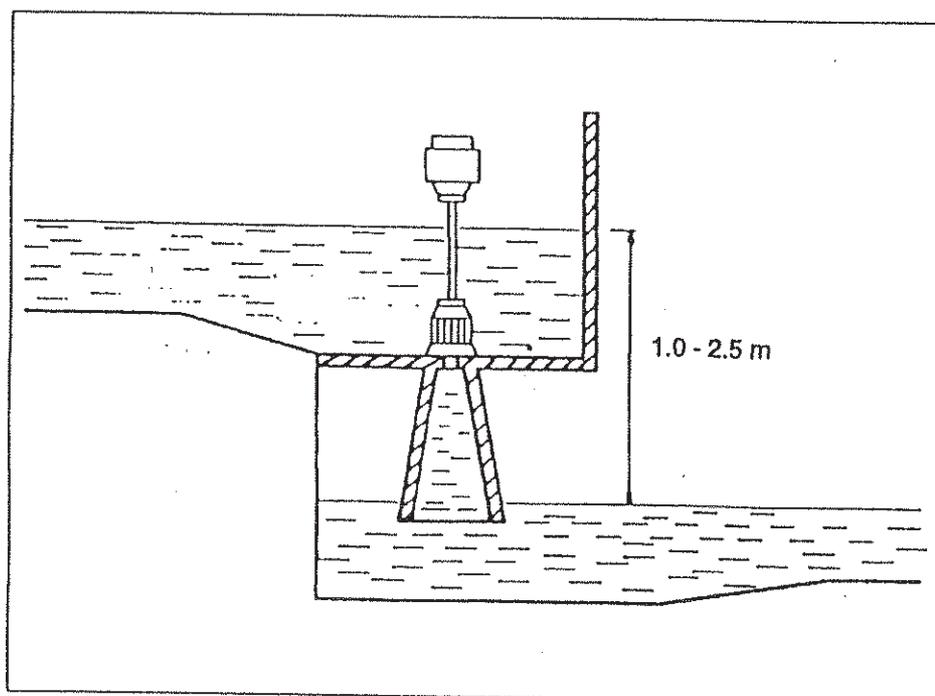


Planeamento Integrado de Energia
de Uso Doméstico

Grupo de Fontes Renováveis de Energia

Micro-Hídricas



Elaborado
por

Geraldo Nhumaio

Maputo, Agosto de 1997

RESUMO

A presente comunicação tem em vista abordar as possibilidades de aproveitamento hídrico de baixas potências (até 100 kW) através de Sistemas Micro-Hídricos (SMH), como contributo para a melhoria dos padrões de vida da população Mocambicana que vive em zonas remotas. Nela, apresentam-se as potencialidades locais (recursos humanos e materiais e infra-estruturas) e os requisitos para o fomento dos SMH. Como forma de ilustrar a inserção dos SMH, no conjunto de outras fontes de energia, procede-se a uma pequena discussão técnico-económica de várias formas de provimento de energia para diversos fins; Esta discussão é feita de forma geral com base em dados de pesquisa bibliográfica e de forma específica com base na realidade nacional. A zona noroeste do país é apresentada como aquela que possui maior potencial para a promoção dos SMH. A descrição dos possíveis cenários relativos à multiplicação dos SMH apresenta-se de forma bifurcada direccionando-se, o primeiro ramal, ao grupo das chamadas "Micro-Hídricas Familiares" que normalmente geram potências de 100 a 1.000W, e, o segundo, ao grupo das "Micro-Hídricas de Grande Porte" que normalmente geram potências de 1kW a 100kW; A previsão é de as Micro-Hídricas contribuírem com cerca de 1MW até ao ano 2.015 beneficiando cerca de 10.000 camponeses. Como estratégias fundamentais para o fomento dos SMH apresentam-se (i) o estabelecimento de um grupo multidisciplinar capaz de planear, implementar e acompanhar o desenvolvimento dos SMH; (ii) as políticas de auto-construção, auto-gestão e auto-consumo; e (iii) a troca de informação a nível de localidades, regiões, personalidades e países.

ABREVIATURAS

CIF: Custo, Transporte e Seguros

COMEL: Consórcio de Máquinas e Electricidade

DNA: Direcção Nacional de Águas

ENTREPOSTO: Empresa de Comercialização e Assistência Técnica a Viaturas e Equipamentos Industriais e Agrícolas

HIDROMOC: Hidráulica de Moçambique

IIM: Instituto Industrial de Maputo

KANES: Empresa de Fabrico de Equipamentos Mecânicos

SMH: Sistemas Micro-Hídricos

STEIA: Sociedade Técnica de Equipamentos Industriais e Agrícolas

UEM: Universidade Eduardo Mondlane

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de uma Micro-Hidrica Familiar	2
2	Esquema de uma Micro-Hidrica Familiar	2
3	Esquema de uma Micro-Hidrica de Grande Porte	5
4	Diagrama de Distribuicao de Carga	5
5	Diagrama da Potencia como Funcao da Coluna e do Caudal de Agua	15
6	Comparacao dos Custos de Energia de Micro-Hidrica e Geradores a Diesel	16
7	Caracterizacao de Instalacoes de Pequenas Colunas de Agua	17
8	Ritmo de Multiplicacao de Micro-Hidricas de Grande Porte para o periodo de 1997 a 2015	19
9	Potencias Desenvolvidas Por Micro-Hidricas de Grande Porte para o periodo de 1997 a 2015	19
10	Ritmo de Multiplicacao de Micro-Hidricas Familiares para o periodo de 1997 a 2015	20
11	Potencias Desenvolvidas Por Micro-Hidricas Familiares para o periodo de 1997 a 2015	21
12	Beneficiarios de Micro-Hidricas para o periodo de 1997 a 2015	22
 Mapa		
1	Mapa Hidrografico de Mocambique	28
2	Perfis Altimetricos de Mocambique	29
3	Caracterizacao de Possiveis Potencias nas Diversas Zonas do Pais	30
4	Zonas de dificil derivacao de Redes de Alta Tensao	31

INDICE

RESUMO

ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS/MAPAS

1. INTRODUÇÃO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 ÂMBITO DAS MICRO-HÍDRICAS	1
1.2 O CONCEITO "MICRO-HÍDRICAS"	1
1.3. CLASSIFICAÇÃO DAS MICRO-HÍDRICAS	3
1.4 IMPACTO SÓCIO-ECONÓMICO DE UMA MICRO-HÍDRICA.....	3
2. MICRO-HÍDRICAS NO CONTEXTO DE OUTRAS FONTES DE ENERGIA.....	4
2.1 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA DE BIOMASSA	4
2.2 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA EÓLICA.....	6
2.3 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA SOLAR.....	6
2.4 MICRO-HÍDRICAS E SISTEMAS HÍDRICOS DE GRANDES DIMENSÕES.....	6
2.5 MICRO-HÍDRICAS E ÓLEO COMBUSTÍVEL	7
2.6 MICRO-HÍDRICAS E BIOGÁS	8
2.7 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	8
3. POTENCIAL PARA O FOMENTO DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE.....	9
3.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	9
3.1.1 <i>Sugestões dos mapas hidro e topográficos de Moçambique.....</i>	<i>9</i>
3.1.2 <i>Potências possíveis nas diversas regiões do país.....</i>	<i>9</i>
3.2 RECURSOS HUMANOS	10
3.3 INFRA-ESTRUTURAS E RECURSOS MATERIAIS	11
3.4 CUSTOS DE MICRO-HÍDRICAS NO CONTEXTO NACIONAL	11
3.5 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DAS M/HÍDRICAS COM OUTRAS FONTES	14
4. FOMENTO DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE.....	15
4.1 INÍCIO DO PROGRAMA	15
4.2 MULTIPLICAÇÃO DE MICRO-HÍDRICAS ATÉ AO ANO 2015	17
4.2.1 <i>Instalações de grande porte.....</i>	<i>17</i>
4.2.2 <i>Instalações familiares.....</i>	<i>19</i>
4.3 BENEFICIÁRIOS DE MICRO-HÍDRICAS ATÉ AO ANO 2015.....	20
4.4 COMO GARANTIR A SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA	21
5. PÓLITICAS E MÉTODOS	22
5.1 AUTO-CONSTRUÇÃO, AUTO-GESTÃO E AUTO-CONSUMO	22
5.2 MAIOR ENVOLVIMENTO DAS LOCALIDADES.....	22
5.3 USO DE RECEITAS DAS LOCALIDADES PARA MULTIPLICAR RECEITAS.....	23
5.4 TREINAMENTO.....	23
5.5 APOIO FINANCEIRO	23
5.6 TROCA DE INFORMAÇÃO	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6.1 CONCLUSÕES FUNDAMENTAIS	24
6.2 ALGUNS EXEMPLOS DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE	24
6.3 EXPERIÊNCIAS DOUTROS PAÍSES	24
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS.....	25

1. INTRODUÇÃO

1.1 ÂMBITO DAS MICRO-HÍDRICAS

O conceito "gases de estufa" tem merecido particular atenção nos últimos tempos apesar de os combustíveis fósseis e os de biomassa não poderem ser substituídos, na posição cimeira que ocupam, num futuro tangível.

No conjunto de alternativas para se fazer face a esses combustíveis o aproveitamento do potencial hídrico tem merecido atenção especial na medida em que constitui uma fonte inesgotável, barata e limpa de energia.

Desde a altura em que se reconheceu a importância da roda de água, como forma de aproveitamento do potencial hídrico, tem-se assistido, em vários países com potencial hídrico apreciável, à preocupação em empreendimentos de grandes dimensões os quais se justificam quando se trata de abastecimento de energia a grandes círculos de concentração; Tratando-se de consumidores dispersos e situados em zonas muito remotas, para onde se torna difícil proceder à derivação das linhas de transmissão, há toda a necessidade de se pensar em outras alternativas oportunas e descentralizadas.

É nesta perspectiva que as Micro-Hídricas aparecem como uma das soluções para a preocupação em fontes localizadas de energia mecânica que concorram com o tradicional recurso "diesel".

Notando que se baseam-se no aproveitamento do potencial hídrico e, por outro lado, são de natureza descentralizada, as Micro-Hídricas podem ser concebidas como forma de combinar as vantagens dos sistemas hídricos de grandes dimensões com as do diesel [1,2].

1.2 O CONCEITO "MICRO-HIDRICAS"

As Micro-Hídricas (sistemas/esquemas concebidos para a geração de potências até 100kW) constituem parte das fontes renováveis de energia [1,2,3,4].

Elas não têm impactos ambientais remarcáveis como o que acontece com os projectos hídricos de grandes dimensões os quais requerem a construção de albufeiras/grandes reservatórios. Elas podem fornecer energia através do accionamento directo de equipamentos ou ligando a turbina a um gerador de energia eléctrica.

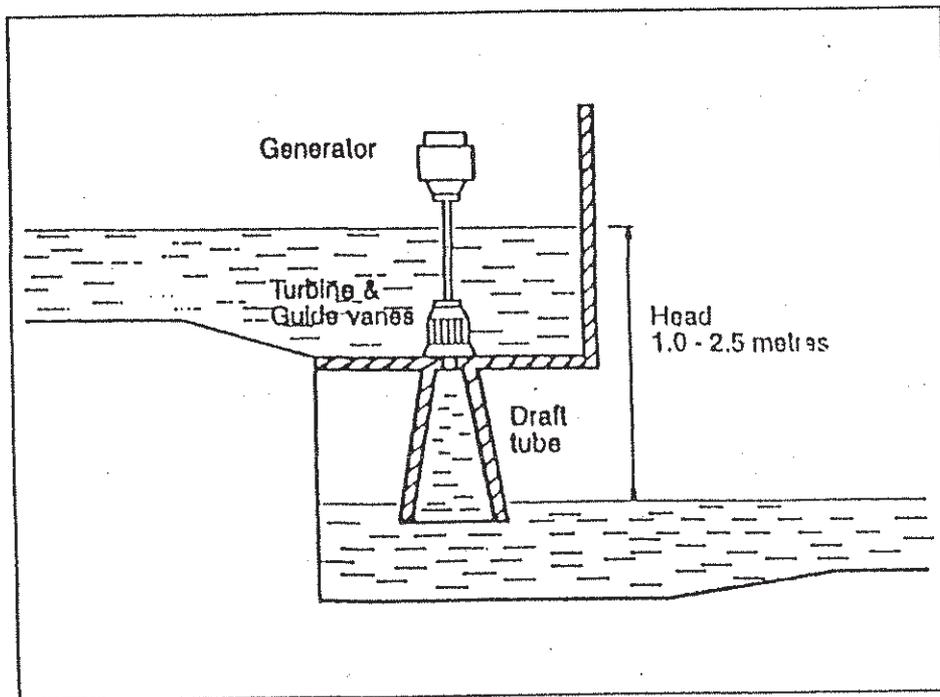


Fig.1: Esquema de Uma Micro-Hídrica Familiar - Generator = Gerador; Turbine & Guide Vanes = Turbina e pás directrizes; Draft Tube = Conduto de Descarga; Head = Coluna de Água; Metres = Metros



Fig.2: Exemplo de uma Micro-Hídrica para três Famílias usada para iluminação no Sul do Vietname

Ao falar de Micro-Hídricas em países em vias de desenvolvimento, e onde elas se podem substanciar conota-se, para além de tecnologia limpa, a redução da dependência em equipamentos importados em prol da valorização/aproveitamento das capacidades das indústrias locais. A título de exemplo podem-se tomar os seguintes factos: (i) muitos países em vias de desenvolvimento não fabricam turbinas; em contrapartida fabricam, montam e/ou comercializam bombas que bem podem ser usadas como turbinas [1,4,5,6,7]; (ii) muitos países em vias de desenvolvimento não fabricam geradores eléctricos dedicando-se, em contrapartida ao fabrico, montagem e/ou comercialização de motores eléctricos de indução que bem podem ser usados como geradores [1,8,9]; e (iii) nos países atrás referidos há distribuidores de rolamentos para além de existirem pequenas indústrias metalúrgicas, oficinas mecânicas ou indústrias de madeira que se dedicam a processos tecnológicos simples de fabrico de veios, rodas dentadas, etc [1,2,8].

1.3. CLASSIFICAÇÃO DAS MICRO-HÍDRICAS

Consoante a potência desenvolvida, as Micro-Hídricas podem ser classificadas em "Micro-Hídricas Familiares" (Figs. 1 e 2) e "Micro-Hídricas de Grande Porte" (Fig.3). Ao primeiro grupo correspondem as instalações de potências inferiores a 1kW enquanto que ao segundo correspondem as instalações que geram potências superiores a 1kW. O nível de complexidade do trabalho requerido na instalação e operação dos Sistemas Micro-Hídricos cresce em conformidade com o nível de potência desenvolvida, ou seja, as Micro-Hídricas Familiares apresentam menores exigências construtivas e de operação que o segundo grupo.

1.4 IMPACTO SÓCIO-ECONÓMICO DE UMA MICRO-HÍDRICA

Para ilustrar o impacto Sócio-Económico de uma Micro-Hídrica pode-se tomar a título representativo uma Central de 3 kW. De acordo com a distribuição de carga sugerida na Fig.4 a potência disponível pode ser aplicada para as seguintes finalidades: (i) refrigeração, (ii) bombeamento de água, (iii) iluminação, (iv) accionamento de equipamentos oficinais, (v) aquecimento de água e (vi) carregamento de baterias. A distribuição da carga pode ser feita da seguinte maneira:

- Ao longo de todo o dia cerca de 1kW poderá servir para refrigeração sendo 500W consumidos por uma geleira de um possível centro de saúde, para a conservação de medicamentos e vacinas para uma comunidade de cerca de 200 pessoas e, outros 500W, para a conservação de alimentos da

comunidade ou para uma casa de frescos.

- Parte das necessidades em refrigeração poderá ser satisfeita através de $0,2\text{m}^3$ de cubos de gelo que podem ser fabricados com uma máquina de 1kW, ao longo da noite, a partir das 17.00h até a meia noite.
- Entre as 7.00 h e as 17.00 h, com 2 kW podem-se accionar alternadamente uma serra de madeira, uma máquina de soldar, um torno, etc. podendo-se, deste modo, dar resposta às necessidades de cerca de 200 pessoas; Ou seja, com 1 kW pode-se fabricar quantidades consideráveis de carteiras, cadeiras, mesas, camas, carroças, etc.
- Com 1 kW, a partir das 17.00 h até à meia noite pode-se ter cerca de 50 lâmpadas de 40 W acesas distribuídas por um hospital, internato, escola (para aulas do curso nocturno), casas, etc.
- A partir da meia noite até às 7.00 h, com 1 kW pode-se bombear cerca 50m^3 (50.000 litros) até uma elevação de 50 metros na razão de 2 l/s. Cerca de 10m^3 poderão ser suficientes para o consumo da comunidade podendo os restantes 40m^3 servir para a irrigação.
- Com 1 kW, a partir da meia noite até às 7.00 h pode-se aquecer cerca de $0,2\text{m}^3$ (200 litros) de água, de 25°C a 55°C , para os doentes hospitalizados, internato bem como para uma possível casa de hóspedes.

Para se poder imaginar o impacto de Micro-Hídricas de dimensões superiores a 3 kW pode-se aplicar um factor multiplicador conforme a ordem de grandeza da potencia considerada em relação a esta potência tomada a título de exemplo.

2. MICRO-HÍDRICAS NO CONTEXTO DE OUTRAS FONTES DE ENERGIA

2.1 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA DE BIOMASSA

Nos últimos tempos tem-se assistido à chamada "segunda crise energética" derivada não só da utilização massiva de combustíveis fósseis mas também da biomassa tradicionalmente usada em muitas zonas rurais como fonte de energia.

O problema de desflorestamento resultante da combinação "crescimento da população e abate indiscriminado de árvores" vai perigando os ecossistemas à volta das comunidades rurais. A ilustrar o perigo que se corre basta indicar que de acordo com levantamentos energéticos muito recentes a energia equivalente

consumida per capita, por ano, nos países em vias de desenvolvimento anda à volta de 300 a 400 kg de carvão [1]

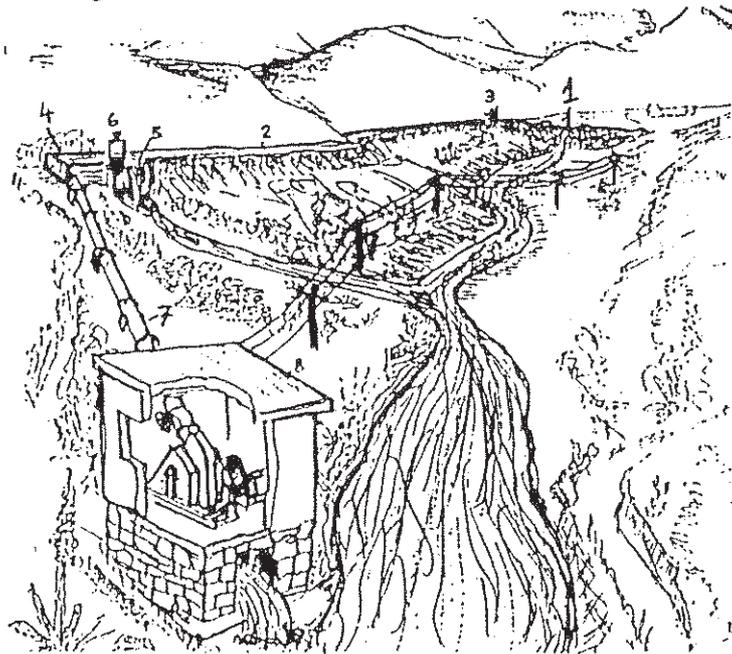


Fig.3: Esquema de uma Micro-Hídrica de Grande Porte (1) Toma de Água (Simples Barreira); (2) Canal Aberto; (3) Bacia de Sedimentação; (4) Bacia de Sedimentação; (5) Descarregador de Cheias; (6) Comporta; (7) Conduta de Aço; (8) Casa das Máquinas

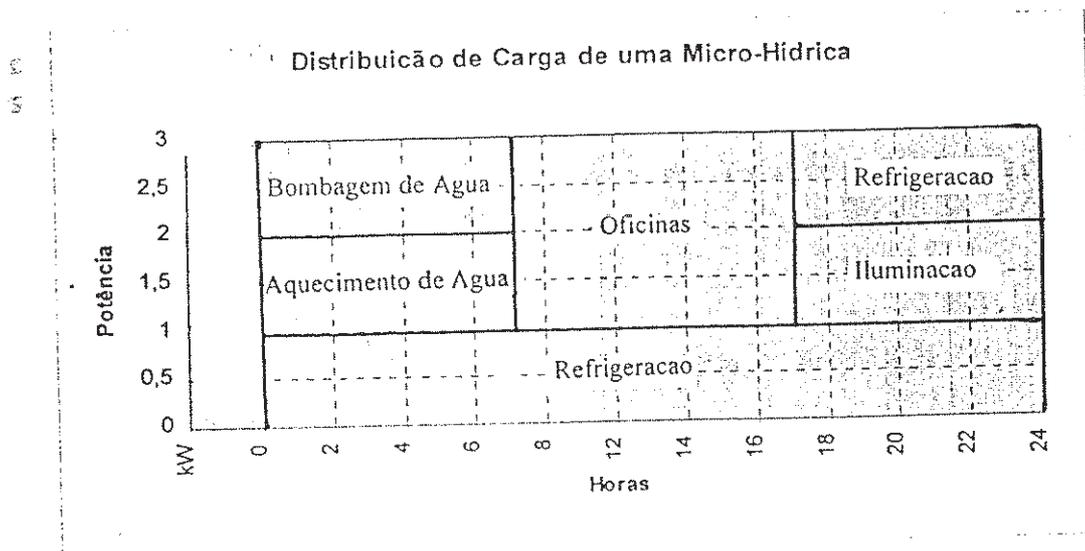


Fig.4: Diagrama de distribuição da Carga de uma Micro-Hídrica

Todo este pensamento à volta do conceito "gases de estufa", que na actualidade aparece na discussão da situação energética, coloca as Micro-Hídricas numa das posições de privilégio pois o impacto ambiental dos SMH é controlável e geralmente desprezível.

2.2 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA EÓLICA

Tem-se reportado a existência, em muitos círculos, de bases técnicas muito 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 círculos se mostre oportuno para geração de potência eléctrica (até 5 kW) com vista ao abastecimento a consumidores muito isolados.

Um dos inconvenientes da energia eólica, fundamentalmente quando se trata de aplicações diferentes de bombeamento de água, é o facto de ela ser, muitas das vezes, sazonal para além de requerer atenção especial no que tange à determinação do sentido prevalecente do vento bem como à escolha do equipamento adequado para determinados regimes dos ventos.

2.3 MICRO-HÍDRICAS E ENERGIA SOLAR

Vários países se têm dedicado ao fabrico e instalação de colectores de chapa com vista ao aquecimento de água e/ou ar que posteriormente se aplica(m) em processos de secagem de produtos agrícolas, entre outras finalidades. Para aplicações diferentes de aquecimento como por exemplo a obtenção de energia mecânica que posteriormente se pode converter em outras formas de energia (à semelhança do que acontece com as Micro-Hídricas) estes sistemas não se mostram economicamente viáveis.

As células fotovoltaicas que procedem a uma conversão directa de energia solar em energia eléctrica, têm-se mostrado oportunas, em vários países em desenvolvimento, para geração de potências até níveis na ordem de 1 kW. Um aspecto importante a referir é o facto de estes sistemas possuírem uma vida útil considerável e funcionarem sem muitos (ou mesmo nenhuns) problemas. Os níveis de potências conseguidas de forma económica com estes sistemas associados ao facto de haver necessidade de baterias (cujo custo é geralmente elevado), para a acumulação de energia, fazem com que, em zonas onde existam riachos com caudais permanentes ao longo do ano, a opção pelas Micro-Hídricas se mostre mais oportuna.

2.4 MICRO-HÍDRICAS E SISTEMAS HÍDRICOS DE GRANDES DIMENSÕES

Os sistemas hídricos de grandes dimensões usualmente requerem boas infra-estruturas tais como estradas (durante a construção) e possibilidades de acesso a locais com grandes consumidores, o que resulta na necessidade de redes de alta tensão que por natureza requerem grandes investimentos. Esta categoria de sistemas requer habilidades bem apuradas no que tange à gestão, administração, operação e manutenção.

Devido ao factor de escala poder-se-ia entender que o custo específico de investimento para as Micro-Hídricas é relativamente alto quando comparadas com esquemas de tamanha dimensão. Analizando um pouco em profundidade pode-se notar que muitos dos SMH associam-se a grandes colunas de água em relação aos esquemas de grandes dimensões e assim se contrabalançam as vantagens do factor de escala.

Outro factor de relevo nas instalações de grande porte são os custos marginais de instalações para o transporte e abastecimento que andam à volta de 60-75% do custo, por kW, da capacidade instalada o que sob ponto de vista económico não favorece a derivação de redes para consumidores isolados situados em lugares de difícil acesso (ver Quadro 1).

Quadro 1: Custos médios comparativos entre esquemas de diferentes tamanhos em 1975US¢/kWh

Factor de Carga	Abastecimento (rede) 4 km	Abastecimento (rede) 29 km	Micro-Hídrica
10	18	40	21
25	7	17	11
50	4	8	5

Fonte: World Bank, Rural Electrification, pg.21. As figuras das Micro-Hídricas foram calculadas com base em dados de Nepal

2.5 MICRO-HÍDRICAS E ÓLEO COMBUSTÍVEL

É sobejamente sabido que em várias zonas onde há consumidores isolados, e onde não existem redes de transmissão de energia eléctrica, uma das fontes alternativas de energia mecânica, para o accionamento de uma gama variada de equipamentos, tem sido o diesel.

A subida vertiginosa dos preços do petróleo que se tem registado nas últimas décadas em nada incentiva o recurso a esta fonte energética para as comunidades rurais, particularmente para zonas onde as vias de acesso não são favoráveis ao transporte deste combustível e onde existem cursos de água.

2.6 MICRO-HÍDRICAS E BIOGÁS

O biogás só pode ser usado em actividades que coadunam com as suas propriedades. O biogás é económico quando se trata de processos de aquecimento (ou cozinha) não podendo concorrer com as instalações Micro-Hídricas quando se trata de energia mecânica dado que os custos de mão de obra requerida para a sua operação são elevados. O custo de energia eléctrica produzida a partir do biogás anda à volta de 40 US¢/kWh [1] o que chega a ser o dobro dos valores máximos encontrados em instalações Micro-Hídricas.

2.7 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Os Quadros 1 e 2 sumarizam a discussão antes feita. Pode-se notar a partir desses quadros que, como fonte renovável, abundante e barata de energia e, constituindo uma redução da dimensão tecnológica requerida pelas Mini e/ou Macro-hídricas, as Micro-Hídricas constituem solução sugestiva para as necessidades de energia de parte das comunidades rurais em Moçambique.

Quadro 2: Custos comparativos de electricidade produzida a partir de diferentes fontes em 1980, US¢/kWh

Tipo de Gerador	Investimento* US\$/kW	Custo de Combustível US¢/kWh	Custo de Energia US¢/kWh
Micro-Hídrico construído à base de recursos locais	1.500	nenhuns	5,0***
Diesel, pequeno e à base de óleo combustível leve	800	10,9	13,2
Vapor			
- a carvão	1.000	2,7	5,2***
- a óleo combustível	800	5,5	7,5
- a lenha	1500	5,0	10
Eólico**	5.000 - 15.000	nenhuns	30 - 100
Fotovoltaico -Solar**	20.000- 30.000	nenhuns	100 - 300

Fonte: World Bank, Energy in the Devpg. Countries, pg.43

* Inclui custos de transmissão e distribuição

** Inclui custos de armazenagem dado que se trata de uma fonte de energia intermitente que requer formas de armazenagem com vista a um abastecimento contínuo aos consumidores.

*** As Micro-Hídricas foram consideradas com o regime de funcionamento de 5.000 h/ano enquanto que os Geradores a Vapor foram considerados com um regime de 7.000 h/ano

3. POTENCIAL PARA O FOMENTO DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

3.1.1 Sugestões dos mapas hidro e topográficos de Moçambique

De acordo com levantamentos dos anos 70 o potencial hídrico de Moçambique é de cerca de 11.000 a 13.000 MW dos quais apenas 25% são explorados sob forma de barragens hidro-eléctricas e/ou hidro-agrícolas [10]. Os números apresentados sugerem um enorme potencial não explorado e que com a introdução de micro-hídricas algum aproveitamento adicional poderá ser feito.

A pergunta pertinente para que urge dar-se resposta é: onde desenvolver esquemas micro-hídricos? Em resposta a esta pergunta se pode afirmar de forma breve e simples: Em zonas com cursos de água e (de preferência) com topografia muito favorável.

Importa, de certo modo, referir que a identificação de lugares propícios para a instalação de Micro-Hídricas bem como a determinação do potencial e dos custos destas têm sido matéria de difícil abordagem na medida em que em muitos países (incluindo Moçambique) não existem mapas hidrológicos e topográficos de pequenos cursos de água e/ou riachos. Para o caso de Moçambique esta situação se torna um pouco mais delicada na medida em que os últimos 20 anos foram caracterizados por um clima de instabilidade político-social o qual não permite a obtenção de registos históricos confiantes para um período típico de 30 anos

Contudo, vendo o assunto de forma macroscópica, e recuando os registos históricos para os anos 60/70, pode-se afirmar com toda a certeza que existe um potencial enorme neste país se não vejamos: O mapa hidrográfico (ver Mapa 1) apresenta uma vasta área na zona norte do país onde a prática micro-hídrica pode conhecer um impacto enorme. Os perfis altimétricos das linhas C-D, E-F, G-H, I-J e K-L (ver Mapa 2) sugerem quedas substanciais de água podendo estas se situar na ordem de 50m; De referir que quanto maiores as quedas de água menor se torna o investimento específico das Micro-Hídricas.

3.1.2 Potências possíveis nas diversas regiões do país

Para a realização das estimativas das possíveis potências nas diversas regiões do país pode-se usar a Fig.5 a qual foi obtida a partir dos princípios de Hidráulica. A figura relaciona entre si a Potência, o Caudal e a Coluna de água;

* Período aceitável quando se trata de levantamentos hidrológicos

Como se pode depreender quando as colunas são baixas (e.g. 5 m) dificilmente se podem conseguir potências elevadas dado necessitar-se, para o efeito, de enormes caudais.

A região Sul do país (círculo A do Mapa 3) possui uma vasta zona caracterizada por planícies onde as colunas de água se podem situar em níveis predominantemente inferiores a 5 m. A mesma zona não apresenta uma densidade considerável de águas superficiais para além de a maior parte dos rios apresentados, bem como dos seus afluentes, conhecerem épocas de seca ao longo do ano. Mesmo que se identifiquem alguns riachos aproveitáveis para o fomento de Micro-Hídricas as potências possíveis nesta zona dificilmente poderão exceder os 5 kW. Para esta zona pode-se tomar como esquema típico o esquema da Micro-Hídrica de Cambine (localidade da Província de Inhambane situada a cerca de 500 km de Maputo).

A zona centro (círculo B do Mapa 3) é caracterizada por (i) uma faixa costeira que poderá compreender colunas de água cujos níveis se situam predominantemente abaixo de 5 m e onde as prováveis potências não poderão superar os 5 kW, e (ii) uma faixa do "interland" caracterizada por planaltos onde há possibilidades de identificação de colunas de água que atinjam os 10m ou mais podendo-se assim pensar em prováveis potências na ordem dos 20 a 30 kW. A densidade das águas superficiais bem como o comportamento dos seus caudais, ao longo do ano, neste círculo, é grosso modo sugestiva para se pensar em possível fomento de Micro-Hídricas numa escala moderada ou, por outras palavras, escala limitada.

As zonas indicadas pelos círculos C do Mapa 3 são predominantemente montanhosas, de climas "temperado húmido" e "tropical chuvoso" respectivamente, e possuem uma densidade considerável de águas superficiais o que significa que há possibilidades de se identificarem riachos com colunas de cerca de 50m ou mais e caudais na ordem dos 0,1 m³/s (100 l/s) podendo estes resultar em esquemas Micro-Hídricos de cerca de 50 kW ou mais. Tomando em consideração as características geológicas da região pode-se observar que os programas de expansão das redes de alta tensão podem-se tornar economicamente pouco sugestivas para zonas isoladas e com grande potencial para o desenvolvimento de actividades sócio-económicas; Assim, as regiões situadas nos círculos C mostram-se mais oportunas para a disseminação das Micro-Hídricas.

3.2 RECURSOS HUMANOS

Sob ponto de vista dos recursos humanos pode-se afirmar com muita certeza que existe um potencial enorme na medida em que existem muitos técnicos com

conhecimentos de hidráulica quer de nível universitário, médio, básico e/ou técnico-profissional.

Há uma base muito firme para a substanciação do processo de disseminação do aproveitamento Micro-Hídrico. A acção principal, necessária para o envolvimento de todos os potenciais participantes, é o "treinamento" em matéria de fabricação de componentes, planeamento, construção, operação e manutenção de Esquemas Micro-Hídricos.

Outra actividade paralela que possa permitir um curso harmonioso desse programa é o estabelecimento de mecanismos de troca de informação regional e internacional através de simpósios, seminários, cursos, entre outras realizações, que garantam o intercâmbio de experiências entre países, regiões, instituições e indivíduos.

3.3 INFRA-ESTRUTURAS E RECURSOS MATERIAIS

Existem localmente boas infra-estruturas e recursos materiais para a disseminação das Micro-Hídricas. Para o programa em consideração pode-se contar com a participação de instituições e/ou empresas tais como Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, Escola e/ou Instituto Industrial de Maputo, Escola de Formação profissional da Direcção Nacional de águas, COMEL, KANES, Hidromoc, Empresa Siderúrgica de Moçambique e outras empresas metalo-mecânicas e de trabalho de madeira distribuídas pelo país. A única acção necessária, em todas estas instituições, é a transferência de tecnologia.

3.4 CUSTOS DE MICRO-HÍDRICAS NO CONTEXTO NACIONAL

A realidade nacional mostra que os custos instalados de Micro-Hídricas na faixa das potências de 0,1kW a 100kW poderão compreender-se entre 2.500.000 e 1.400.000.000Mt (USD220 e USD120.000) podendo os custos de energia variar respectivamente de 4.400 Mt/kWh a 320 Mt/kWh (40 US¢/kW a 3 US¢/kWh). Para a obtenção dos valores ora indicadas procedeu-se ao seguinte:

- Tomou-se uma instalação hipotética de 10 kW, de baixas colunas de água (cerca de 10 m), com caudal de cerca de $0,1\text{m}^3$, e com um canal aberto de cerca de 100 m. Para esta instalação considerou-se um esquema simples no qual a turbina acciona directamente um gerador eléctrico e este, por sua vez, alimenta uma gama variada de equipamentos como sejam: um torno, uma

* Instalações desta categoria são aplicáveis para todas as regiões geográficas de Moçambique.

máquina de soldar, um moinho de milho, uma serra de madeira, um berbequim e uma prensa de óleo. Tomou-se que os únicos equipamentos importados seriam apenas o gerador eléctrico e a turbina podendo-se adquirir os restantes equipamentos no mercado local. Seguindo os procedimentos indicados em [2] e usando os preços locais obtiveram-se valores para os itens (i) Turbina + Gerador, (ii) Casa das Máquinas, (iii) Canais aberto (mistura de cimento com fragmentos de rochas locais) e fechado (condutas de aço), (iv) Outros Equipamentos (equipamento oficial) e Diversos (equipamento de regulação, linhas de transmissão e distribuição para cerca de 1km e imprevistos). Dado o item (i) ser constituído por elementos importados, este foi tomado como base para a obtenção das proporções dos custos dos itens de (ii) a (iv); Assim foram obtidas as seguintes proporções: 1,3 para a razão entre (ii) e (i); 1,7 para razão entre (iii) e (i) e 1,0 para a razão entre (iv) e (i).

- Com base nas proporções anteriormente referidas foram grosseiramente obtidos os custos para as potências de 3, 50 e 100kW (ver Quadro 3). De notar que embora alguns factores de escala tenham de ser considerados para a generalização feita os valores calculados poderão não estar aquém da realidade uma vez que foram comparados com os custos instalados de esquemas de mesmas dimensões de Nepal. Os valores deste último país resultam maiores que os possíveis em Moçambique, na ordem dos 15%. Esta discrepância pode resultar do facto de as condições geográficas daquele país (combinadas com o nível de desenvolvimento industrial) serem um pouco mais acidentadas.

Quadro 3: Cálculo dos Custos Instalados de Micro-Hídricas em Moçambique

Potencia kW	Turbina ou Motor T ou M Mt	Gerador G Mt	Casa das Maquinas Mt	Canais Mt	Outros Equipam. Mt	Total Mt	Custo M/kW
Micro-Hídricas Familiares			1,3(T+G)		1,0(T+G)		
0,1	763000		991900		763000	2517900	25179000
0,2	1500000		1950000		1500000	4950000	24750000
0,25	1780000		2314000		1780000	5874000	23496000
1	5525000		7182500		5525000	18232500	18232500
Micro-Hídricas de Grande Porte			1,3(T+G)		1,0(T+G)		
3	5342000	6225000	15037100	40484500	11567000	78655600	26218533
10	17595800	17850000	46079540	1,24E+08	35445800	2,41E+08	24103144
50	63648000	95472000	2,07E+08	5,57E+08	1,59E+08	1,08E+09	21640320
100	1,17E+08	1,49E+08	3,45E+08	9,28E+08	2,65E+08	1,8E+09	18034178
Instalações a Diesel			0,01(M+G)		0,1*(M+G)		
21,6	1,57E+08		1,57E+08		15732288	3,3E+08	15295280
36	1,9E+08		1,9E+08		19032624	4E+08	11102364
88	4,5E+08		4,5E+08		44992940	9,45E+08	10736952

- À semelhança das Micro-Hídricas de Grande Porte procedeu-se ao cálculo dos Custos Instalados das Micro-Hídricas Familiares bem como dos Geradores a Diesel (ver Quadro 3). Normalmente as instalações em consideração são comercializadas em blocos de "órgão motor e gerador". Os preços das Micro-Hídricas Familiares foram obtidos em [13] e são relativos a Indonésia; Considerando os custos dessas instalações colocadas em Maputo "CIF- Maputo" e adicionando os direitos aduaneiros obtiveram-se os valores constantes nas segundas duas colunas do Quadro. Os preços dos Geradores a Diesel foram obtidos em empresas nacionais de comercialização dessas unidades, nomeadamente a STEIA e a ENTREPOSTO. Para ambas instalações retirou-se a coluna dos canais dado não serem necessários. Em relação às Instalações a Diesel os coeficientes para a Casa das Máquinas e para para outros equipamentos foram reduzidos de 1,3 para 0,01 e de 1,0 para 0,1 respectivamente dado estas instalações requererem poucas obras civis (i.e. elas podem ser instalados em lugares pouco acidentados) e, por outro lado, incorporarem, dentro de si, todo o equipamento de regulação que deve ser tomado em conta quando se trata de instalações Micro-Hídricas.
- Uma vez obtidos os custos instalados procedeu-se, em seguida, ao cálculo do custo de energia (ver Quadro 4) tomando em conta que não haveriam doações; o período de recuperação do capital seria de 20 anos, a taxa de juros de 18%; os custos de operação e manutenção bem como de gestão representariam 2%+2% do custo instalado; e os custos de reposição bem como de benefícios sociais representariam 1%+1% do custo instalado. Não se tomaram em consideração as possíveis receitas com as actividades produtivas que poderão ser desenvolvidas com as Micro-Hídricas.

Quadro 4: Cálculo dos Custos de Energia de Micro-Hídricas

Potencia KW	Custo Capital Mt	Anualidade Mt/Ano	Custos de Operacao Mt/Ano	Custos de Gestao Mt/Ano	Custos de Reposicao Mt/Ano	Beneficios Sociais Mt/Ano	Total Mt/Ano	Custo Unitario Mt/kWh	Custo Unitario USD/kWh
Micro-Hídricas Familiares									
0,1	2517900	17172,03	50358	50358	25179	25179	2686146	4380,538	0,375367
0,2	4950000	33758,91	99000	99000	49500	49500	5280759	4305,903	0,368972
0,25	5874000	40060,57	117480	117480	58740	58740	6266501	4087,737	0,350277
1	18200000	124123,7	364000	364000	182000	182000	19416124	3166,361	0,271325
Micro-Hídricas de Grande Porte									
3	78655600	536429,7	1573112	1573112	786556	786556	83911366	4561,392	0,390865
10	2,41E+08	1643615	4820000	4820000	2410000	2410000	2,57E+08	4192,818	0,359282
50	1,08E+08	736558	2160000	2160000	1080000	1080000	1,15E+08	375,7879	0,032201
100	1,8E+08	1227597	3600000	3600000	1800000	1800000	1,92E+08	313,1566	0,026834
Instalacoes a Diesel*									
21,6	3,3E+08	2250594	2,33E+08	6600000	3300000	3300000	5,79E+08	4369,161	0,374393
36	4E+08	2727992	2,34E+08	8000000	4000000	4000000	6,53E+08	2956,612	0,253351

88	9,45E+09	64448822	3,24E+08	1,89E+08	94500000	94500000	1,02E+10	18933,65	1,62242
----	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------

*Incluindo Combustível na razão de 27,5 litros/hora para o gerador de 88kW, 12l/h para o gerador de 36kW e 7,5l/h para o gerador de 21,6kW

3.5 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DAS M/HÍDRICAS COM OUTRAS FONTES

Com vista à comparação das Micro-Hídricas com outras fontes energéticas procedeu-se à divisão destas em dois grupos dos quais o primeiro corresponde às Micro que variam de cerca de 100W a 1.000W "grupo familiar ou de baixa potência" e, o segundo, corresponde às Micro que variam de 1.000W a 100.000W "grupo de grande potência". Dada a faixa de potências geradas pelo primeiro grupo procedeu-se à comparação dos custos deste com a Energia Solar enquanto que para o segundo grupo a comparação foi feita com as Instalações a Diesel. Teria sido também uma das intenções a comparação do primeiro grupo com a Energia Eólica mas os estudos desenvolvidos até ao momento, nesta área, não se relacionam com a produção de energia eléctrica limitando-se ao bombeamento de água.

- Em relação ao primeiro grupo usou-se informação de Cuamba [14] para a comparação com os Sistemas Solares. Os valores médios de 0,71 USD/kWh e 0,84 USD/kWh apresentados pelos Sistemas Fotovoltáicos, para a geração de Corrente Contínua e Alterna respectivamente, superam largamente (em cerca de 200%) o valor médio de 0,35 USD/kWh apresentado pelas Micro-Hídricas; assim, onde existirem riachos com caudais permanentes as Micro-Hídricas podem ser preferidas no lugar de Sistemas Solares.
- Em relação ao segundo grupo no cálculo dos custos anuais de Instalações a Diesel tomou-se em consideração os custos de combustíveis consumidos pelos motores nas faixas das potências indicadas assumindo que estes funcionariam com ínfimas interrupções ao longo dos anos de operação. Comparando as instalações a diesel com as Micro-Hídricas (ver Fig.6) nota-se facilmente que o factor combustível coloca as Micro numa posição vantajosa em todo o domínio de 1 kW a 100 kW; Mesmo se esta situação se podesse inverter as Instalações a Diesel não se mostrariam oportunas na medida em que embora possam haver fundos para a aquisição de combustíveis a disponibilização dos mesmos pode ser delicada para determinadas zonas de difícil acesso.

Comparação de Custos Específicos de Instalações MHídricas e a Diesel

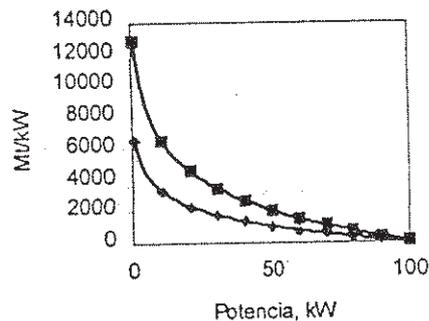


Fig. 6: Comparação dos Custos de Energia de Micro-Hídrica e Geradores a Diesel

De um modo geral seria mais sensato deixar a recomendação de que é essencial que se instalem Micro-Hídricas onde existirem riachos com características favoráveis para o efeito; Se no local existir um potencial enorme para o aproveitamento de energia eólica as Micro-Hídricas providenciarão a energia mecânica necessária para outras actividades diferentes de bombeamento de água. Se no local existir potencial enorme para o aproveitamento da energia solar as Micro-Hídricas complementarão a outra parte que a última fonte energética não satisfaz de forma económica. E por aí em diante.

4. FOMENTO DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE

4.1 INÍCIO DO PROGRAMA

Para iniciar o programa de promoção de Micro-Hídricas podem-se estabelecer quatro passos importantes que são: (i) o levantamento do potencial Micro-Hídrico e dos recursos disponíveis a nível nacional; (ii) a inventariação das centrais existentes em Moçambique; (iii) a concepção de uma instalação piloto de pequenas colunas de água (com um máximo de 12 m de carga/coluna de água à montante da turbina); e (iv) a criação de um núcleo de fomento de micro-hídricas.

- Levantamento dos recursos disponíveis: Estudos sócio-geográficos poderão permitir a identificação de zonas onde possam existir riachos com caudais permanentes. Os mesmos estudos incluirão a determinação de caudais e características topográficas das zonas identificadas bem como o estudo dos usos e costumes das populações no que tange à prática de aproveitamento da força motriz de água como, por exemplo, o uso de rodas de água ou de

turbinas artesanais. A existência da prática ora referida criará espaço para se fazer melhor juízo sobre o desenvolvimento do programa de promoção de Micro-Hídricas.

- Centrais existentes: Tem-se reportado a existência de centrais Micro-Hídricas em algumas zonas do país, encontrando-se, as mesmas em estado de operação deficiente se bem que não se encontrem paralizadas por factores que se prendem com motivos financeiros. A participação no levantamento do estado técnico dessas instalações constituiria um bom ponto de partida para a familiarização de todas as entidades (e possíveis interessados) com esta área ainda pouco divulgada no país. Seguindo-se ao levantamento poder-se-ão fazer estudos de viabilidade socio-económica de recuperação dessas instalações.

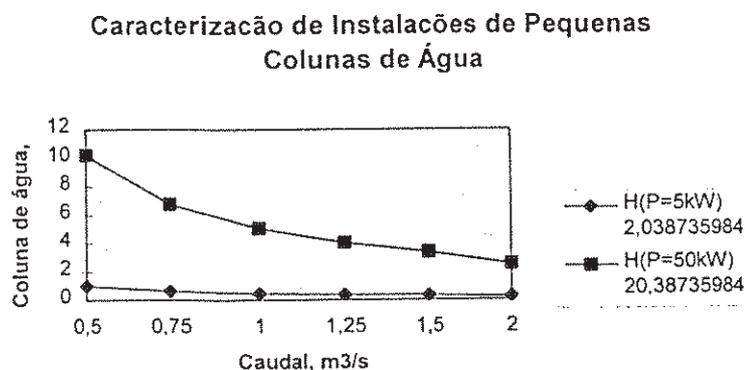


Fig.7: Caracterização de Instalações de Pequenas Colunas de Água

- Instalação piloto de pequenas colunas de água: Estas instalações são aplicáveis para todas as zonas geográficas do país. As instalações desta natureza têm constituído a base de disseminação de programas de Micro-Hídricas em vários países onde as populações têm tradicionalmente feito o aproveitamento da força motriz da água para vários fins (e.g. Suíça). As capacidades das indústrias locais (Moçambicanas) podem adaptar-se com muita facilidade a instalações que variem de 5 kW a 50 kW bastando para o efeito a transferência de tecnologia. De referir que a gama de potências acima indicadas pode ser conseguida com colunas e caudais que variem de 2 m a 9 m e 0,1 m³/s a 2 m³/s respectivamente (ver Fig.7). Os custos instalados de centrais desta natureza podem variar de cerca de 10.000.000,00Mt a 800.000.000,00Mt (USD 800 a USD 70.000) podendo o custo de energia (sem contar com doações) variar, ao longo dos 20 anos planeados, de 320 Mt/kWh a 4.500 Mt/kWh (cerca de US¢3 a US¢ 40), para as instalações de grande e baixa potência respectivamente. A instalação piloto a conceber poderá ser de 5kW apenas podendo esta estar ligada a cerca de 4 órgãos

executivos diferentes com vista a se poder espelhar uma gama variada de aplicações de instalações Micro-Hídricas.

- Núcleo de fomento de Micro-Hídricas: A instalação piloto que igualmente será de demonstração servirá, numa primeira fase, como elemento para o estabelecimento de um grupo multidisciplinar a ser treinado em matéria de (i) selecção de lugares apropriados para instalações Micro-Hídricas; (ii) obras civis de instalações Micro-Hídricas, e (iii) montagem e manutenção de todo o esquema Micro-Hídrico.

4.2 MULTIPLICAÇÃO DE MICRO-HÍDRICAS ATÉ AO ANO 2015

Observando o Mapa 4 pode-se notar a existência de várias zonas que não poderão conhecer os programas de electrificação rural num futuro tangível. Como se enunciou nos capítulos anteriores a derivação das redes de grandes potências não se mostra economicamente viável para zonas rurais muito remotas. Os programas energéticos em curso no país possibilitarão o desenvolvimento de indústrias locais nos distritos a serem contemplados num futuro próximo criando deste modo espaço fértil para a promoção de Micro-Hídricas.

Importa referir que as instalações familiares poderão coexistir com as instalações de grande porte uma vez que com esta combinação se garantirá maior descentralização na distribuição de energia nas zonas que se mostrem oportunas para a promoção de Micro-Hídricas. Os sub-capítulos seguintes abordam de forma separada as possíveis tendências de multiplicação dos dois grupos de Micro-Hídricas:

4.2.1 Instalações de grande porte

Aceitando que presentemente existem cerca de 3 instalações Micro-Hídricas de grande porte situando-se uma em Cambine (Inhambane), uma no Gurué (Zambézia) e uma na Emochá ou em Alto-Molocué (Zambézia). A recuperação destas instalações poderá durar cerca de 5 anos, período correspondente à fase piloto e ao longo do qual se procederá à capacitação de indústrias locais para a área de micro-Hídricas e o núcleo de promoção das Micro-Hídricas poderá receber o treinamento necessário em vários aspectos referentes a estas instalações.

Nos dez anos seguintes à fase piloto as instalações poderão multiplicar-se na razão de 1 por cada dois anos o que, ao longo de todo o período, perfaz 5

instalações. Este período poderá ser considerado período de consolidação da experiência colhida na fase piloto.

Nos seguintes 5 anos, e assumindo que a capacidade interna estará consolidada, a razão poderá ser de 1 instalação por ano. As Figs.8 e 9 reportam respectivamente o ritmo de desenvolvimento e a contribuição em energia das Micro-Hídricas da classe em consideração para o período de 1997 a 2015. Como se pode depreender, até ao ano 2015 poder-se-á contar com cerca de 12 instalações as quais providenciarão, ao todo, cerca de 0,6 MW**.

Multiplicação de Micro-Hídricas de Grande Porte

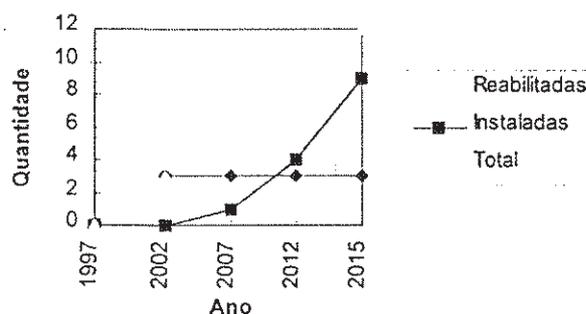


Fig.8: Multiplicação de Micro-Hídricas de Grande Porte

Contribuição das Micro-Hídricas de Grande Porte em kW

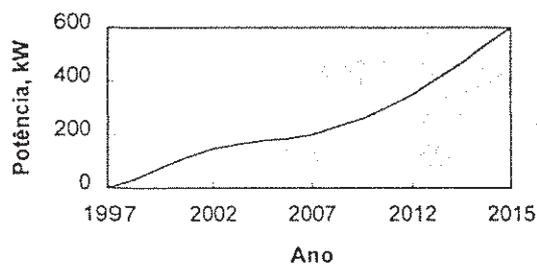


Fig.9: Potências desenvolvidas por Micro-Hídricas de Grande Porte

** Para o cálculo da potência tomou-se o valor médio de 50kW dado as instalações se compreenderem de 1 a 100kW.

4.2.2 Instalações familiares

Assumindo que existem presentemente cerca de 10 indivíduos que aproveitam a força motriz de água para determinadas actividades: Ao longo dos primeiros 5 anos proceder-se-á ao estudo de formas de aperfeiçoamento das tecnologias aplicadas nas instalações existentes e ao mesmo tempo serão capacitadas indústrias artesanais locais em matéria relativa às Micro-Hídricas na faixa de potências em consideração.

Mesmo que se identifiquem zonas onde tradicionalmente se faz aproveitamento Micro-Hídrico, na faixa das potências em consideração, ao longo dos primeiros 5 anos, poder-se-á pensar na importação de cerca de 80 instalações de demonstração sendo 20 de 100W, 20 de 300W, 20 de 700W e 20 de 1.000W. O custo total destas instalações (colocadas em Maputo) poderá estar na ordem de 400.000.000,00 Mt* (aprox. USD40.000). A distribuição poderá ser de 1/4 para a zona A (ver Mapa 3), 1/4 para a zona B e 2/4 para as zonas C.

Depois da acumulação de experiência ao longo dos primeiros 5 anos o ritmo de produção e instalação de Micro-Hídricas poderá ser de 20 unidades por cada faixa de potências consideradas. Este ritmo manter-se-á constante durante os 15 anos seguintes à fase piloto o que até ao ano 2015 perfaz cerca de 900 instalações (ver Fig.10).

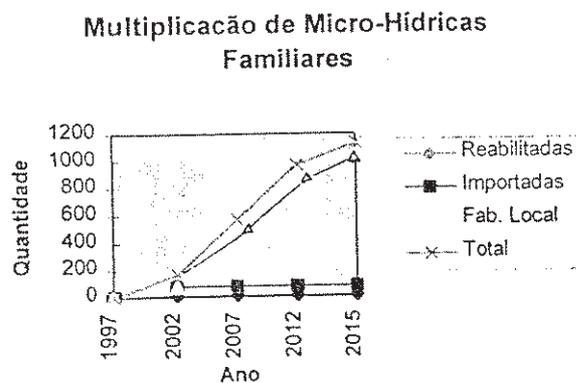


Fig.10: Multiplicação de Micro-Hídricas Familiares

* Tomando o valor medio de 10.000.000,00 Mt por cada instalacao uma vez que o custo destas varia de 2.000.000,00 Mt a 19.000.000,00 Mt.

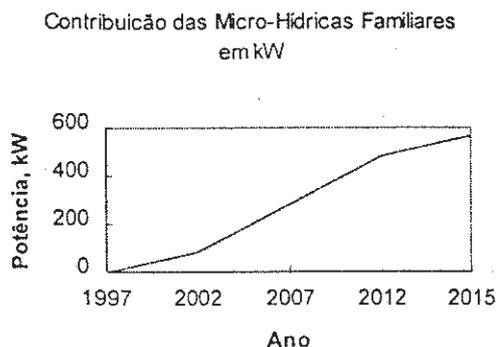


Fig.11: Potências Desenvolvidas por Micro-Hídricas Familiares

A Fig.11 ilustra a contribuição em energia das Micro-Hídricas Familiares. Como se pode depreender estas instalações poderão contribuir com cerca de 0,57 MW até ao ano 2015.

4.3 BENEFICIÁRIOS DE MICRO-HÍDRICAS ATÉ AO ANO 2015

Dependendo das políticas energéticas a serem adoptadas poder-se-á assistir a três tipos de cenários:

Cenário 1: Nenhuma acção governamental dedicada às Micro-Hídricas:

Devido ao carácter histórico das Micro-Hídricas existentes bem como ao ambiente turístico que estas oferecem às zonas remotas, os proprietários poderão pensar na alocação de fundos por conta própria para a reabilitação das instalações dentro dos próximos 5 anos. Cada uma destas Micro beneficia cerca de 300 pessoas. Sendo elas em número de 3, o total de beneficiários até ao ano 2002 será de 900 pessoas. Assumindo que o ritmo de acumulação das populações em redor dessas Micro poderá ser de 5% em cada 5 anos, tomando em conta a combinação de programas de reassentamento e o crescimento populacional^{**}, poder-se-á projectar que até ao ano 2015 existirão cerca de 1050 beneficiários.

Cenário 2: Incentivo governamental para a reabilitação das M/Hídricas existentes

* Para o cálculo da potencia tomou-se o valor medio de 500W dado as instalacoes em consideracao compreenderem potencias de 100W a 1.000W.

** De notar que a taxa de crescimento populacional nessas zonas não pode ser considerada como àqueia que caracteriza o país como um todo dado tratar-se de zonas rurais.

Caso se incentive a reabilitação e desenvolvimento das Micro-Hídricas existentes o Cenário 1 poderá ser melhorado na seguinte perspectiva: Num espaço de tempo não superior a 3 anos as 3 Micro-Hídricas existentes poderão entrar em pleno funcionamento. Assumindo que "incentivo" significa paralelamente desenvolvimento de acções de atracção de comunidades para esses círculos como por exemplo, expansão das redes sanitárias e escolares, apoio a pequenas indústrias locais, apoio em meios de transporte "rudimentares", colocação de outras fontes energéticas, entre outras acções, o ritmo de acumulação das populações superará o anterior em cerca de 100%; Assim os beneficiários de Micro-Hídricas serão de 900 no ano 2002 e 1135 no ano 2015.

Comparando os Cenários 1 e 2 pode-se notar que o apoio governamental às localidades em consideração poderá elevar o número de beneficiários na ordem de 200 pessoas.

Cenário 3: Cenário 2 seguido de Massificação de esquemas Micro-Hídricos

Em casos de o Cenário 2 for acompanhado por um programa de massificação das Micro-Hídricas ao ritmo indicado no sub-capítulo 4.2 o total de beneficiários, até ao ano 2015, aproximar-se-á a 10.000 pessoas (ver Fig.12).

4.4 COMO GARANTIR A SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA

Nos capítulos anteriores foi indicado que o programa poderá conhecer três fases distintas que são (i) a Fase Piloto que compreende a capacitação de recursos humanos bem como de potenciais instituições/organizações participantes, (ii) a Fase de Consolidação que compreende aplicação no terreno das capacidades já criadas; e (iii) a Fase de Massificação que compreende a expansão plena do programa.

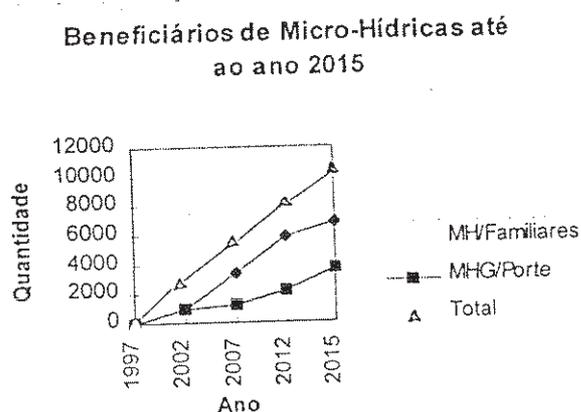


Fig. 12: Beneficiários de Micro-Hídricas até ao ano 2015

A sustentabilidade do programa para todas as fases tem a sua base na existência de um grupo multidisciplinar capaz de planear, implementar e acompanhar o desenvolvimento dos esquemas Micro-Hídricos usando recursos locais. O grupo servirá de conselheiro de vários proprietários de esquemas Micro-Hídricos quer sejam individuais, comunidades ou instituições públicas.

Passados cinco anos do programa de demonstração o Núcleo/Grupo poderá converter-se numa entidade legal com certa autonomia financeira. De referir que o financiamento do programa de demonstração, que durará os primeiros 5 anos, poderá contar com o apoio governamental não podendo ser por créditos bancários.

Nos dez anos seguintes à fase de demonstração (fase de consolidação) deverá pensar em créditos bancários para possíveis clientes com pouco recursos financeiros.

5. POLÍTICAS E MÉTODOS

O desenvolvimento de Micro-Hídricas em Moçambique poderá ser fruto da promulgação de uma série de políticas de apoio por parte do governo. A essência das políticas e métodos é sumarizada nos sub-capítulos seguintes.

5.1 AUTO-CONSTRUÇÃO, AUTO-GESTÃO E AUTO-CONSUMO

Auto-construção significa que o investimento capital, o material, a mão de obra e o espaço para a instalação das Micro-Hídricas são garantidos a nível local. Auto-gestão significa que, após a construção do esquema, a gestão da operação da instalação bem como dos recursos financeiros é realizada pelas autoridades locais ou pela(s) organização(ões) que tiver(em) edificado o esquema. Auto-consumo significa que os obreiros da instalação passam automaticamente a beneficiários da energia gerada e as receitas (depois da dedução das taxas e da reposição do empréstimo) deverão reverter completamente a favor dos proprietários.

5.2 MAIOR ENVOLVIMENTO DAS LOCALIDADES

O princípio de maior envolvimento das localidades constitui premissa para um harmonioso desenvolvimento de programas Micro-Hídricos uma vez que os resultados destes sistemas se reflectem nas localidades. Às administrações locais cabe a responsabilidade de mobilizar fundos para a cobertura das

dificuldades financeiras das localidades.

5.3 USO DE RECEITAS DAS LOCALIDADES PARA MULTIPLICAR RECEITAS

Com esta política poder-se-á garantir a acumulação, a nível das localidades, de fundos para a expansão de um leque de actividades que multipliquem receitas. Convém que se crie um regulamento que estipule que os rendimentos das Micro-Hídricas não sejam depositados em contas públicas.

5.4 TREINAMENTO

No estágio inicial do programa há toda a necessidade de se prestar maior atenção ao treinamento. A forma mais efectiva é o treinamento no local de trabalho "on-the job-training". Uma das opções governamentais seria de incentivar, no início do programa, o estabelecimento de projectos piloto que dêem oportunidade de treinamento a um número alargado de potenciais participantes ao programa os quais, por sua vez, multiplicariam os conhecimentos, a longo termo, por demais interessados.

De realçar que o treinamento em matéria de obras civis deverá ser diferente daquele que se faz para obras de grande engenharia dado que, em termos de materiais e técnicas de trabalho, as Micro-Hídricas precisam de métodos não convencionais - o treinamento para obras de grande engenharia tem sido tradicionalmente especializado quando em Micro-Hídricas se precisa de generalistas.

5.5 APOIO FINANCEIRO

Dado que o treinamento bem como as demonstrações em instalações piloto fazem parte de acções de longo termo e que não geram receitas o seu financiamento deve ser encarado na base não reembolsável. Todo o empreendimento comunitário, privado ou público deverá contar com a base reembolsável. Isto significa que o governo deverá assumir a responsabilidade por todas as acções de lançamento do programa e ao mesmo tempo criar um fundo garantido para o apoio a possíveis clientes com certa debilidade financeira.

5.6 TROCA DE INFORMAÇÃO

A troca de informação constitui uma actividade importante para o decurso harmonioso de um programa de disseminação de Micro-Hídricas; Por conseguinte é fundamental o estabelecimento de mecanismos de troca de informação nacional regional e internacional através de simpósios, seminários, cursos, boletins revistas, entre outras realizações, que garantam o intercâmbio de experiências entre localidades, países, regiões, instituições e indivíduos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES FUNDAMENTAIS

Existe, em Moçambique, enorme potencial (recursos humanos, materiais e infra-estruturas) para o fomento de Micro-Hídricas, como forma de aproveitamento do potencial hídrico existente, bastando como acção principal a combinação da transferência de tecnologia com a introdução de uma política de disseminação destas instalações.

6.2 ALGUNS EXEMPLOS DE MICRO-HÍDRICAS EM MOÇAMBIQUE

A política de disseminação de Micro-Hídricas em Moçambique não partiria de uma base nula. É de referir que existem alguns esquemas de reconhecido valor histórico-económico. De entre esses esquemas figuram as Micro-Centrals de Cambine e de Gurué e da Emochá.

6.3 EXPERIÊNCIAS DOUTROS PAÍSES

Um dos países com programa expressivo é a China onde, entre 1975 e 1979 se construíram cerca de 40.000 instalações Micro-Hídricas com capacidade de cerca de 85kW cada, gerando ao todo cerca de 6.300MW [11]. Hoje em dia este país se dedica ao fabrico de unidades compactas que geram potências cada vez mais e mais pequenas; Entre esses esquemas figuram pequenos sistemas "turbina-gerador" com potências de 0,6 a 12 kW convenientes para zonas montanhosas, muito remotas e mesmo com poucos recursos hídricos. De notar que essas unidades são produzidas contando com a participação das comunidades locais e uso de material exclusivamente local o que faz com que o seu custo instalado ande à volta de 300 a 1200 USD.

REFERÊNCIAS

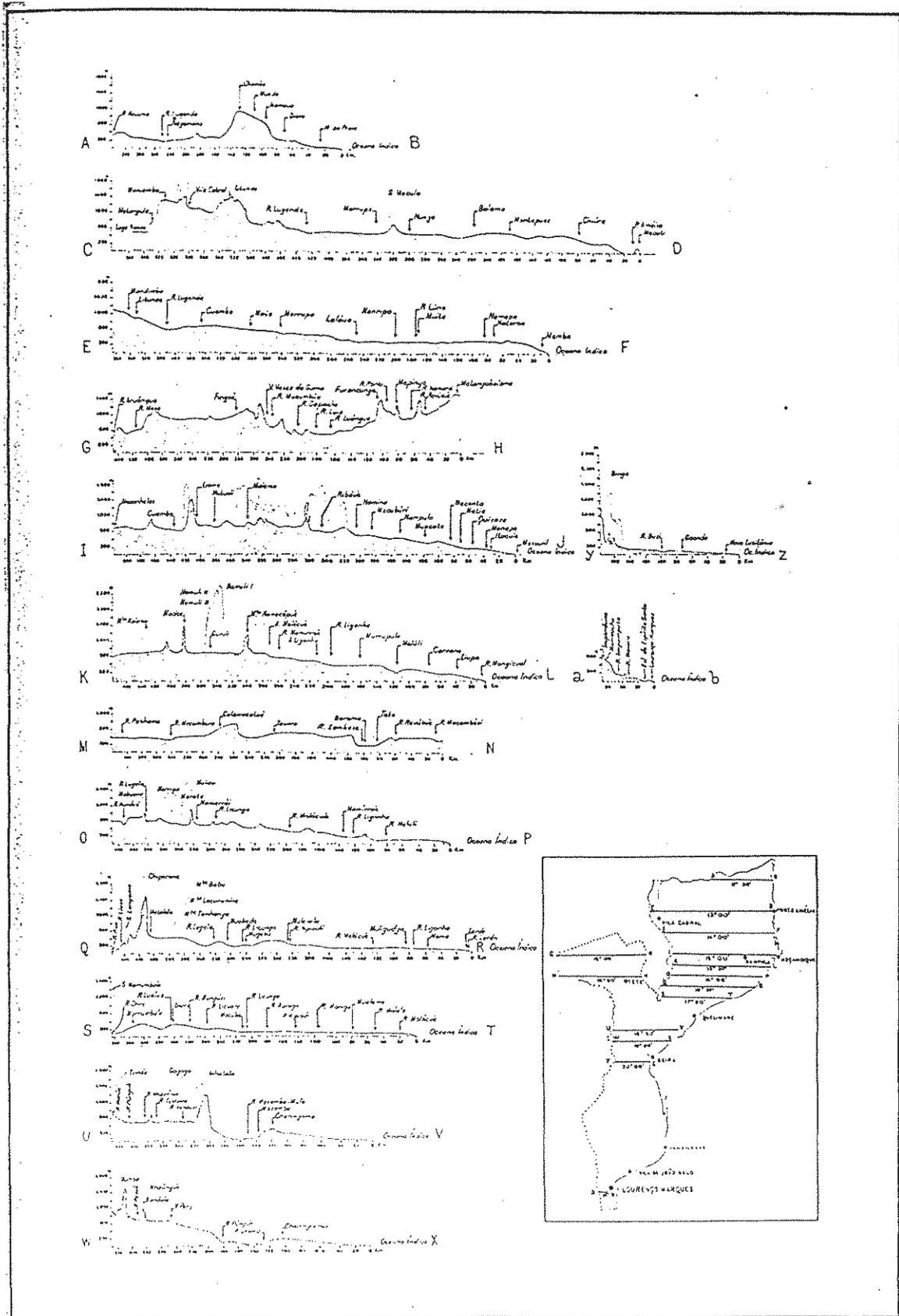
[1] Meyer U., Local Experience with Micro-Hydro Technology, SKAT & ATOL,

Switzerland, 1985

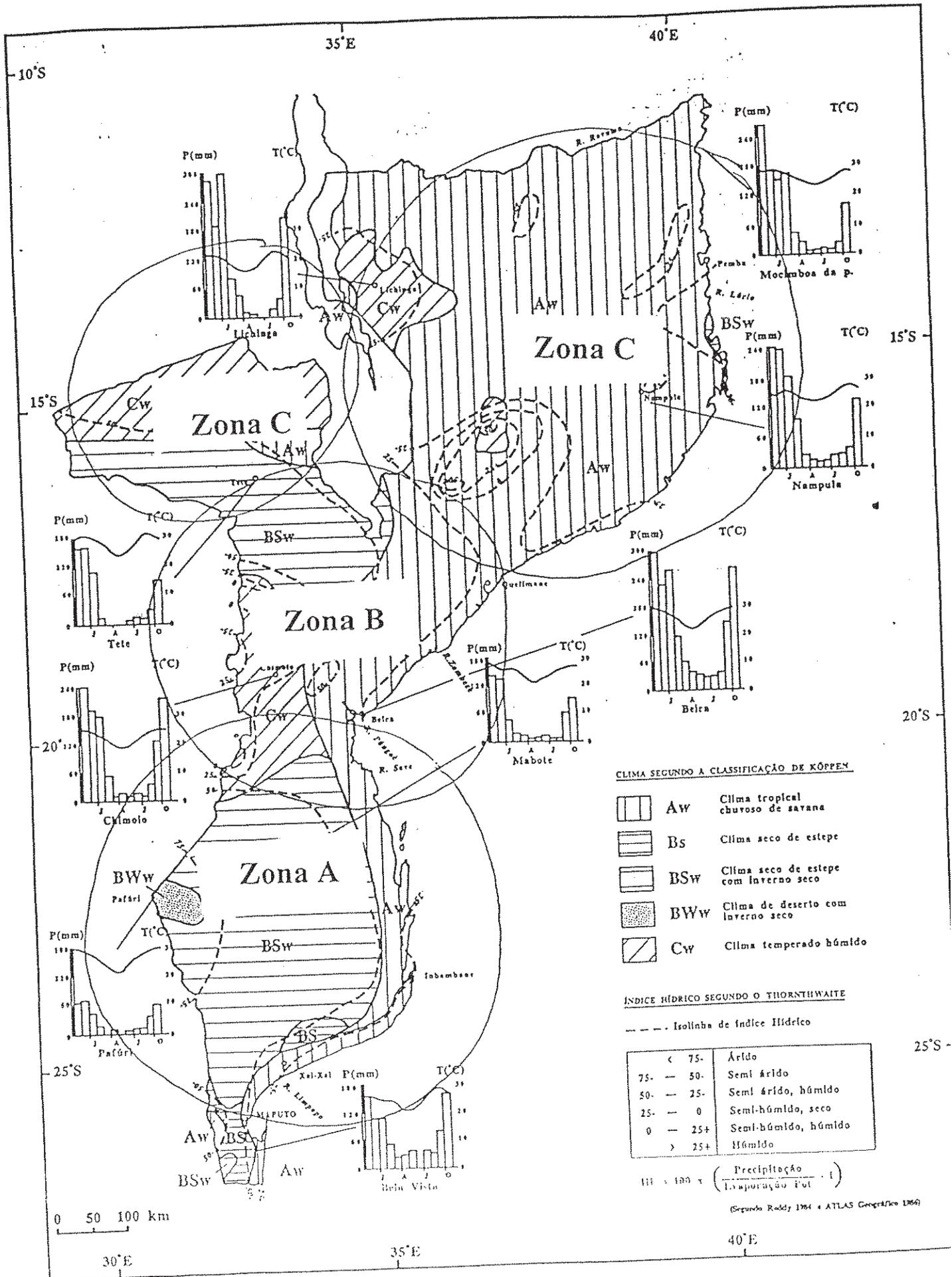
- [2] Harvey A., Micro-Hydro Design Manual, ITDG, Rugby, 1993
- [3] World Bank, Energy in the Developing Countries, Washington, D.C. 1980
- [4] World Bank, Rural Electrification, Washington, D.C. 1975
- [5] Krayenbuhl L. & Ledergerber E., Small Hydro Development, Program Evaluation, Final Report, Kathmandu/Zurich, 1981
- [6] SKAT, Manual on pumps used as Turbines, Eschborn, 1992
- [7] Widmer R., Arter A. & Eisenring, Cross Flow Turbine Fabrication, SKAT, Switzerland, 1993
- [8] Wright D.L., Micro-Hydro Installations in Nepal, ITIS, Rugby, 1989
- [9] Chapallaz J.M., Ghali J., Eichemberger P. & Fischer G., Manual on Induction Motors used as Generators, Eschborn, 1992
- [10] DNA, Workshop on Water Resources Development, Maputo, 1992
- [11] Smil V., China's Energy, New York, 1976
- [12] Cruz A.A.C.M., Considerações sobre Pequenos Aproveitamentos Hidroeléctricos "Pioneiros da Electificação" e seu Estudo Económico, Segundas Jornadas de Engenharia e Arquitectura do Ultramar (Vol 2), Luanda, 1969
- [13] Micro Hydro Power Network, Hydronet 2/93, Switzerland, 1993
- [14] Cuamba, B.C., "Studies of the Performance on a Photovoltaic Power Plant in a Southern African Environment", PhD Thesis, University of Northumbria, U.K. 1996.

ANEXOS

Mapa 2 - Perfis Altimetricos de Mocambique

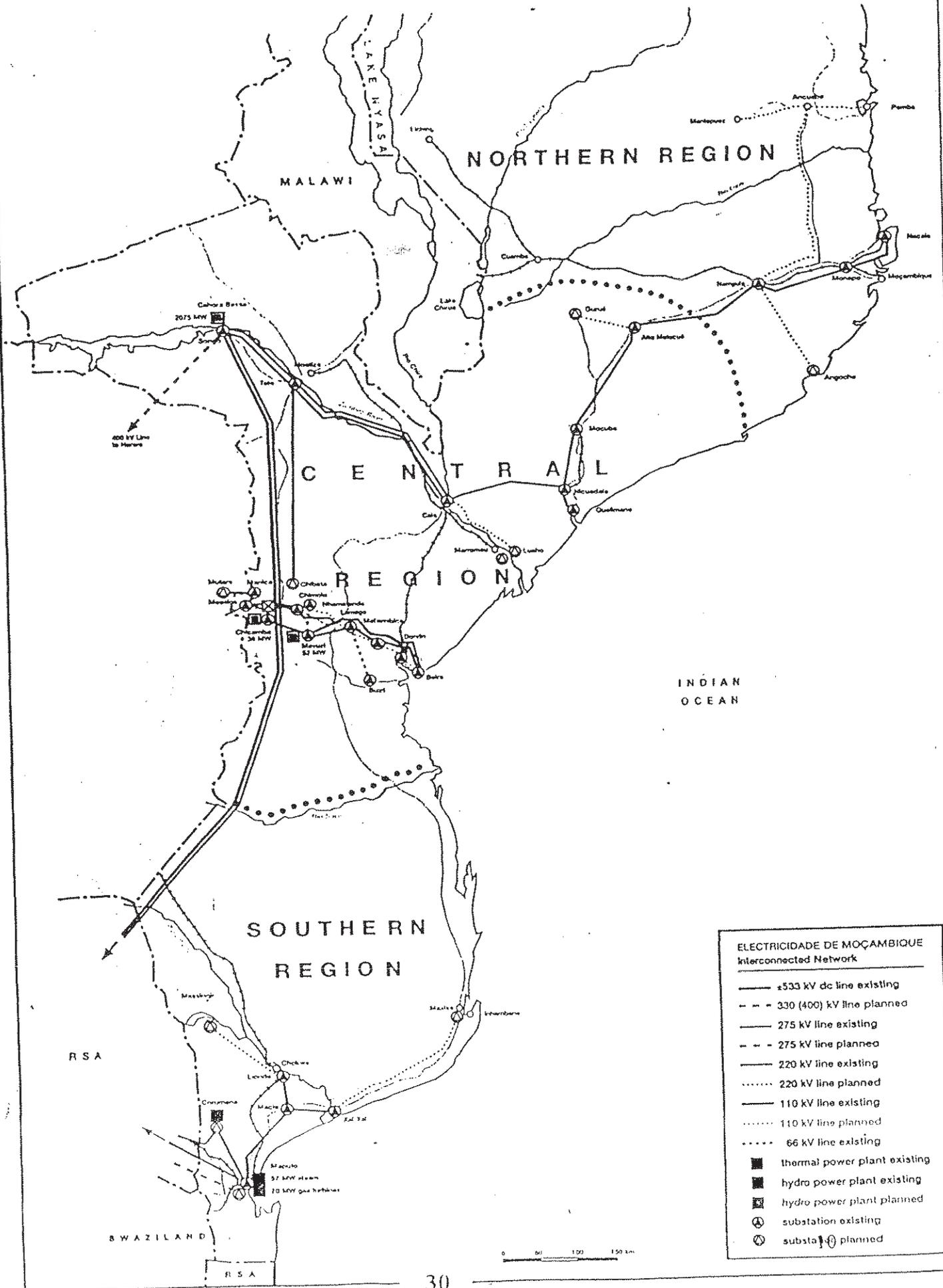


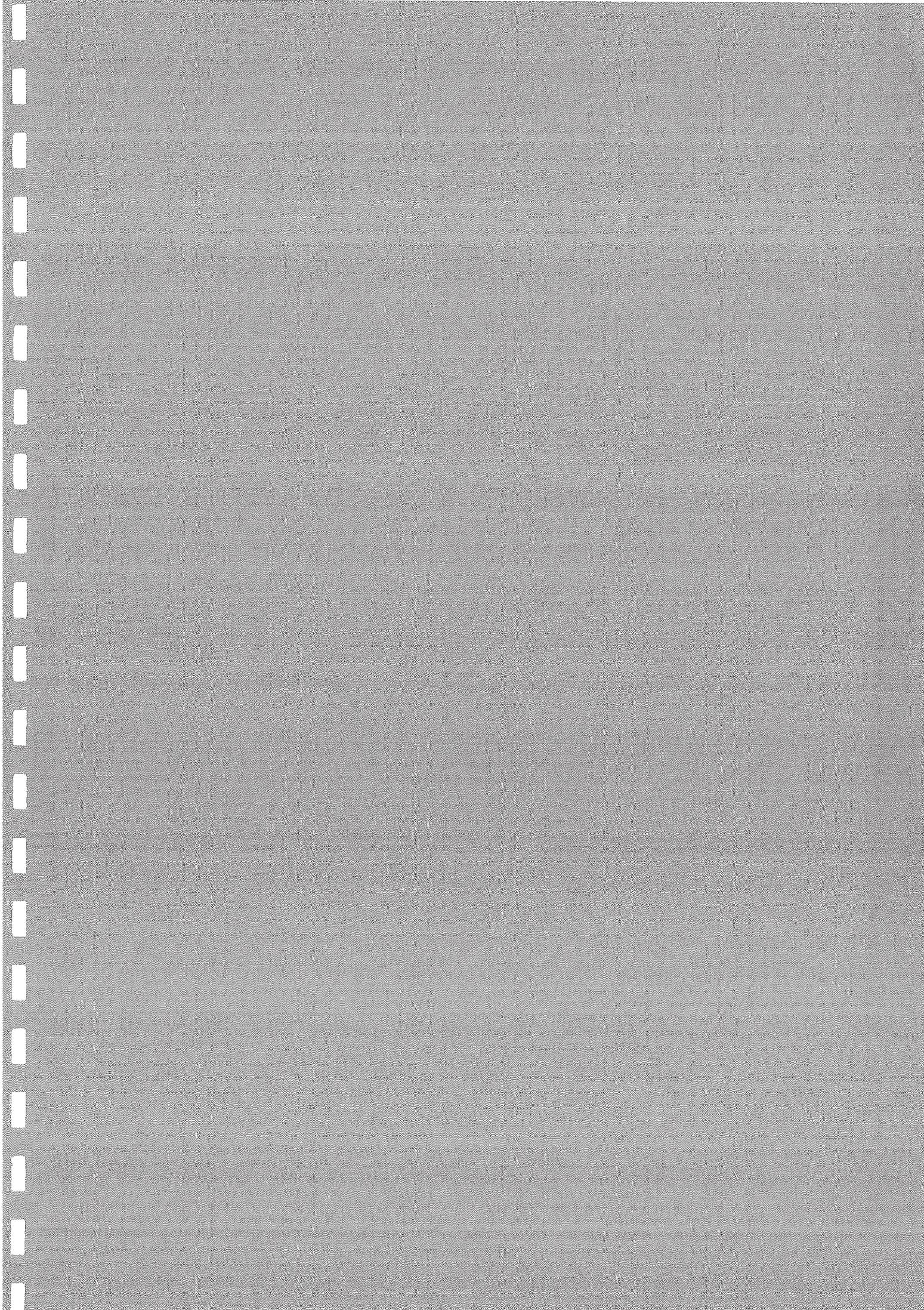
Mapa 3 - Caracterizacao de Possiveis Potencias nas Diversas Zonas do Pais

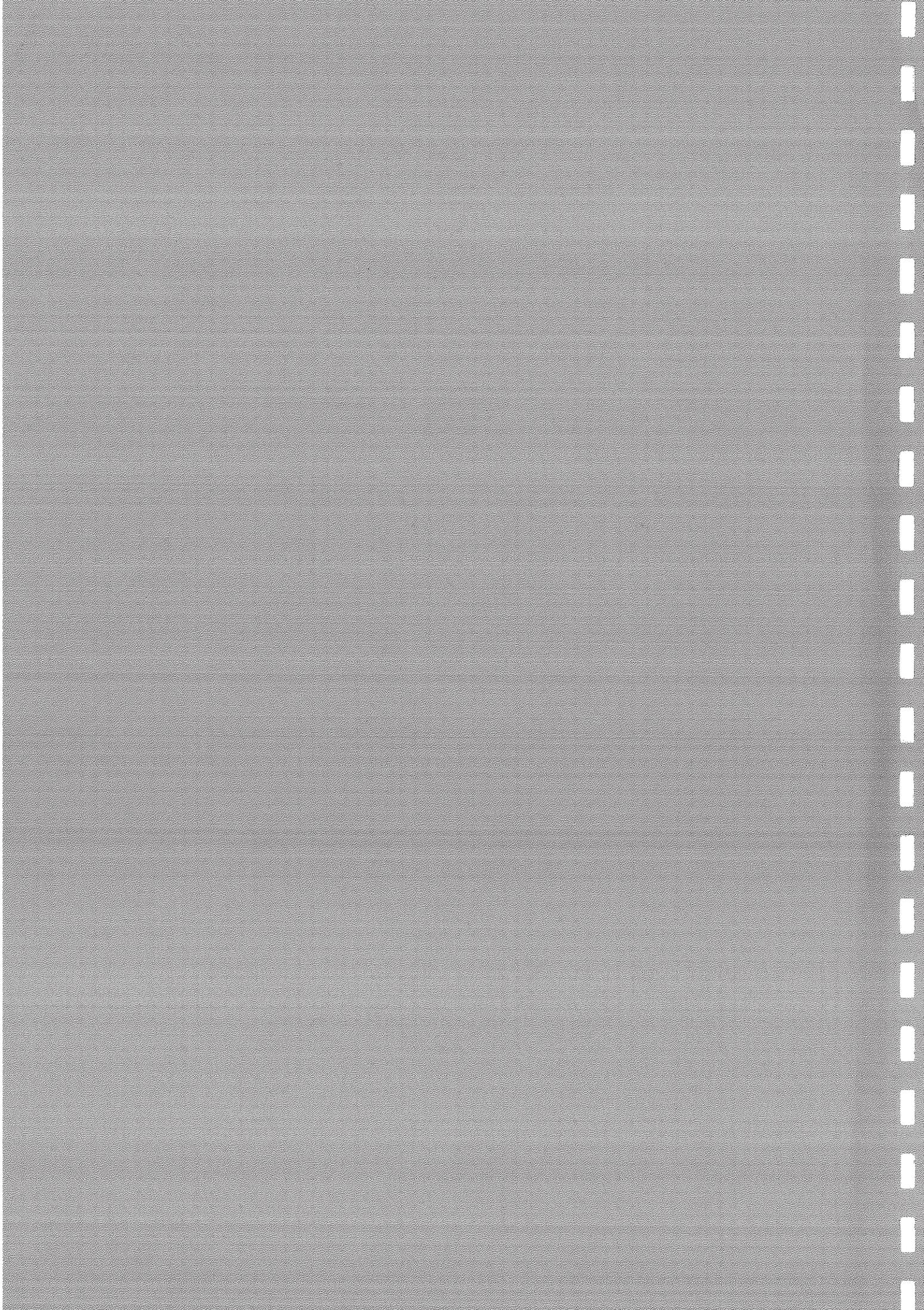


Mapa 4 - Zonas de Dificil Derivacao de Rede de Alta Tensao

30 de Junho







PLANEAMENTO INTEGRADO DE
ENGENHARIA



BIOMASSA LENHOSA

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
CEE-UP