

Planeamento Integrado de Energia Doméstica

Grupo de Fontes Renováveis

Energia Eólica

Elaborado por: Jorge Nhambiu MSc.

Maputo, Agosto de 1997

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Contexto das Fontes Renováveis de Energia	3
2 SITUAÇÃO ACTUAL DA DEMANDA E OFERTA	3
2.1 ENERGIA SOLAR	3
2.1.1 Generalidades	3
2. ENERGIA EÓLICA	5
2.2. Generalidades	5
2.2.2 Factores que afectam a energia eólica	5
2.2.3 Aproveitamento Da Energia Eólica	6
2.2.4 A Procura de Energia Eólica	7
2.2.5 Capacidade de Produção das Empresas Fornecedoras do Equipamento	8
2.2.6 Análise económica	9
2.2.7 Projecto de um Sistema Eólico	11
2.2.7.1 Generalidades	11
2.2.7.2 Custos do Sistemas	14
2.2.8 Sistemas de bombeamento a Gasóleo,	15
2.2.8.1 Generalidades	15
2.2.8.2 Dimensionamento do Sistema	16
2.2.8.3 Custos do Sistema	17
2.2.9 Sistemas manuais de bombeamento	17
Custos do sistema	17
2.2.9.1 Generalidades	17
2.2.9.2 Dimensionamento do sistema	18
2.2.9.3 Custos do Sistema	19
2.2.10 Sistemas bombeamento a Energia Solar	19
2.2.10.1 Generalidades	19
2.10.2 Custos do Sistema	20
2.2.11 Comparação dos custos de água bombeada por diversos métodos	21

3.	DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS DE CONSUMO DE AGUA	24
4.	DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS	31
4.1	Estratégias de Gestão	31
4.2	Estratégias de Desenvolvimento	34
	BIBLIOGRAFIA	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de cálculo do consumo de gasóleo em sistemas de bombeamento de água (Modificado [3])	16
Figura 2.2 Monograma para o dimensionamento de bombas manuais (Modificado [4])	18
Figura 2.3 Monograma para dimensionamento de bombas	20
Figura 2.4 Curvas comparativas do custo de bombeamento de água para um furo de 20 metros de profundidade	22
Figura 2.5 Curvas comparativas do custo de água para um furo de 40 metros de profundidade	23
Figura 2.6 Curvas comparativas do custo de água para um furo de 60 metros de profundidade	24
Figura 3.1 Cenários de desenvolvimento da população coberta	28
Figura 3.2 Poupança de Diesel se optar-se por moinhos de vento	30
Figura 3.3 Emissões produzidos por bombas a diesel para bombear o necessário para suprir o cenário B	30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Países em desenvolvimento com produção significante de moinhos de vento,	7
Tabela 2.2 Preço em meticais do furo (1996) Modril,	15
Tabela 3.1 Capitações prognosticadas pelo PRONAR,	26
Tabela 3.2 População Rural Abastecida por Fonte de Protegida,	28

1. INTRODUÇÃO

Moçambique tem uma população de cerca de 18 milhões de habitantes,¹ destes cerca de 80% vivem nas zonas rurais.

Grande parte das zonas rurais de Moçambique não se encontram electrificadas mas lá existe a necessidade de utilização de alguma fonte de energia para abastecer as escolas, clínicas e para os sistemas comunitários de abastecimento de água, assim, as fontes renováveis de energia poderiam ser atractivas nessas áreas.

As fontes de energia renovável também se mostram bastante úteis na solução do problema de abastecimento de água em zonas onde não haja energia e o acesso ao combustível líquido seja bastante difícil. Embora as condições para o uso de recursos renováveis de energia existam, a atenção a eles dada é escassa pelo facto de não existir no país uma instituição directamente ligada a estes recursos.

Neste momento, o uso de fontes renováveis de energia está sendo feito através de iniciativas individuais de instituições do Governo e ONG's. Esta situação dificulta o acesso a informação sobre o que está sendo feito neste campo. Mesmo assim, é possível ver que o uso de recursos renováveis em Moçambique está a crescer e ha indicações de um futuro com sucesso nesta área e esse é o resultado dessas iniciativas individuais levadas a cabo pelas organizações acima referidas, concretamente a UEM, o UNICEF, a empresa COMEL, o INDER, etc. É de salientar que entre estas instituições não existe nenhuma troca de informações nem cooperação no que diz respeito a novas e renováveis fontes de energia.

¹ Valor calculado a partir do crescimento populacional natural dos valores obtidos do senso populacional de 1980

1.1 Contexto das Fontes Renováveis de Energia

A demanda de energia cresce 5% ao ano e as fontes clássicas de energia caminham para a exaustão, daí ganha urgência dia a dia a necessidade de se encontrarem soluções para o problema de energia, que atinge tanto os países desenvolvidos como os em desenvolvimento e uma das estratégias que se está a adoptar em quase todo o mundo é a investigação da utilização de energias renováveis.

O início dos anos 80 ficou marcado pelo segundo choque petrolífero em que o preço do petróleo, após um período de relativa estabilidade, voltou a subir abruptamente a semelhança do que sucedera em 1973.

Como importador de petróleo, associado ao problema de carência de divisas, Moçambique é um dos países que mais necessidade tem encontrar alternativas energéticas que permitam reduzir os consumos dos derivados daquele combustível, desenvolver a agricultura assim como garantir o bem estar das populações rurais.

2 SITUAÇÃO ACTUAL DA DEMANDA E OFERTA

2.1 ENERGIA SOLAR

2.1.1 Generalidades

Entre cem milhões de estrelas que se supõe existirem no universo, o sol é a mais próxima da terra: 149598000 Km, ou seja o equivalente a 8 minutos à velocidade da luz, enquanto a luz da estrela vizinha seguinte, a Alfa de Centauro, leva quatro anos a chegar até nós.

A energia solar pode-se utilizar para diferentes fins tais como:

Produção de energia eléctrica

Para conversão directa da energia solar em eléctrica, existem três processos, nomeadamente: por efeito fotovoltaico, termoeléctrico ou fotogalvânico. O primeiro desses processos é o que oferece melhores perspectivas. As centrais eléctricas baseadas nesse princípio são de baixa

potência (10 a 100 Kw). O sistema fotovoltaico é aconselhável e por vezes a única opção, nos casos de locais de difícil acesso, como em alimentação de estações retransmissoras de radio e TV ou faróis.

Embora se façam grandes esforços com vista a melhorar o rendimento das células fotovoltaicas os investigadores só têm conseguido a redução do custo por unidade de potência, progresso este que se tem afigurado pouco difícil. Contudo só grandes reduções nos custos actuais tornará interessante o uso das células fotovoltaicas para alimentar redes rurais isoladas.

Aquecimento de água

A maioria dos aquecedores de água a energia solar usam colectores de superfície plana para observar a radiação solar e transferi-la para a H₂O. Estes aquecedores podem ser instalados em hotéis, hospitais, escolas (internatos) e nas cidades, aquecedores solares de H₂O instalados.

Secagem

Esta é um dos tipos (mais antigos) de uso de energia solar. A energia solar é usada para secar o café, tabaco, milho, peixe castanha, copra etc.

Nas secagens modernas usam-se colectores de superfície plana que convertem a energia solar em calor. O calor conseguido desta conversão é usado para elevar a temperatura do ar que depois evapora a humidade existente nos produtos a secar.

A secagem através do sol, permite economizar o dinheiro que poderia ser necessário para a compra de combustíveis.

Cozinha

A cozinha solar, baseia-se essencialmente em concentradores de luz solar que reflectindo directamente para o pote que contém a comida, aquece-a até a sua confeição final.

2.2 ENERGIA EÓLICA

2.2.1 Generalidades

Tem-se reportado a existência, em muitos circuitos, de bases técnicas firmes de projectos sobre Energia Eólica. Uma das aplicações mais comuns deste recurso energético é o bombeamento de água em zonas rurais embora em alguns casos se mostre eficiente para geração de potência eléctrica (até 5KW) com vista ao abastecimento aos consumidores muito isolados.

Os inconvenientes da energia eólica são a sazonalidade e a atenção especial necessária no que tange a determinação do sentido prevalecente do vento bem como a escolha do equipamento adequado para determinados regimes dos ventos.

2.2.2 Factores que afectam a energia eólica

O vento é originado pela diferença de temperatura e pressão barométrica entre dois pontos.

Os modelos de vento (velocidade, frequência e/ou direcção) varia entre o dia e a noite e de estação para estação.

Desde que as temperaturas fltuem é também comum variações nos modelos dos ventos entre meses do ano.

Os modelos dos ventos são frequentemente afectados em sítios próximos do mar, montanhas e colinas.

Em sítios como na costa do mar, nas margens dos lagos, das colinas, e no topo das montanha, temos valores de velocidades dos ventos que geralmente são mais altos do que em terrenos abertos.

Os perfis dos modelos de vento são também afectados pela latitude (como resultado das variações da temperatura) [1]

2.2.3 Aproveitamento Da Energia Eólica

A energia eólica é tipicamente usada para o bombeamento de água, geração de energia eléctrica e em moinhos de vento.

As velocidades dos ventos para cada aplicação são as seguintes:

1 - Bombeamento de água - acima de 1 (m/s) para arrancar a bomba.

É mais frequente utilizar-se velocidades entre 2 - 4,5 (m/s), acima de 4,5 (m/s) consegue-se um super bombeamento.

2 - Electricidade eólica - com a tecnologia existente em geral só é praticável, gerar electricidade com ventos cuja média anual seja maior de 4,5(m/s).

3 - Moinhos de vento requerem uma velocidade entre 2 - 4,5 (m/s) para arrancar e manterem-se em funcionamento.

Embora a velocidade mínima do vento seja importante para determinar o potencial de uso da energia eólica para diferentes aplicações, é a frequência no limiar da velocidade que determina o potencial de energia eólica que pode ser colhido em determinado lugar e daí a quantidade de água que pode ser bombeada ou electricidade que pode ser gerada. A velocidade e a frequência devem ser levados em conta juntos, quando se pretende avaliar a viabilidade das aplicações da tecnologia usando energia eólica [2].

Para aumentar a produtividade no sector agrícola é necessário bombear água se as plantações forem feitas fora do período de chuva. A irrigação utilizando energia eólica é menos difundida que o provimento de água para necessidades domésticas.

O potencial de energia eólica nos países em desenvolvimento poderia servir milhões de habitantes, mas a realidade que se vive é diferente pois os dados disponíveis referem-se a um número insignificante de unidades instaladas.

Só alguns países em desenvolvimento fabricam bombas eólicas, também em números insignificantes (mais de 100 por ano), como se pode ver na Tabela 2.1 [2]

Tabela 2.1 Países em desenvolvimento com produção significativa de moinhos de vento

África	Ásia	América Latina
Kenya	China	Argentina
Mauritania	India	Bolívia
Marrocos	Paquistão	Brasil
África do sul	Filipinas	Chile
Zimbabwe	Sri Lanka	Peru

2.2.4 A Procura de Energia Eólica

Durante o período colonial, segundo Lopes [3] a energia eólica era usada para o bombeamento de água, na zona rural, particularmente nos arredores do Maputo onde mais de 90% desses sistemas ainda se localizam totalizando um número aproximado de 122.

Após a independência a maior parte desses sistemas deixou de funcionar por completo, devido ao abandono dos seus proprietários e por falta de acessórios (assistência técnica). Dados reportados em 1989 por Lopes [3] davam conta de que do número atrás referido, somente 20 unidades se encontravam em funcionamento, estando as restantes com diferentes tipos de avarias que vão desde o assoreamento dos furos até danificações do próprio sistema de bombeamento. Grande parte dos motivos que provocaram a paragem destes sistemas, se deveu a falta de manutenção.

A manutenção destas unidades é dispendiosa chegando a valores que rondam os 20% dos custos totais do ciclo de vida do projecto. Daqui pode-se concluir que há necessidade de se pensar em fontes de rendimento com vista a se garantir a durabilidade destes dispositivos. Por outro lado, o preço destes sistemas é elevado, não estando ao alcance da maioria dos habitantes das zonas rurais.

Mediante o quadro atrás descrito, é necessário pensar-se em interessar veículos económicos que comprem e explorem estes sistemas, garantindo desta forma rendimentos para sustentar a continuidade e expansão da utilização deste tipo de equipamento

2.2.5 Capacidade de Produção das Empresas Fornecedores do Equipamento

Existem duas empresas em Moçambique vocacionadas a montagem de sistemas eólicos nomeadamente a KANES, ex-AGRO - ALFA e a COMEL.

A KANES montou 29 sistemas eólicos de bombeamento de água nas zonas verdes de Maputo. Esses sistemas foram montados de acordo com especificações desenvolvidas pelo departamento técnico da empresa.

Nos últimos anos a construção desses sistemas foi interrompida pela KANES devido a factores económicos que incluem a pouca procura por parte dos clientes.

A Comel está mais vocacionada a montagem e não tem prestado assistência técnica de relevo aos clientes.

Defeitos mais frequentes do equipamento em uso:

- Fraca potência de bombeamento de água.
- Falta de acessórios
- Pouca durabilidade do equipamento

Dados sobre os sistemas eólicos existentes em Moçambique .

Considera-se Maputo como o ponto de referência (Maputo província) de utilização de energia eólica, mais de 90% de utilização de energia eólica em Moçambique está concentrada nas seguintes zonas: (Matola, Catembe, Bagamoyo, e Bairro 25 de Junho) totalizando um número aproximado de 122 moinhos montados.

Os potenciais consumidores deste tipo de energia são as cooperativas agrícolas, agricultores e individuais.

Segundo o mapa apresentado no anexo A pode-se concluir que exceptuando as zonas apresentadas em verde a utilização da energia eólica para a o bombeamento de água pode ser viável em grande extensão de Moçambique.

2.2.6 Análise económica

Existem dois meios de se analisar os valores de um determinado projecto: a análise económica e a financeira.

Análise financeira: efeito do investimento realizado. Dá-nos aquilo que o projecto "per si" gera em termos financeiros (se ele é lucrativo ou não).

Análise económica: é a análise financeira mais as taxas, subsídios etc. Isto é dá-nos os efeitos que o projecto pode trazer no seu meio global. Nesta análise considera-se aspectos de benefícios/custos sociais, benefícios e custos para o país, em suma os efeitos na balança de pagamento, disponibilidade de recursos para garantir a continuidade de projecto etc.

A primeira análise que se fará neste projecto é a financeira e mais tarde, de uma forma simples se converterá esta análise para a forma económica.

Na avaliação financeira é necessário tomar em conta os seguintes parâmetros:

Os custos totais do ciclo de vida que é a soma de todos os custos do sistema durante o tempo de vida útil expresso em preços correntes.

Período de recuperação do investimento que é tempo que se leva com os lucros e outros benefícios do sistema a pagar a dívida ou empréstimo contraído.

Taxa de retorno que é o total de lucros e benefícios expresso como uma percentagem anual do investimento feito.

A análise dos custos do ciclo de vida no caso de abastecimento de água podem ser feitos para dois cenários gerais diferentes:

1 *Fornecimento de água para o consumo domiciliar rural*. Que é caracterizado por uma demanda igual durante todo o ano.

2 *Bombeamento de água para irrigação*, caracterizado pela demanda de grandes quantidades de água, mas só durante certas estações específicas do ano.

Demanda de água para consumo domiciliar

O consumo de água doméstica varia de acordo com a quantidade de água disponível, por exemplo segundo [2] na Europa e nos Estados Unidos da América o consumo por pessoa por dia está estimado entre 150 e 250 litros. No outro extremo da escala encontram-se as zonas rurais dos países em desenvolvimento onde o consumo varia de 5 a 35 litros por pessoa por dia. Nestas condições muita gente vive no limiar do mínimo biológico que está estimado pela Organização Mundial de Saúde, em 2 litros de água por pessoa por dia.

Segundo a Norma Nacional de Abastecimento de Água da Direcção Nacional de Águas as capitações individuais recomendadas para fontenários e poços varia de 20 a 40 litros de água por pessoa por dia. No presente projecto serão utilizados os níveis mínimos para fazer o cálculo da demanda de água, isto é 20 litros por pessoa por dia.

Demanda de água para irrigação

As regras do cálculo da demanda de água para irrigação foram desenvolvidas de experiências tradicionais de irrigação, algumas das quais podem ser aplicadas em bombas eólicas com o intuito de se ter uma estimativa das quantidades de água necessárias [2].

- Em climas quentes e secos utiliza-se 7 a 8 litros/dia de água por m² de plantação.

- Em climas frios ou húmidos 5 a 6 litros/dia de água por m² de plantação são suficientes.

Pode-se converter facilmente estes dados para a forma na qual

geralmente se utilizam m³/dia/hectar, fazendo uma simples multiplicação pela constante 10. Se durante algum período considerar-se que a plantação ainda está em crescimento, converte-se a área plantada para 50%.

Em sistemas de bombeamento para irrigação geralmente considera-se que a eficiência ronda os 80 - 90%.

O volume de água bombada requerido, pode ser facilmente calculado pela seguinte fórmula:

$$Vb = \frac{A_p \cdot F_p \cdot D_a}{\eta_e} \quad (2.1)$$

Onde:

Vb - volume de água bombada

A_p - área plantada

F_p - fracção plantada

D_a - demanda de água

η_e - rendimento da instalação

2.2.7 Projecto de um sistema eólico

2.2.7.1 Generalidades

O preço dos moinhos de vento varia largamente entre máquinas de projecto similar. Parte das razões para que isto suceda é que muitos dos fabricantes fornecem moinhos apenas a mercados locais, e daí o preço em diferentes países torna-se bastante diferente um do outro. Contudo muitas das diferenças nos preços provêm da grande diferença do custo de mão de obra e das margens de comercialização de país para país. Os preços de mão de obra nos países em desenvolvimento são bastante baixos e grande parte do custo dos moinhos de vento é devido aos materiais. Os preços dos moinhos de vento dependem em grande escala da quantidade e qualidade do aço utilizado.

Os componentes principais de um sistema de bombeamento a energia eólica serão a seguir sumariamente descritos:

Cabeça e rotor

O rotor é invariavelmente produzido de componentes banhados de aço galvanizado. As pás por sua vez são produzidas de chapa fina de aço que é por sua vez galvanizada.

As bombas eólicas pequenas, geralmente têm uma caixa redutora. O veio principal ligado ao rotor tem um pequeno pinhão que usualmente transmite o movimento a um par de rodas dentadas ligadas ao veio secundário que esta ligado ao mecanismo de bombeamento.

Leme direccional

O leme direccional é geralmente montado por trás da caixa de transmissão principal. O leme geralmente consiste de um braço de aço fixo na parte traseira da caixa redutora principal e na sua outra extremidade se encontra afixada uma chapa de aço galvanizado.

O leme mantém o rotor virado para o vento, mas também é uma boa maneira de se fazer a identificação do fabricante e o modelo do moinho de vento.

O leme também é uma parte chave que permite a protecção do sistema contra grandes velocidades do vento.

Torre

Grande parte das torres de moinhos de vento é feita de componentes de aço galvanizado montados em conjunto. As torres geralmente são compostas de três ou quatro pés montados sob um ângulo vertical. As de três são mais económicas mais também de construção mais complicada.

Bomba de pistão

As bombas de pistão usadas na forma "standart" são bastante eficientes quando usados em furos de mais de 10m de profundidade. A bomba de pistão quando usada em furos de comprimento entre 20 e 50 metros facilmente consegue atingir rendimentos acima de 75%.

Dos componentes atrás descritos somente as torres são produzidas pela industria local. Existe a possibilidade de se produzir mais componentes a nível nacional, tais como as bombas e parte do rotor, mas as empresas

produtoras, alegam que a procura é bastante baixa, de momento, para justificar o investimento necessário para a produção em série.

Dimensionamento do Sistema

Diâmetro do rotor do moinho de vento

A área do rotor necessário, dependendo da estação, isto é da velocidade do vento, calcula-se da seguinte relação:

$$Ar = \frac{h \cdot Vd \cdot 1000}{(Vv)^3 \cdot 367 \cdot 0,1 \cdot 24} \quad (2.2)$$

Onde:

h - é altura de elevação (metros)

Vd - volume diário (m³/dia)

Vv - velocidade média do vento (m/s)

Ar - área do rotor (m²)

Da área do rotor pode-se facilmente determinar o diâmetro do rotor, pois é através deste parâmetro que os rotores são classificados. O diâmetro do rotor obtém-se facilmente de:

$$Dr = 2 \sqrt{\frac{Ar}{\pi}} \quad (2.3)$$

Volume real bombeado

Depois da escolha do diâmetro do rotor padronizado deve-se fazer o cálculo do volume de água realmente bombeado, de acordo com a variação sazonal da intensidade do vento. Este cálculo faz-se da seguinte expressão:

$$Va = \frac{Ar \cdot (Vv)^3 \cdot 24 \cdot 0,1 \cdot 367}{h \cdot 1000} \quad (2.4)$$

Onde:

Va - volume actualmente bombeado (m^3)

Ar - área do rotor (m^2)

Vv - velocidade média do vento (m/s)

h - altura de elevação (m)

O presente planeamento é elaborado tendo em vista um período de 20 anos.

Depois de escolhido o rotor, computa-se as despesas dos outros componentes anteriormente descritos, como se demonstra em seguida e ainda o preço do furo, que depende da profundidade como se pode ver na Tabela 2.2. Estes cálculos são feitos com o intuito de se estimar o custo do metro cúbico de água, custo este que se compara com outros sistemas existentes.

2.2.7.2 Custos do Sistemas

A estimativa de custos de um sistema de bombeamento eólico, pode-se fazer das seguintes recomendações [4]

Descrição	Recomendado	Usado
Custo capital USD/ m^2 da área do rotor	380 USD	380 USD
Instalação	10%	10%
Tubagem	5 USD/metro	
Depósito (se necessário)	60-150 USD/ m^2	60 USD/ m^2
Tempo de vida do rotor	20 - 30 anos	20 anos
Tempo de vida da bomba	5 - 10 anos	10 anos
Custo de reposição da bomba	300 - 800 USD	300 USD
Operador	não necessário	não necessário
Manutenção %/custo capital	2%	2%

Tabela 2.2 Preço em meticais do furo (1996) Modril

Profundidade do Furo (metros)	Preço (MT)
20 - 25	25.500.000,00
35 - 30	28.000.000,00
30 - 35	30.000.000,00
35 - 40	32.000.000,00
40 - 45	35.000.000,00
45 - 50	40.000.000,00
50 - 55	44.000.000,00
55 - 60	48.000.000,00

2.2.8 Sistemas de bombeamento a Gasóleo

2.2.8.1 Generalidades

Neste capítulo faz-se uma análise aproximada do custo de uma estação de bombeamento que funcione a gasóleo, também conhecida por sistema "diesel" para se ter um termo de comparação do custo de bombeamento de água com energia eólica em relação a outros métodos existentes.

A tecnologia "diesel" tem a vantagem de ser conhecida e compreendida em quase todo o mundo, daí a sua aquisição, instalação e manutenção não apresentarem nenhum tipo de problema.

Os sistemas "diesel" geralmente são sobredimensionados, quando se trata de pequenas instalações, e sempre que se tratar de instalações muito pequenas (cerca de 2,5 kW) quase sempre funcionam durante um curto período do dia.

Um dos factores mais importantes que se toma em conta quando se trata de decidir sobre a aquisição de uma instalação de bombeamento a "diesel"; é o custo e disponibilidade de gasóleo na zona onde se pretende montar a instalação. O abastecimento de gasóleo geralmente apresenta-se como um entrave para a utilização destes sistemas em zonas remotas.

É necessário ter em conta que para os sistemas "diesel" é imperioso que se preveja um trabalhador que permanentemente assista o sistema, e também não se deve descurar o facto de que a manutenção destes sistemas ter que ser sistemática.

2.2.8.2 Dimensionamento do sistema

Quase todas os sistemas "diesel" encontram-se sobredimensionados quando se trata de pequenas aplicações rurais, então, pode-se escolher a unidade de menor potência. Muitos sistemas de bombeamento "diesel" têm um rendimento global que ronda 6 a 9%, daí o dimensionamento do sistema resume-se ao cálculo do consumo diário de combustível.

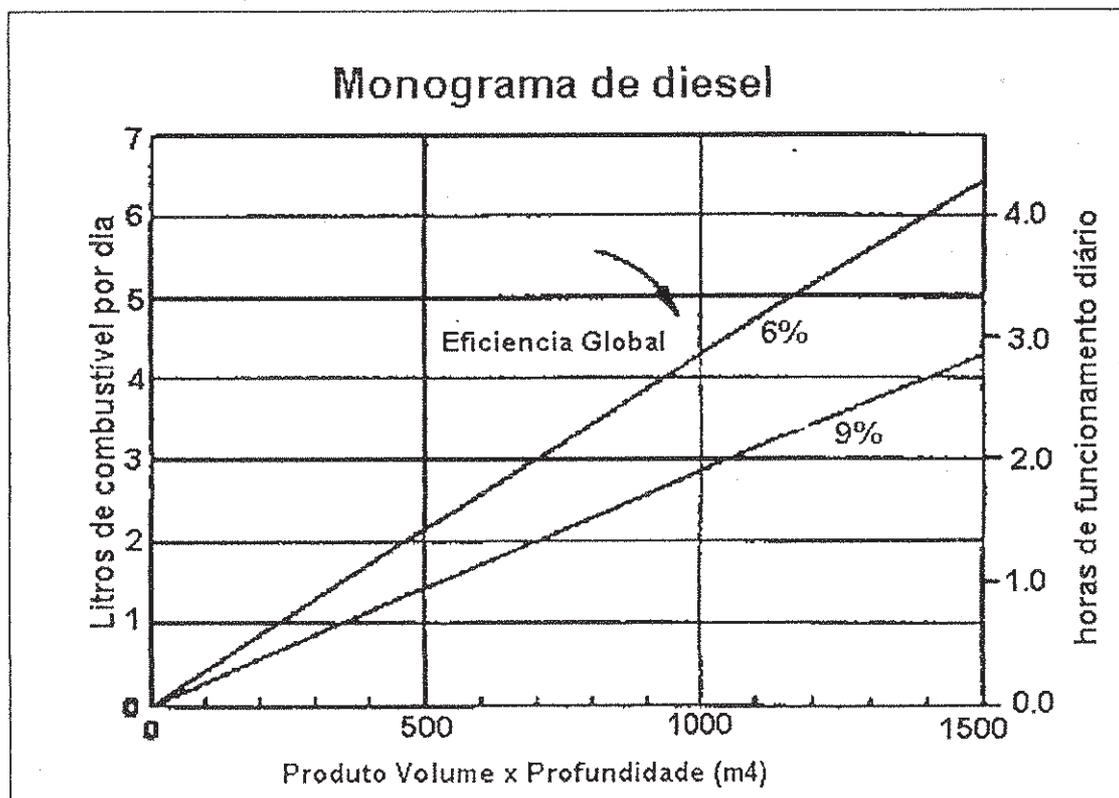


Figura 2.1 Diagrama de cálculo do consumo de gasóleo em sistemas de bombeamento de água (Modificado [3])

Da Figura 2.1 acima apresentada, pode-se facilmente calcular o número de horas de funcionamento do sistema em função do produto altura de bombeamento por volume de água requerido. No outro eixo paralelo, pode-se também estimar o consumo de combustível por hora, consumo este que multiplicado pelas horas de operação anuais dá o consumo anual.

2.2.8.3 Custos do sistema

A estimativa de custos de um sistema de bombeamento a gasóleo, segundo [3] pode-se fazer das seguintes recomendações:

Descrição	Recomendado	Usado
Custo capital para instalação de 2,5 kW	600-1000 USD	800 USD
Instalação	10%	10%
Tubagem	5 USD/metro	
Depósito (se necessário)	60-150 USD/m ²	60 USD
Tempo de vida do motor	10 anos	10 anos
Tempo de vida da bomba	10 anos	10 anos
Preço do combustível	0,3 USD	5000,00 Mt
Operador	1 USD/h/dia	315000,00 Mt
Manutenção	200 USD/ano	200 USD/ano

2.2.9 Sistemas manuais de bombeamento

2.2.9.1 Generalidades

As bombas manuais são os sistemas mais utilizados para bombeamento de água nos países em vias de desenvolvimento. Eles são famosos pela sua confiabilidade, simplicidade e reparação fácil utilizando tecnologias locais. Contudo, a sua capacidade se encontra limitada pelo máximo de esforço físico que o homem pode despende. É óbvio que o esforço humano despendido na bombagem da água é avaliado, e o seu valor

imputado no cálculo dos custos totais do ciclo de vida. É importante notar que se no dimensionamento de um sistema deste tipo uma determinada bomba estiver a funcionar na sua capacidade máxima diária é necessário prever-se mais uma bomba, o que significaria a abertura de mais um furo. Isto torna-se extremamente oneroso, e nestas circunstâncias é necessário tomar-se em consideração outros meios de bombeamento. Nestas instalações geralmente não se utilizam reservatórios e a água bombada é de imediato consumida.

2.2.9.2 Dimensionamento do sistema

As bombas manuais são geralmente de padrão estandarizado, que está, sem dúvida relacionado com a produtividade normal do seu operador. Daí o dimensionamento do sistema consiste em determinar quantos operadores são necessários para garantir o débito hidráulico requerido.

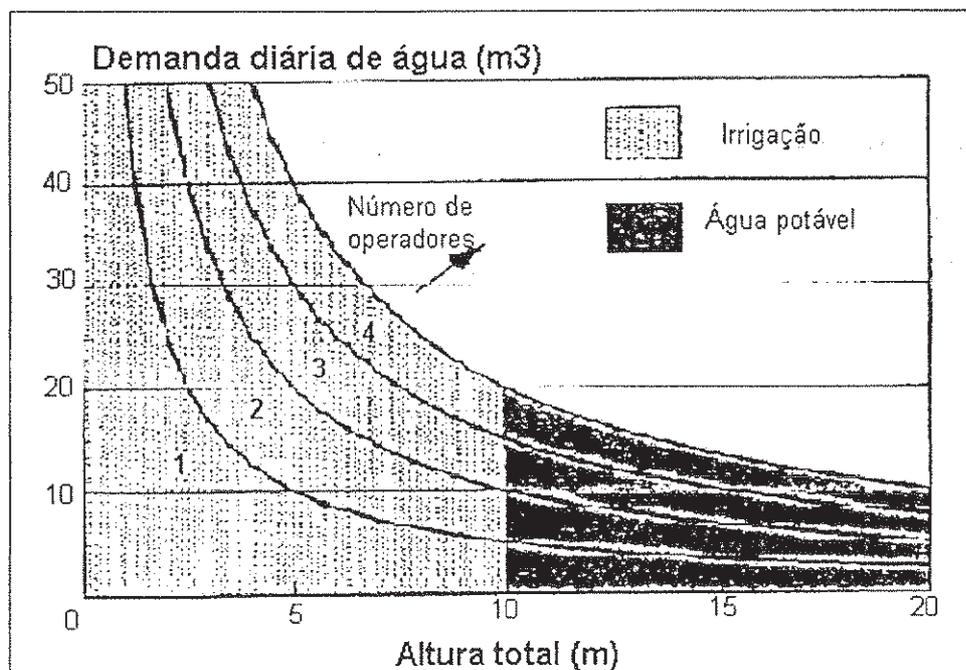


Figura 2.2 Monograma para o dimensionamento de bombas manuais (Modificado [4])

Segundo [4] o número de operadores pode ser calculado do Diagrama 2.2, no qual o eixo horizontal representa a altura hidráulica e o vertical o

volume de água requerido. Neste diagrama considera-se que cada pessoa pode produzir a potência de 60 Watts em cada quatro horas de trabalho por dia, e que o seu rendimento é de 60%. Assumindo-se que a jornada de trabalho diária é de 8 horas, isto requer uma bomba extra por cada dois operadores a mais.

2.2.9.3 Custos do sistema

A estimativa de custos de um sistema de bombeamento com bomba manual, segundo [4] pode-se fazer das seguintes recomendações:

Descrição	Recomendado	Usado
Custo capital para bomba de 15m	700 USD	578,19 USD
Custo capital para bomba de 25m	1200 USD	717,00 USD
Custo capital para bomba de 40m	1900 USD	926,75 USD
Instalação %/do custo capital	12	12
Tempo de vida útil da bomba	5 anos	5 anos
Operador	1-2 USD/h/dia	315000,00 Mt
Manutenção %/custo capital	15	15

2.2.10 Sistemas bombeamento a Energia Solar

2.2.10.1 Generalidades

Um sistema de bombeamento de água a energia solar pode servir para fornecer água a um ou mais consumidores ligados por canalização.

Os principais elementos de um sistema de bombeamento a energia solar são os painéis solares que convertem directamente a energia proveniente da irradiação solar em energia eléctrica, o motor e a bomba eléctrica, os controladores e opcionalmente as baterias, estabilizadores e o reservatório de água.

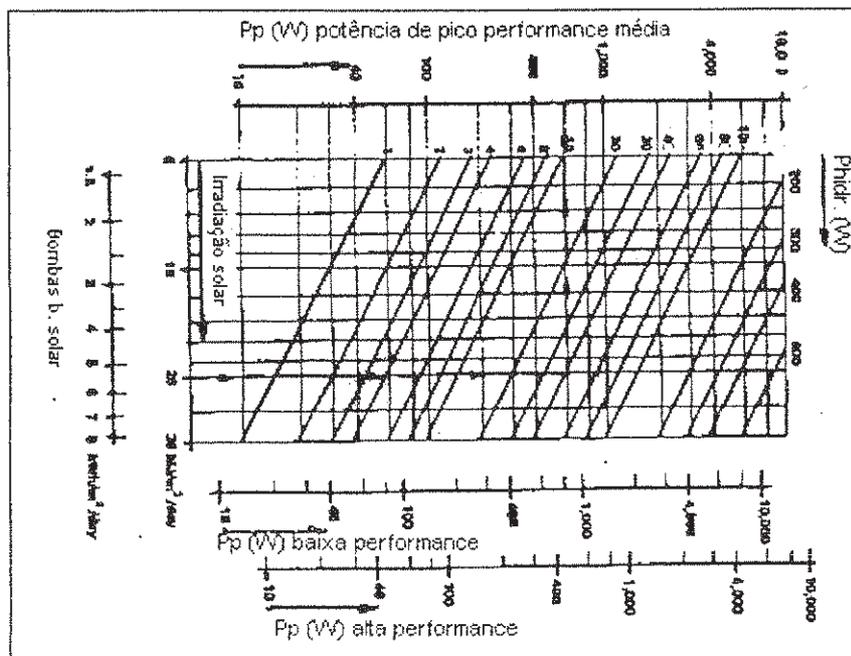


Figura 2.3 Monograma para dimensionamento de bombas solares (Modificado [5])

2.2.10.2 Custos do Sistema

Para se fazer a estimativa dos custos de um sistema de bombeamento solar tem que se converter os caudais de água bombeados para unidades de potência pela expressão:

$$P_h = 0,113 \cdot H \cdot q \text{ (Watts)} \quad (2.5)$$

onde:

H - é a altura de elevação

q - o caudal em m³ por dia

Através do monograma apresentado na Figura 2.3 e com os dados de insolação média anual pode-se fazer a estimativa da potência de ponta que serve como base para a escolha do sistema solar necessário.

A estimativa de custos de um sistema de bombeamento com bomba solar, segundo [5] pode-se fazer das seguintes recomendações:

Descrição	Recomendado	Usado
Custo capital para toda a instalação	12 USD/Wp	12 USD/Wp
Instalação para bombas submersíveis	(250+0,6Wp)USD	(250+0,6Wp)
Tubagem	5 USD/metro	na
Depósito (se necessário)	70 USD/m ²	na
Tempo de vida da bomba	10 anos	10 anos
Tempo de vida do inversor	10 anos	10 anos
Custo de reposição da bomba	2USD/Wp	2USD/Wp
Custo de reposição do inversor	1000 USD	1000 USD
Manutenção %/custo capital	1%	1%

2.2.11 Comparação dos custos de água bombeada por diversos métodos

Neste capítulo faz-se a comparação dos custos de água bombeada por sistemas eólicos, solares, bombas a diesel e sistemas manuais de bombeamento.

O cenário que se analisa é o fornecimento de água a uma povoação. Considerou-se, conforme recomendações da Norma Nacional de Abastecimento de Água da Direcção Nacional de Águas, para furos e fontenários, o mínimo que é de 20 litros por pessoa por dia. Cada um dos gráficos apresentados nas Figuras 2.4 a 2.6 mostra como a unidade de custo de água (Mt/m³) varia em função da população da vila para os quatro métodos de bombeamento. O tamanho da vila tomada em consideração varia de 100 a 1400 pessoas. Os gráficos representam furos de 20, 40 e 60 metros respectivamente

São utilizadas três curvas médias de vento que são de 1, 2,5; e 3,5 m/s que representam o mínimo, o médio e máximo da velocidade média do vento que se pode encontrar em Moçambique.

As bombas manuais geralmente são utilizadas para furos com menos de 40 metros, e uma das características destas bombas é que o custo da unidade de água mantém-se constante com o aumento da população.

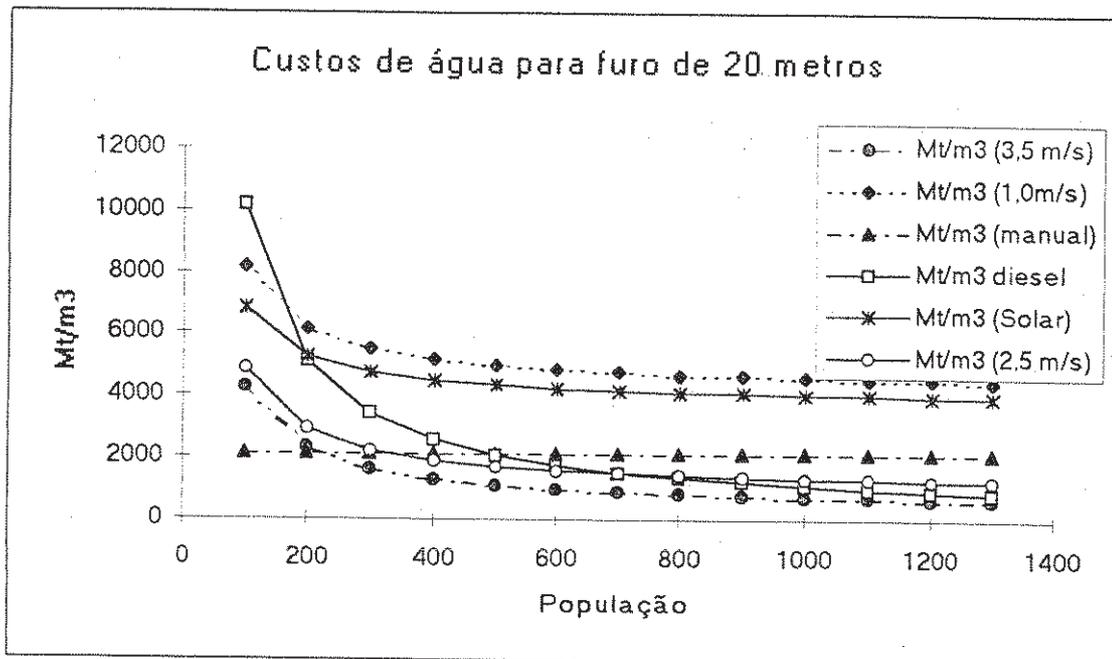


Figura 2.4 Curvas comparativas do custo de bombeamento de água para um furo de 20 metros de profundidade

Pelo gráfico da Figura 2.4, pode-se notar que para furos com profundidade até 20 metros o sistema de bombeamento manual é viável em relação aos outros para número de população até 200 pessoas. O meio mais económico é o sistema eólico quando se tem velocidades médias de 3,5 m/s. Se a velocidade média for de 2,5 m/s nota-se que este sistema é mais económico em relação ao diesel só até povoações de 750 habitantes, acima desse número o bombeamento a diesel passa a ser mais económico.

Os sistemas PV são menos onerosos que os diesel para povoações com até 200 habitantes, mas acima deste número de habitantes a unidade de água passa a ser mais cara.

Para velocidades do vento médias de 1m/s tem-se que para povoações com acima de 200 habitantes este é o sistema mais caro.

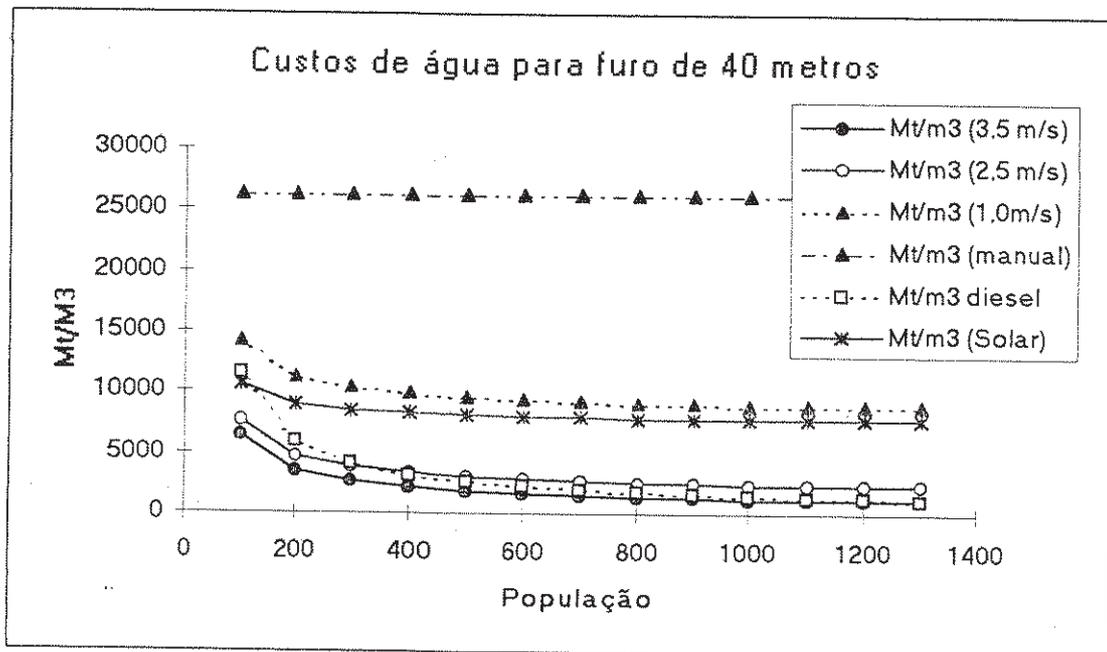


Figura 2.5 Curvas comparativas do custo de água para um furo de 40 metros de profundidade

Para furos de 40 metros de profundidade, situação relatada no gráfico apresentado na Figura 2.5, a situação comentada para a Figura 2.4 altera-se. Os sistemas de bombeamento eólicos só são mais rentáveis que os diesel até povoações com sensivelmente 1100 habitantes, se a velocidade do vento for de 3,5 m/s, ultrapassando-se este número, nota-se que o sistema mais viável que todos os outros é o sistema de bombeamento a diesel.

O sistema mais oneroso de todos é o bombeamento com bombas manuais, pois o esforço físico necessário para estas profundidades é bastante grande e o número de bombas torna-se bastante elevado pois computa-se o número de dois operadores por bomba.

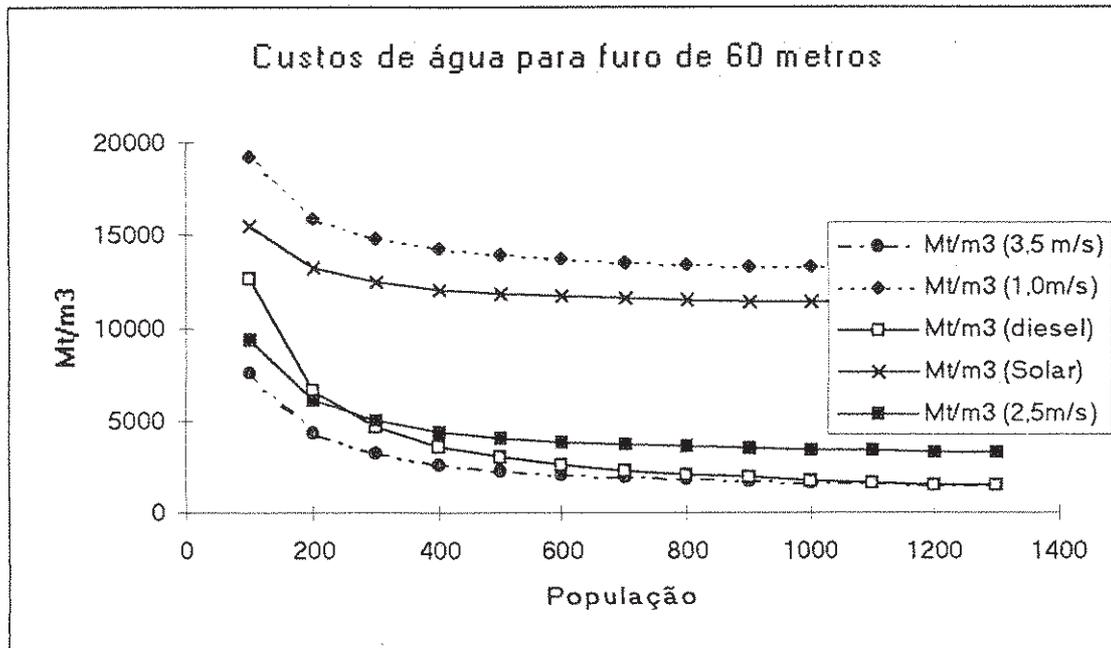


Figura 2.6 Curvas comparativas do custo de água para um furo de 60 metros de profundidade

Para furos com 60 ou mais metros de profundidade as bombas manuais já não são viáveis por isso que na Figura 2.6 já não aparece o gráfico comparativo destas bombas.

Estas comparações feitas não são de forma nenhuma a única condição que se deve ter em conta quando se trata de montar sistemas de abastecimento de água a aglomerados rurais. Nestes casos tem que se saber se há vento nessa região, se existe acesso ao combustível com regularidade, se os níveis de irradiação solar estão dentro dos mínimos necessários e ter-se o conhecimentos de outros factores sociais (hábitos, rendimentos familiares, etc.) que podem influir no projecto.

3. DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS DE CONSUMO DE AGUA

O consumo de água em 1985 foi estimado em 1612 milhões de m³ dos quais apenas 4% foram retirados de mananciais de água subterrânea. Mais de 90% do consumo total foi utilizado na agricultura, 7,4% no abastecimento

doméstico e 1,7% na indústria [6]

A maior parte dos centros urbanos incluindo as cidades mais pequenas e aldeias com infra-estruturas desenvolvidas, têm redes de distribuição de água. O censo de 1980 mostra que 20% da população urbana tinha distribuição de água domiciliária e 23% um fontenário público. A parte restante recorria a água subterrânea proveniente de poços escavados e furos[6].

Dos 112 centros populacionais mais pequenos, 30% utilizam água subterrânea. Embora novos campos de furos tenham sido instalados na vizinhança das cidades de Maputo, Tete, Pemba e Ilha de Moçambique, a contribuição percentual da água subterrânea no uso doméstico urbano não mudará, significativamente, no futuro próximo, dado que haverá um aumento substancial da população que passará a usar água canalizada, tendo como origem, principalmente, águas superficiais.

Das informações registadas no decurso do censo de 1980, pode-se concluir que cerca de 80% da população rural usa água subterrânea como fonte principal de abastecimento. Na maior parte dos locais a água é captada a pequena profundidade através de poços escavados nos leitos dos rios que no geral não dispõem de qualquer tipo de protecção sanitária. Assim, as suas águas são consideradas bacteriologicamente suspeitas, devendo a sua utilização ser controlada[6].

Dados reportados por [6] afirmavam que em 1985 apenas 12,9% da população rural tinha uma fonte de água protegida próximo da zona onde habita. Dos dados obtidos no PRONAR constatou-se que a situação actual é de 34% da população que possui uma fonte de água protegida a 500 metros. A maior parte da população tem que percorrer grandes distâncias para obter água. Em Cabo Delgado a distância média a percorrer, de casa a fonte de água mais próxima é de 1,6 km. No entanto em áreas semi-áridas, como no interior da província de Inhambane, não é raro que a população tenha que deslocar-se ha mais de 30 km para obter água durante a estação seca.

O objectivo do Programa Nacional para o Abastecimento de Água

Rural, tinha em vista conseguir que 90% da população rural pudesse contar com uma fonte de água protegida, a menos de 500 m dos seus locais de habitação no ano 2000. Considerando que cada ponto de água possa abastecer 500 pessoas, era necessário que se estivessem a construir cerca de 2000 furos por ano desde 1985, ano em que foram traçados os objectivos do PRONAR. Por motivos adversos, tais como a guerra e deterioração da economia, constata-se que o preconizado para o ano de 2000, apresentado na Tabela 3.1, será muito difícil de se atingir.

Tabela 3.1 Capitações prognosticadas pelo PRONAR

Grupo de Utentes			1985				2000			
			Utentes (10 ⁶)	Volume total de água (10 ⁶ m ³ / a)	Água subterrânea envolvida (10 ⁶ m ³ /a) %		Utentes (10 ⁶)	Volume total de água (10 ⁶ m ³ /a)	Água subterrânea envolvida (10 ⁶ m ³ / a) %	
URBANO	10 Capitais Provinciais	Sistemas de distribuição pública	0,6	33	1	3,6	5,4	141	14	15
		Outros pontos de água	1,3	12	10	80				
	112 Centros	Sistemas de distribuição pública	0,6	11	3	30				
RURAL	Fontes protegidas		1,1	10	10	100	15,2	153	138	90
	Fontes não protegidas		10,4	37	30	80	1,7	6	5	80
Indústria			-	27	8	30	-	188	38	20
Regadios			-	1472	29	2	-	3132	63	2
Animais domésticos			-	10	3	30	-	20	4	30
TOTAL			14	1612	94	-	22,3	3640	264	-
MÉDIA				100%		6%		100%		7%

Numa situação de paz e de caminho para a estabilidade económica, propõe-se três diferentes cenários:

Cenário A O cenário proposto presume que estando actualmente a 34% do total da população rural com uma fonte de água protegida, a situação não se vai modificar muito até ao ano 2000, pois por essa altura ainda se estarão implantando as estratégias preconizadas, prevendo-se que por esses anos a percentagem seja de 40%. Pensa-se que depois desse ano, os efeitos da aceleração da economia e a adopção das estratégias definidas terão bastante efeito neste programa e como consequência haverá um grande aumento da percentagem da população rural beneficiada de uma fonte de água protegida, chegando aos valores de 90% que haviam sido propostos pelo PRONAR. Ainda no desenvolvimento do cenário prevê-se que próximo do ano de 2010 a população que não estiver coberta será aquela que se encontra em zonas de acesso remoto ou isoladas o que fará com que a velocidade de instalação de novos furos diminua, este cenário encontra-se apresentado na forma de gráfico na Figura 3.1.

Cenário B O cenário que se considera nesta descrição pressupõe que não haverá qualquer tipo de mudanças na situação presente, sendo assim a percentagem de população coberta por uma fonte de água protegida no ano de 2010 será de 60%, este tipo de desenvolvimento é o considerado "business as usual", este cenário encontra-se apresentado por uma linha recta no Figura 3.1.

Cenário C Neste cenário considera-se que estando actualmente a 34% do total da população rural com uma fonte de água protegida, a situação não se vai modificar muito até ao ano 2000 como foi preconizado para o cenário A. Com o fim da guerra haverá mudanças na economia, sendo assim um programa de abastecimento de água rural será praticável e no ano de 2010, 70% da população terá uma fonte de água protegida. Neste cenário pensa-se num desenvolvimento similar ao do cenário A mas com metas diferentes das do PRONAR.

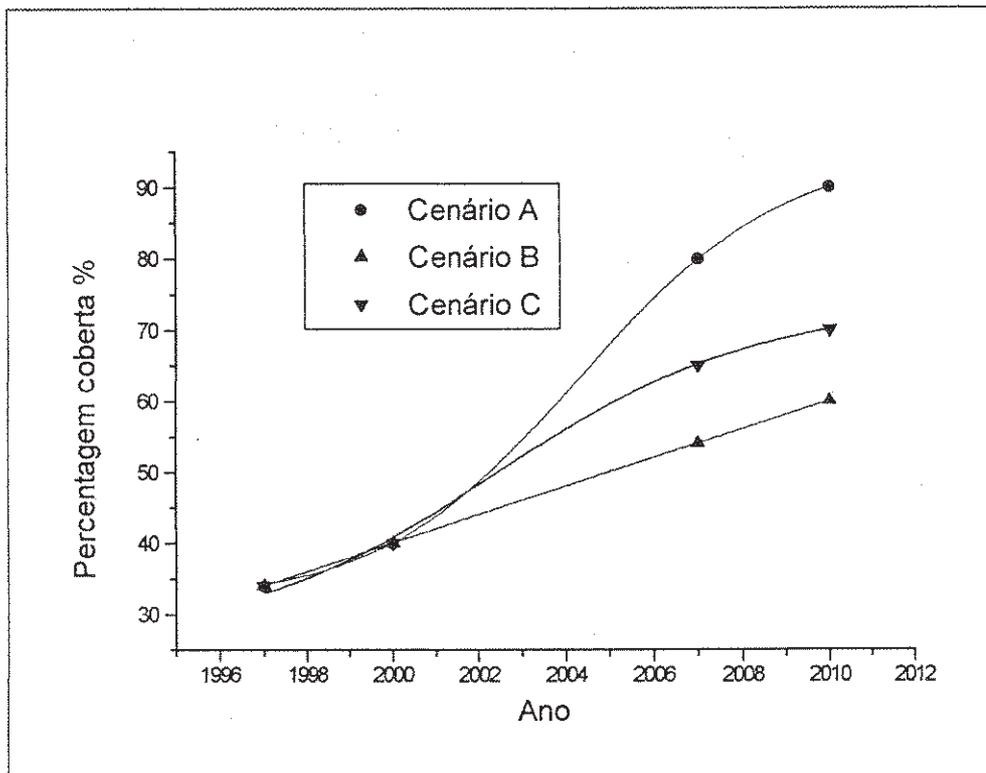


Figura 3.1 Cenários de desenvolvimento da população coberta

Tabela 3.2 População Rural Abastecida por Fonte de Protegida

	ANO	1985	1997	2000	2005	2010
		Utentes (10 ⁶)				
Cenário A	Fontes protegidas	1,1	4,8	5,4	14,8	18,2
	Fontes não protegidas	10,4	10,3	10,9	3,5	1,9
	Total	11,5	15,1	16,3	18,3	20,1
Cenário B	Fontes protegidas	1,1	4,8	6,6	9,1	12,1
	Fontes não protegidas	10,4	10,3	9,7	9,2	8,0
	Total	11,5	15,1	16,3	18,3	20,1
Cenário C	Fontes protegidas	1,1	4,8	5,2	8,6	14,7
	Fontes não protegidas	10,4	10,3	11,1	9,7	5,4
	Total	11,5	15,1	16,3	18,3	20,1

Com os valores admitidos para a evolução percentual da população coberta por fontes protegidas e com os dados projectados do crescimento populacional da zona rural, pode-se estimar a evolução dos consumidores de

água para os três cenários atrás propostos como se mostra na Tabela 3.2.

Pelo mapa da velocidade média dos ventos, Anexo A, pode-se ver que em todo o litoral do país é possível utilizar-se bombas eólicas, e essas são as zonas que, exceptuando o interior da província da Zambézia, têm uma maior densidade populacional como mostrado no mapa do anexo B. A terceira condição para a viabilidade técnica da utilização de bombas eólicas para a existência de águas subterrâneas. O mapa do anexo C indica que o litoral do país tem água a uma profundidade abaixo de 30 metros, chegando em certos casos a ultrapassar os cem metros. Pode-se então concluir que as zonas do litoral são potenciais candidatas à utilização de bombas eólicas.

Mediante as possibilidades existentes para o bombeamento de água que podem ser bombas solares, a diesel e bombas eléctricas pode-se assumir que 20% dos furos a desenvolver sejam providos de bombas eólicas.

Pela estimativa que se faz de uma fonte de água protegida cobrir 500 consumidores chega-se as seguinte conclusões:

Cenário A Para esta projecção seria necessário que até ao ano 2010 construa-se 26800 novas fontes de água protegidas. Se estimar-se que 20% são bombas eólicas seria necessário até lá construir-se 5360 novos moinhos de vento, ou seja uma média de 410 por ano.

Cenário C Assumindo as mesmas premissas que no cenário A chega-se ao valor de 20800 fontes protegidas no ano de 2010 o que implicaria a construção de 4160 novos moinhos de vento, ou seja uma média de 320 por ano.

Cenário B Para este desenvolvimento tendo em consideração os pressupostos anteriormente assumidos chega-se ao valor de 14600 novas fontes protegidas e de 2920 novos sistemas eólicos de bombeamento de água, ou seja uma média de 220 por ano.

Como resultado de adopção de um dos cenários atrás descritos, consegue-se uma poupança de energia de uma fonte convencional, que se

pode retratar pelas curvas da Figura 3.2. A comparação aqui apresentada foi feita em relação a diesel que seria necessário para a bombagem de água de uma profundidade de 60 metros.

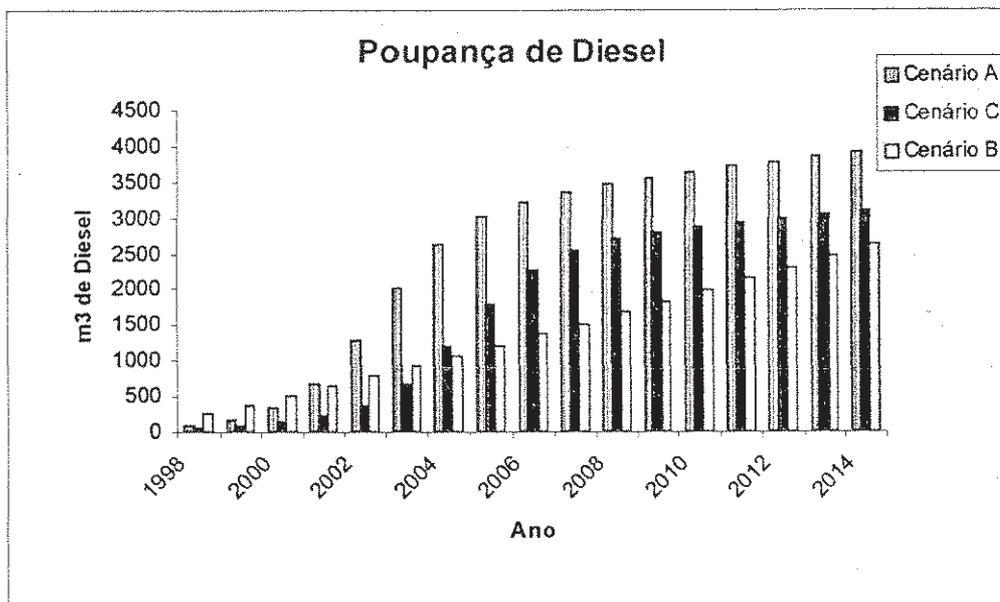


Figura 3.2 Poupança de Diesel se optar-se por moinhos de vento

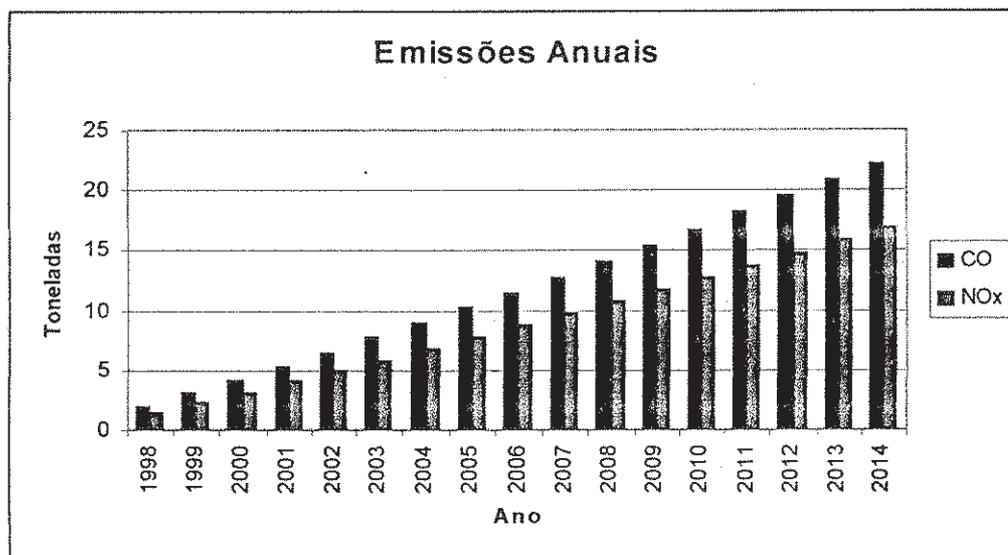


Figura 3.3 Emissões produzidos por bombas a diesel para bombear o necessário para suprir o cenário B

Outra das vantagens relativa a utilização dos sistemas de bombagem eólicos em preteção dos diesel, é a diminuição da poluição ambiental. A título

de exemplo mostra-se na Figura 3.3, o que significaria em termos de não poluir o ambiente adoptar o cenário B que é o de evolução mais lenta em vez de bombas a diesel.

4. DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS

4.1 Estratégias de Gestão

Como já foi anteriormente referenciado, a experiência de Moçambique mostra que a maioria dos moinhos de vento que foram instalados tiveram um curto tempo de vida útil devido a falta total ou deficiências nos serviços de manutenção. Esta falta de manutenção aparenta ser originada em certa medida por falta de recursos financeiros para a aquisição de peças e/ou de serviços. Por outro lado foi sempre prática do PRONAR e das ONG's fazerem os investimentos, no que diz respeito a compra dos sistemas, mas nunca se previu recursos financeiros para a continuidade dos projectos, nomeadamente fundos para as peças de reposição e para as outras parcelas de manutenção.

Mediante o quadro apresentado é imperioso que se implantem projectos de bombeamento de água que sejam auto-sustentáveis, o que por outras palavras significa que terá que se arranjar forma de tornar a água um produto que cubra os seus custos.

Na óptica geral das populações a água é um bem gratuito e que é dever das entidades administrativas garantir que ela esteja sempre à disposição, sem encargos para o consumidor. É esta mentalidade que é necessário mudar nas populações por meio de esclarecimento. É necessário, pois, educar ou mostrar que o equipamento que se utiliza para retirar a água das profundidades em que ela se encontra, o furo para se introduzir o equipamento, a operação do equipamento representam custos.

Cada sistema de bombeamento de água deve pelo menos custear a sua manutenção, para tal a água tem que ser comercializável. Para se atender a isto tem que se ter em conta as condições sócio-culturais prevalentes no local onde se vai implantar o sistema.

Atendendo-se aos custos relativamente elevados de sistemas eólicos de bombeamento de água são efectuadas duas diferentes propostas:

- Uma com o financiamento total suportado pelo estado, banco ou uma ONG e a manutenção suportada pela entidade que explora o sistema.
- e outra que seria o de o estado financiar a compra de algumas unidades de bombeamento a fundo perdido, fundo este que seria repostado paulatinamente pelos utentes do sistema e com ele fazia-se a aquisição de outras unidades, assim sucessivamente até que se atingissem as metas previstas.

Para a gestão e exploração de moinhos de vento, com vista a arranjar formas para o seu financiamento e garantir a sua manutenção recomenda-se três estratégias de gestão diferentes a saber:

Gestão comunitária

Gestão privada

Gestão comunitária do tipo privada.

No quadro apresentado, quando se refere a gestão comunitária quer-se reportar sistemas do tipo dos que já foram variadas vezes implantados no território nacional, principalmente em aldeias comunais, onde era eleita uma comissão que se encarregava pela exploração do sistema. Nestes casos variadas vezes o mais interessado nos sistemas eram as mulheres então estas encarregavam-se de geri-los. Muitas vezes estes sistemas mostraram-se ineficientes pela fraca transparência na prestação de contas.

A gestão privada aqui abordada, consiste em interessar veículos económicos, por exemplo cantineiros, a fazerem da água um negócio. Neste tipo de gestão, pelo facto de o cantineiro ser um comerciante, este tem mais sensibilidade para questões de economia e pode muito mais facilmente fazer a gestão do negócio garantindo a sua sustentabilidade.

Na gestão comunitária do tipo privado um dos membros do grupo de interesse, neste caso propõe-se que seja uma das pessoas mais esclarecidas da comunidade, por exemplo, o padre (pastor), enfermeiro ou professor tome conta da exploração e seja remunerado por esta actividade. Este tipo de

sistema tem a vantagem de o gestor ser uma pessoa prestigiada na comunidade e nunca se duvidar da sua gestão.

Os três tipos de gestão atrás mencionados apresentam uma série de conveniências e inconveniências que são em seguida abordadas.

Gestão comunitária. Este tipo de gestão teve sempre como desvantagem a pouca transparência dos gestores o que quase sempre trouxe mal entendidos na comunidade usuária, mas em contrapartida, como o lucro é mínimo a água tem um preço mais barato.

Gestão privada. Nesta gestão o estado tem pouca intervenção. Como o comerciante é um indivíduo que está habituado a trabalhar com o banco e outras formas de financiamento, ele sabe fazer a gestão do seu recurso garantindo que haja retorno do investimento feito e de nenhuma forma lhe interessará que o equipamento tenha um tempo de vida curto, daí o garantir a sua manutenção. A única desvantagem que se pode antever deste tipo de gestão é o preço da água que por incluir os lucros do comerciante tornar-se mais elevado que nos outros tipos de gestão.

Gestão comunitária do tipo privada. Neste tipo de gestão quando escolhida a pessoa certa encontram-se equilibrados os aspectos positivos das duas gestões atrás referenciadas, pois por uma lado a água não fica muito cara, enquanto por outro é garantido um sistema de gestão eficiente, seria este sistema o mais recomendado.

No que diz respeito a manutenção dos sistemas é recomendação que a nível das províncias se introduza nos antigos estaleiros da Água Rural, equipas, que se podem especializar nas fábricas que se encontram na capital, em manutenção e reparação de moinhos de vento. Seriam estas equipas pagas pelos utentes dos sistemas de bombeamento, sempre que fossem solicitadas a fazer trabalhos de manutenção e reparação, mas também se poderia entrar no esquema de uma contribuição fixa mensal por parte dos utentes do sistema que seria entregue a estas equipas.

4.2 Estratégias de Desenvolvimento

Grande parte dos empreendimentos desenvolvidos no país pecam pelas seguintes questões:

- Insuficiência de potencial humano científico e técnicos
- A debilidade dos serviços científicos e técnico
- A falta de informação detalhada sobre as características técnicas e económicas das tecnologias existentes ou novas
- A ineficácia ou inexistência de órgãos nacionais de promoção e desenvolvimento de tecnologias endógenas
- A inadequação das leis e regulamentos que regem as transações relativas a transferência de tecnologias
- Fraca participação do sector privado no financiamento da investigação
- A debilidade das ligações entre as universidades nacionais e o sector de produção industrial

Visando a adopção das estratégias, pelos factores atrás enumerados, considerou-se que actualmente não existe capacidade nacional para implantação de um sistema massivo de energia renovável, sendo assim, será necessário pensar-se em fasear o desenvolvimento da exploração destes recursos.

Propõe-se dois períodos de desenvolvimento:

1. Período de criação de capacidade
2. Período de adopção massiva das estratégias

O período aqui chamado de criação de capacidade, seria um período de 5 a 10 anos, durante o qual iria fazer-se a demonstração pública das possibilidades de exploração e gestão de sistemas de energias renováveis. Para tal seria necessário criar-se uma infra-estrutura que se encarregaria de coordenar e centralizar a informação, fazer divulgação com vista a promover agentes nacionais e internacionais interessados neste tipo de energia. Seria

nesta fase que se criaria a capacidade tecnológica necessária para a difusão e exploração das energias renováveis. A estrutura aqui proposta estaria seria o FUNAE, fundo de energia, que seria uma estrutura autónoma subordinada ao Ministro dos Recursos Minerais e Energia.

A capacidade tecnológica iria criar-se partindo de grupos de interesse que se dedicariam a investigar os aspectos socio-culturais da população, bem como a investigar as tecnologias de modo a permitir uma constante actualização tecnológica. Para estes aspectos, existem núcleos nas Universidades que seria de aproveitar promovendo a sua potencialização, sendo para tal necessário investir na formação do pessoal, em equipamento e na criação de incentivos para investigadores.

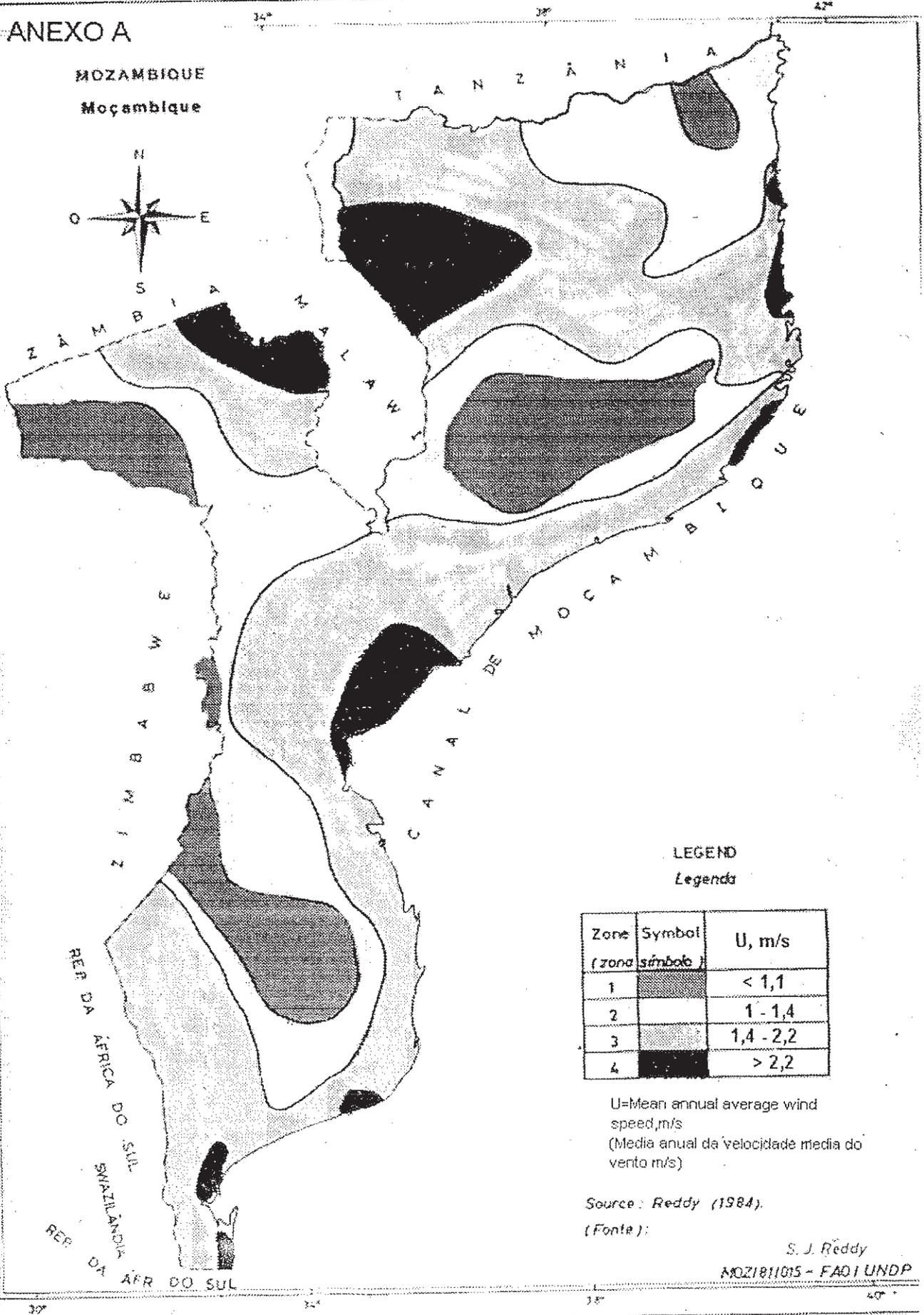
O segundo período, da adopção massiva de tecnologias seria a fase na qual se iria implantar em todo o país os sistemas de energia renovável, pois já estariam criados os hábitos populacionais e as capacidades de gestão e tecnológicas para estes sistemas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Wind and Solar Energy Resources in the SADCC" Energy Sector, Technical Administrative Unit, Luanda - Angola, 1991
- [2] FRANKEL Peter; BARLOW Roy, CRICK Frances, DERRICK Anthony, BOKALDERS Varis. "Windpumps A guide for development workers", IT Publications, 1993
- [3] LOPES Henrique. "New and Renewable Sources of Energy (NRSE) in Mozambique", 1989
- [4] OKUN and ERNEST. "Community Piped Water Supply Systems in Developing Countries". A Planning Manual World Bank Technical paper number 60, 1987
- [5] VAN MEEL, Joop and SMULDERS Paul "Wind Pumping A Handbook". World Bank Technical paper number 101, 1989
- [6] B.P.A.FERRO and D.BOUMAN "Projecto da Carta Hidrogeológica de Moçambique" DNA 1987

ANEXO A

MOZAMBIQUE
Moçambique



LEGEND
Legenda

Zone (zona)	Symbol (símbolo)	U, m/s
1	[Lightest shading]	< 1,1
2	[Light shading]	1 - 1,4
3	[Medium shading]	1,4 - 2,2
4	[Darkest shading]	> 2,2

U=Mean annual average wind speed, m/s
(Média anual da velocidade média do vento m/s)

Source: Reddy (1984).
(Fonte):

S. J. Reddy
MOZ1811015 - FAO/UNDP

ESCALA 1:8.000.000

264Kms

Des: P. I

