

Eletrificação Rural em Moçambique  
Valera a Pena o Investimento?

Peter Mulder

Jonas Tembe

Direcção Nacional de Estudos e Análise Política  
Ministério da Planificação e Desenvolvimento

Conference Paper nº 26

## **Abstracto**

A electrificação rural é onerosa, enquanto a procura por electricidade nos países em desenvolvimento é inerentemente baixa devido à pobreza. Além disso, evidências da literatura de que o consumo de electricidade conduz ao crescimento económico têm várias vertentes. Portanto, valerá a pena o investimento? Abordamos esta questão através duma análise de custo-benefício dum projecto numa zona tipicamente rural no norte de Moçambique (Ribáuè), incluindo uma avaliação do impacto da electricidade nos agregados familiares, educação, produção agrícola, negócios e finanças públicas. Desenvolvemos 2 (dois) estudos subsequentes de impacto socioeconómico do projecto para estimar os seus benefícios privados e sociais e confrontar estes com os seus custos. Finalmente, esboçamos algumas implicações para a estratégia de electrificação rural em Moçambique, incluindo o desempenho dos investimentos complementares em outras infra-estruturas e o potencial hidroeléctrico existente.

**Palavras chave:** Electrificação Rural, Análise de Custo-Benefício

## **1. Introdução**

Cerca de um quarto da população mundial – 1.6 biliões de pessoas – não tem acesso à energia eléctrica. Nas áreas rurais dos países em desenvolvimento, principalmente no Sul da Ásia e na África Sub-Sahariana, em cada cinco pessoas, quatro não têm acesso à electricidade (IEA 2004, World Energy Outlook). Em Moçambique, apenas 7% da população teve acesso a energia eléctrica em 2005 (Ministério de Energia, 2006). A maior parte desta população está concentrada num pequeno número de centros urbanos. Nas zonas rurais a proporção da população com acesso à electricidade é estimada em cerca de 2%. Aumentar o acesso à electricidade nestas áreas tem-se mostrado difícil e dispendioso. De um modo geral, os custos de investimento são altos e a procura é baixa devido à pobreza. Nas áreas rurais, isto é particularmente notável devido à combinação de baixa densidade populacional e a pobreza severa e persistente. Embora se reconheça universalmente que a electricidade é um factor chave para se alcançar a transformação socioeconómica nas áreas rurais, as evidências da literatura de que o consumo de energia eléctrica leva ao crescimento económico indica conclusões diversas (veja, por exemplo, Wolde-Rafael 2005). No final de contas, valerá a pena o investimento?

Neste documento tentamos responder a esta questão para um projecto de electrificação numa zona tipicamente rural em Moçambique. Para tal, proporcionamos uma análise de custo-benefício através da avaliação do impacto da electricidade nos agregados familiares, no sector da educação, agrícola e agro-industrial, nas indústrias de pequena escala, e no sector público. O projecto abrange a electrificação do Distrito de Ribáuè, situado na Província de Nampula, norte de Moçambique. A construção da linha de Ribáuè-Iapala teve início nos princípios de 1999 e os primeiros consumidores tiveram acesso em 2000. A seguir, em 2001 e 2005 foram feitos dois estudos de impacto socioeconómico para analisar o impacto do projecto (Akesson e Nhate, 2002, 2006). Estes dois estudos, conjuntamente com o estudo de base do projecto de 1997, antes da electrificação, (Akesson et al. 1997), são tomados como base para os nossos cálculos. Enquanto os estudos supracitados sobre o impacto socioeconómico descrevem com maior detalhe o desenvolvimento do distrito e o papel da electricidade, nós focalizamos a nossa análise na quantificação dos benefícios, no período de 2000-2005, resultantes da chegada da electricidade. Assim, este estudo permite a comparação dos custos e

benefícios do projecto sob ponto de vista económico, a partir da informação a nível micro. A seguir, usando os dados históricos para o período de 2000-2005 foram desenvolvidos cenários para a avaliação dos futuros custos e benefícios até 2020. Finalmente, são indicadas algumas lições aprendidas a partir deste estudo de caso.

Este documento organiza-se da seguinte forma. Na secção 2 descreve-se duma forma breve o distrito e o projecto em análise. A secção 3 apresenta os cálculos de custo-benefício para o período de 2000-2005. Na secção 4 apresenta-se os cenários para o período de 2005-2020. A secção 5 apresenta as conclusões.

## **2. O distrito rural de Ribáuè e o projecto**

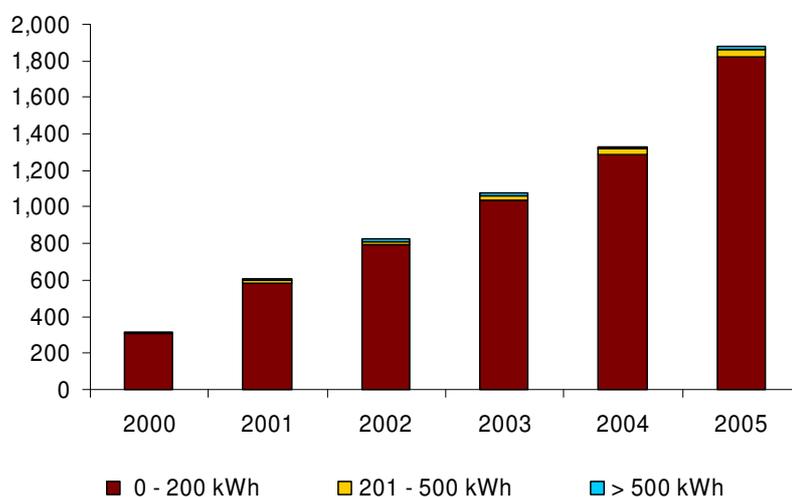
O distrito de Ribáuè, localizado na província de Nampula no norte de Moçambique, tem uma área de 6,281 Km<sup>2</sup> e uma densidade populacional relativamente baixa de 18 pessoas por Km<sup>2</sup>. A sua população estima-se em cerca de 126,000 habitantes. Nesta análise toma-se em conta todo o distrito de Ribáuè, que inclui as zonas de Rapale, Namina, Namiconha, Iapala e a sede de Ribáuè. O sector de produção agrícola familiar ocupa 38,348 hectares, que correspondem a cerca de 6% da área total do distrito. Apesar disso, a agricultura é a principal actividade económica no distrito e envolve quase todos os agregados familiares. O distrito tem também, entre outros, uma fábrica de descaroçamento de algodão, moageiras de milho, um hospital e uma escola secundária. O distrito de Ribáuè está integrado na rede comercial da província. A maior parte do comércio praticado no distrito relaciona-se com a comercialização dos excedentes agrícolas. O principal mercado para os bens de consumo está na capital distrital.

O projecto de electrificação do distrito de Ribáuè-Iapala incluiu a colocação de linhas de transmissão aéreas de 33 kV, transformadores de distribuição, redes de distribuição de baixa tensão e contadores eléctricos para se fazer a ligação aos consumidores. Deste modo, o projecto promoveu o desenvolvimento de infraestruturas expandindo a rede nacional já existente alimentada pela barragem hidroeléctrica de Cahora-Bassa. O investimento inicial é estimado em cerca de 4 milhões de dólares norte americanos financiados através de um donativo da Agência Sueca para o Desenvolvimento Internacional (ASDI). A empresa moçambicana de electricidade, a *Electricidade de Moçambique* (EdM), teve o seu papel na legalização do terreno e na ligação aos consumidores. A construção da linha do Ribáuè-Iapala começou nos

princípios de 1999 e os primeiros consumidores tiveram acesso à energia eléctrica em 2000.

O objectivo do projecto de electrificação em Ribáuè-Iapala era de promover o desenvolvimento socioeconómico na região. Com a electrificação, houve a expectativa de que esta poderia impulsionar as indústrias locais, comércio e a criação de emprego e melhorar a vida dos residentes locais proporcionando-lhes acesso a (melhor) educação, postos sanitários e o bem estar social, contribuindo para a redução da pobreza conforme esboçado na actual Estratégia de Redução da Pobreza em Moçambique.

A obtenção de dados consistentes sobre a evolução exacta do número de consumidores e do respectivo consumo de electricidade por categoria provou ser difícil durante o período de 2000-2005, porque a categorização usada pela EdM mudou em 2003. Contudo, através da combinação das informações dos estudos de impacto de 2001 e 2005 (Akesson e Nhate, 2002, 2006) com os dados da sede da EdM em Nampula, reconstruiu-se a evolução categorizada do consumo de electricidade e do número de clientes para o período 2000-2005. Os resultados estão sintetizados nas Figuras 2.1 e 2.2 (para mais detalhes, ver Tabela A.1 e A.2 no Anexo).

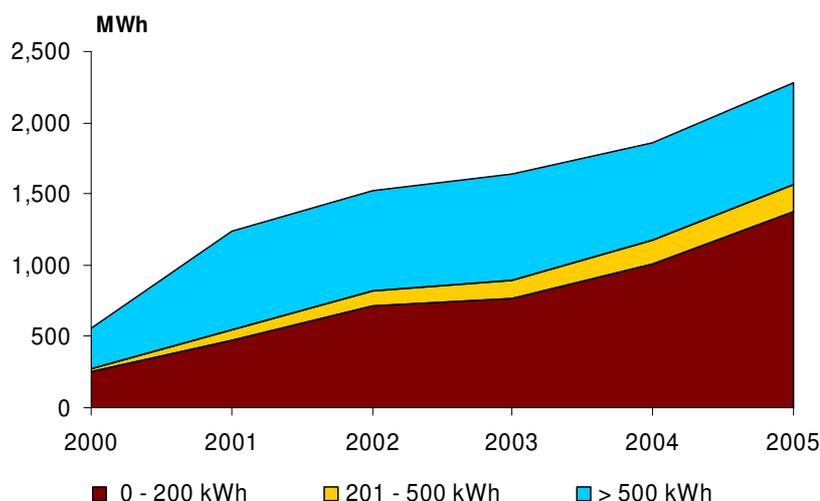


*Figura 2.1 Número de clientes em 2000-2005*

A Figura mostra que o número de clientes tem estado a subir regularmente desde o início do projecto, de cerca de 300 em 2000 para 1900 em 2005. A maior parte destes são pequenos consumidores na categoria de 0-200 kWh/mês. Este grupo é

predominantemente constituído por famílias que, além de terem rendimento proveniente da prática agricultura, tem também um rendimento suplementar de trabalho assalariado ou de actividades permanentes por conta própria. Neste grupo, 90% consome menos de 85 kWh/mês. É de notar que o número de consumidores em 2001 era de apenas cerca de 50% do total de (1100) clientes previstos pelas EDM e ASDI. No período inicial do projecto (Janeiro - Setembro 2001) interrompeu-se o fornecimento de energia eléctrica a 274 clientes por falta de pagamento. Destes, 148 voltaram a ter acesso. Durante o mesmo período (Janeiro-Setembro) em 2005 estes números foram de 459 e 288, respectivamente. Os consumidores do sector privado, que praticam actividades comerciais ou semi industriais, o sector público e a sociedade civil (igrejas, ONGs), juntos constituem 6-10% do total dos consumidores. Finalmente, o distrito de Ribáuè tem dois grandes consumidores, incluindo a fábrica de descaroçamento de algodão (CANAM), a escola secundária e um par de moageiras de farinha. O número relativamente baixo de clientes leva a um alto rácio de investimento por cliente. Dado o custo inicial de investimento de cerca de 4 milhões de dólares americanos e um total de 1900 clientes em 2005, os custos do investimento por cliente são até agora de cerca de 2105 dólares americanos.

Como mostra a Figura 2.2, com o aumento do número de clientes, o consumo de energia eléctrica tem estado a subir constantemente desde 2000 para cerca de 2300 MWh em 2005. Em 2005, 97% do total dos consumidores foi responsável por cerca de 60% do total do consumo de electricidade. Estes são principalmente os agregados familiares na categoria de 0-200 kWh/mês. Além disso, os poucos grandes consumidores consomem cerca de 26% do total de energia consumida, onde a fábrica de decaroçamento de algodão no distrito é de longe o maior consumidor.



*Figura 2.2 Consumo de electricidade 2000-2005*

Resumindo, o número de consumidores inicialmente baixo, o consumo de electricidade extremamente baixo por muitos destes consumidores e o número de cortes relativamente alto (por falta de pagamento) indica a capacidade económica muito limitada das famílias que vivem nas áreas rurais. Contudo, depois de um início lento do projecto, o número de consumidores cresceu a um passo cada vez maior desde 2003, incluindo não apenas os agregados familiares mas também os clientes do sector privado.

### **3. Análise de custo-benefício de 2000-2005**

A Análise de Custo-Benefício (ACB) estima e agrega o valor monetário dos benefícios e dos custos de projectos para ver se vale a pena levá-los a cabo. É basicamente um quadro analítico de cálculo que identifica as classes dos benefícios e dos custos a ter em conta, os meios para a sua medição, e a abordagem para agregá-los. Como nenhum instrumento é perfeito, a análise de custo-benefício é sujeita a várias críticas. Estes resultam das técnicas usadas para medir vários custos e benefícios em termos monetários, objecções éticas à colocação/atribuição de alguns valores – particularmente à vida humana – usando critérios económicos, e o facto de que o cálculo do valor presente na ACB não considerar/reconhecer questões de equidade. Contudo, a análise de custo-benefício é um instrumento indispensável para reforçar as bases económicas da tomada de decisões, podendo assim constituir uma valiosa contribuição para o debate de políticas enfatizando

as alternativas e oportunidades não escolhidas (e benefícios e custos associados). Isto é exactamente o que se pretende com este estudo, embora se reconheça completamente as limitações da ACB já mencionadas.

Na realização de uma ACB faz-se normalmente a distinção entre custos e benefícios directos e indirectos. Custos e benefícios directos podem ser atribuídos para uma parte particular envolvida, e por isso são também chamados de custos e benefícios privados. Os custos e benefícios indirectos não podem ser facilmente definidos, principalmente porque não estão incluídos nas transacções entre o comprador e o vendedor, e por isso não influenciam o preço dos bens ou serviços. Por isso, são frequentemente referidos como externalidades ou custos e benefícios sociais. Exemplos de externalidades são os custos ambientais ou os benefícios da melhoria nos cuidados de saúde. Nesta análise de custos-benefícios tentou-se quantificar tanto os custos e benefícios directos como os indirectos. Além disso, aplicou-se uma taxa de desconto de base de 5%. Para avaliar a robustez dos resultados fez-se uma análise de sensibilidade dos benefícios líquidos acumulados a uma gama variada de taxas de desconto. Finalmente, os custos originais de investimento são dados em Coroas Suecas (SEK) enquanto que virtualmente todos os benefícios são expressos em Meticais (MT). Em todos os cálculos usa-se uma taxa de câmbios constante a 2000 PPP para converter valores em diferentes moedas para dólares norte americanos (US\$).

Os principais custos e benefícios de um projecto de electrificação rural estão apresentados na Tabela 3.1. Abaixo, discute-se mais sobre estes vários custos e benefícios.

*Tabela 3.1 Principais Custos e Benefícios da Electrificação Rural*

<b>Custos</b>	<b>Benefícios</b>
Custos Directos (privados)	Benefícios Directos (privados)
Custos Iniciais de Investimento	Custos de Poupança de Energia
Custos de Depreciação	Aumento da Actividade Económica
Operating & Maintaining Costs	Benefícios Indirectos (sociais)
Custos de Operação e Manutenção	Educação
	Rendimento de Impostos
	Saúde
	Outros (e.g., Iluminação Pública)

## **Custos**

O projecto tem três principais tipos de custos: custos do investimento inicial, custos de depreciação do capital e custos de operação. Os custos de investimento inicial são de 4 milhões de dólares americanos, gastos entre 1999 e 2000. Na análise assume-se que estes custos pertencem a 2000, o ano base. Em relação aos custos de depreciação, assume-se uma taxa de depreciação anual de 5% equivalente a 20 anos de vida do investimento feito. Finalmente, assume-se que os custos de operação normais (colecção, serviços, manutenção, etc) dependem da quantidade de electricidade vendida e constituem 20% do preço da electricidade. Os custos indirectos, tais como impactos negativos sobre o ambiente, são muito poucos – se é que há - e não são tomados em conta.

## **Benefícios**

Os benefícios do projecto podem ser divididos em benefícios directos ou privados e benefícios indirectos ou sociais. Os **benefícios directos** incluem a poupança em custos de energia e o aumento da produtividade nas actividades económicas. As poupanças em custos de energia aumentaram principalmente devido ao facto de que a fábrica local de descaroçamento de algodão e as moageiras de milho substituíram o diesel pela energia eléctrica. O valor monetário desta poupança é calculado multiplicando a diferença de preço entre o diesel e a electricidade com as respectivas quantidades consumidas, dados os níveis de produção obtidos. Chama-se a isto poupança comercial de custos de energia. Além disso, há poupanças feitas pelos agregados familiares, com a redução dos custos de energia pelos agregados que passaram a usar a electricidade no lugar do petróleo para iluminação. A poupança doméstica de energia é também calculada multiplicando o diferencial de preços entre o petróleo de iluminação e a electricidade e as suas respectivas quantidades de consumo. Estas quantidades baseiam-se nos níveis de consumo dos agregados que consomem abaixo de 85 kWh/mês, porque são estas famílias que consomem principalmente a energia para iluminação.

O valor adicional resultante das actividades económicas provém neste caso da fábrica local de descaroçamento de algodão que aumentou tanto a sua eficiência como o seu nível de produção. O uso de electricidade fez com que a fábrica de descaroçamento de algodão aumentasse a sua eficiência em 30%. Isto levou a um fluxo mais rápido da

produção dos produtores até à fábrica e a um aumento da procura de algodão bruto beneficiando assim as famílias produtoras. Calculou-se o valor monetário deste benefício simplesmente como a combinação de maiores níveis de produção e preços do algodão por kg. Além disso, o maior número de moageiras eléctricas prestam serviços mais regulares e eficientes do que as que funcionam a diesel. Como resultado, os preços de moagem baixaram e o rendimento dos seus donos aumentou. Calculou-se o valor total do excedente do consumidor baseando-se nas quantidades e preços de moagem reportados, enquanto se assume que o excedente do consumidor seja 20% do valor total. Finalmente, desde a chegada da electricidade foram abertas novas lojas, bares e restaurantes, principalmente no sector informal. É claro que aqui surge a questão sensível sobre a causalidade: será tudo isto somente devido à electrificação? Estimou-se o valor deste maior nível de actividade económica combinando-se o número de estabelecimentos de vários tipos com pressupostos sobre o número de trabalhadores por estabelecimento e seus salários, e depois atribuiu-se um valor arbitrário de 20% do valor total ao projecto de electrificação. Assumiu-se que o número de trabalhadores por estabelecimento variava de 2 (garagens de reparação mecânica informais) a 30 (restaurantes), com os trabalhadores formais a receberem o salário mínimo oficial e os trabalhadores informais a receberem 75% do mesmo.

Os **benefícios indirectos** incluem serviços educacionais e de saúde melhorados, maiores receitas em impostos para o governo local e vários outros benefícios como mais e melhores canais de comunicação (rádio, TV) e a melhoria da segurança devido à iluminação pública. O impacto da electrificação sobre a educação abrange três áreas. Primeiro, a introdução da electricidade permitiu às escolas leccionarem o curso nocturno, o que leva a um aumento do número de estudantes. Segundo, as taxas de aprovações do curso diurno melhoraram devido a melhores condições da revisão da matéria à noite por parte dos alunos. Finalmente, a participação dos estudantes do sexo feminino aumentou, devido à existência de aulas do curso nocturno e ao aumento de facilidades com a criação de internatos. Não foi possível estimar-se o impacto deste último efeito devido a dificuldades metodológicas. Para quantificar o primeiro efeito estimou-se os retornos totais à educação multiplicando o maior número de estudantes que concluíram a escola com o chamado *prémio salarial* (*wage premium*). O prémio salarial indica o salário mais alto que se recebe quando se tem um certo nível de escolaridade, e é obtido através de

uma regressão de salário (remuneração do mercado de trabalho) do tipo Mincer (veja, por exemplo, Pritchett 2004 e Schultz 1999 para uma discussão detalhada). Foram usados os factores de prémio salarial de Jones (2006) e Fox et al. (2005), os quais são estimados com base no inquérito aos agregados familiares em Moçambique de 2003, pelo Instituto Nacional de Estatísticas (INE). Estes valores tomam em conta e corrigem vários factores relevantes, incluindo a dicotomia rural/urbano. A mesma metodologia foi usada para quantificar o efeito das maiores taxas de aprovação, já que estas tem como resultado um maior número de estudantes que se graduam.

As receitas de impostos para o governo local do distrito de Ribáuè aumentaram em 90% entre 2001 e 2005. A maior parte das receitas provém das taxas cobradas à actividade comercial. Visto que o comércio aumentou muito devido ao acesso à electricidade assumiu-se numa forma arbitrária que 50% do aumento das receitas se deveu ao projecto de electrificação.

A electricidade levou também à melhoria dos serviços de saúde: o hospital passa agora a prestar atendimento de emergência 24 horas diárias e o uso de melhor equipamento hospitalar levou ao aumento do número de pacientes atendidos e à melhoria da qualidade do tratamento recebido. Para se fazer a medição do bem estar resultante da melhoria das condições de saúde é preciso encontrar-se os “preços” apropriados para avaliar o estado de saúde. Existe um grande volume de literatura sobre a avaliação de mortes prevenidas, com as melhores estimativas a variarem de 0.6 milhões a 13.5 milhões de dólares americanos por cada morte prevenida (veja, por exemplo, Viscusi, 1993). Infelizmente, não temos informação apropriada sobre as mortes prevenidas no distrito de Ribáuè. Sabe-se que em 2005 o hospital distrital teve que transferir por mês 3 casos de emergência para o hospital provincial da Cidade de Nampula contra 30 casos em 2001 e que a mortalidade maternal reduziu de 16 em 2004 para 6 em 2005. Contudo, de acordo com o próprio hospital, isto deve-se à melhoria da capacidade do pessoal, uma população melhor informada e a disponibilidade de uma ambulância (Akesson e Nhate 2006:64). Como resultado, achamos que é difícil atribuir-se à electrificação o mérito da melhoria dos cuidados de saúde. Por essa razão, decidiu-se não incluir os efeitos da saúde na análise de custo-benefício. Deve admitir-se, no entanto, que isto constitui uma importante limitação dado que os benefícios monetários normalmente atribuíveis à melhoria dos cuidados de saúde que resultam na redução de mortes são substanciais.

Além disso, com a electricidade o distrito tem também acesso à iluminação pública a qual melhorou a sensação de segurança dos habitantes particularmente das mulheres. Finalmente, a electricidade levou à melhoria do acesso a meios de comunicação modernos como rádio e TV. Infelizmente, a falta dos dados bem como problemas metodológicos preveniram a quantificação destes efeitos.

Apresentam-se abaixo os resultados principais dos nossos cálculos. A Figura 3.1 mostra os custos e benefícios do projecto até agora (2000-2005). Pode-se notar que os benefícios anuais são positivos e aumentam cada vez mais, enquanto que os benefícios líquidos acumulados só se tornam positivos em 2005. Como foi anteriormente indicado, os custos incluem os custos de investimento inicial de 4 milhões de dólares americanos, os custos de depreciação e os custos de operação e manutenção.

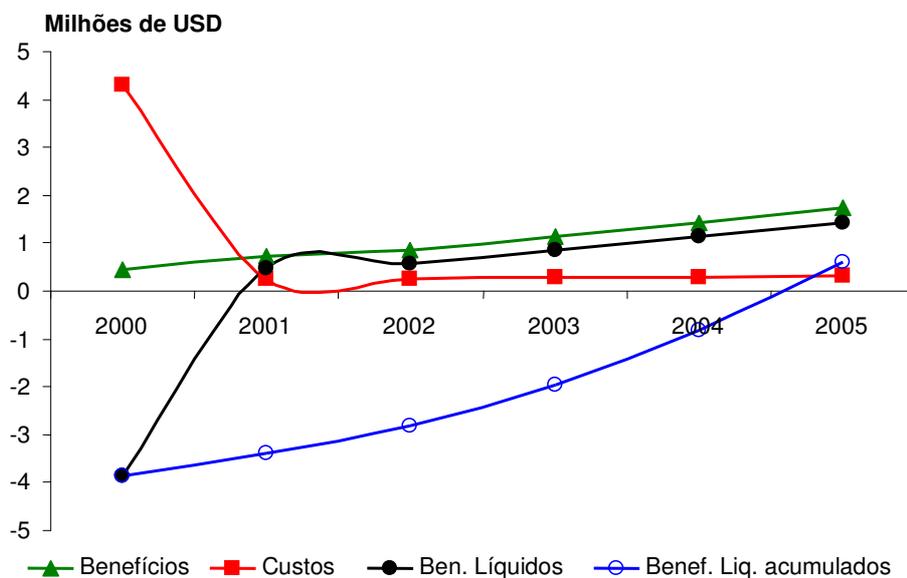


Figura 3.1 Custos e Benefícios 2000 - 2005

A Figura 3.2 faz uma análise desagregada dos benefícios totais do projecto por ano. Pode-se ver que a maior parte dos benefícios resulta da poupança da energia pelo sector comercial e da melhoria do processamento do algodão. Uma vez que grande parte da poupança de energia do sector comercial também provém da fábrica de descaroçamento de algodão, a Figura 3.2 leva-nos a concluir que a fábrica de algodão é a principal fonte dos benefícios no projecto de electrificação de Ribáuè-Iapala. O valor absoluto da componente de poupança em custos de energia cresceu substancialmente em 2003,

devido ao aumento da produção bem como ao aumento dos preços de diesel. O aumento da produção deveu-se, por seu turno, ao aumento dos preços do algodão. Além disso, os benefícios estimados resultantes do aumento das actividades no sector privado (“outros negócios”) são consideráveis, enquanto que o valor da melhoria da educação está surgindo gradualmente. Finalmente, as poupanças médias de energia doméstica têm estado a subir consideravelmente devido a um grande aumento do preço de petróleo de iluminação, resultante do aumento do preço internacional do petróleo. Como resultado os agregados familiares têm estado a poupar em custos de energia através do uso da electricidade em substituição do petróleo.

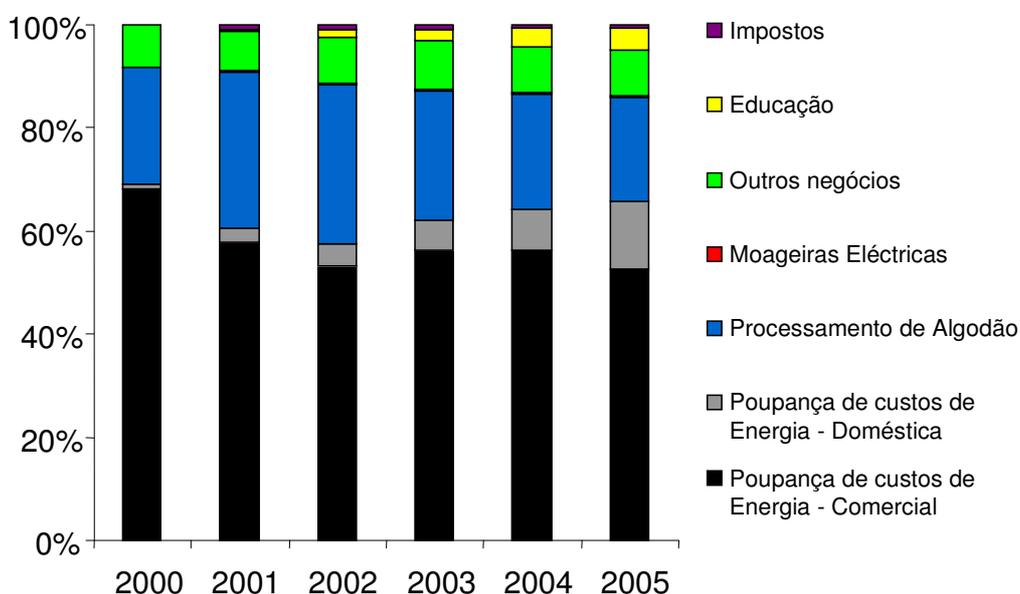


Figura 3.2 Decomposição dos Benefícios 2000-2005

Como foi acima discutido, estes resultados são influenciados por vários pressupostos, muitos dos quais são relativamente simples. Porém, três destes pressupostos são altamente arbitrários. O primeiro assume que os excedentes dos produtores, devido à melhoria do desempenho das moageiras, são 20% do valor total. O Segundo assume que 20% do valor total incrementado das actividades económicas em pequenos negócios pode ser atribuído ao projecto de electrificação. O terceiro assume que 50% do aumento das receitas públicas é devido ao projecto de electrificação. Para lidar com estes aspectos, fez-se uma análise de sensibilidade, reproduzindo os benefícios do projecto a diferentes

níveis de valores relativos a estas hipóteses. Adoptou-se um cenário alto e outro baixo, mudando as percentagens acima mencionadas (20%, 20% e 50%) para {40%, 40%, 80%} e {5%, 5%, 20%}, respectivamente. Os resultados mostram que as conclusões fundamentais não mudam: se bem que os números exactos mudam, a fábrica de descaroçamento de algodão continua a dominar os resultados de acordo com a análise desagregada da Figura 3.2. A razão está na contribuição, em relativamente pequena percentagem, destes 3 componentes para os benefícios totais. Isto é particularmente verdade para os benefícios resultantes da melhoria das moageiras e das receitas em imposto com uma contribuição percentual que varia entre 0.2% e 1.3%, enquanto que a percentagem da contribuição das receitas em impostos varia de 2% no baixo cenário a 14% no alto cenário. A Tabela A.4 em Anexo apresenta mais detalhes a este respeito.

Concluindo, o projecto de electrificação proporcionou benefícios líquidos positivos a partir do seu segundo ano. Os benefícios líquidos acumulados tornaram-se positivos em 2005, isto é 5 anos depois do investimento inicial. Este resultado é explicado principalmente pela melhoria do desempenho da capacidade de produção existente da fábrica local de descaroçamento de algodão, ajudada por um aumento exógeno dos preços de diesel e algodão. O aumento do nível de actividade de outras actividades económicas informais teve também um impacto considerável. Os benefícios monetários para os agregados familiares foram relativamente pequenos, embora tenham aumentado rapidamente desde 2003 devido ao aumento brusco do preço do petróleo de iluminação. Assim o padrão dos benefícios é exactamente oposto ao padrão dos consumidores: a grande maioria dos consumidores (agregados familiares) é responsável por uma pequena parte dos benefícios totais embora um número muito pequeno de consumidores (principalmente a fábrica de algodão) obtém quase todos os benefícios.

#### **4. Cenários 2005-2020**

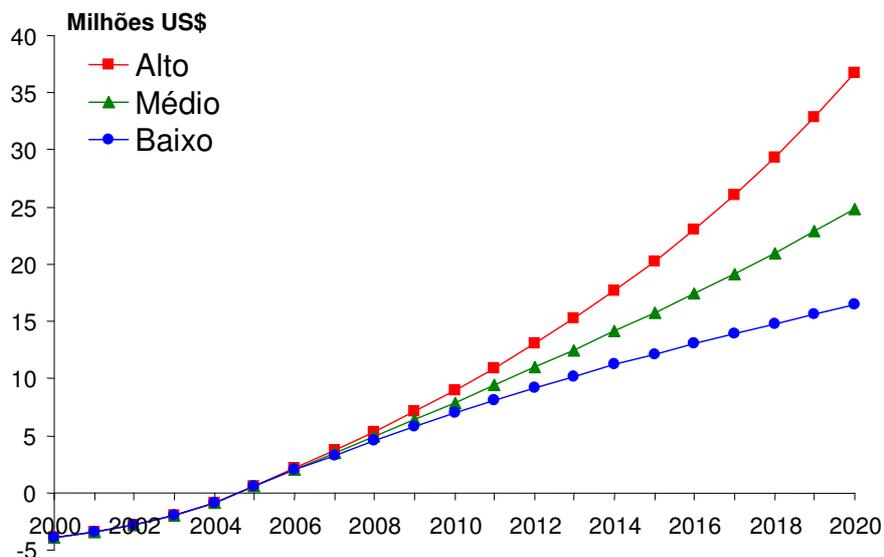
A partir da análise de custo-benefício acima apresentada, foram desenvolvidos três cenários para o período de 2005-2020. Estes cenários reflectem pressupostos optimistas, médios e pessimistas sobre os custos e benefícios futuros. A Tabela 2 resume os principais pressupostos relativos aos três cenários – Alto, Médio e Baixo – em relação aos valores para o período de 2000-2005. Estes pressupostos são baseados numa

modelação de desenvolvimentos históricos bem como em cálculos adicionais e pressupostos sobre o desenvolvimento de indicadores chave. É de notar que os pressupostos sobre as poupanças dos custos de energia comercial, processamento do algodão são deliberadamente conservadores visto que já fazem parte de grande parte dos benefícios (veja Figura 3.2). O mesmo se aplica aos benefícios resultantes de outros negócios e do sector de educação. Por outro lado, as suposições sobre as moageiras eléctricas e as receitas de impostos são deliberadamente positivas. Ademais, deve-se notar que o aumento anual dos preços do diesel e do petróleo de iluminação são assumidos como sendo limitados ou mesmo ligeiramente negativos, porque os seus preços em finais de 2005 já eram muito altos –cerca de 60 USD/barril.

*Tabela 2: Pressupostos para os 3 cenários, mudança percentual ou taxa de crescimento anual*

	2000-2005	Alto	Médio	Baixo
<b>Custos de operação</b>	<b>10%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>
Custos anuais de depreciação	5%	4%	5%	6%
Custos de operação (% do preço por kWh)	20%	15%	20%	25%
<b>Poupança Comercial de Energia</b>	<b>27%</b>	<b>7%</b>	<b>4%</b>	<b>1%</b>
Produção	3.5%	5%	3%	1%
Preço do Diesel	23.6%	3%	1%	-1%
Preço da electricidade	1.2%	1.5%	0.95%	0.05%
<b>Poupança Doméstica de Energia</b>	<b>50%</b>	<b>12%</b>	<b>8%</b>	<b>4%</b>
Preço do petróleo	22.2%	3%	1%	-1%
Preço da electricidade	0.3%	1.5%	0.95%	0.05%
Número de consumidores de electricidade	34.6%	15%	10%	5%
<b>Melhoria no Processamento do algodão</b>	<b>18%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>
Produção	3.5%	5%	3%	1%
Preço do algodão	13.8%	5%	3%	1%
<b>Moageiras de milho eléctricas</b>	<b>37%</b>	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>
Produção	36.8%	30%	20%	15%
<b>Outros negócios</b>	<b>35%</b>	<b>15%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>
Rendimento	6.8%	10%	5%	1%
Pessoas envolvidas – sector formal	38.7%	15%	10%	5%
Pessoas envolvidas – sector informal	22.7%	15%	10%	5%
<b>Educação</b>	<b>86%</b>	<b>25%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>
Taxa de Inflação	13.0%	10%	8%	6%
Número médio de novos estudantes	16.8%	12%	8%	4%
<b>Receitas de Impostos</b>	<b>24%</b>	<b>25%</b>	<b>15%</b>	<b>5%</b>

Baseando-se nestes pressupostos, o modelo permite fazer uma projecção dos custos e benefícios totais até 2020. Os benefícios líquidos acumulados resultantes dos 3 cenários estão sintetizados na Figura 4.1.



*Figura 4.1 Benefícios Líquidos Acumulados 2000 - 2020*

A Figura mostra que nos três cenários os benefícios líquidos acumulados vão continuar a crescer consideravelmente. No cenário mais otimista estima-se que os benefícios totais líquidos atinjam cerca de 36 milhões de dólares americanos até 2020, enquanto que no cenário mais pessimista atinge cerca de 16 milhões de dólares americanos. Por isso pode se concluir que, no geral o projecto tem retorno altamente compensador ao longo do tempo. Na Figura 4.2 mostra-se mais uma vez uma análise desagregada dos benefícios ao longo do tempo.

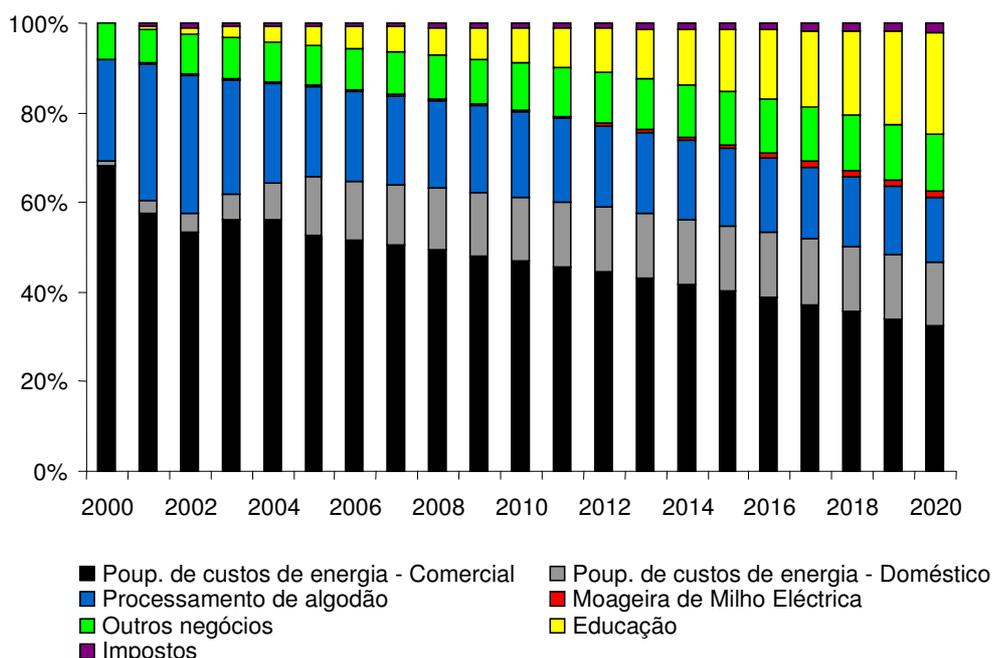
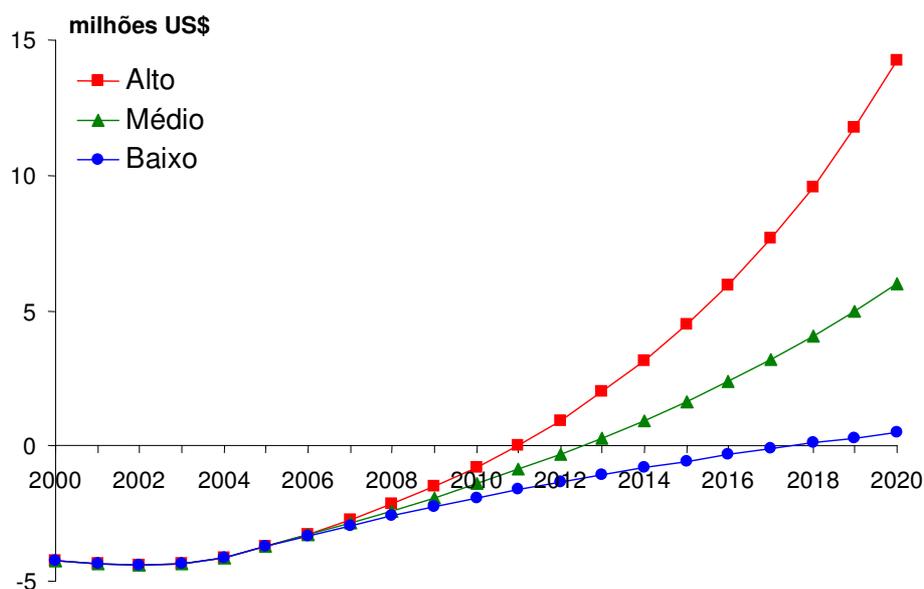


Figura 4.2 Decomposição dos Benefícios 2000-2020

A Figura mostra que a fábrica de algodão continua a ser o principal derivador dos resultados, tanto em termos de poupanças de custos de energia como em termos da melhoria do desempenho do seu processo de produção. Ao mesmo tempo, os benefícios da educação são potencialmente grandes por um período de tempo mais longo. Este último aspecto pode ser explicado através dos benefícios de um número cumulativo cada vez maior de estudantes ao longo do tempo. Uma vez que se mediu os benefícios da educação através da média do prémio salarial para os níveis de educação mais altos, é óbvio que exista um desfasamento na materialização destes benefícios.

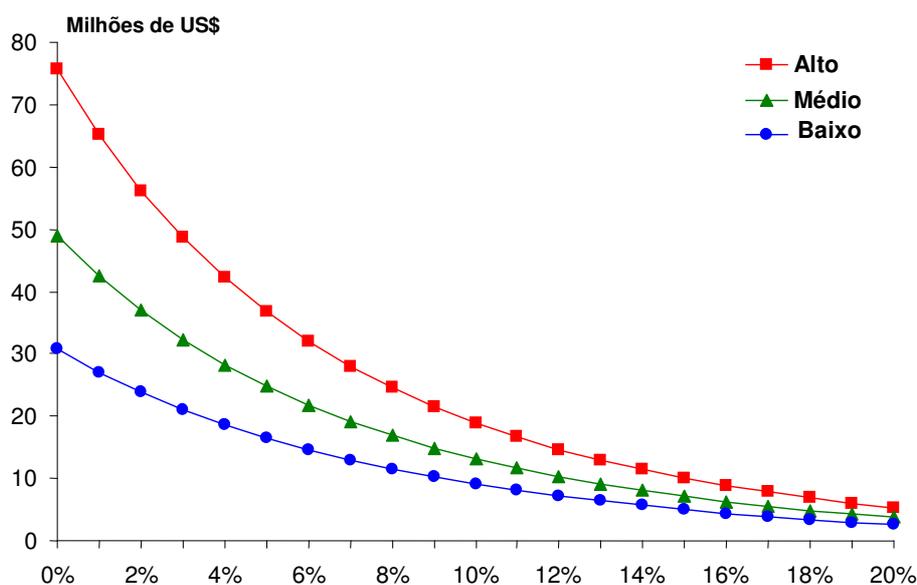
Para melhor ilustrar o papel crucial da fábrica de descaroçamento de algodão, a Figura 4.3 apresenta os benefícios líquidos acumulados estimados do projecto de electrificação, excluindo a fábrica de algodão. Pode-se notar que sem a fábrica de algodão, os benefícios líquidos acumulados teriam sido positivos apenas depois de 2011 no cenário mais optimista, enquanto que no cenário mais pessimista isto aconteceria apenas em 2018.



*Figura 4.3 Benefícios Líquidos Acumulados de 2000-2020 sem a fábrica de Algodão*

Pode se notar que sem a fábrica de algodão os benefícios totais acumulados até 2020 estariam entre 0.5-14 milhões de dólares em vez dos 16-36 milhões acima mencionados (veja Figura 4.1). Por outras palavras, se a tal fábrica de algodão não existisse, o projecto de electrificação rural teria gerado um retorno muito baixo depois de um período de tempo muito longo: teria levado pelo menos 11 anos (provavelmente mesmo mais tempo), para gerar benefícios líquidos acumulados positivos.

Até agora, os cálculos têm-se baseado na aplicação da taxa de desconto de 5%. Embora este seja um valor de referência usado em muitas Análises de Custo-Benefício, vale a pena verificar a robustez dos nossos resultados a diferentes taxas de desconto, dado o potencialmente grande impacto da taxa de desconto nos cálculos do Valor Actual Líquido (VAL) no longo prazo. A Figura 4.4 apresenta os resultados de uma análise de sensibilidade dos benefícios líquidos acumulados a diferentes taxas de desconto.



#### 4.4 Benefícios Líquidos Acumulados (2000-2020) a diferentes taxas de desconto

A partir da Figura pode se notar que mesmo a uma alta taxa de desconto de 20% os benefícios acumulados do projecto para o período de 2000-2020 poderiam ser positivos, embora relativamente pequenos (cerca de 3-5 milhões de dólares americanos). A Figura A.1 em Anexo mostra a evolução dos benefícios líquidos ao longo do tempo a diferentes taxas de desconto.

Concluindo, estes cenários para o período de 2000-2020 mostram que o projecto de electrificação de Ribáuè pode provavelmente resultar em benefícios substancialmente positivos para os próximos anos, tornando-se num projecto de sucesso sob o ponto de vista económico. Porém, ficou claro que este sucesso depende muito da sustentação do desempenho económico positivo da fábrica local de descaroçamento de algodão. Sem a fábrica de algodão, o projecto haveria apenas de gerar um retorno muito baixo depois de um período de tempo muito longo.

## 5. Conclusões

Este documento discutiu a questão sobre se a electrificação rural nos países em desenvolvimento é um investimento que vale a pena. Os custos de investimentos em projectos de electrificação são altos enquanto que a procura por electricidade é baixa

devido à pobreza e a evidência da literatura de que o consumo de energia leva ao crescimento económico chega a conclusões variadas. Para se abordar este assunto fez-se uma análise de custo-benefício de um projecto de electrificação numa área tipicamente rural num país em desenvolvimento, nomeadamente a electrificação do distrito de Ribáuè situado no norte de Moçambique. A construção começou nos princípios de 1999 e os primeiros consumidores tiveram acesso à electricidade em 2000. A partir de um estudo de base (1997) e de dois estudos de impactos socioeconómicos subsequentes ao projecto (2001 e 2005) avaliou-se o efeito da electricidade sobre os agregados familiares, a educação, a agricultura e agro-indústria, indústrias de pequena escala, e o sector público.

Constatou-se que apesar do alto custo (cerca de 2100 dólares norte americanos por cliente em 2005) o projecto de electrificação teve benefícios líquidos acumulados positivos em 5 anos. Este resultado é explicado principalmente pela melhoria do desempenho na capacidade produtiva existente da fábrica local do algodão, influenciada por um crescimento exógeno dos preços do diesel e do algodão. O crescimento de outras actividades económicas (informais) teve também um impacto considerável. Os benefícios monetários para agregados familiares foram relativamente pequenos. Além disso, foram desenvolvidos cenários para estimar os potenciais custos e benefícios para o período de 2005-2020. Os resultados deste exercício mostram que o projecto de electrificação do Ribáuè pode gerar benefícios substancialmente positivos para os próximos anos, tornando-se num projecto de sucesso do ponto de vista económico. Porém, mais uma vez, este sucesso é muito dependente do desempenho económico positivo e contínuo da fábrica de algodão. Ao mesmo tempo, a educação surge como uma fonte potencialmente importante de benefícios no mais longo prazo, em resultado de prémios salariais para níveis de educação mais altos. Os benefícios directos para os agregados familiares e actividade económica (informal) continuam limitados, e apenas garantem retorno para os custos de investimento iniciais depois de um período de tempo muito longo.

Estes resultados levam à conclusão de que do ponto de vista económico a estratégia de electrificação rural deve olhar para a capacidade produtiva existente, que pode potencialmente ser aumentada através do acesso à electricidade. Sem um cliente importante (tal como a fábrica de algodão neste caso) que seja capaz de gerar um rendimento substancial para a empresa de electricidade, os projectos de electrificação rural podem provavelmente gerar, quando muito, benefícios económicos muito limitados.

Como efeito, uma estratégia de tal dimensão é muito similar à ideia da estratégia macroeconómica do governo de Moçambique de atrair os chamados Mega Projectos. Estes “projectos âncora” são supostos de criar dinâmica económica estabelecendo ligações com outros sectores, iniciando assim “efeitos multiplicadores em cadeia”. Embora os Mega-Projectos atraiam muita atenção, o seu impacto sustentável sobre a economia moçambicana é muito limitado (Anderson 2001, Carlos-Branco e Goldin 2003). Ao contrário, através do seu impacto sobre o aumento da produtividade agrícola e outros desenvolvimentos económicos ao nível da base nas áreas rurais, os efeitos macroeconómicos de longo prazo de pequenos projectos âncora como a fábrica de algodão no distrito de Ribáuè podem ser consideráveis.

Poder-se-ia argumentar que se um projecto de sucesso de electrificação rural requer a existência de um cliente importante ou de um projecto âncora, então, não deve ser apropriado gastar-se muitos recursos financeiros públicos (sejam eles dos doadores ou do governo) na electrificação rural: eles ou não geram ou geram muito poucos benefícios ou os benefícios são auferidos por uma empresa privada – e porque subsidiar uma empresa privada em vez de gastar o dinheiro ajudando os pobres directamente? Alguns aspectos precisam de ser esclarecidos. Primeiro, isto envolve externalidades positivas substanciais. A melhoria do desempenho da fábrica de algodão em Ribáuè levou evidentemente à uma maior dinâmica do crescimento económico a nível micro, o que levou a melhoria das condições económicas dos produtores locais. Estes efeitos “multiplicadores” não foram quantificados neste estudo. Por isso os resultados podem estar a subestimar o efeito económico positivo da electrificação rural a este respeito. Neste sentido, subsidiar a electrificação não difere de subsidiar outros tipos de desenvolvimentos de infraestruturas tais como estradas – uma pratica muito comum em qualquer parte do mundo, incluindo em Moçambique. Segundo, esta análise indica que ao longo do tempo os benefícios sociais da electrificação surgem, sendo a educação muito provavelmente o principal. Então, em princípio isto justifica o uso de fundos públicos, ainda que leve muito tempo para se materializar os benefícios, ao mesmo tempo que justifica o apoio a empresas privadas. Além disso deve-se notar que a ACB não inclui os benefícios da melhoria dos serviços de saúde, iluminação pública e melhoria das comunicações. Os resultados deste estudo podem assim subestimar os benefícios sociais da electrificação rural a este respeito. Terceiro, mesmo que uma análise completa de

custo-benefício indique um VAL negativo da electrificação numa dada área rural, o governo pode ainda optar por realizar o investimento por razões sociais ou políticas.<sup>1</sup> Uma decisão desta natureza iria requerer uma avaliação de opções entre investimentos sociais na electrificação contra investimentos em outros sectores tais como educação e saúde. Porém, este seria em si um tópico para outro documento.

Finalmente, o projecto de electrificação do distrito do Ribáuè deixou claro que a electrificação por si só não gera benefícios substanciais resultantes do aumento de actividades económicas no sector informal e agro-indústria de pequena escala. Os estudos de impacto socioeconómico (Åkesson e Nhate, 2002, 2006) também argumentam que para que isto aconteça é necessário que haja investimentos complementares. Por exemplo, a área em estudo encara actualmente a falta de serviços de crédito (mesmo um banco) e tem estradas e infraestruturas de telecomunicações em péssimas condições. Numa situação destas, a electrificação por si só não vai desenvolver o país ou impulsionar o desenvolvimento. Portanto, os programas de electrificação não devem nunca ser realizados isoladamente - devem ser integrados com investimentos complementares em infraestruturas. A electrificação rural pode, em princípio, ajudar a estimular o desenvolvimento de outras actividades, tais como investimentos em redes de estradas, sistemas de transportes, telecomunicações, sistema bancário e financeiro etc., e criando assim dinâmicas de desenvolvimento que se reforçam mutuamente. Obviamente, isto requer planificação integrada e assim fortes parceiros institucionais que possam gerir e reforçar a colaboração. Pensa-se que é precisamante aqui onde está o principal desafio para a estratégia de electrificação em Moçambique.

## Referências

Åkesson, Gunilla, Mário Simoque and João Missão (1997), *Electrificação Rural Ribáuè/Iapala, Nampula. Estudos sobre aspectos sócio-económicos e de género.*

Åkesson, Gunilla, and Virgulino Nhate (2001), *Study on the impact of rural electrification in the Ribáuè, Namiginha and Iapala áreas*, Report to Swedish Embassy in Mozambique.

---

<sup>1</sup> Em relação a esta última razão, de um ponto de vista estritamente económico esta pode mesmo ser uma decisão racional no caso em que os investimentos sociais possam ajudar a prevenir instabilidade política – os custos económicos da incerteza política são geralmente consideráveis.

- Åkesson, Gunilla, and Virgulino Nhate (2006), *Estudo Sócio-Económico e do Impacto na Pobreza do Projecto de Electrificação Rural Ribáuè/Iapala, Nampula Moçambique*, Report to Swedish Embassy in Mozambique.
- Anderson, P.A., (2001), *The impact of the mega projects on the Moçambican economy*, Discussion Paper 18, Ministry of Planning and Finance, Mozambique: Maputo.
- Carlos-Branco, C., and N. Goldin (2003), *Impacts of the Mozal Aluminium Smelter on the Mozambican Economy*, Final Report, Mozambique: Maputo.
- International Energy Agency (2004), *World Energy Outlook*, Paris: IEA.
- Jones, Sam (2006). *Growth accounting for Mozambique (1980-2004)*, DNEAP Discussion Paper XXX, Ministry of Planning and Development, Maputo, Mozambique.
- Ministry of Energy (2006), *Energy Statistics 2000-2005*, Ministry of Energy, Maputo, Mozambique.
- Fox, Louise, Elena Bardasi and Katleen Van den Broeck (2005), *Poverty in Mozambique: Unraveling Changes and Determinants*, Africa Region Working Paper Series No.87, Wahsington DC: World Bank.
- Pritchett, Lant (2004), *Does learning to add up add up? The returns to schooling in aggregate data*, BREAD Working Paper No. 053
- Schultz, T. Paul (1999), *Health and Schooling Investments in Africa*, *Journal of Economic Perspectives* 13(3), pp.67-88.
- Viscusi, W. Kip (1993), "The Value of Risks to Health and Life," *Journal of Economic Literature*, vol. 31, pp. 1912-46.
- Wolde-Rufael, Yemane (2005), *Energy demand and economic growth: The African experience*, *Journal of Policy Modeling* 27, pp 891-903.

## Anexos

*Tabela A.1*

<b>Número de Clientes</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>Tarifa doméstica</b>	<b>288</b>	<b>537</b>	<b>749</b>	<b>978</b>	<b>1217</b>	<b>1761</b>
0-200 kWh	285	526	734	959	1192	1726
201-500 kWh	3	11	14	19	22	33
> 500 kWh	0	0	1	1	2	2
<b>Tarifa geral</b>	<b>28</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>95</b>	<b>105</b>	<b>115</b>
0-200 kWh	22	56	58	76	94	93
201-500 kWh	3	7	7	9	10	12
> 500 kWh	3	7	7	9	1	10
<b>Grandes consumidores</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>611</b>	<b>825</b>	<b>1078</b>	<b>1328</b>	<b>1882</b>

*Tabela A.2*

<b>Consumo de Electricidade (MWh)</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>Tarifa doméstica</b>	<b>240</b>	<b>469</b>	<b>736</b>	<b>808</b>	<b>1,079</b>	<b>1,444</b>
0-200 kWh	227	424	653	700	939	1,289
201-500 kWh	13	45	70	94	126	139
> 500 kWh	0	0	13	13	14	17
<b>Tarifa geral</b>	<b>61</b>	<b>155</b>	<b>179</b>	<b>190</b>	<b>208</b>	<b>246</b>
0-200 kWh	20	50	62	62	69	86
201-500 kWh	12	29	36	40	44	48
> 500 kWh	29	76	82	88	95	112
<b>Grandes consumidores</b>	<b>251</b>	<b>613</b>	<b>606</b>	<b>645</b>	<b>571</b>	<b>589</b>
<b>TOTAL</b>	<b>552</b>	<b>1,237</b>	<b>1,521</b>	<b>1,642</b>	<b>1,859</b>	<b>2,279</b>

*Tabela A.3 Actividades Economicas de consumidores de tarifa doméstica*

Fonte de rendimento	Ribáuê-sede 2001		Ribáuê-sede 2005		Namiconha 2001		Namiconha 2005	
	Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%
Vendedor de Mercado	20	20%	65	14%	23	51%	57	30%
Trabalhador da fábrica	23	23%	23	5%	-	-	-	-
Trabalhador do sector privado	7	7%	25	5%	4	9%	8	4%
Proprietário de negócio	11	11%	36	8%	6	13%	16	9%
Produtor agrícola	1	1%	15	3%	-	-	11	6%
Comerciante	2	2%	3	1%	-	-	5	3%
Funcionário público	15	15%	60	13%	1	2%	8	4%
Professor	12	12%	119	26%	6	13%	51	28%
Técnico dos Serviços de Saúde	1	1%	35	8%	3	7%	14	8%
Polícia	3	3%	15	3%	-	-	3	2%
NGO	1	1%	16	4%	2	4%	2	1%
Outro	2	2%	44	10%	-	-	10	5%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>	<b>456</b>	<b>100%</b>	<b>45</b>	<b>100%</b>	<b>185</b>	<b>100%</b>

Fonte: Akesson and Nhate.

Tabela A.4 Análise de Sensibilidade dos Benefícios 2000-2005

	Base				Alto				Baixo			
	2001 VAL (USD)	2001 %	2005 VAL (USD)	2005 %	2001 VAL (USD)	2001 %	2005 VAL (USD)	2005 %	2001 VAL (USD)	2001 %	2005 VAL (USD)	2005 %
<b>Benefícios Directos</b>	<b>722,240</b>	<b>99%</b>	<b>1,650,238</b>	<b>95%</b>	<b>778,554</b>	<b>98%</b>	<b>1,804,556</b>	<b>95%</b>	<b>679,901</b>	<b>99%</b>	<b>1,534,201</b>	<b>95%</b>
<b>Poup de custos energia</b>	<b>442,139</b>	<b>60%</b>	<b>1,139,759</b>	<b>66%</b>	<b>442,139</b>	<b>56%</b>	<b>1,139,759</b>	<b>60%</b>	<b>442,139</b>	<b>64%</b>	<b>1,139,759</b>	<b>71%</b>
Comercial	422,462	58%	912,421	53%	422,462	53%	912,421	48%	422,462	62%	912,421	57%
Doméstica	19,677	3%	227,338	13%	19,677	2%	227,338	12%	19,677	3%	227,338	14%
<b>Actividades económicas</b>	<b>280,101</b>	<b>38%</b>	<b>510,479</b>	<b>29%</b>	<b>336,415</b>	<b>42%</b>	<b>664,797</b>	<b>35%</b>	<b>237,762</b>	<b>35%</b>	<b>394,441</b>	<b>24%</b>
Process. de algodão	222,460	30%	352,337	20%	222,460	28%	352,337	19%	222,460	32%	352,337	22%
Moageiras eléctricas	1,743	0%	5,019	0%	2,158	0%	6,214	0%	1,328	0%	3,824	0%
Outros negócios	55,899	8%	153,123	9%	111,798	14%	306,246	16%	13,975	2%	38,281	2%
<b>Benefícios Indirectos</b>	<b>9,375</b>	<b>1%</b>	<b>86,974</b>	<b>5%</b>	<b>13,110</b>	<b>2%</b>	<b>94,309</b>	<b>5%</b>	<b>5,640</b>	<b>1%</b>	<b>79,639</b>	<b>5%</b>
Educação	3,150	0%	74,749	4%	3,150	0%	74,749	4%	3,150	0%	74,749	5%
Impostos	6,225	1%	12,225	1%	9,960	1%	19,560	1%	2,490	0%	4,890	0%
<b>Benefícios totais</b>	<b>731,615</b>	<b>100%</b>	<b>1,737,212</b>	<b>100%</b>	<b>791,664</b>	<b>100%</b>	<b>1,898,865</b>	<b>100%</b>	<b>685,541</b>	<b>100%</b>	<b>1,613,840</b>	<b>100%</b>
<b>Benefícios Líquidos</b>	<b>470,909</b>		<b>1,425,984</b>		<b>530,958</b>		<b>1,587,637</b>		<b>424,835</b>		<b>1,302,612</b>	
<b>Benéf. Liq. Acumulados</b>	<b>-3,389,293</b>		<b>609,493</b>		<b>-3,291,989</b>		<b>1,196,079</b>		<b>-3,463,309</b>		<b>161,719</b>	

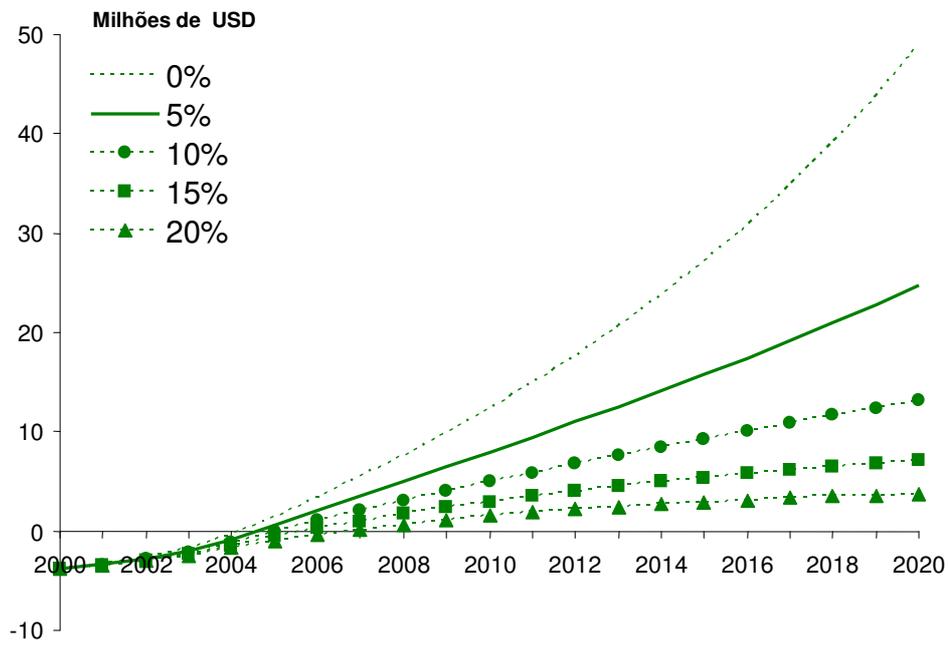


Figura A.1 Benefícios Líquidos 2000-2020 a diferentes taxas de desconto, Cenário Médio



Av. Patrice Lumumba, 178 - Maputo  
MOÇAMBIQUE

Tel. + 258 21 328894  
Fax + 258 21 328895  
[www.iese.ac.mz](http://www.iese.ac.mz)