 3.61 Desenho Leão Lopes
- 3.62 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.63 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.64 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.65 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.66 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.67 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.68 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.69 Fotos Manuel Correia Guedes
- 3.70 Diagramas Joana Aleixo e Luis Calixto
- 3.71 Fotos Manuel Correia Guedes

- 4.1 Desenho Leão Lopes
- 4.2 Desenho Leão Lopes
- 4.3 Desenho Leão Lopes
- 4.4 Desenho Leão Lopes

- 4.5 Desenho Leão Lopes
- 4.6 Desenho Leão Lopes
- 4.7 Desenho Leão Lopes
- 4.8 Fotos Manuel Correia Guedes

- 5.1 Desenho Leão Lopes
- 5.2 Desenho Leão Lopes
- 5.3 Desenho Leão Lopes
- 5.4 Desenho Leão Lopes
- 5.5 Desenho Leão Lopes
- 5.6 Desenho Leão Lopes
- 5.7 Desenho Leão Lopes
- 5.8 Foto Manuel Correia Guedes

- 6.1 Desenho Leão Lopes
- 6.2 Desenho Leão Lopes
- 6.3 Desenho Leão Lopes
- 6.4 Desenho Leão Lopes
- 6.5 Desenho Leão Lopes
- 6.6 Tabela Leão Lopes
- 6.7 Desenho Leão Lopes
- 6.8 Desenho Leão Lopes

- 7.1 Desenho Atelier José Forjaz
- 7.2 Desenho Atelier José Forjaz
- 7.3 Desenho Atelier José Forjaz
- 7.4 Fotos Luis Lage
- 7.5 Foto Luis Lage
- 7.6 Foto Luis Lage
- 7.7 Fotos Luis Lage
- 7.8 Fotos Luis Lage
- 7.9 Foto Luis Lage
- 7.10 Foto Luis Lage
- 7.11 Foto Luis Lage

- A1 Imagens Luís Calixto e Joana Aleixo
- A2 Imagens Joana Aleixo e Luís Calixto
- A3 Imagens Manuel Pinheiro
- A4 Imagens Gustavo Cantuária
- A5 Foto Manuel Correia Guedes
- A6 Imagens Carla Gomes



O presente manual tem como principal objectivo sugerir medidas básicas para a prática de uma arquitectura sustentável. Destina-se a estudantes e profissionais de arquitectura e engenharia, sendo também acessível ao público com alguma preparação técnica na área da construção. Tendo em conta o clima, os recursos naturais e o contexto socioeconómico, são traçadas, de forma simplificada, estratégias de boas práticas de projecto.

Foi elaborado no âmbito do projecto europeu SURE-Africa (*Sustainable Urban Renewal: Energy Efficient Buildings for Africa*), em que participaram quatro instituições africanas: o Departamento de Arquitectura da Universidade Agostinho Neto (Angola), a Escola Internacional de Artes do Mindelo (M-EIA, em Cabo Verde), o Ministério das Infra-estruturas e Transportes da República da Guiné-Bissau, e a Faculdade de Arquitectura da Universidade Eduardo Mondlane (Moçambique), e três instituições académicas europeias: o Instituto Superior Técnico (coordenador do projecto), a Universidade de Cambridge (Reino Unido) e a Universidade de Lund (Suécia).



SURE AFRICA

SUSTAINABLE URBAN RENEWAL-ENERGY EFFICIENT BUILDING FOR AFRICAN COUNTRIES



CPLP



IPAD

FCT



FUNDAÇÃO
CALOUSTE
GULBENKIAN