

# **O Futuro de Moçambique**

## **Modelos de População e**

## **Desafios de Desenvolvimento**

Annababette Wils, Manuel da Costa Gaspar,  
Molly E. Hellmuth, Maimuna Ibraimo,  
Isolde Prommer e Emídio Sebastião

Traduzido para português por Carina Alencar

Sumário Executivo  
Fevereiro 2001

Instituto Internacional para Análise de Sistemas Aplicados  
A-2361 Laxenburg, Áustria

This study was achieved with the financial contribution of the European Union Environment in Developing Countries Budget Line (B7-6200). The authors are solely responsible for all opinions expressed in this document, and do not necessarily reflect that of the European Union.

---

*Sumários Executivos* reúnem os achados de pesquisa feita no IIASA e em outros locais e resume-os para uma ampla leitura. Pontos de vista ou opiniões aqui expressas não representam necessariamente aqueles do Instituto, de suas organizações nacionais afiliadas, ou de outras organizações apoiando o trabalho.

---

Copyright © 2001  
Instituto Internacional para Análise de Sistemas Aplicados

---

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida em forma alguma ou por quaisquer meios, eletrônicos ou mecânicos, inclusive fotocópia, gravação, ou qualquer armazenagem de informação ou sistema de recuperação, sem permissão escrita do dono do copyright.

---

Desenho da capa de Anka James

---

# Conteúdo

Prefácio .....	iv
Agradecimentos .....	v
Principais Achados e Recomendações Políticas .....	vi
Impacto de HIV/SIDA na população .....	vi
Escolaridade e formação adulta .....	vii
Pobreza e PNB .....	vii
Infra-estrutura de água para as cidades de Maputo e Matola .....	viii
1 Introdução .....	1
2 Assuntos Focais do Projecto PDA de Moçambique .....	4
2.1 Pobreza e níveis baixos de PNB per capita .....	4
2.2 Níveis baixos de escolaridade e alfabetismo .....	4
2.3 Infra-estrutura .....	5
2.4 HIV/SIDA .....	6
3 Modelo e Cenários .....	7
3.1 O efeito de HIV/SIDA e política de intervenção na população .....	7
3.2 Educação .....	12
3.3 Desenvolvimento Económico e Ambiente .....	21
3.4 Estudo específico: Equilíbrio aquático da Cidade de Maputo .....	26
Anotações .....	34

---

## Prefácio

A ciência, como o governo, tende a ser dividida em compartimentos. A divisão do trabalho é útil porque permite perícia aprofundada e ação eficiente. O único problema é que o mundo real não é dividido em compartimentos, e mudanças em população, desenvolvimento, e meio-ambiente são interconectadas. Dentro de um horizonte de tempo curto estas dependências entre sectores talvez não sejam muito importantes, mas em um horizonte de planeamento longo se torna imperativo lidar com o futuro de um país de uma maneira abrangente, interdisciplinar e inter-ministerial.

O objectivo explícito deste projecto é este tipo de análise abrangente de opções para o futuro a longo prazo, que junta uma análise descritiva mais tradicional e modelos computacionais interativos. O projecto tem sido executado no contexto de um esquema analítico de População–Desenvolvimento–Ambiente (PDA), desenvolvido no IIASA durante a década passada e aplicada em estudos de casos anteriores, com uma colaboração íntima e substancial entre IIASA e o instituto parceiro nacional. Tal colaboração entre expertos nacionais e internacionais que está no coração da abordagem PDA provou ser uma estratégia de grande sucesso neste caso.

Este sumário executivo é somente um fruto do projecto. Livros científicos documentando o trabalho em detalhe estarão disponíveis em breve, juntamente com um CD-ROM e um site na internet ([www.iiasa.ac.at/Research/POP/pde/](http://www.iiasa.ac.at/Research/POP/pde/)) com todo o modelo computacional e outras documentações importantes que permitirão que o usuário avalie pessoalmente estratégias e cenários alternativos em relação a um futuro desenvolvimento sustentável do país.

É nossa esperança que estes achados sejam discutidos em círculos académicos e políticos a nível nacional e internacional, e que esta discussão possa levar a colaboração maior entre países na região sul da África nestes desafios vitais de longo prazo.

João Dias Loureiro  
Presidente  
Instituto Nacional de Estatística  
Moçambique

Wolfgang Lutz  
Líder  
Projecto de População  
IIASA

---

## Agradecimentos

Esta publicação é parte do projecto “Avaliando Caminhos Alternativos para Desenvolvimento Sustentável em Botswana, Namíbia e Moçambique,” que foi conduzido no Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados em colaboração com o Instituto Nacional de Estatística (Annababette Wils e Manuel da Costa Gaspar, Coordenadores do País). O projecto é financiado pela Comissão Europeia (DG VIII – Diretoria Geral para o Desenvolvimento, Contrato No. B7-6200/96-18/VIII/ENV).

Não poder-se-ia ter feito este projecto sem a ajuda de muitos outros. Particularmente, em Moçambique, gostaríamos de agradecer a ajuda do João Loureiro, Tomás Bernardo e Destina Uinge do Instituto Nacional de Estatística, Avertino Barreto e António Noya do Ministério da Saúde, Virgílio Juvane e Ilídio Buduia do Ministério da Educação, Victória da Conceição Ginja do Ministério do Planeamento. Também, agradecemos os muitos técnicos que nos forneceram tabulações e relatórios especiais. No IIASA, gostaríamos de agradecer Wolfgang Lutz por seu apoio infalível como líder do estudo PDA dos três países, e Warren Sanderson por muitos comentários compreensivos e o modelo de HIV/SIDA. Também apreciamos o trabalho de Kenneth Strzepek e David Yates no modelo de água. Nos primeiros estágios do projecto, recebemos valiosa contribuição da Paola Agostini. Finalmente, não poderíamos haver terminado o relatório sem a incrivelmente eficiente Marilyn Brandl. Muitos outros, particularmente em Moçambique, ajudaram, e sua omissão desta lista é uma reflexão da lamentável inadvertência dos autores, não do significado de sua contribuição.

---

## **Principais Achados e Recomendações Políticas**

O estudo de População–Desenvolvimento–Ambiente (PDA) em Moçambique foi conduzido de 1998–2001 para explorar as perspectivas de desenvolvimento sustentável em Moçambique até 2020. Quatro assuntos principais foram selecionados:

1. Qual será o impacto da epidemia de HIV/SIDA nas próximas décadas?
2. Como é que taxa de escolarização levará à maior formação da mão-de-obra até 2020?
3. A pobreza pode ser apagada dentro dos próximos vinte anos?
4. Que papel fará a água no desenvolvimento, particularmente, a provisão de água via chuva nas zonas rurais e via infra-estrutura nas cidades?

Para captar a incerteza futura, vários cenários foram feitos com um modelo de simulação, desenvolvido especialmente para o projecto pelos autores do relatório e outros cientistas do Instituto Internacional para Análise de Sistemas Aplicados (IIASA).

### **Impacto de HIV/SIDA na população**

Até 2020, HIV/SIDA reduzirá a população de 22%–31% comparado a uma situação sem a epidemia. Sem HIV/SIDA, a população é projectada para ser 27 milhões em 2020; com a doença, a população será de 18–20 milhões. HIV/SIDA, em conjunto com os efeitos da educação, provavelmente parará ou reverterá o crescimento da população rural até 2020, enquanto a população urbana continuará a crescer.

Intervenções, como sexo seguro, através do uso de preservativo, e uma vacina, podem começar a reduzir a prevalência do HIV imediatamente após a intervenção tomar efeito. Por exemplo, com uma elevação do uso de preservativo a 80% até 2020, a prevalência começaria a declinar imediatamente, de 16% hoje a 6% em 2020. Infelizmente, estas intervenções não param a progressão de mortes causadas pela SIDA na próxima década, pois estas já estão incluídas no presente de cálculo de prevalência de HIV.<sup>1</sup> De fato, o impacto maior no tamanho da população e mortes causadas pela SIDA somente

será sentido uma década depois das intervenções. Por causa desses atrasos, é imperativo começar com as políticas um quanto antes. Encontramos que os melhores resultados seguem de uma política tri-dente, que consiste de: acréscimo imediato de práticas de sexo seguro, uma campanha de vacinação extensa, caso tal medida se torne disponível, e o uso de todo meio possível para aumentar a expectativa de vida daqueles contaminados com HIV.

### **Escolaridade e formação adulta**

O crescimento do número de inscrições em escolas primárias, que tem subido rapidamente desde 1992, sofrerá uma redução aguda e provavelmente estagnarão depois de 2005. Isto é primariamente o resultado combinado de atingir admissão escolar universal até 2001, e de haver menos crianças de idade escolar enquanto a epidemia HIV/SIDA abaixa a taxa de natalidade e eleva a mortalidade infantil. No entanto, o número de inscrições em escolas secundárias e universidades continuará em subida inclinada, crescendo de 6–15 vezes até 2020 em vários cenários testando HIV/SIDA, menor repetência, e maior retenção escolar por idade. Uma conclusão principal para Moçambique é que na próxima década, haverá necessidade de mudar a concentração em construir escolas primárias para a construção de mais escolas secundárias. Por que matriculação em escolas primárias estagnarão, enquanto que em escolas secundárias continuará aumentando, a disponibilidade de pessoas com escolaridade de nível médio a superior para ensinar em nível primário aumentará nas próximas duas décadas.

Não é possível apagar os presentes níveis baixos de formação entre adultos completamente até 2020, porque muitos dos adultos que são presentemente analfabetos ou tem pouca escolaridade ainda estarão vivos em 20 anos. Porém, as proporções de adultos com mais de 15 anos com a escola primária completa, secundária completa, e um diploma universitário, mesmo que comecem de níveis muito baixos em 1997, farão mais que dobrar para homens e até quadruplicar para as mulheres. A razão das mulheres conseguirem acompanhar os homens em níveis de educação é que os diferenciais de inscrições são menores hoje que no passado. Escolaridade mais elevada será refletida na educação e na produtividade da mão-de-obra.

### **Pobreza e PNB**

O PNB geral está estimado a crescer com o contínuo investimento estrangeiro e com a melhora do nível de formação da mão-de-obra. Nossos cenários projectam que o PNB cresça de menos de \$3 bilhões em 1997<sup>2</sup> á \$8–14 bilhões em 2020. HIV/SIDA causará reduções de PNB que seriam pelo menos proporcionais a perda populacional, e possivelmente maior com o espantar de

investidores tanto domésticos quanto estrangeiros por causa da doença. O problema maior da pobreza continuará como pobreza rural. A agricultura e, predominantemente agricultores pobres, não são beneficiados por crescimento exponente através de investimento capital. Os benefícios da educação não se acumulam realmente nas áreas rurais porque as pessoas de instrução elevada vivem em ou se mudam para as cidades. Espera-se que um alfabetismo funcional mais alto melhore a produtividade de pequenos produtores rurais por aproximadamente 40% nos próximos 20 anos, o que reduziria o índice de pobreza de 90% a cerca de 70%.<sup>3</sup> Porém, atenção adicional é necessária em forma de projectos de desenvolvimento de escala apropriada, que incluam melhorias de custo baixo. Apesar de parecer quase inevitável que o rendimento de pequenos agricultores caia ainda mais em comparação com o sector urbano, deve ser possível melhorar as condições de vida para muitos deles.

### **Infra-estrutura de água para as cidades de Maputo e Matola**

Das informações que pudemos obter do abastecimento e demanda de água em Maputo/Matola, parece que a barragem de Pequenos Limbobos é utilizada ao ponto do abastecimento e não poder ser garantido nem a nível de 75% por mais de quatro anos. Os quatro principais usuários são domicílios, comércio, indústria, e irrigação. Vários cenários, que reduziriam a demanda – crescimento populacional e industrial mais baixo, e tecnologia de irrigação mais eficiente – fizeram praticamente nada para estender o tempo de vida da barragem. Como o reservatório Pequenos Limbobos pode secar antes da construção da nova infra-estrutura, testamos uma política de racionamento alternativo de água. O racionamento da demanda domiciliar quase não tem efeito em uma possível falta de água porque atualmente é pequena demais em relação a demanda de outros usuários. A política mais efetiva quando ocorre uma falta é a de combinar o racionamento de água para irrigação com compensação de renda para agricultores e um subsídio agressivo para converterlos a métodos mais eficientes de irrigação. Isto estenderia o tempo de vida da barragem, garantido no nível de 75%, até 2011.

---

# 1 Introdução

Moçambique, um dos maiores potenciais agrícolas da África, dotado com uma boa medida de recursos marinhos e minerais, emergiu em 1992 de uma longa e destrutiva guerra civil como uma das nações mais pobres no mundo. No fim da guerra, o interior estava crivado de minas, quase um terço da população estava deslocada, e metade de suas escolas haviam sido destruídas. A combinação de vontade política, reconstrução pós-guerra, ajuda internacional, e pura energia humana levou a melhorias impressionantes.

Com o retorno de famílias e paz, a produção agrícola – a base da economia de 81% da população trabalhadora – subiu rapidamente. Em 1993, 765,000 toneladas de cereais foram colhidos; em 1999, 1,821,000.<sup>4</sup> O PNB real cresceu 11% anualmente de 1992–1999, causando que a renda per capita dobrasse de \$121 a \$230.<sup>5</sup> O país está ficando menos dependente de ajuda estrangeira.<sup>6</sup> Escolas foram construídas numa proporção de mais de 500 anualmente, e o número de alunos em escolas primárias aumentou de 1.3 milhões em 1992 2.5 milhões em 2000.<sup>7</sup> Durante os últimos cinco anos de guerra, a mortalidade infantil caiu de 161 por 100 nascimentos, a 135 de 1992–1997.<sup>8</sup> Após o fim da guerra civil, foram feitas duas eleições gerais de múltiplos partidos. Outro sinal de recuperação, é o grande número de inquéritos nacionais que tem sido completadas desde a guerra.<sup>9</sup> Os dados colhidos nestas inquéritos são importantes para planejamento e a identificação de problemas.

Enquanto esses números são impressionantes, é evidente pelas recentes notícias que a luta de Moçambique não acabou. Na primavera de 2000, inundações no sul do país, que causaram a fuga de meio milhão de pessoas de suas casas, acentuaram a vulnerabilidade da área rural ao tempo imprevisível. Além disso, Moçambique está agora na lista de países com níveis elevadíssimos de HIV/SIDA. Novas estimativas do Ministério da Saúde puseram a proporção de adultos, idade de 15–49 com HIV em 16% e subindo. Os níveis de pobreza e analfabetismo continuam altos. De acordo com as inquéritos mais recentes, 78% da população vivia com menos de US \$2 por dia<sup>10</sup> e o analfabetismo adulto estava em 61%.<sup>11</sup>

No meio de assuntos e interações tão diversos, perguntamos: **Quais são as perspectivas para desenvolvimento sustentável nos próximos 20 anos em Moçambique?**

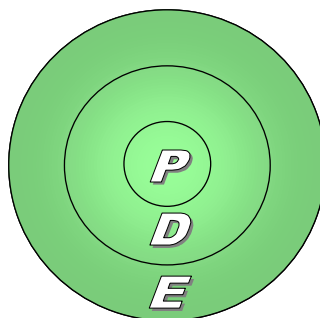
Com tudo mencionado, parece que muito das perspectivas de desenvolvimento são determinadas por tais eventos imprevisíveis como guerra, paz e calamidades climáticas. Apesar de haver verdade nisso, também há muitas mudanças e padrões que tem estabilidade a longo prazo e que só mudam gradativamente. Por exemplo, mudanças sócio-demográficas, como formação da mão-de-obra, e saúde populacional tem momento longo. Estes são indicadores muito importantes para o potencial de desenvolvimento económico do país. Apesar de ser impossível prever um ano de precipitação pesada ou de seca, há uma longa série de condições climáticas da qual podemos calcular a vulnerabilidade a disastres temporais durante um ou mais anos.

Para canalizar nossos esforços na resposta da pergunta ousada, decidimos concentrar-nos em quatro assuntos, que são discutidos a seguir:

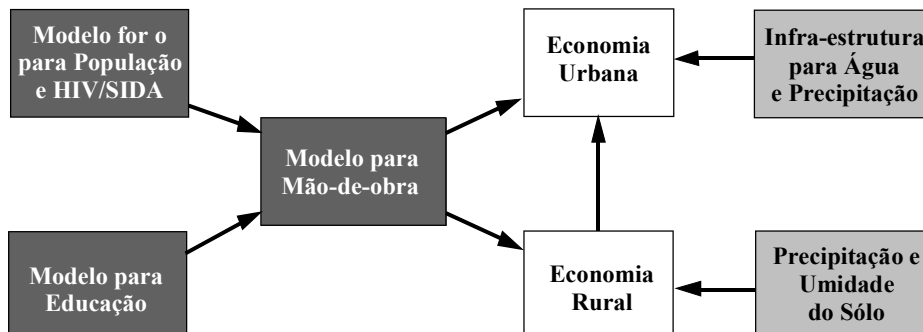
1. A pobreza pode ser apagada nos próximos 20 anos?
2. Como é que escolarização levará à formação mais elevada da mão-de-obra até 2020?
3. Que papel fará a água no desenvolvimento, particularmente, a provisão de água via chuva nas zonas rurais e via infra-estrutura nas cidades?
4. E, mais importantemente, Qual será o impacto da epidemia de HIV/SIDA nas próximas décadas?

Dois problemas ocorrem com uma visão tão larga e a longo prazo. Um é como organizar o campo; o segundo é como fazer projecções. Em resposta ao primeiro problema, nós empregaremos o método IIASA de população–desenvolvimento–ambiente (PDA). Em resposta ao segundo, nós construiremos um modelo computacional multi-sectorial para fazer cenários futuros.

O IIASA método PDA, iniciado por demógrafos, toma a população humana em seu ponto inicial – o número de pessoas, a estrutura etária, medidas de crescimento, e a distribuição sobre aspectos sócio-demográficos como níveis educacionais, saúde, e a proporção de participação da mão-de-obra. Pessoas,



**Figura 1.** Organização conceitual da abordagem PDA do IIASA.



**Figura 2.** Diagrama da estrutura básica do modelo de Moçambique.

como unidades, estão no centro. Emanando das pessoas estão suas actividades, como materiais de produção, organização governamental e institucional, cultura, religião, e atos individuais. Uma seleção dessas actividades pode ser usada como indicador de desenvolvimento. Actividades humanas ocorrem dentro de um esfera ainda maior, isto é, o meio-ambiente, que inclui todo processo de sustentação de vida. Fornece a base material para tudo o que as pessoas fazem, e é o receptáculo de efeitos dessas actividades. Os seres humanos são literalmente incorporados no meio-ambiente mas também são uma sub-parte dele. Visualmente, esta organização conceitual aparece como três círculos concêntricos, com a população no centro; depois desenvolvimento; e o ambiente no círculo de fora (veja Figura 1). Esta organização difere daquelas de muitos outros cientistas que vêem a população e o ambiente como três caixas separadas, conectadas por flechas causais.

Duas vantagens da organização concêntrica são: 1) está mais de acordo com a realidade, e 2) focaliza nossa análise na população como um agente, que merece seu próprio modelo.

O modelo PDA é programado para ajudar cientistas e planejadores a testarem várias suposições sobre o futuro. Consiste em um número de sub-modelos, que refletem as três esferas, e que são todos interconectados. Os modelos são preparados separadamente por expertos em cada área antes de serem conectadas. A seleção de modelos segue um estudo aprofundado do país para identificar algumas das interrelações dentro e entre áreas demográficas, sociais, econômicas e ambientais. Para o estudo de Moçambique, os modelos refletem os quatro assuntos focais.

Estes são refletidos na estrutura do modelo, apresentado na Figura 2. Cada um dos sub-modelos é descrito em mais detalhe na Parte 3. Primeiro, nós olharemos uma exposição breve das quatro áreas focais.

---

## **2 Assuntos Focais do Projecto PDA de Moçambique**

### **2.1 Pobreza e níveis baixos de PNB per capita**

Não pode haver dúvida que hoje, apesar de proporções altas de crescimento na agricultura, indústria, e serviços desde 1992, a maioria dos Moçambicanos ainda vivem na pobreza. De acordo com os dados do *Inquérito Nacional aos Agregados Familiares 1996*, 78% da população tinha menos de \$2 por dia e 38%, menos de \$1 por dia.<sup>12</sup> Certamente vai requerer mais que alguns anos de crescimento sustentado, igualmente distribuído entre a população, para apagar estes altos níveis de pobreza.

A extensão da pobreza é maior nas áreas rurais, onde cerca de 90% vivia com menos de \$2 por dia em 1996. Até nas cidades, pouco mais de 50% vivia na pobreza.<sup>13</sup> Em média, porém, a produção por trabalhador era nove vezes maior em serviços e indústria (localizada em maior parte em cidades) que na agricultura.<sup>14</sup> A maioria das pessoas nas áreas rurais são pequenos agricultores e seus dependentes<sup>15</sup> que cultivam, em média, cerca de 2 hectares.<sup>16</sup> Somente cerca de 20% (por peso) da produção é vendida no mercado,<sup>17</sup> que é em parte devido ao pequeno tamanho da fazenda, mas também devido a pobre infraestrutura rodoviária e comercial por todo o país. Muitos jovens homens deixam a zona rural – comprovado pelas proporções de sexo – e vão às cidades ou para o exterior. Suas remetências poderiam até levantar os rendimentos rural, mas muito limitadamente.<sup>18</sup>

Os agricultores são muito vulneráveis às vacilações do tempo. As inundações de março de 2000 foram um exemplo extremo, mas quase todo ano, em alguma parte do país – mais no sul que no norte – as precipitações são insuficientes, ou chegam na época errada, causando danos significativos à colheita.<sup>19</sup> Claramente, levantar a renda é imperativo nesta situação tanto na zona rural quanto na urbana.

### **2.2 Níveis baixos de escolaridade e alfabetismo**

Factores económico s, assim como políticos e sociais, têm contribuído à construção da sociedade, onde a falta educacional é extremamente aguda. Logo

antes da independência nacional em 1975, mais de três-quartos dos adultos eram analfabetos e somente 0.5% da população havia completado o nível secundário de educação. A maior parte da classe especializada se perdeu quando os portugueses partiram após a independência. O novo governo foi capaz de levantar a taxa de escolarização muito rapidamente, mas a maioria dos ganhos educacionais foram revertidos pela guerra civil.

Estimativas do censo da população de 1997 indicam que 61% da população adulta é analfabeta, e escolaridade completa de nível primário e secundário foi atingida por somente 18% e 2% de adultos, respectivamente.<sup>20</sup> Desde o acordo de paz em 1992, o governo há dedicado esforços enormes a reconstrução do sistema escolar, e essencialmente tem sido capaz de dobrar seu tamanho em oito anos. Até certo ponto a falta de pessoas de alta-educação tem sido preenchida por estrangeiros.<sup>21</sup>

A reconstrução e a expansão do sistema escolar não é fácil. Devido às deficiências passadas em matriculação há uma falta de professores treinados em todos os níveis. Como resultado, a relação de aluno para professor é muito alta, que contribui para porcentagens altas de repetência – aproximadamente 23% em 2000.<sup>22</sup> A alta taxa de repetência põe mais pressão no sistema. Os recursos financeiros do governo são severamente constringidos pelas muitas exigências do desenvolvimento – paralelo às escolas, o governo precisa expandir o serviço de saúde básico, infra-estrutura segura para água, rodovias, etc. Também, por uma variedade de razões, muitos pais abominam mandar suas crianças a escola por longos períodos: a perda da mão-de-obra das crianças, despesas escolares e longas distâncias, assim como a percepção de futilidade na educação, particularmente para meninas.

Apesar de tudo, até 2000, taxa de escolarização bruta foi de 91% e a taxa total de admissão<sup>23</sup> foi completa, ou muito próxima de sê-lo. Uma menina típica que começou a escola poderia esperar completar 4.4 classes e o menino típico 4.9, mas só 6% completaria todo o ciclo de 12 classes de escola. Será que estes níveis de matriculação serão suficientes para reduzir o analfabetismo significativamente nos próximos 20 anos, e levantar a proporção de adultos com educação superior? Haverá suficiente número de professores para continuar a expansão escolar? Estas são algumas das perguntas que cenários dentro do modelo deverão responder.

### **2.3 Infra-estrutura**

Se a produção constitui os músculos de um país, a infra-estrutura é seu sangue. Transporte e comunicação são necessários para transportar comida e manufaturados de seu lugar de origem aos mercados. Água e eletricidade são necessárias para produção moderna. Sem acesso aos mercados, as pessoas não tem incentivo para produzir além da subsistência, até se fossem beneficiadas por

vendas e a renda para comprar produtos suplementares. Dado o clima e sólo de Moçambique, seria fácil exceder na produção agrícola e direcioná-la à exportação ou a áreas urbanas nacionais. Sem água canalizada e eletricidade, é muito difícil construir até indústrias simples para processamento e certamente impossível ter grandes fábricas e serviços modernos. Como indicação da falta de eletricidade e água, só 3% dos domicílios tinham eletricidade, e água canalizada era limitada a somente 9% dos domicílios em áreas urbanas (0.2% em áreas rurais). Estas figuras indicam uma carência que afetaria actividades comerciais.

Na cidade de Maputo há um investimento considerável na indústria. As necessidades de água para a indústria poderiam competir com as necessidades dos domicílios, se a infra-estrutura da água, incluindo a encanação, reservatórios, e centros de tratamento, é insuficiente. Para explorar estas dinâmicas de competição e limitação, fizemos um modelo para o estudo de um caso específico do sistema de água para as cidades de Maputo e Matola.<sup>24</sup>

## 2.4 HIV/SIDA

Um desafio que poderá ultrapassar a todos os precedents e que poderá desfazer qualquer progresso feito, é o da epidemia de HIV/SIDA, que agora também há assolado Moçambique. A rápida expansão do vírus é um dos desafios mais sérios para o desenvolvimento do país. As mais recentes estimativas de prevalência indicam que 16% dos adultos, idade de 15–49, são soro-positivos.<sup>25</sup> Já em 2000, o estimado número de mortes em decorrência da SIDA foi de 84,000.

Moçambique situa-se numa região de países com as taxas mais elevadas do mundo de prevalência do HIV, como são os casos do Botswana, África do Sul, e Zimbabwe. Nestes países, a epidemia começou antes que em Moçambique, e já está causando a inversão de níveis de crescimento económico e esperança de vida. Com a abertura de corredores de desenvolvimento para facilitar a circulação de pessoas e mercadorias entre os países da região, assim como com a emigração dos trabalhadores moçambicanos para a África do Sul, existe o potencial perigo de se acelerar a expansão da epidemia em Moçambique, comprometendo seriamente os benefícios já alcançados no âmbito do desenvolvimento humano.

Na década passada, a epidemia emergiu de forma silenciosa no seio da comunidade moçambicana devido a falta de disseminação da informação sobre a situação do momento e sua tendência futura. Com este trabalho pretende-se prover cenários alternativos de crescimento populacional em Moçambique para que possam servir de base para a planificação do desenvolvimento sócio-económico do País e dos recursos humanos.

---

## 3 Modelo e Cenários

A estrutura da discussão de modelo e cenário nesta parte segue os círculos concêntricos de PDA. Primeiro, vamos aos cenários populacionais que incluem o efeito de HIV/SIDA. Segundo, os cenários de educação e mão-de-obra, combinados com as variações na população. Terceiro, os componentes económico s e ambientais são adicionados aos cenários de população, educação e mão-de-obra.

### 3.1 O efeito de HIV/SIDA e política de intervenção na população

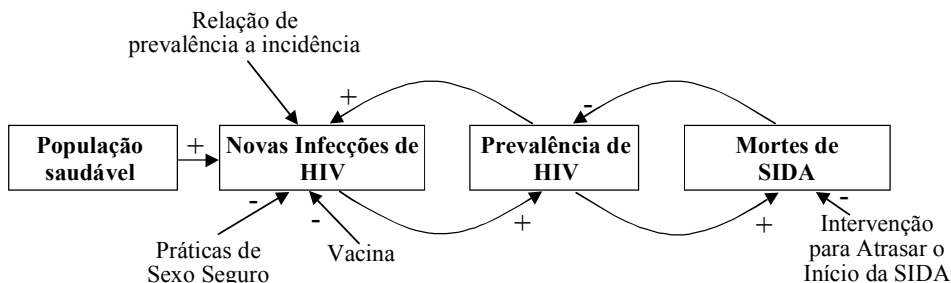
#### 3.1.1 Descrição de Modelo

HIV é uma doença infecciosa, que significa que há uma relação entre prevalência, incidência, e população suscetível. A mais básica dinâmica é que quanto mais pessoas forem infectadas, quanto mais a doença se espalha às pessoas saudáveis, e portanto quanto mais são infectadas. A velocidade com a qual novas pessoas são infectadas depende da relação entre prevalência e incidência, que é determinada por biologia e comportamento.

Se uma pessoa infeccionada é curada ou morre imediatamente, a prevalência nunca tem a chance de acumular e causar uma epidemia. Por outro lado, se uma pessoa vive com a infecção por muito tempo, prevalência tem a oportunidade de aumentar. Este é o caso com HIV, cujo tempo estimado para total deflagração da SIDA na África é estimado para ser em média de 7–10 anos. Assim que uma pessoa na África tem SIDA, a mortalidade anual é muito alta, em pelo menos 50% anualmente.

Outros factores que podem limitar a difusão da infecção de HIV são práticas de sexo seguro (especialmente uso de preservativo), tratamento de outras doenças sexualmente transmissíveis, evitando a amamentação por mães HIV-positivas de crianças em idade de aleitamento materno e outras intervenções. No futuro uma vacina barata poderá parar a doença.

A Figura 3 mostra estas dinâmicas básicas e os pontos de intervenção para limitar HIV e SIDA. Nós incorporamos a relação entre prevalência e nova incidência. Se a relação é mais alta, então a prevalência sobe mais rapidamente.



**Figura 3.** Diagrama das dinâmicas de HIV e SIDA.

O modelo também inclui as três possibilidades de intervenção na figura. Além, todas as dinâmicas estão incorporadas em um modelo de projeção populacional com idade e sexo específicos.<sup>26</sup> Com o modelo, podemos fazer cenários, que consideram proporções diferentes para a difusão do HIV e os efeitos de várias políticas.

### 3.1.2 Cenários para HIV/SIDA

As projecções para HIV/SIDA calculam população por idade e sexo, e vários indicadores como prevalência e nova incidência. A população base e as hipóteses sobre a evolução da fecundidade, mortalidade e migrações usadas nos diferentes são as mesmas que o INE utilizou na elaboração das projecções oficiais do País.<sup>27</sup> Há um declínio gradativo em fertilidade de 5.7 em 1997 a 3.9 em 2020; esperança de vida (sem SIDA) aumenta de 42 em 1997 a 55 em 2020.

Para a nossa base, ou cenário mais provável (BaseSIDA), reproduzimos as projecções da prevalência do HIV feitas pelo Ministério da Saúde e do Instituto Nacional de Estatística.<sup>28</sup> Em estas projecções, a prevalência do HIV aumenta de 16% a 17% e continua constante depois disso. Além do cenário base, nós apresentamos outros seis, dois dos quais têm suposições diferentes quanto a difusão do HIV (um cenário SemSIDA e um cenário de SIDAAlta), e quatro têm diferentes suposições sobre intervenções. Os cenários são:

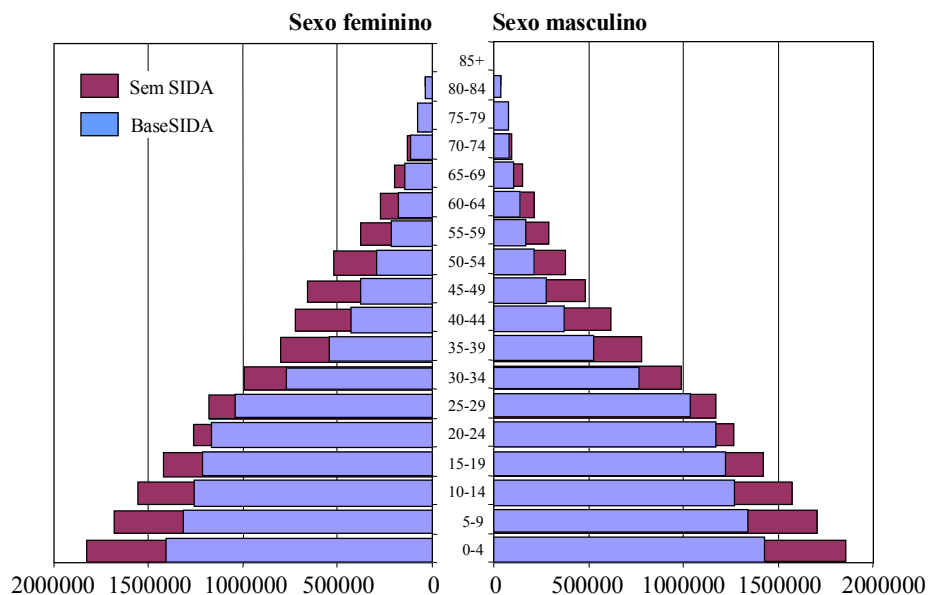
1. BaseSIDA, onde há um pequeno aumento no uso de preservativos de 3% entre as mulheres e 9% entre homens em 1997.<sup>29</sup> O uso de preservativo aumentaria só devagar para 10% até 2020. A taxa de prevalência-para-incidência está projectada para reproduzir a prevalência constante de 17% projectada pelo Ministério da Saúde e Instituto Nacional de Estatística.<sup>30</sup> Suposições sobre fertilidade e mortalidade são aquelas da projecção da população nacional feita pelo Instituto Nacional de Estatística. Acreditamos que este cenário seja otimista.

2. SemSIDA, um cenário onde a prevalência do HIV em 1997 e todos os anos precedentes está posto em zero. Este é usado puramente para propósitos comparativos para avaliar o impacto da epidemia.<sup>31</sup>
3. SIDAAlta, pressupõem que a epidemia progredirá continuamente seguindo os passos de países vizinhos como Botswana e a África do Sul até atingir uma prevalência de HIV os 39% no ano 2020 antes de se estabilizar em 40% em 2025. Este é um cenário pessimista.
4. SIDASexoSeguro, que tem as mesmas suposições sobre a taxa de prevalência-para-incidência que a BaseSIDA, mas o uso do preservativo é bem mais alta, isto é 40% até 2010 e 80% até 2020. Esta situação recria desenvolvimentos em Uganda, onde o sexo seguro tem aumentado rapidamente.<sup>32</sup>
5. SIDAVacina, pressupõe que a vacina barata contra o vírus do HIV estará disponível em 2010 e que a partir do ano 2014 todos os infectados teriam sido vacinados.
6. SIDAProgressãoBaixa, considera-se um declínio de 45% na velocidade de progressão de HIV para SIDA, essencialmente estendendo a expectativa de vida daqueles que são soro-positivos, similar ao que há ocorrido em países desenvolvidos.
7. SIDA3Políticas, que combina as três políticas de intervenção.

### 3.1.3 Resultados dos Cenários de HIV/SIDA

Do ponto de vista demográfico, o HIV/Sida afecta tanto o tamanho como a estrutura e composição duma população. A estrutura da população dos países menos desenvolvidos, como Moçambique, é geralmente caracterizada por uma pirâmide muito larga na base e estreita no topo como reflexo das elevadas taxas de fecundidade e da redução gradual da mortalidade.

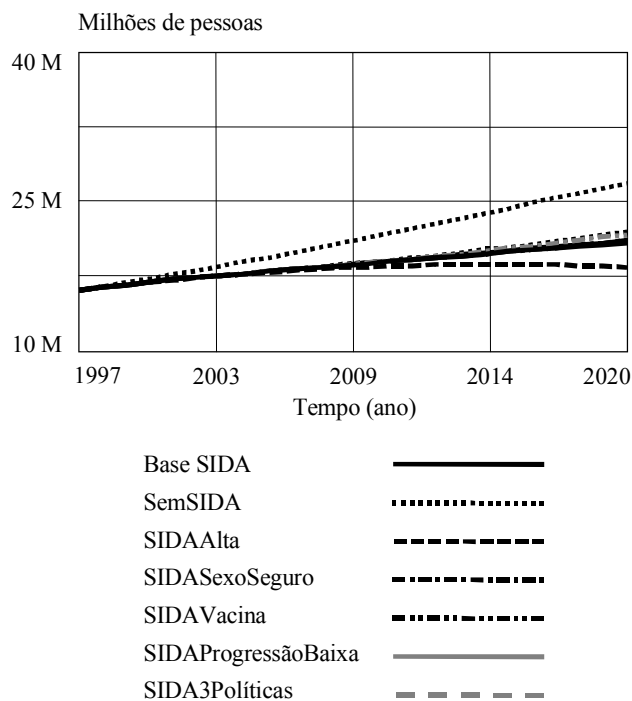
Num contexto de países seriamente afectados pelo SIDA, a tradicional pirâmide etária da população começa a ser alterada. Sabe-se que o SIDA, em média, reduz em 30% a taxa global de fecundidade. A mortalidade infantil aumentará. Grandes porções de adultos de idade 30–49 morrerão da SIDA, causando dois grandes amassados (um para cada sexo) na pirâmide, enquanto os efeitos na faixa etária de 20–29 são bem menores. Figura 4 demonstra a estrutura etária da população em 2020 como teria sido sem HIV/SIDA e como poderá ser de acordo com o cenário BaseSIDA. Um resultado interessante é que a proporção de dependência, idades 0–14/idades15–64, é o mesmo nos dois cenários; em outras palavras, haverá o mesmo número de adultos cuidando de crianças em ambos cenários. Porém, muitas crianças serão órfãs da SIDA vivendo, provavelmente, com parentes, sendo que alguns talvez nem tenham mais parentes próximos.



**Figura 4.** Estrutura de idade e sexo em 2020 de acordo com os cenários BaseSIDA e SemSIDA.

Na Figura 5 vemos o impacto de HIV/SIDA no tamanho da população. Se não existisse a epidemia, a população atingiria a 26.8 milhões no ano 2020. Esse número é 6 milhões a menos, isto é, 20.8 milhões com o cenário BaseSIDA; com o SIDAAlta, a população em 2020 seria de somente 18.4 milhões e caindo. A longo prazo, se não forem tomadas medidas eficientes para combater a doença, a esperança de vida poderá ser inferior 4 a 9 anos do que se esperaria na ausência do HIV/Sida.

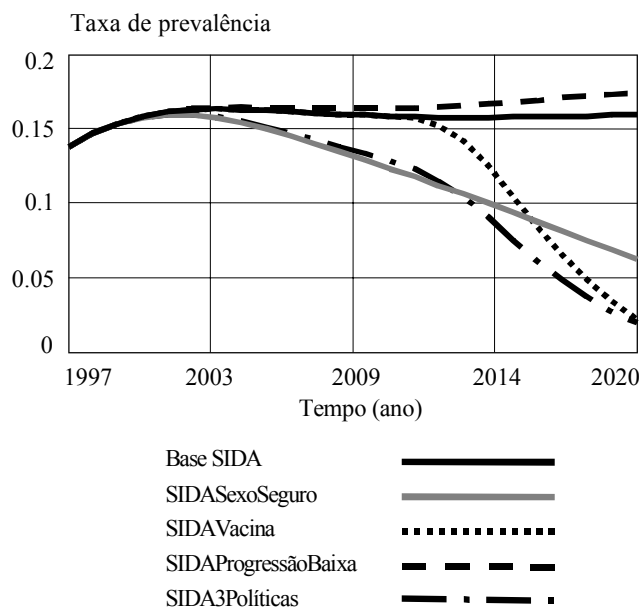
Enquanto as três suposições sobre a velocidade da difusão de HIV/SIDA fazem grande diferença ao tamanho da população, o impacto das várias políticas de intervenção é bem menor, tão pequeno que são quase imperceptíveis na figura. A razão por esses impactos minúsculos até 2020 está no momento de HIV/SIDA. Mortalidade e tamanho da população não são afectadas até 7–10 anos após novas infecções ocorrerem. Até em uma situação puramente hipotética sem as ademais infecções de 2001 e adiante, mortes de SIDA ainda continuariam a subir por quase mais uma década antes de cair. Se a vacina, o uso do preservativo e a baixa progressão de intervenções não forem totalmente implementadas até 2010 ou mais tarde, o efeito na população até 2020 será pequeno. Porém, se nós estendermos as projecções de população, digamos até 2050, o grande impacto é visível: com os cenários



**Figura 5.** Tamanho da população em 2020 de acordo com sete cenários de população e HIV/SIDA.

SIDASexoSeguro e SIDAVacina a população seria de 32.3 e 34.0 milhões, respectivamente, comparado a somente 22.3 milhões no BaseSIDA sem intervenções.

O primeiro impacto de intervenções HIV/SIDA é reduzir a taxa de prevalência HIV, demonstrado na Figura 6. Aqui, vemos grandes diferenças por cenário. Uso mais alto de preservativo, a partir de 2000, começaria a abaixar a taxa de prevalência imediatamente. Até sem además intervenções, a prevalência seria de somente 6.2% em 2020. Presumimos que uma vacina será implementada bem mais rápido que uso de preservativo, porém o uso de preservativo é preferível porque é uma medida que pode ser implementada desde já, enquanto que a vacina é incerta. A intervenção que não reduz a prevalência, mas de fato a faz subir levemente, é a SIDAProgressãoBaixa. O resultado direto de prolongar o período de incubação do HIV é que as pessoas com o vírus vivem mais, mas isso também quer dizer que elas têm como passar o vírus para mais pessoas. Ainda assim, os níveis baixos de progressão são essenciais por razões humanitárias, e deve ser buscado quando disponível. Uma



**Figura 6.** A taxa de prevalência de HIV em 2020 de acordo com o cenário BaseSIDA e quatro cenários de intervenção.

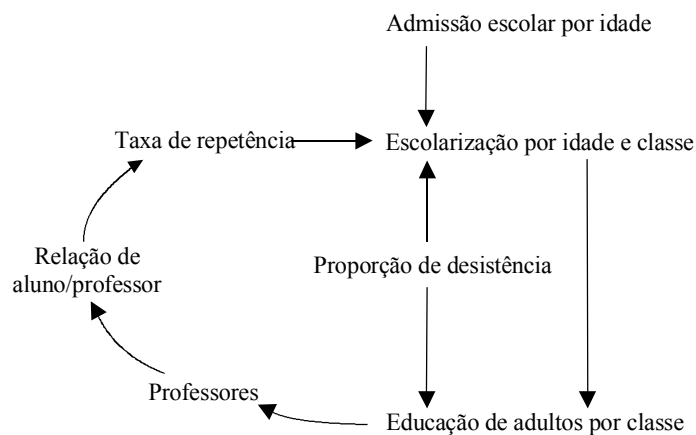
boa estratégia é combinar todas três intervenções, demonstrado no cenário SIDA3Políticas. Isto leva a menor taxa de prevalência até 2020.

A lição principal destes cenários é que a redução de HIV/SIDA requer dedicação a longo prazo. O indicador maior do sucesso de uma política de prevenção é a taxa de prevalência, que deve declinar. Mais tarde, menos mortes pela SIDA seguiriam. Do *Inquerito Demográfico e de Saúde 1997*, sabemos que a maioria das pessoas têm ouvido falar de HIV/SIDA, mas a maior parte delas não há mudado seu comportamento sexual. Portanto, recomendamos uma campanha grande e activa para promover o uso de preservativo.

## 3.2 Educação

### 3.2.1 Descrição do Modelo

Basicamente, os presentes níveis baixos de realização educacional entre adultos Moçambicanos são frutos de um passado de baixas taxas de escolarização. Da mesma forma, para projectar a formação adulta futura – o ingrediente essencial do desenvolvimento – é necessário começar com projecções de escolarização, incluindo admissão escolar e a taxa de desistência.



**Figura 7.** Diagrama de escolarização, dinâmicas de contratação de professores, e repetência.

Em Moçambique, a entrada na escola ocorre em muitas idades, começando com 5 anos e se estendendo até o jovem adulto. A maioria das pessoas que ingressam na escola estão entre as idades de 5 e 12. Semelhantemente, a saída da escola ocorre por todo o ciclo escolar. Em cada classe entre 6% e 47% dos estudantes saem (as porcentagens mais altas de desistência ocorrem nas transições de um nível escolar ao próximo). A maioria das pessoas, mas nem todas, que deixam a escola são adolescentes. Esta situação complexa é captada por um modelo com taxa de escolarização por idade 5–34 e cada classe de 1–12, assim como matrícula universitária em categoria separada (veja Figura 7).

Uma preocupação em particular para o país é se haverá suficiente número de professores, particularmente no nível primário. Esta preocupação é mais aguda em face a epidemia de HIV/SIDA. Se espera que professores tenham completado o programa de CPFF, mas em muitos casos, a falta de graduados leva ao emprego de pessoas que simplesmente não completado um mínimo de educação geral.<sup>33</sup> O número de professores é importante porque eles são necessários para preencher novas salas de aula; além disso, a relação de aluno/professor é uma medida de qualidade escolar. Uma análise transversal de países africanos em 1995 evidencia que onde a relação de aluno/professor é mais baixa, a taxa de repetência também o é.<sup>34</sup> Repetentes, que são 24% de todos os alunos em Moçambique, influenciam matrícula e contribuem muito para a ineficiência escolar. Esta dinâmica é também demonstrada na Figura 7.

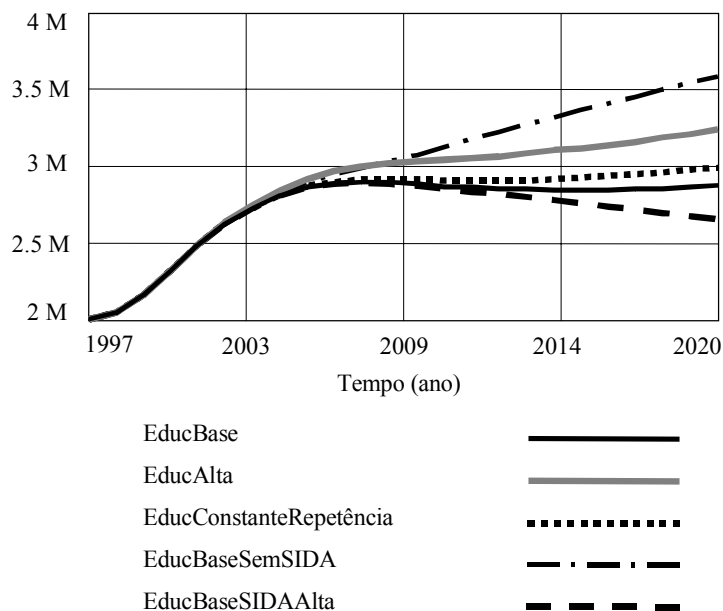
### **3.2.2 Cenários para educação**

Os cenários para educação calculam os alunos e estudantes e a formação de adultos, que é uma parte essencial dos cenários de desenvolvimento económico discutidos na Parte 3.3.3. Também calculam o número de professores, a relação de aluno/professor e a taxa de repetência como medidas de qualidade escolar. Además, diferentes níveis de HIV/SIDA são incluídos em todos os cenários. Cinco cenários foram estabelecidos:

1. EducBase, no qual a taxa de admissão escolar se estabiliza em 100% até 2001, e a taxa de desistência continua constante de 1997 adiante, como parecem ter feito de 1997 a 2000. Docentes de nível primário 1<sup>o</sup> grau são contratados do grupo de pessoas que saíram da escola com 8<sup>a</sup> classe ou superior. A proporção de contratos é programada para alcançar o objectivo de menos de 30 estudantes por professor até 2020, reduzido de 62 em 1999. A taxa de repetência é sensível à relação de aluno/professor: quando há mais professores, a taxa de repetência é mais baixa. Ela cai de 0.23 com a relação de aluno/professor de 62 a 0.09 quando a proporção é de 30. As suposições de população são idênticas àquelas em BaseSida.
2. EducAlta, que considera a possibilidade de reduzir taxas de desistência durante os próximos 20 anos na escola e na universidade. Assim que admissão escolar quase total for atingida, é lógico concentrar esforços na redução na perda de estudantes por toda sua vida escolar. Com a contínua expansão da economia, melhorias no sistema escolar seriam mais fáceis de financiar.
3. EducConstanteRepetência, com porcentagens inflexíveis de repetência, independente da relação de aluno/professor, é calculado para medir a extensão da ineficiência gerada por repetência.
4. EducBaseSemSIDA, que é calculado para ver o que teria acontecido sem a epidemia.
5. EducBaseSIDAAlta, que é calculada para testar o quanto é sensível o sistema de educação a um resultado possivelmente pior da epidemia.

### **3.2.3 Resultados dos cenários de educação**

Em 2000, havám 2.6 milhões de alunos em escolas primárias e secundárias. No cenário EducBase, o número total de alunos em todos os níveis aumentará nos próximos 20 anos, como tem nos últimos oito anos desde o acordo de paz. Até 2020, com EducBase, haverá 4.1 milhões de estudantes. Enquanto isso é uma aumento substancial, ele reflete uma taxa de crescimento em taxa de escolarização anual bem mais baixa da que ocorreu de 1997–2000. HIV/SIDA é factor atrapalhando o crescimento.



**Figura 8.** Alunos na escola primária (classes 1–7) em cinco cenários para educação, de 1997–2020.

Fora a uma subida em número, haverá uma mudança na composição dos alunos por classe. Ao passo que em 2000, 88% de todos os alunos estavam matriculados na primária 1º grau (classes 1–5), até 2020, EducBase projecta que esta proporção seja 74%. A proporção de alunos na escola secundária sobe de 3% em 2000 a 11% em 2020. Esta tendência é aparente em todos os cenários.

O aumento do número de alunos primários perderá velocidade em cerca de 2005 (visualizado para os cinco cenários na Figura 8) por causa da taxa de admissão. A taxa de admissão é presentemente quase universal e é projectada para permanecer constante, para que os únicos aumentos de matriculação pela primeira vez na 1ª classe venham com o crescimento da população. Com essa admissão quase constante, a subida rápida em número de alunos primários dos últimos oito anos continua por só mais cinco anos, até as classes 1–5 serem preenchidas. Neste momento, o nível de escolarização refletirá o tamanho da população, uma taxa de admissão universal, e taxas de repetição e retenção escolar que prevalecem.

Sem HIV/SIDA, a escolarização primária continuaria a subir além de 2005, apesar de bem mais devagar de que recentemente, para 3.6 milhões em vez dos 2.9 milhões projectados no cenário EducBase. Em outras palavras, até 2020, 700,000 alunos estão perdidos às escolas primárias por causa da HIV/SIDA,

**Tabela 1.** Número total de estudantes em escola primária, secundária, e universidade em 1997 e em 2020 de acordo com cinco cenários.

	Primário	Secundário	Universidade
1997 <sup>35</sup>	2.0 milhões	51,285	6,528
2020			
EducBase	2.9 milhões	343,488	49,317
EducAlta	3.2 milhões	774,668	104,133
EducConstanteRepetência	3.0 milhões	242,672	31,579
EducBaseSemSIDA	3.6 milhões	397,615	51,461
EducBaseSIDAAlta	2.7 milhões	334,495	49,005

alguns por causa de mortes prematuras, alguns porque HIV abaixa a fertilidade. Com EducBaseSIDAAlta o número de alunos primários.

Um segundo factor, porcentagens mais baixas de repetência, tem o efeito de baixar a escolarização em escola primária, apesar de nem tanto quanto HIV/SIDA (compare EducConstanteRepetência com EducBase). Com repetência constante em 0.23, o número de alunos primários atingia 3.0 milhões de estudantes em 2020, que é 100,000 a mais que em EducBase, onde a repetência cai para 0.09 até 2020. Claro, a redução de alunos devido a baixa repetência é boa coisa, ao passo que a perda de alunos devido a HIV/SIDA não é.

Alguma compensação das perdas de alunos poderia vir de porcentagens mais baixas de desistência. No cenário EducAlta, matriculação no primário é aproximadamente metade entre o cenário EducBase e o cenário sem HIV/SIDA.

Tabela 1 mostra os cinco resultados de cenários para o número de alunos primários, secundários, e estudantes no superior em 2020. Em todos os cinco cenários, a população estudantil é maior em 2020 que em 1997. Porém, alunos secundários e estudantes no superior, mesmo sendo menos que alunos primários em termos absolutos, crescem mais em termos relativos. Em três cenários com variações EducBase e HIV/SIDA (EducBase, EducBaseSemSIDA, EducBaseSIDAAlta), alunos secundários e universitários aumentam de 6–7 vezes, de 51,000 a mais de 300,000 em secundário, e de menos de 7,000 a cerca de 50,000 na universidade.

O que vemos aqui é o efeito da expansão de admissão escolar. Quando admissão escolar sobe, se torna evidente primeiramente na 1ª classe, e gradualmente continua no restante das classes. Assim que a admissão escolar estabiliza, primeiro as classes primárias são “preenchidas” por mais 5–7 anos. Depois, as classes secundárias começam a preencherse. Isto demora mais que 20 anos, devido em parte ao efeito da taxa de repetência. Por último, a educação superior beneficia-se e continua a expandir por muito tempo depois da

estabilização do nível secundário. Em países industrializados, por exemplo, a matrícula no nível superior ainda está crescendo.<sup>36</sup>

Porcentagens mais baixas de desistência (EducAlta) tem um efeito particularmente grande na educação secundária e superior. Matrícula nestes níveis seria duas vezes mais alta comparado com EducBase em 2020. O acréscimo seria de 15 vezes em ambos os níveis mais altos, refletindo um crescimento médio anual de 14% de 1997–2000 (este crescimento é mais devagar que aquele de 1995–2000).

Repetência, que presumimos ser primariamente um resultado da relação de aluno/professor, faz um papel interessante na composição dos alunos. Presentemente, a média de repetência é de 0.23. Se a repetência fosse permanecer constante, haveria mais estudantes primários, e bem menos secundários e universitários. Em parte, isto é devido à maneira que o modelo é formulado. Em nosso modelo, desistência escolar é uma função de idade, que significa que cada cenário dá aos alunos um número de anos na escola antes de saírem, em vez de um certo número de classes que terminariam. Quando repetência é mais alta, menos crianças passam pelas classes mais elevadas, que quer dizer que mais permanecem no primário e menos vão adiante para os níveis superiores. Em termos relativos, uma repetência alta constante custaria um terço dos alunos secundários comparado ao cenário EducBase (mas mesmo nesse caso, o número de alunos secundários quadruplica).

A consequência destes cenários é que na próxima década, terá de haver uma mudança de foco de construção de mais escolas primárias para a construção de mais escolas secundárias.

Claramente, será desejável, melhorar os dois indicadores relativos a qualidade escolar, isto é, taxa de repetência e de relação de aluno/professor, mas uma preocupação real é se haverá suficientes professores qualificados, particularmente com futuras mortes de SIDA. Para chegar a um objectivo de 30 professores por aluno, o aumento anual no número de professores continua até 2020, apesar da taxa do aumento anual declina de cerca de 3,000 por ano a pouco mais que 1,000 professores. O modelo não formula explicitamente um treinamento profissional porque, no momento, muitos professores são contratados sem qualificações oficiais, e só com um nível mínimo de educação geral. Por isso, presumimos que o fundo de professores potenciais é simplesmente aqueles que deixam a escola na 8ª classe ou mais. A variável do cenário é a “proporção daqueles que deixam a escola e são contratados como professores.” Em 1997, supomos que era 1.5%.<sup>37</sup> Em EducBase, até 2020 supomos que seria mais baixo, isto é 0.7%. É o suficiente para alcançar a relação de aluno/professor de 29. Isto é possível porque 1) o número de alunos primários estabiliza, enquanto 2) o número de pessoas com classes superiores continua a aumentar por todo o período de projecção.

**Tabela 2.** Relação de aluno/professor e taxa de repetência escola primária 1º grau, em 1997 e em 2020 de acordo com cinco cenários de educação.

	Relação de aluno/professor	Taxa de Repetência
1997	61	0.23
2020		
EducBase	29	0.09
EducAlta	29	0.09
EducConstanteRepetência	36	0.23
EducBaseSemSIDA	32	0.10
EducBaseSIDAAlta	29	0.09

Surpreendentemente, as suposições da SIDA e proporções mais baixas de desistência quase não tem nenhum impacto especial nesta dupla de variáveis, como pode ser visto na Tabela 2. HIV/SIDA reduz o número de nascimentos, e, portanto, alunos, na mesma proporção que reduz professores. Este modelo não inclui os efeitos perturbadores da SIDA, como uma movimentação maior de professores ou uma perda geral de população, então pode ser que haja outros efeitos negativos que não estão incluídos aqui. Taxas mais baixas de desistência (EducAlta) não afetam estes números; elas levantariam o número de alunos em nível primário e, ao mesmo tempo, o número de pessoas deixando a escola depois de classes mais altas.

Em resumo, taxa de escolarização em Moçambique continuará aumentar nas próximas duas décadas, com crescimento particularmente forte nos níveis mais elevados. Esforços para reduzir proporções de desistência e repetência frutificarão em forma da subida em inscrição secundárias and universitárias – tanto quanto seu dobro ou triplo. HIV/SIDA resultará em menos professores, mas também em menos alunos, e o efeito total na relação de aluno/professor é pequeno, se não há outros factores perturbadores vindo da epidemia. A seguir, olharemos como taxa de escolarização é traduzida em formação de mão-de-obra.

### 3.2.4 Impacto da educação e HIV/SIDA na mão-de-obra

Educação faz duas coisas a mão-de-obra: aumenta o nível de formação e portanto a produtividade dos trabalhadores, e move as pessoas para as cidades (porque quanto mais instruída a pessoa é, quanto mais provável é que ela viva em ou se mude para uma zona urbana). Enquanto isso, SIDA tira pessoas da mão-de-obra, através da morte e por tratamento domiciliar de pacientes da SIDA. Nosso modelo calcula estes efeitos para a mão-de-obra urbana e rural.

Además, incluímos uma independente força migratória, urbana e não-relacionada à educação, assim que, com o tempo, mesmo dentro de cada nível educacional, proporções maiores vivem nas cidades (1% por ano nas categorias sem educação ou com educação média no cenário EducBase). Os resultados dos cenários da mão-de-obra seguem diretamente dos cenários acima de educação, com o acréscimo do componente migratório não-relacionada a educação.

As forças unidas da educação, migração rural-urbana não-relacionada a educação, e HIV/SIDA tem um impacto enorme na mão-de-obra. Primeiro, deixe-nos discutir a educação. A Tabela 3 mostra o nível de educação concluído de adultos com acima de 15 anos de acordo com dois dos cenários de educação acima, isto é EducBase e EducAlta. HIV/SIDA não tem impacto sobre a distribuição proporcional da educação entre adultos, pelo menos, não com as dinâmicas que são cobertas pelo modelo.

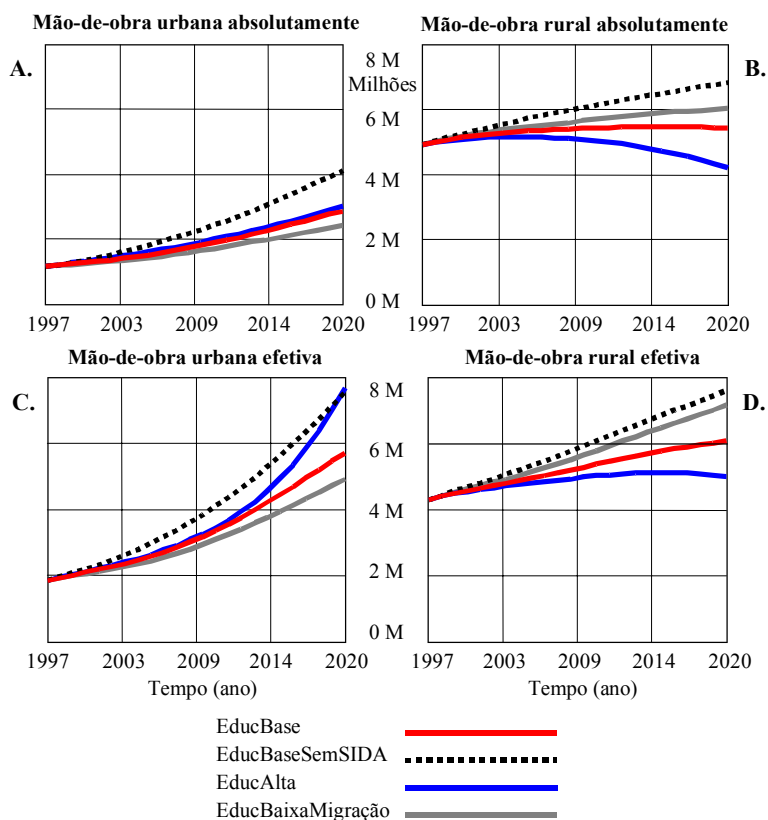
A tabela mostra que apesar da subida nos níveis educacionais, ainda haverá uma proporção de tamanho significativo de adultos com nenhuma ou muito pouca educação até 2020 por causa de atrasos programados na estrutura etária (muitas pessoas sem uma educação hoje ainda estarão vivas daqui a 20 anos). Por outro lado, a proporção de adultos com o primário completo, secundário completo, ou grau universitário, enquanto estava baixo em 1997, em 2020, aumentará muitas vezes. Em particular, as mulheres passam a experimentar grandes ganhos. A proporção de mulheres com educação primária completa sobe de 2% em 1997 a 8%–10% em 2020 (dependendo do cenário). O aumento na educação secundária é ainda maior: as mulheres com o secundário completo sobem de 0.3% to 0.7%–3.3%. As mulheres alcançam os homens nos dois níveis de educação porque a taxa de matrícula hoje está mais igual do que tem sido no passado.

**Tabela 3.** Nível de educação concluído de adultos de idade de 15 e acima, de acordo com dois cenários para educação.

	Sem Instrução	Classes 1–6	Primário 2o grau Completo (classe 7)	Secundário completo (classe 12)	Grau Universitário (ambos os sexos)
<b>Masculino</b>					
1997 <sup>38</sup>	42	51	6	1.0	0.12
2020 EducBase	29	56	13	1.9	0.40
2020 EducAlta	29	51	15	5.0	0.97
<b>Feminino</b>					
1997	61	37	2	0.3	
2020 EducBase	46	45	8	0.7	
2020 EducAlta	46	40	10	3.3	

Essas mudanças na educação tem impacto na mão-de-obra urbana e rural para o benefício das áreas urbanas. Além disso, HIV/SIDA e a migração não relacionada à educação são importantes. Figura 9 mostra a mão-de-obra urbana (painel A) e rural (painel B) seguindo dos três cenários para educação mencionados acima, EducBase, EducAlta, e EducBaseSemSIDA, juntamente com um quarto cenário que ignora migração não-relacionada a educação, EducBaixaMigração, que fora a isso é idêntica ao EducBase.

Se não existisse HIV/SIDA (uma comparação puramente hipotética), a mão-de-obra rural continuaria a crescer, apesar de aumentos em educação e migração. Sendo assim, com o cenário EducBase há estagnação, em parte devido a migração, como demonstrar uma comparação com EducBaixaMigração; outra parte é devido à SIDA (compare a EducBaseSemSIDA). Sem HIV/SIDA, a mão-de-obra rural em nosso cenário é



**Figura 9.** Mão-de-obra absoluta e efectiva rural e urbana de acordo com quatro cenários.

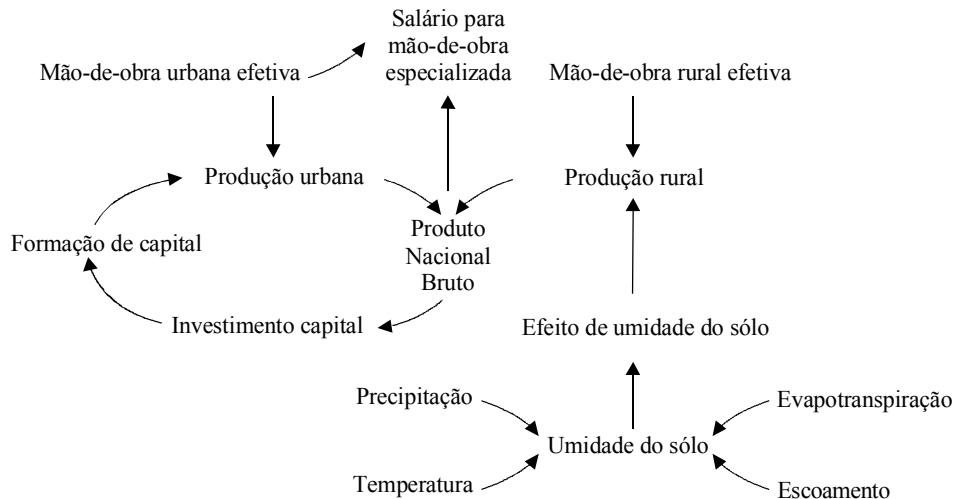
de 6.8 milhões em 2020; com SIDA, é de 5.4 milhões, uma perda de 21%.<sup>39</sup> Se houvesse alguma melhoria em retenção escolar (EducAlta), a mão-de-obra rural em realidade começaria a declinar significativamente. A inversão do crescimento de uma população rural do sub-Saara é altamente inesperada. Porém, um modelo semelhante também encontra este fenômeno em Botswana e Namíbia. Os possíveis impactos económicos são discutidos na Parte 3.3.3. Enquanto isso, espera-se que a mão-de-obra urbana continue a crescer, mesmo que isso ocorra mais devagar devido a HIV/SIDA.

Enquanto que o tamanho absoluto da mão-de-obra diz alguma coisa, uma verdadeira reflexão do potencial económico de trabalhadores inclui tanto o nível de educação quanto o tamanho. Para captar este potencial económico, calculamos a mão-de-obra efetiva separadamente do tamanho absoluto da mão-de-obra. A mão-de-obra efetiva incorpora o peso de produtividade relativa dado cada nível de educação.<sup>40</sup> Em particular, o peso da produtividade faz uma grande diferença em mão-de-obra efetiva urbana (Figura 9, painel C). Em todos quatro cenários, a mão-de-obra efetiva urbana sobe inclinadamente, apesar da HIV/SIDA. As suposições de alta educação são até suficientes para contrariar perdas de população por causa de HIV/SIDA (compare EducAlta com EducBaseSemSIDA). Isto não deve nos deixar conformados com HIV/SIDA, porque os níveis de educação mais elevada podem também ocorrer sem a epidemia, e de fato, são assim mais prováveis a fazê-lo. Devido a produtividade a efetiva mão-de-obra rural (Figura 9, painel D) poderia continuar a subir nos próximos 20 anos apesar de HIV/SIDA e migração rural-urbana, mas bem mais devagar que a urbana. Apesar das áreas rurais se beneficiarem com a educação, o fazem menos que as cidades.

### **3.3 Desenvolvimento Económico e Ambiente**

#### **3.3.1 Descrição do modelo económico e de água**

Nesta parte, moveremos rapidamente do centro para a parte de fora dos círculos concêntricos (recorde a Figura 1), para incluir desenvolvimento económico e o meio-ambiente. De muitos factores ambientais, selecionamos a água – a precipitação e a umidade do sólo – para modelar. Figura 10 mostra um diagrama do modelo da economia e da água. Produção económica é dividida em sectores urbano e rural (equivalente a indústria e serviços versus agricultura). Produção urbana é definida por uma função Cobb-Douglas,<sup>41</sup> que inclui mão-de-obra efetiva urbana, formação de capital, e produtividade. Formação de capital é determinada pelo investimento doméstico, isto é, uma taxa do PNB. Também calculamos o salário para mão-de-obra altamente especializada.<sup>42</sup> Produção agrícola é essencialmente a função da efetiva mão-de-obra rural, produtividade, e o efeito da umidade do sólo e da precipitação.



**Figura 10.** Diagrama de dinâmicas econômicas e ambientais captadas nos modelos económicos e para água.

O modelo da água usa uma simple abordagem hidrológica de base física, para calcular a umidade do solo.<sup>43</sup> O modelo inclui 25 áreas nacionais e internacionais de colheita pluvial, que suprem água para os principais rios internacionais que passam por Moçambique. Nem toda a água é disponível para extração ou para a agricultura. A maior parte dela se perde por evapotranspiração e escoamento. O modelo calcula as dinâmicas complexas e não-lineares desses processos, incluindo precipitação, temperatura, pressão de vapor, latitude, e a capacidade umidade do solo. Infelizmente, não foi possível encontrar dados, que nos permitiriam modelar em detalhe os efeitos do tempo e quantidade de precipitação na produção agrícola. A conexão entre a precipitação e a colheita é portanto muito simples: uma curva especificando a redução relativa da colheita é uma função da falta de precipitação em março.

### 3.3.2 Cenários do desenvolvimento económico e clima

Cenários económicos diferentes emergem diretamente das variações de HIV/SIDA e educação discutidas acima, ambos o tamanho da mão-de-obra e seu nível de formação são afectados. Nesta parte discutimos três deles:

1. EconBase, que incorpora as suposições de EducBase.
2. EconSemSIDA, com as mesmas suposições de EducBaseSemSIDA.
3. EconEducAlta, com as mesmas suposições de EducAlta.

As suposições econômicas em estes cenários são que a produtividade da mão-de-obra só muda através de maior formação e que a proporção do investimento doméstico é 20% do PNB de 2000–2020. O modelo é calibrado com dados históricos de 1997–1999.<sup>44</sup>

Em um cenário adicional, EconProdutiva, ganhos em produtividade dos dois sectores económicos são acrescentados. Maior produtividade urbana pode vir de, por exemplo, modernização de capital, a mudança para actividades de maior valor, organização burocrática melhor, ou um avanço de infra-estrutura de energia, água, e transporte. No sector rural, a receita convencional para ganho em produtividade inclui variedades híbridas de plantações de alta produção, irrigação de larga-escala, uso de fertilizante e pesticida, monocultura, e mecanização. Em recentes anos, há crescido o reconhecimento de que a produção de pobres, pequenos agricultores pode ser beneficiada bem mais com métodos mais simples, como fertilizantes naturais, controle natural de pestes, o uso de animais, pequenas construções para irrigação e recolhimento de água, agricultura de contorno, etc. Em nossos cenários, pressupomos que dobre a produção por trabalhador, que é 50% mais que no cenário Base, como resultado de uma campanha activa para alcançar todos os agricultores. Isto reflete um valor realista (e até baixo) encontrado em estudos trabalhando com as melhorias de pouco gasto como as citadas acima.

No quinto cenário, EconClimaMudança, consideramos o impacto de mudança climática especialmente na produção rural. *Global Circulation Models*<sup>45</sup> prevê que a chuva aumente 12% em média para Moçambique e uma subida em temperatura de 1.5 graus por 2020.

Finalmente, EconBaixaInvestimento calcula a produção com um investimento baixo de 10% do PNB em capital urbano por ano de 2000 por diante. Este pode ser um dos impactos de HIV/SIDA porque investidores estrangeiros se espantam com a epidemia.

### **3.3.3 Resultados de cenários de desenvolvimento económico e clima**

Todos os cenários levam a níveis mais altos de produto até 2020, como é visto na Tabela 4. O cenário SemSIDA nos permitiria alcançar uma taxa de crescimento do PNB real de, em média, 6.6% por ano. Com HIV/SIDA no cenário Base, a taxa de crescimento é somente 5.7%. A renda per capita em 2020 seria \$511 (1995 dólares, não corrigidos por paridade com poder consumidor) no cenário Base. É em realidade um pouco mais alto que sem HIV/SIDA, porque um dos factores de produção, isto é capital, não é reduzido pela epidemia. Porém, estes ganhos não levam em conta os prováveis efeitos perturbadores da epidemia que poderiam abaixar o PNB e o produção per capita mas que em nosso cenário.

**Tabela 4.** Produção urbana e rural (em milhões de dólares de 1995), produto per capita nacional e rural (em dólares de 1995), em 1997 e em 2020 de acordo com seis cenários.

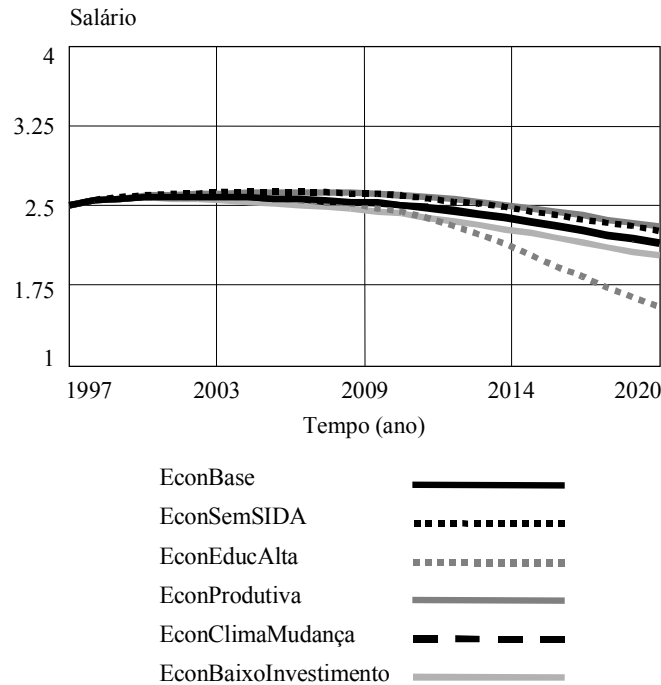
	Produção Urbana	Produção Rural	PNB per capita	Produção rural per capita
1997	1,757	909	165	79
2020				
EconBase	9,244	1,411	511	111
EconSemSIDA	11,578	1,769	497	111
EconEducAlta	11,299	1,164	601	117
EconProdutiva	11,786	1,924	658	151
EconClimaMudança	9,278	1,433	514	113
EconBaixoInvestimento	6,928	1,411	400	111

Em todos seis cenários, produção urbana é bem mais alta em 2020 que foi em 1997 (1.757 bilhões 1995 dólares). Até 2020 no cenário Base, seria mais de 9 bilhões, e com algum acréscimo em educação ou produtividade, seria em excesso de 11 bilhões. Até investimento baixo leva a quase 7 bilhões em produção urbana. Se o investimento mais baixo (EconBaixoInvestimento) fosse um resultado indireto de HIV/SIDA, então até 2020 a doença teria diminuído o PNB por 40% comparado à situação sem HIV/SIDA. Estes ganhos grandes em vários sectores apesar de HIV/SIDA são resultado da efetiva mão-de-obra urbana. Também, níveis de capital na década de 90 foram tão baixos que o investimento modesto faz grande diferença.

Produção urbana aumenta, mas não tão rapidamente quanto o suprimento de mão-de-obra especializada (nível secundário completo e grau universitário). Em resultado, apesar da mão-de-obra especializada ser muito escassa em termos absolutos, se torna reactivamente menos escassa, e os salários tenderão a declinar durante os próximos 20 anos (veja Figura 11). Este fenômeno, onde mão-de-obra especializada sobe com mais velocidade que a economia, é típica situação seguindo um rápido aumento em matrícula escolar.

Em contraste com a produção urbana, a produção rural tem ganhos bem menores, em parte porque não há crescimento exponencial vindo do investimento em capital. De fato, uma análise da Tabela 4 mostra a vulnerabilidade rural e delinha alguns dos desafios de levantar a renda rural.

O produto rural per capita,<sup>46</sup> que já era bem mais baixa que o produto urbano em 1997, fica ainda mais para trás em todos os cenários. Em 1997, o produto rural per capita foi estimada em \$79 (1995 dólares) comparado a \$165 para o país como um todo. Nos cenários EconBase e EconSemSIDA, a produção rural per

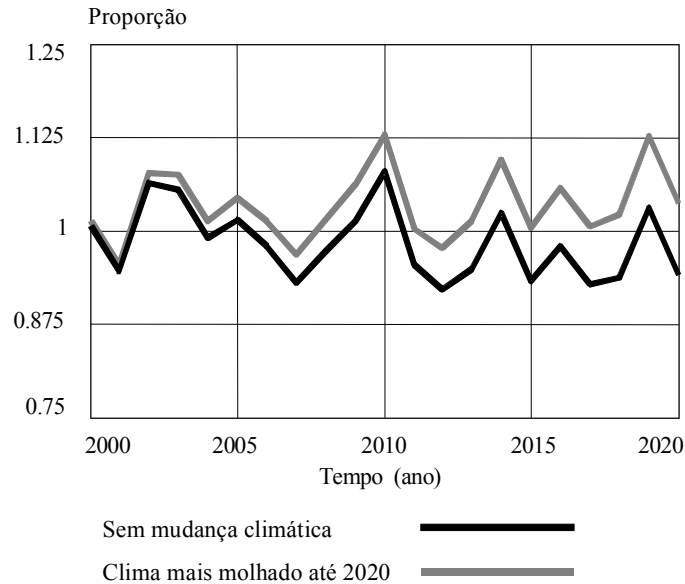


**Figura 11.** Salário para mão-de-obra especializada em seis cenários económicos.

capita aumentaria 40% para \$111, largamente devido a mais pessoas com escolaridade média (classes 4–11 completas). Este ganho falta muito para atingir os \$500 de renda per capita do país total nos mesmos cenários.

Ganhos em produtividade de EconEducAlta tem só um impacto pequeno na renda da população rural, basicamente porque o cenário aumenta principalmente em mão-de-obra especializada (recorde Tabela 3), e as pessoas nesse grupo de trabalhadores 'quase todo se muda para as cidades. Em resultado, o cenário EconEducAlta leva a um acréscimo geral de 20% na renda per capita (um grande retorno por um investimento em escolas!), mas somente 7% nas áreas rurais.

A única intervenção de apreciável efeito na renda rural per capita é o aumento da produtividade (EconProductiva), que pressupomos através de medidas de pouco gasto apropriadas a pequenos agricultores. Com o resultante dobro da renda rural per capita, a incidência de pobreza rural (menos que \$2 por dia per capita em paridade com o poder consumidor declinaria de 90% a cerca de 50, se os acréscimos à receitas fossem espalhados em proporção a presente distribuição de receitas.<sup>47</sup>



**Figura 12.** Umidade relativa do sólo nacional, em dois cenários climáticos. Secas ocorrem quando umidade relativa do sólo cai abaixo de 1.

As áreas rurais são particularmente vulneráveis a variações climáticas, porém, este pode ser um factor que mude em seu favor. O aumento de precipitação por 12% basicamente retira a ameaça de secas sérias até 2012 como se pode ver na Figura 12. Basicamente, a umidade relativa do sólo será acima de 1 todos os anos depois. Em contrapartida, as inundações serão mais frequentes. Infelizmente, os dados que não nos permitiram modelar o efeito de precipitação excessiva ou excessivamente concentrada na colheita, então o efeito total na agricultura em termos de produção média e variabilidade anual, é desconhecido.

### 3.4 Estudo específico: Equilíbrio aquático da Cidade de Maputo

Não há dúvida de que o abastecimento de água da cidade de Maputo e a área ao redor,<sup>48</sup> ou Maputo/Matola como a chamaremos a seguir, não pode absorver muito mais que uma quantia limitada de crescimento na demanda antes que uma expansão do sistema precise ser feita. Neste sentido, Maputo/Matola não é nada diferente de outras cidades, incluindo aquelas de países industrializados. Porém, o crescimento da demanda pode ser muito rápido nos próximos anos, com o aumento da localização de indústrias e pessoas na área de Maputo/Matola. As pressões no sistema e a competição entre diferentes demandas são um exemplo

típico da interacção da população e desenvolvimento com infra-estrutura e o meio-ambiente.

O presente abastecimento de Maputo/Matola é barragem Pequenos Limbobos, que é alimentado pelo rio Umbeluzi. Não se espera que vá fornecer água suficiente nem por outra década. Já há planos para trazer água do rio Incomati ou para extrair água subterrânea. É incerto quanta água será necessária; depende da proporção imigração futura, do crescimento industrial, da proporção de domicílios com água dentro de casa, e da eficiência do sistema de irrigação, para citar algumas variáveis importantes. Também depende da chuva, uma variável altamente incerta em Maputo. Em anos molhados Pequenos Limbobos pode fazer um abastecimento ampla de água, mas não se houver uma série de dois ou três anos de seca. É impossível prever quando as secas ocorrerão; só podemos dizer algo sobre o padrão geral com o qual elas vêm. Para testar estas incertezas fizemos um modelo para um estudo específico de Maputo. Modela o barragem Pequenos Limbobos, incluindo os efeitos da vacilação de precipitação e temperatura, com as quais podemos fazer uma série de variáveis de tempo futuro. Também inclui quatro tipos de demandas: domicíliar, commercial, industrial, e de irrigação, cada qual pode ser variado.

Presentemente, só 29% da população em Maputo/Matola tem água em suas casas; 21% toma água de fontes públicas. Metade das pessoas nas cidades não tem água canalizada alguma, mas usam poços. Claramente, nas próximas décadas, uma das necessidades imperativas é melhorar esse abastecimento. O crescimento da demanda de água domicíliar vem de três tendências: crescimento populacional, mais pessoas com acesso à água canalizada, e um aumento no consumo daquelas que tem água canalizada.

A demanda industrial de água ainda é baixa, pois o desenvolvimento industrial tem somente começado a pegar nos últimos dois anos. Em 2000, Mozal entrou em operação logo ao lado de Maputo. Vai requerer muita água. Mas crescimento incrementado de pequenas indústrias levará a uma subida em demanda industrial de água também.

Com certeza o maior usuário da água de Pequenos Limbobos e do rio Umbeluzi que o alimenta, é a agricultura irrigada. A demanda por água é distribuída desigualmente durante o ano, dependente do ciclo de crescimento das plantações. Em média, 11–15,000 m<sup>3</sup> por hectare é usado todo ano, que significa que a tecnologia da irrigação é reactivamente ineficiente. Em 1997, estimamos que a água para o cultivo de plantações fosse 75% da demanda total na área de Maputo/Matola. Na maioria dos países em desenvolvimento a maior parte da água é usada para a irrigação. A agricultura fornece comida e renda essencial e é bem mais barato fornecer água para irrigação que para o domicílio porque geralmente ela não recebe tratamento.

Os cenários refletem diferentes caminhos de crescimento e políticas em três sectores: domicílios, indústria, e irrigação. Em particular, os cenários focalizam

três assuntos: 1) Por quantos anos mais o abastecimento de Pequenos Limbobos será confiável, dada as suposições alternativas de crescimento? Em outras palavras, quantos anos tem Maputo/Matola para construir uma infra-estrutura que tenha outra fonte de abastecimento? 2) No caso de exaustão temporária da barragem de Pequenos Limbobos, quais são as melhores políticas? Se ocorrer que, devido a uma série de anos secos, por exemplo, a barragem de Pequenos Limbobos caia abaixo do nível crítico, a cidade será forçada a tomar medidas para o racionamento de água. 3) Muito depende dos padrões de precipitação, que são incertos, particularmente quando incluímos mudança climática, e incluímos explicitamente a incerteza. Sete cenários são discutidos nesta parte:

1. MaputoBase. Neste cenário, a população de Maputo/Matola cresce 4% anualmente.<sup>49</sup> A proporção de pessoas com conexões dentro de casa ou em seus quintais sobe de 0.29 a 0.82 em 2025,<sup>50</sup> e seu consumo per capita de água sobe também. A demanda geral industrial e comercial sobe 6% por ano. Além disso, demanda industrial é aumentada por uns poucos projectos grandes, como Mozal. A irrigação permanece constante, assim como o clima.
2. BaseMudançaClima. Este é o mesmo do MaputoBase, mas a precipitação média é 12% mais alta até 2020, a suposição média de Global Circulation Models.
3. BaixaPopIndústria. Uma política de descentralização é imediatamente implementada para localizar os focos de crescimento em outras cidades, como Beira. O crescimento da população é só 2% por ano e da indústria 3%.
4. 3Políticas. Além de crescimento da população e industrial mais baixa, o governo busca um programa ativo para aumentar a eficiência da irrigação para 7,000 m<sup>3</sup> por hectare anualmente até 2010. A tecnologia e a implantação desta política entre agricultores seria patrocinada, por exemplo, por subvenções estrangeiras.
5. RacionamentoDomiciliar. Este é o mesmo que o cenário MaputoBase, mas quando a barragem Pequenos Limbobos cai para níveis agudamente baixos, a água é racionada entre domicílios, para que aqueles que tem uma conexão em casa ou no quintal possam usar só 0.6 m<sup>3</sup> por pessoa por dia, em vez de 3.4 m<sup>3</sup> como em 1997.
6. RacionamentoIrrigação. Em vez de domicílios, fazendas são racionadas quando Pequenos Limbobos está perigosamente baixo. Toda água direcionada para irrigação é cortada quando o reservatório tem menos de 100 milhões m<sup>3</sup> (o nível de exaustão é de 63 milhões m<sup>3</sup>).
7. RacionamentoEficienteIrrigação. Este é o mesmo que acima, mas inclui uma política agressiva para subvencionar e implementar tecnologia eficiente para a irrigação.

**Tabela 5.** Demanda de água em Maputo/Matola em 1997 e em 2020 de acordo com três cenários.

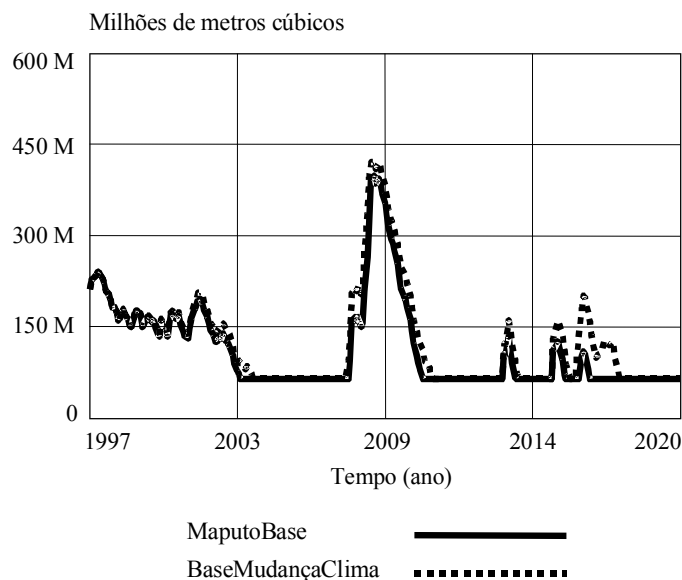
Milhões m <sup>3</sup> per mês, incluindo perdas	MaputoBase		BaixaPop Indústria	3Políticas
	1997	2020	2020	2020
Demanda Domiciliar	2.67	15.26	<b>10.95</b>	<b>10.95</b>
Demanda Industrial	0.44	6.17	<b>2.79</b>	<b>2.79</b>
Demanda Commercial	0.38	0.92	0.92	0.92
Demanda da Irrigação	8.52	8.52	8.52	<b>4.40</b>

Tabela 5 mostra as demandas por água de Maputo/Matola de quatro sectores em 1997 e em 2020 de acordo com três cenários. Em 1997, irrigação é significativamente o maior usuário de água, mas nas duas décadas seguintes, isto mudará. Demanda domiciliar passa da irrigação ao crescer, em termos absolutos, mais que qualquer outra demanda, de menos de 3 milhões m<sup>3</sup> de água por mês para mais de 15 milhões m<sup>3</sup> até 2020. Com uma população menor de 2.4 milhões no cenário BaixaPopIndústria, em vez de 3.3, demanda domiciliar seria menos que 11 milhões m<sup>3</sup> por mês. Demanda industrial tem o maior crescimento relativo de 0.44 a 6.17 milhões m<sup>3</sup> por mês no cenário MaputoBase. Subiria a menos que 3 milhões m<sup>3</sup> por mês em dois cenários políticos. A demanda mensal da irrigação cai para 4.4 milhões m<sup>3</sup> em média por mês no cenário 3Políticas.

Para se ter uma idéia das dinâmicas na barragem Pequenos Limbobos como resultado de variações anuais no tempo, demandas de irrigação diferenciadas por estação, e tendências de demanda a longo prazo, Figura 13 mostra o abastecimento em dois cenários. O padrão de tempo de 23 anos selecionado não tem nem tendência a subir nem a descer em precipitação de 1997–2020.<sup>51</sup>

A figura mostra as variações sazonais dentro do ano causadas pela precipitação e mudanças em demanda de irrigação.<sup>52</sup> Há também maiores variações, que são causadas pelas tendências de demanda e vacilação de total precipitação anual. Um ano seco em 2002 nesta simulação pode exaurir totalmente a barragem. Quando o reservatório alcança 63 milhões m<sup>3</sup> fica funcionalmente vazio, como é demonstrado pela parte plana das linhas do cenário na parte de baixo da figura. Mudança climática, que gradualmente traz mais chuva, dá pouco descanso.

De acordo com esta simulação, o reservatório será exaurido em 2002 independente de mudança climática. Claro, o padrão temporal provavelmente não será exatamente aquele incluído nesta simulação. Para ver o efeito de uma possível série de tempo extremo, mostramos o cenário MaputoBase com uma



**Figura 13.** Abastecimento de água de Pequenos Limbobos de acordo com dois cenários temporal, MaputoBase e BaseMudançaClima.

série seca e uma série molhada (deve-se notar que a série temporal é tomada diretamente de séries históricas como foram gravadas de 1900–1995). As duas extremas séries de tempo são mostradas juntas com o original MaputoBase na Figura 14. Com o MaputoBaseSérieSeca, a barragem fica seca em 2001; com o SerieMolhada, só em 2015. É impossível dizer que série de tempo ocorrerá, mas planejadores têm de tomar precauções razoáveis com respeito à espera do pior.

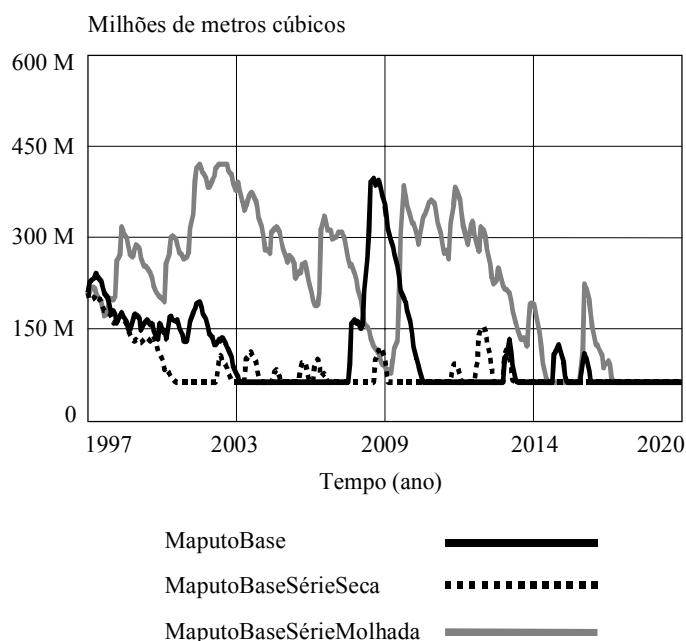
Uma maneira de tomar precauções razoáveis é um cálculo que dá probabilidade cumulativa que a barragem secará, dada uma coletânea de possíveis padrões de tempo. Isto é mostrado na Figura 15 para seis cenários.<sup>53</sup> Passamos uma série de 19 simulações para cada cenário.<sup>54</sup> Para cada ano  $x$  calculamos a proporção de anos em que o reservatório foi exaurido pela primeira vez, antes de e incluindo ano  $x$ . A figura mostra que mesmo os presentes níveis de uso, há uma possibilidade baixa de que a barragem poderia secar, se houvesse uma desafortunada série de secas. Na discussão dos cenários abaixo, dizemos que uma razoável precaução com respeito a confiabilidade do reservatório é quando a probabilidade cumulativa que a barragem secará é menos de 25%.

Encontramos que, com o cenário MaputoBase, há em realidade uma probabilidade de 25% que a barragem secará em algum momento dentro dos

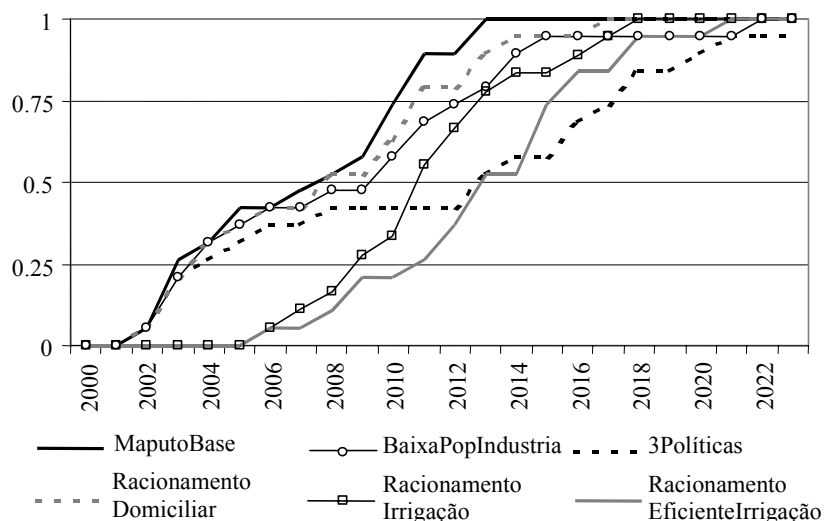
próximos quatro anos. A probabilidade é 50% dentro dos próximos oito anos, e 90% dentro de 12 anos. O cenário BaixaPopIndústria, com suas suposições sobre o crescimento populacional e industrial mais baixo, faz pouco para mudar isso. A razão é porque até nos presentes níveis de uso da água – sem incluir futuro crescimento em demanda – o sistema é sobrecarregado ao ponto de uma dada seca, ou série de anos secos causará que a barragem seque. Uma consequência é que crescimento populacional mais baixo devido a HIV/SIDA não salvará o sistema de água da cidade.

O cenário 3Políticas visualiza uma redução de uso de água, com a agressiva promoção e implementação de eficiente tecnologia de irrigação. Eventualmente, crescimento populacional e industrial acabará reconstituindo a mesma demanda por água, mas talvez a política ofereça alguns anos de descanso nos quais a cidade possa construir outras estruturas de abastecimento de água. De fato, até esta simulação quase não dá melhoria – principalmente porque supomos que agricultores gradualmente convertam a novos métodos de irrigação durante 10 anos, tempo durante o qual o crescimento da população e da indústria imediatamente usa qualquer excesso que poderá aparecer.

Parece então, que as três das possibilidades que exploramos para estender a vida da barragem – mudança climática, uso domiciliar e industrial mais baixo, e



**Figura 14.** Abastecimento de água de Pequenos Limbobos de acordo com três padrões temporais, todos baseados no cenário MaputoBase para demanda.



**Figura 15.** Probabilidade cumulativa de que a barragem Pequenos Limbobos seja exaurida pela primeira vez, até o ano  $x$  entre 2000–2022, para seis cenários.

uso reduzido pela irrigação – ainda resultam na mesma probabilidade de 25% que a barragem secará nos próximos quatro anos. Isso é muito pouco tempo para construir infra-estrutura extra.

Dada esta situação, parece ser imperativo explorar as opções políticas, caso ocorra uma crise aguda de falta de água. Mesmo sendo impopular, algum uso da água precisa ser racionado se houver falta de água. Temos implementado duas políticas de racionamento. Em uma, o abastecimento domiciliar é racionado – por exemplo, tendo água corrente durante somente algumas horas por dia – quando Pequenos Limbobos alcança 100 milhões  $m^3$ . Na segunda, o abastecimento de água para irrigação é cortado completamente quando o reservatório está baixo.

Com relação à política de racionamento domiciliar, tem muito pouco efeito na probabilidade com que a barragem seque, particularmente nos próximos cinco anos. A razão é porque agora e pelos próximos cinco anos, demanda domiciliar por água será apenas uma porção pequena do total, sendo então que o racionamento quase não reduz demanda geral.

A única política que funciona é a de cortar a água para irrigação durante faltas (RacionamentoIrrigação). Em alguns anos, isto significaria uma perda parcial ou completa de água para irrigação durante os meses críticos de novembro–janeiro. Com uma política de racionamento de irrigação, a

probabilidade de 25% de que a barragem será exausto só é alcançada em 2009. Junto a um programa eficiente de irrigação, o tempo de vida da barragem poderia ser estendido a 2011.

Claro que é um engano dizer que não há faltas de água, só porque o reservatório não está exausto. De fato, há faltas – mas são controladas por racionamento de somente um designado grupo de usuários. No cenário RacionamentoIrrigação, a probabilidade que não haverá água no mês de novembro, dezembro, ou janeiro é 25% até 2010. De fato, 34% dos anos até 2010 são afetados apesar da perda de pelo menos um mês. Pode se imaginar que um esquema de compensação de renda para os agricultores para reduzir a dor da política seria uma necessidade. Juntando o racionamento da irrigação com subsídios para implementar eficiente tecnologia de irrigação pode também diminuir o impacto do racionamento nos agricultores (RacionamentoEficienteIrrigação). No cenário que combina estas duas políticas, somente 14% dos meses críticos são perdidos e 19% dos anos são afetados.

---

## Anotações

<sup>1</sup> At present, HIV/AIDS is still a terminal disease. Today, at best, interventions can hope to extend the life of those who are sero-positive.

<sup>2</sup> All figures in 1995 dollars.

<sup>3</sup> Poverty incidence is the proportion living on less than \$2 a day in purchasing power parity. Calculations were made based on the *Inquérito Nacional aos Agregados Familiares Sobre Condições de Vida 1996–1997* (1998) Instituto Nacional de Estatística, Maputo. Conversion factors to purchasing power parity obtained from the World Development Report 2000/2001 (World Bank, 2000, Washington, D.C.).

<sup>4</sup> FAO (2000) [www.fao.org](http://www.fao.org), statistical database on agriculture. Cereals include maize, rice, millet, sorghum, and wheat. The output of cereals in 2000 was estimated at 1,476,000 tons, a decline from 1999 due to the floods in March of 2000.

<sup>5</sup> World Bank, <http://www.worldbank.org/data/countrydata/countrydata.html>, and World Development Indicators 1999 (CD-Rom), GDP at factor cost in US dollars.

<sup>6</sup> In 1993, official development assistance was equal to 61% of GDP; in 1999 it was 28%, according to World Bank data above.

<sup>7</sup> 1992 data from UNESCO database [www.unesco.org](http://www.unesco.org); 2000 data generously provided by Ilídio Buduia, Head of the Statistical Department, and Virgílio Juvane, Head of the Planning Department at the Ministry of Education, Maputo.

<sup>8</sup> *Anuário Estatístico 1997* (1997) Mozambique (Instituto Nacional de Estatística); Gaspar, M. & Cossa, H.A. (1998) *Inquérito Demográfico e de Saúde, Moçambique* (Instituto Nacional de Estatística).

<sup>9</sup> Among the most important are: 1996 Household Survey by the National Institute of Statistics; 1996 Agricultural Survey, by the Ministry of Agriculture and Fishing; 1997 General Population Census by the National Institute of Statistics; 1997 Demographic and Health Survey by the National Institute of Statistics; 2000 Agricultural Census by the National Institute of Statistics.

<sup>10</sup> World Bank calculations based on the 1996 Household Survey. Numbers in 1993 prices and adjusted for purchasing power parity.

<sup>11</sup> 1997 General Population Census, CD-Rom, National Institute of Statistics, Maputo, Mozambique.

<sup>12</sup> Adjusted for purchasing power parity. Calculations published in the World Development Report 2000/1 by the World Bank (2000).

<sup>13</sup> Authors' estimations based on the Household Survey 1996, using the prevailing exchange rate, adjusting for overall purchasing power parity, and assuming the same household size for all income classes in rural areas, and in urban areas separately.

<sup>14</sup> The value added per worker in agriculture was US\$ 235 per year, compared to \$2049 in industry and services.

<sup>15</sup> 95% of the rural workers were in agriculture or fishing according to the 1997 population census, and 90% of the farms are small family farms (personal communication, 1998, Dr. Domingos F.R. Diogo, Head of Department of Statistics, Ministry of Agriculture and Fisheries).

<sup>16</sup> Agricultural Survey 1996.

<sup>17</sup> Agricultural Survey 1996.

<sup>18</sup> The FAO estimates that non-farm income was about 15% (*The State of Food and Agriculture 1998*, Rome, FAO, 1998), not a portion of which can be from remittances. According to the Household Survey 1996, the average household income was \$51 per month (not adjusted for purchasing power parity), which means that non-farm income averaged less than \$13 per month.

<sup>19</sup> Based on a search of international news articles from 1975–2000 which reported floods, droughts and harvest reductions in Mozambique.

<sup>20</sup> 1997 General Population Census CD-Rom, Instituto Nacional de Estatística, Maputo. Mozambique's school system consists of four levels: lower primary (grades 1–5), upper primary (grades 6–7), lower secondary (grades 8–10), and upper secondary. The numbers refer to lower plus upper primary together, and to lower and upper secondary together.

<sup>21</sup> According to the 1997 Population Census, 9.3% of the skilled labor force with complete secondary education or more was foreign.

<sup>22</sup> 2000 data generously provided by Ilídio Buduia, Head of the Statistical Department, and Virgílio Juvane, Head of the Planning Department at the Ministry of Education, Maputo.

<sup>23</sup> Instituto Nacional de Estatística. (1999). *Projeções Anuais da População Total, 1997–2020. Série Estudos N.º1*. Intake rate is the proportion of children who can expect to start school given present age-specific levels of intake.

<sup>24</sup> Maputo is the capital city, and Matola is a neighboring city in Maputo Province. The two cities form a contiguous urban area and derive water from the same source.

<sup>25</sup> The prevalence is lower than in neighboring countries, which could be due to the prohibition of commercial sex during the socialist regime and restricted population movement during the civil war.

<sup>26</sup> The original version of this model was developed for Botswana by Warren Sanderson at the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

<sup>27</sup> Instituto Nacional de Estatística. (1999). *Projeções Anuais da População Total, 1997–2020. Série Estudos N.º1*. Our numbers are slightly different due to a different model structure.

<sup>28</sup> Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Estatística e all. (2000). Impacto Demográfico do HIV-Sida em Moçambique.

<sup>29</sup> Numbers found in Instituto Nacional de Estatística (1998) *Demographic and Health Survey 1997*, Maputo.

<sup>30</sup> Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Estatística e all. (2000). Impacto Demográfico do HIV-Sida em Moçambique.

<sup>31</sup> This scenario reproduces the most recent population projections made by the Instituto Nacional de Estatística (1999) *Projeções Anuais da População Total 1997–2020 Moçambique Série Estudos N°1*, Maputo.

<sup>32</sup> In 1995 the reported condom use in most recent sexual encounters in Uganda was 58% in urban areas and 16% in rural areas, according to the *Uganda Epidemiological Factsheet on HIV/AIDS and sexually transmitted diseases update 2000*, available at [http://www.unaids.org/hivaidsinfo/statistics/june00/fact\\_sheets/index.html](http://www.unaids.org/hivaidsinfo/statistics/june00/fact_sheets/index.html).

<sup>33</sup> According to data from the Ministry of Education, there were only 366 graduates from the training schools for lower primary education in 1998. This is far less than the increase of lower primary school teachers, from 30,513 in 1998 to 33,363 in 1999 (Instituto Nacional de Estatística, 2000, *Moçambique em Números 1999*, Maputo). In addition, teachers need to be hired to replace those who leave or die. We estimate that in 1998, about 6,000 new teachers were hired at the lower primary school level, far fewer than the qualified graduates.

<sup>34</sup> Using the database on the UNESCO website: [www.unesco.org](http://www.unesco.org).

<sup>35</sup> These numbers diverge somewhat from the actual historical numbers because of estimation procedures in the model.

<sup>36</sup> See, for example, UNESCO website: [www.unesco.org](http://www.unesco.org).

<sup>37</sup> This number was necessary to obtain 6,000 new lower primary school teachers, enough to replace the estimated 3,000 who retired or died and 3,000 additional teachers.

<sup>38</sup> The 1997 values are estimated based on the available information from the 1997 General Population Census CD-Rom, Instituto Nacional de Estatística, Maputo.

<sup>39</sup> The FAO also estimates that the rural areas will lose about 20% of their population compared to a situation without HIV/AIDS by 2020. However, since they do not account for the effect of education, the FAO might not predict an actual decline of rural population size. See FAO website special page about HIV/AIDS (<http://www.fao.org>).

<sup>40</sup> The weights were estimated based on a comparison of incomes in different groups. They reflect the income distribution of the 1996 Household Survey. We assume income is ranked by skill – in other words, the unskilled have a lower income than the medium skilled, who have a lower income than the highly skilled.

<sup>41</sup> A standard economic formulation, which is discussed in most textbooks on macro-economics.

<sup>42</sup> The original skilled labor wage model was developed by P. Kibuuka (“The projected supply and demand for professional and technical workforce in Botswana and the impact of AIDS 1991–2020,” unpublished manuscript, 1997. Paper available from the author at paulk@dbsa.org).

<sup>43</sup> Hellmuth, M., K.M. Strzepek, and D.N.Yates (2000) Methodological Framework of the Southern African Integrated (SAINT) Model of Water Supply and Demand. Draft available from the author at hellmuth@iiasa.ac.at.

<sup>44</sup> World Bank, <http://www.worldbank.org/data/countrydata/countrydata.html>, and World Development Indicators 1999 (CD-Rom), GDP at factor cost in US dollars.

<sup>45</sup> Hulme, M., Ed. (1996) Climate Change and Southern Africa: An exploration of some potential impacts and implications in the S.A.D.C. region. Norwich, U.K.: East Anglia University, 104 pp.

<sup>46</sup> Rural income per capita is equal to agricultural output/number of rural workers/1997 ratio of rural population to rural labor force.

<sup>47</sup> Another doubling of productivity would reduce the below \$2/day poverty incidence to about 20% of the rural population, assuming the distribution of income gains reflects recent income distribution.

<sup>48</sup> Includes the area of Maputo City, Matola City in Maputo province, and some surrounding rural areas.

<sup>49</sup> The annual population growth of the two cities together averaged 6.3% from 1980–1997 according to the 1980 and 1997 population census data.

<sup>50</sup> As planned or suggested in the Provincial Towns Water Sector Survey. Part C. Town report 13 – Maputo by DHV Consultants, 1992.

<sup>51</sup> Because we are aware that there might be multi-year weather cycles, we decided to use historical series of weather in our scenarios. The 23-year scenario series are selected from 95 years of temperature and rainfall data. Source: Links dataset, from New, M., M. Hulme, and P. Jones (1999) Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate* 12(3):829–856.

<sup>52</sup> Most irrigation occurs in the months November, December, January, and coincides with the rainy season.

<sup>53</sup> The low population scenario is left out because the results are visually indistinguishable from those of the base scenario.

<sup>54</sup> To obtain the cumulative probability that Pequenos Limbobos will run dry, we ran each of the four scenarios with 19 different weather series. We then found the first year of reservoir depletion for each weather series. To obtain the cumulative probability that the reservoir would be depleted by year  $x$ , we summed the number of series in which the reservoir had been first depleted previous to and including year  $x$ , and divided by the number of series. We are aware that the number of simulations is too small for proper statistical analysis, but it was not feasible to do more with the model. However, they do give an indication of the direction of a proper statistical analysis.