

Mozambique's Future

Modeling Population and Sustainable Development Challenges

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

Translated into Portuguese by Carina Alencar

Executive Summary
February 2001

International Institute for Applied Systems Analysis
A-2361 Laxenburg, Austria

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.

Executive Summaries bring together the findings of research done at IIASA and elsewhere and summarize them for a wide readership. Views or opinions expressed herein do not necessarily represent those of the Institute, its National Member Organizations, or other organizations supporting the work.

Copyright © 2001
International Institute for Applied Systems Analysis

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage or retrieval system, without permission in writing from the copyright holder.

Cover design by Anka James

Contents

Foreword.....	iv
Acknowledgments.....	v
Major Findings and Policy Recommendations	vi
Impact of HIV/AIDS on the population.....	vi
Education and adult skills	vii
Poverty and Gross Domestic Product (GDP).....	vii
Water infrastructure for Maputo and Matola cities.....	viii
1 Introduction.....	1
2 Focus Issues of the Mozambique PDE Project	4
2.1 Poverty and low levels of GDP per capita.....	4
2.2 Low levels of education and literacy	4
2.3 Infrastructure.....	5
2.4 HIV/AIDS.....	6
3 Model and Scenarios.....	7
3.1 The effect of HIV/AIDS and policy interventions on the population.....	7
3.2 Education	12
3.3 Economic development and environment.....	20
3.4 Case study: Water balance of greater Maputo City	25
Notes	32

Foreword

Science, like government, tends to be compartmentalized into disciplines. A division of labor is useful because it allows for in-depth expertise and efficient action. The only problem is that the real world is not compartmentalized, and changes in population, development, and environment are interwoven. Over a short time horizon these intersectoral dependencies may not be very important, but over a long planning horizon it becomes imperative to address a country's future in a comprehensive interdisciplinary and interministerial manner.

This type of comprehensive analysis of long-term future options has been the explicit goal of this project, which combines more traditional descriptive analysis with interactive computer modeling. The project has been carried out in the context of a population–development–environment (PDE) framework of analysis, developed at IIASA over the past decade and applied to earlier case studies, with close substantive collaboration between IIASA and the national partner institution. Such collaboration between national and international experts, which lies at the heart of the PDE approach, also proved to be a highly successful strategy in this case.

This Executive Summary is only one output from the project. Major scientific books documenting the work in detail will soon be available, along with a CD-ROM and a Web site (www.iiasa.ac.at/Research/POP/pde/) with the full computer model and other important documentation that will allow the user to personally evaluate alternative strategies and scenarios toward the country's sustainable future development.

It is our hope that these findings will be discussed in both academic and political circles at the national and international levels, and that this discussion may lead to closer collaboration among countries in the Southern African region on these vital longer-term challenges.

João Dias Loureiro
President
National Institute of Statistics
Mozambique

Wolfgang Lutz
Leader
Population Project
IIASA

Acknowledgments

This publication is part of the project “Evaluating Alternative Paths for Sustainable Development in Botswana, Namibia and Mozambique,” which was conducted at the International Institute for Applied Systems Analysis in collaboration with the Instituto Nacional de Estatística (Annababette Wils and Manuel da Costa Gaspar, country coordinators). The project is funded by the European Commission (DG VIII – Directorate-General for Development, Contract No. B7-6200/96-18/VIII/ENV).

This project could not have been done without the help of many others. In particular, in Mozambique, we would like to acknowledge the help of João Loureiro, Tomás Bernardo, and Destina Uinge at the National Institute of Statistics, Avertino Barreto and António Noya from the Ministry of Health, Virgílio Juvane and Ilídio Buduia from the Ministry of Education, Victória da Conceição Ginja from the Ministry of Planning and Finance. Also, we thank the many technicians who provided us with special tabulations and reports. At IIASA, we would like to thank Wolfgang Lutz for his unfailing support as leader of the three country PDE study, and Warren Sanderson for many insightful comments and the HIV/AIDS model. We also appreciate the work by Kenneth Strzepek and David Yates on the water model. In the first stages of the project, we received invaluable input from Paola Agostini. Finally, the report could not have been finished without the incredibly efficient Marilyn Brandl. Many others, particularly in Mozambique, helped, and their omission from this list is a reflection of the authors’ unfortunate oversight, not the significance of their input.

Major Findings and Policy Recommendations

The Mozambique population–development–environment (PDE) study was conducted from 1998–2001 to explore the prospects for sustainable development in Mozambique up to 2020. Four major issues were selected:

1. What will be the impact of the HIV/AIDS pandemic in the next decades?
2. How will school enrollment lead to higher skills in the labor force by 2020?
3. Can poverty be erased in the next 20 years?
4. What role will water play in development, in particular, water provision by rain to rural areas, and infrastructure to cities?

To capture future uncertainty, many different scenarios were made with a simulation model developed especially for the project by the report authors and other scientists at the International Institute for Applied Systems Analysis.

Impact of HIV/AIDS on the population

By 2020, HIV/AIDS will reduce the population size by 22%–31% compared to a situation without the epidemic. Without HIV/AIDS, population size is projected to be 27 million in 2020; with the disease, population size will be 18–20 million. HIV/AIDS, together with the effects of education, is likely to halt or even reverse rural population growth by 2020, while the urban population will continue to increase.

Interventions, such as safe sex through condom use and a vaccine, can start to reduce HIV prevalence immediately after the intervention takes effect. For example, with a rise in condom use to 80% by 2010, prevalence would start to decline immediately, from 16% today to 6% in 2020. Unfortunately, these interventions do not halt the progression of AIDS deaths in the next decade, as these are already built into the present HIV prevalence rate.¹ In fact, the full impact on population size and AIDS deaths will only start to be felt a decade after the interventions take place. Because of these lags, it is imperative to begin with policies as early as possible. We found that the best results follow from a three-pronged policy, which consists of: immediate increase in safe sex

practices, a full-fledged vaccination campaign, should such a measure become available, and use of all possible measures to increase the life expectancy of those infected with HIV.

Education and adult skills

Primary school enrollment, which has risen rapidly since 1992, will experience a sharp slow-down and will probably stagnate after 2005. This is primarily the combined result of reaching universal school intake by 2001, and fewer school-age children as the HIV/AIDS epidemic lowers births and raises child mortality. On the other hand, enrollment in secondary school and university will continue to rise steeply, increasing 6–15 fold by 2020 in various scenarios testing HIV/AIDS, lower repetition, and higher school retention by age. One major implication for Mozambique is that in the next decade, there will need to be a shift in focus from building more primary schools to building more secondary schools. Because primary school enrollment stagnates, while that of secondary school continues to increase, the availability of medium- to highly educated people to teach primary school will rise in the next two decades.

It is not possible to erase the present low levels of education among adults completely by 2020, because many of the adults who are presently illiterate or have low schooling levels will still be alive in 20 years. However, the proportions of adults over 15 with completed primary school (grade 7), completed secondary, and a university degree albeit starting from very low levels in 1997, will more than double for men, and even quadruple for women. The reason women catch up to men in adult education levels is because the present enrollment differentials are smaller than they were in the past. The higher education will be reflected in the skills and productivity of the labor force.

Poverty and Gross Domestic Product (GDP)

Overall GDP is set to increase with continued foreign investment and improving labor force skills. Our scenarios project GDP growth from under \$3 billion in 1997² to \$8–14 billion in 2020. HIV/AIDS will cause reductions of GDP which are at least commensurate with population loss, but possibly more as the disease scares away foreign and domestic investors. The big poverty issue will be continued rural poverty. Agriculture and predominantly poor farmers cannot benefit from exponential growth through capital investment. The benefits of education do not fully accrue to the rural areas as highly educated people live in or move to the cities. Higher functional literacy is expected to improve the productivity of poor farmers by about 40% in the next 20 years, which would reduce poverty incidence from 90% to about 70%.³ However, additional

attention is needed in the form of appropriately scaled development projects, which include low-input improvements. Although it seems almost inevitable that the income of small farmers falls further behind the urban sector, it should be possible to improve the living conditions for many small farmers.

Water infrastructure for Maputo and Matola cities

From the information that we were able to obtain regarding water supply and demand in Maputo/Matola, it appears that the Pequenos Limbobos reservoir is over-utilized to the extent that the supply cannot be guaranteed even at the 75% level for more than four years. The four major users are households, commerce, industry, and irrigation. Various scenarios, which we implemented that would reduce demand – lower population and industrial growth, and more efficient irrigation technology – did virtually nothing to extend the reservoir lifetime. Since the Pequenos Limbobos reservoir might run dry before new infrastructure is built, we tested alternative water rationing policies. Rationing household demand has almost no effect on an eventual water shortage because it is presently too small in relation to other uses. The most effective policy is to combine water rationing for irrigation when there is a shortage with income compensation for the farmers and an aggressive subsidy to convert farmers to more efficient irrigation methods. This would extend the reservoir lifetime, guaranteed at the 75% level, to 2011.

1 Introduction

Mozambique, one of Africa's greatest agricultural potentials, endowed with a good measure of marine and mineral resources, emerged in 1992 from a long and destructive civil war, one of the poorest nations in the world. At the end of the war, the countryside was riddled with mines, almost one-third of the population was displaced, and half of its schools had been destroyed. A combination of political will, post-war reconstruction, international aid, and sheer human energy led to impressive improvements.

With the return of families and peace, agricultural output – the economic backbone of 81% of the working population – rose rapidly. In 1993, 765,000 tons of cereals were harvested; in 1999, 1,821,000.⁴ Real GDP grew 11% annually from 1992–1999 so that income per capita almost doubled from \$121 to \$230.⁵ The country is becoming less dependent on foreign aid.⁶ Schools were built at a rate of more than 500 annually, and the number of students in primary schools increased from 1.3 million in 1992 to 2.5 million in 2000.⁷ Infant mortality fell from 161 per 100 births during the last five years of the war to 135 from 1992–1997.⁸ Two multi-party general elections have been held since the end of the civil war. Another sign of recovery is the large number of national surveys that have been completed since the war.⁹ The data conveyed in these surveys is important for planning and the identification of problems.

While these numbers are impressive, it is evident from recent news that Mozambique's travails are not over. In spring 2000, floods in the southern part of the country, which caused half a million people to flee their homes, accentuated the continued vulnerability of the rural people to capricious weather. Also, Mozambique is now on the list of countries with extremely high levels of HIV/AIDS. New estimates from the Ministry of Health put the percentage of adults aged 15–49 with HIV at 16% and rising. And, the levels of poverty and illiteracy remain high. According to the most recent surveys, 78% of the population was living on less than \$2 a day¹⁰ and adult illiteracy was 61%.¹¹

Amid such a diverse collection of issues and interactions, we ask: **What are the prospects for sustainable development over the next 20 years in Mozambique?** From the above, it looks as if much of the development prospects are determined by such inherently unpredictable events as war, peace,

and weather calamities. Although this is true, there are also many changes and patterns which have a long-term stability and which change only slowly over time. For example, socio-demographic changes, such as labor force skills, and population health have a long momentum. These are very important indicators for the economic development potential of a country. Also, although it is impossible to predict a particular year of heavy rains or droughts, there are long time series of weather from which we can calculate the country's vulnerability to single- or multiple-year weather disasters.

To focus our efforts in answering this bold question, we decided to concentrate on four issues, which are discussed in the next section:

1. Can poverty be erased in the next 20 years?
2. How will school enrollment lead to higher skills in the labor force by 2020?
3. What role will water play in development, in particular, water provision by rain to rural areas, and infrastructure to cities?
4. And, most importantly, what will be the impacts of the HIV/AIDS pandemic in the next decades?

Two problems arise with such a wide and long-term view. One is how to organize the field; the second is how to make projections. In answer to the first problem, we take the IIASA population–development–environment (PDE) approach. In answer to the second, we build a multi-sectoral computer model with which to make future scenarios.

The IIASA PDE approach, initiated by demographers, takes the human population as its starting point – the number of people, the age structure, growth rates, and the distribution over socio-demographic aspects such as educational levels, health, and labor force participation rates. People, as units, are at the center. Emanating from people are their activities, such as material production, government and institutional organization, culture, religion, and individual acts. A selection of these activities can be used as indicators of development. Human

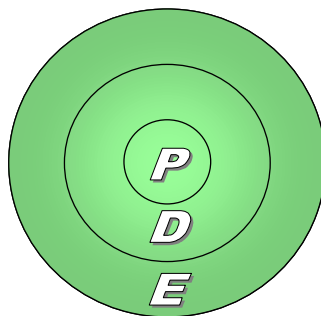


Figure 1. Conceptual organization of the IIASA PDE approach.

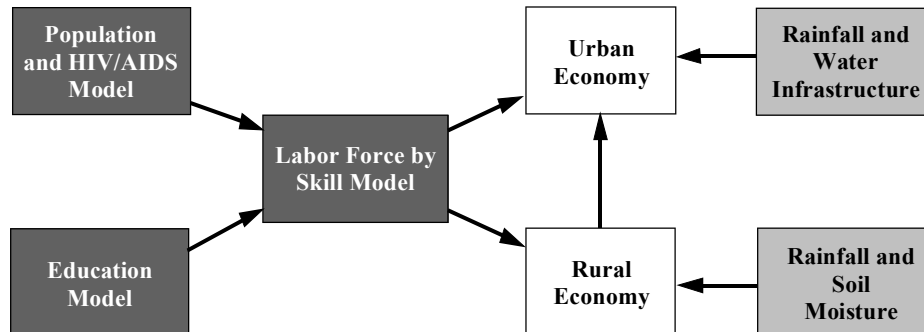


Figure 2. Flow diagram of the basic model structure for Mozambique.

activities take place within an even larger sphere, namely the environment, which encompasses all life-sustaining processes. It provides the material base for everything people do, and is the receptacle of the effects of these activities. Humans are literally embedded in the environment and are also a sub-part of it. Visually, this conceptual organization appears as three concentric circles, with population at the center; then development; and the environment in the outer circle (see Figure 1). This organization differs from that of many other scholars who view population and environment as three separate boxes connected by causal arrows.

Two advantages of the concentric organization are 1) it is more true to reality, and 2) it focuses our analysis on population as a driving force, which deserves to be modeled in its own right.

The PDE model is designed to help policy makers and researchers test various assumptions about the future. It consists of a small number of sub-models, which reflect the three spheres, and which are all interconnected. The models are prepared separately by experts in each area before they are connected. The selection of models follows an in-depth study of the country to identify some of the major interrelationships within and between demographic, social, economic and environmental areas. For the Mozambique study, the models reflect the four focus issues.

These are reflected in the model structure, shown in Figure 2. Each of the sub-models is described in more detail in Section 3. First, we turn to a brief exposition of the four focus areas.

2 Focus Issues of the Mozambique PDE Project

2.1 Poverty and low levels of GDP per capita

There can be no doubt that even today, in spite of high rates of growth in agriculture, industry, and services since 1992, most Mozambicans still live in poverty. According to the 1996 Household Survey data, 78% of the population had less than \$2 a day and 38% less than \$1 a day.¹² It will require quite a few more years of sustained growth, equally distributed among the population, to erase these high levels of poverty.

The extent of poverty is greatest in the rural areas, where about 90% lived on less than \$2 a day in 1996. Even in the cities, a little more than 50% lived in poverty.¹³ On average, however, the output per worker was nine times as high in services and industry (mostly located in cities) as it was in agriculture.¹⁴ Most people in the rural areas are family farmers and their dependents¹⁵ who cultivate, on average, about 2 hectare.¹⁶ Only about 20% (by weight) of crops are sold on the market,¹⁷ which is in part due to the small farm size, but also to the poor road and commerce infrastructure throughout the country. Many young men leave the rural areas – as seen by the sex ratios – and go to cities or abroad. Their remittances might raise rural income somewhat, but to a very limited extent.¹⁸

The farmers are very vulnerable to weather fluctuations. The March 2000 floods are an extreme example, but almost every year, in some part of the country – more in the south than in the north – rains are insufficient, or arrive at the wrong time, causing significant damage to harvest.¹⁹ Clearly, raising incomes is imperative in this situation, both in the rural and in the urban areas.

2.2 Low levels of education and literacy

Economic, as well as political and social, factors have contributed to the building of a society, where the educational shortage is extremely acute. Just before national independence in 1975, more than three-quarters of the adults were illiterate and only 0.5% of the population had completed secondary or more levels of education. Most of the skilled people were lost when almost all

Portuguese left the country at independence. The new government was able to raise school enrollment very quickly, but most educational gains were reversed by the civil war.

Estimations from the 1997 population census indicate that 61% of the adult population is illiterate, and complete primary and secondary education were attained only by 18% and 2% of adults, respectively.²⁰ Since the peace agreement, the government has again dedicated enormous efforts to rebuilding the school system, and has essentially been able to double its size in eight years. To a certain extent, the shortage of highly-trained people is filled by a large pool of foreigners.²¹

Rebuilding and expanding the school system is not easy. Due to past enrollment deficiencies, there is a shortage of trained teachers at all levels. As a result, the pupil to teacher ratio is very high, which contributes to elevated repetition rates – around 23% in 2000.²² High repetition adds further strains to the system. The financial means of the government are severely constrained by the many demands of development – parallel to schools, the government needs to expand basic health care, safe water infrastructure, roads, etc. Also, for a variety of reasons, many parents are loathe to send their children to school for long periods: loss of children's labor, school expenses and long walking distances, as well as the perceived futility of education, particularly for girls.

Nevertheless, by 2000, gross enrollment was 91% and the total intake rate²³ was complete, or very near to it. An average girl who started school could expect to complete 4.4 grades and an average boy 4.9, but only 6% would complete the whole 12 grade school cycle. Will these levels of enrollment suffice to reduce illiteracy significantly in the next 20 years, and to raise the proportion of adults with high skills? Will there be enough teachers for continued school expansion? These are some of the questions that scenarios with the model should answer.

2.3 Infrastructure

If output constitutes the muscles of a country, infrastructure is the blood. Transportation and communication are necessary to move food and manufactures from their place of origin to markets. Water and electricity are necessary for modern production. Without access to markets, people have no incentive to produce beyond subsistence, even if they would benefit from sales and the income to buy supplementary goods that they themselves cannot provide. Given Mozambique's soil and climate, it would be easy to produce surplus crops for export or for national urban areas, for example. Without piped water and electricity, it is very difficult to build even simple industries for processing and certainly impossible to have large factories and modern services. As an indication of the shortage of electricity and water, only 3% of the

households had electricity, and piped in-house water was limited to only 9% of the households, in urban areas (0.2% in rural areas). These figures indicate a scarcity that would also affect commercial activities.

In Cidade de Maputo there is considerable investment in industry. The water needs for the industry could compete with the needs of households, if the water infrastructure, including pipes, reservoirs, and treatment facilities, are insufficient. To explore these dynamics of competition and limitation, we have done a case study model of the water system for the cities Maputo and Matola.²⁴

2.4 HIV/AIDS

A challenge that might override the preceding ones and could undo any progress made, is the HIV/AIDS pandemic that has now also hit Mozambique. The rapid expansion of the virus is one of the most serious challenges to the country's development. The most recent estimates of prevalence indicate that 16% of the adults aged 15–49 are sero-positive.²⁵ Already in 2000, an estimated 84,000 people died of AIDS.

Mozambique is surrounded by countries with even higher rates of HIV prevalence, such as Botswana, South Africa, and Zimbabwe. In these countries, the epidemic started earlier than in Mozambique, and is already causing reversals in levels of economic growth and life expectancy. Mozambique is closely linked to these countries as a transportation corridor and via labor migration, so the disease could spread easily to the country.

In the past decade, the HIV/AIDS epidemic emerged silently and unexpectedly, due to a failure to interpret and communicate information about the present situation and expectations for the future. It is hoped that the scenarios of this study, with a range of alternative assumptions concerning the increase of prevalence and interventions, will form a base for planning to combat the disease.

3 Model and Scenarios

The structure of the model and scenario discussion in this section follows the concentric circles of PDE. First come the population scenarios, which include the effect of HIV/AIDS. Second, the education and labor force scenarios, combined with variations in population. Third, the economic and environmental components are added to population, education and labor force scenarios.

3.1 The effect of HIV/AIDS and policy interventions on the population

3.1.1 Model description

HIV is an infectious disease, which means there is a relationship between prevalence, incidence, and susceptible population. The most basic dynamic is that the more people are infected, the more the disease spreads to the healthy people, so in turn, the more are infected. How quickly new people are infected depends on the relationship between prevalence and incidence, which is determined by biology and behavior.

If an infected person is healed or dies right away, the prevalence never has a chance to build up and cause an epidemic. On the other hand, if an infected person lives with the infection for a long time, prevalence has the opportunity to increase. This is the case with HIV, where the average time until the outbreak of full-blown AIDS in Africa is estimated to be 7–10 years. Once a person in Africa has AIDS, the annual mortality is very high, at least 50% annually.

Other factors that can limit the spread of the HIV infection are safe sex practices (especially condom use), treatment of other sexually-transmitted diseases, bottle-feeding infants of HIV-positive mothers and other interventions. In the future a cheap vaccine might halt the disease.

Figure 3 shows these basic dynamics and the intervention points to limit HIV and AIDS. We have incorporated the relationship between prevalence and new incidence. If the relationship is higher, then HIV prevalence rises faster. The model also includes the three intervention possibilities in the figure. Further, all the dynamics are incorporated into a multi-state age and sex-specific

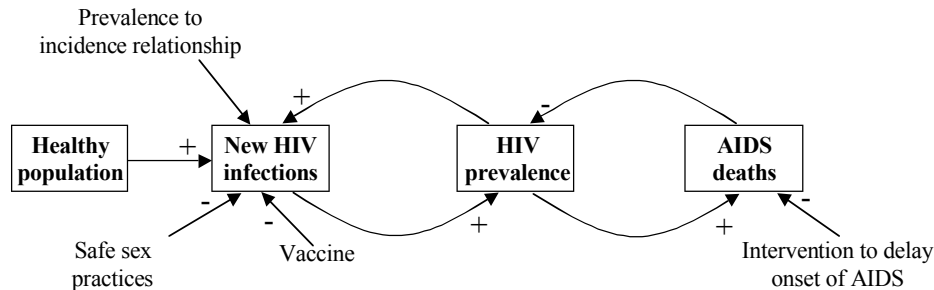


Figure 3. Flow diagram of HIV and AIDS dynamics.

population projection model.²⁶ With the model, we can make scenarios, which take into account different rates of the diffusion of HIV and the effects of various policies.

3.1.2 Scenarios for HIV/AIDS

The projections for HIV/AIDS calculate population by age and sex, and various indicators such as prevalence and new incidence. For factors other than HIV, namely fertility, non-AIDS mortality, and migration, the assumptions are identical to those used in the population projections of the National Institute of Statistics.²⁷ There is a slow fertility decline from 5.7 in 1997 to 3.9 in 2020; life expectancy increases from 42 in 1997 to 55 in 2020 (without AIDS).

For our base, or most likely scenario (BaseAIDS), we reproduce the HIV prevalence projections made by the Ministry of Health and the National Institute of Statistics.²⁸ In these projections, HIV prevalence rises from 16% to 17% and remains constant thereafter. In addition to the base scenario, we present six others, two of which have different assumptions concerning the spread of HIV (a NoAIDS scenario and an AIDSHigh scenario), and four have different assumptions about interventions. The scenarios are:

1. BaseAIDS, where there is but a slight increase in the use of condoms, from 3% among women and 9% among men in 1997²⁹ to 10% for both sexes by 2020. The prevalence-to-incidence ratio is set to reproduce the 17% constant prevalence projected by the Ministry of Health and the National Institute of Statistics.³⁰ Assumptions on fertility and mortality are those of the national population projection by the Instituto Nacional de Estadística. We believe that this scenario is optimistic.
2. NoAIDS, a scenario where the HIV prevalence in 1997 and all preceding years is set to zero. This is used purely for comparative purposes to evaluate the impact of the epidemic.³¹

3. AIDSHigh, where prevalence continues to rise (higher prevalence-to-incidence relationship), following the path of neighboring Botswana and South Africa. This is a pessimistic scenario.
4. AIDSSafeSex, which has the same assumptions about the prevalence-to-incidence relationship as BaseAIDS, but condom use is much higher, namely 40% by 2010 and 80% by 2020. This situation recreates the developments in Uganda, where safe sex has increased rapidly.³²
5. AIDSVaccine, in which a cheap vaccine is introduced in 2010 and through a rapid campaign, the whole population is vaccinated by 2014 (emulating similar campaigns against smallpox).
6. AIDSLowProgression, which considers a 45% decline in the progression rate from HIV to AIDS, essentially extending the life expectancy of those who are sero-positive, similar to what has happened in developed countries.
7. AIDS3Policies, which combines all three intervention policies.

3.1.3 HIV/AIDS scenario results

The demographic impact of HIV/AIDS will be on the growth rate as well as on the age structure of the population. Like other sub-Saharan countries, Mozambique's growth rate is high, and the present age and sex structure is a wide-based pyramid with many young people and few elderly.

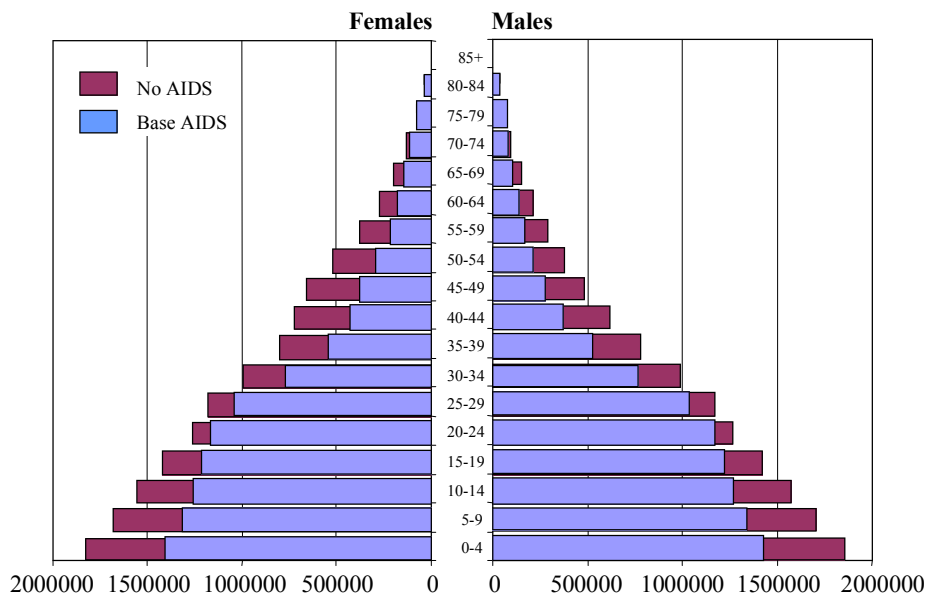


Figure 4. Age and sex structure in 2020 according to the BaseAIDS and the NoAIDS scenarios.

In the context of HIV/AIDS, this well-known pyramid shape will be altered. Fertility reductions will be accelerated because HIV lowers fecundity by about 30%. Also, child mortality will increase. Large portions of young-and middle-aged adults will die of AIDS, causing two large dents (one for each sex) in the pyramid, while the effects in the age group 20–29 are much smaller. Figure 4 shows the population age structure in 2020 as it would have been without HIV/AIDS and as it might be according to the BaseAIDS scenario. One interesting result is that the dependency ratio, ages 0-14/ages15-64, is the same in both scenarios; in other words, there will be the same number of adults caring for children in both scenarios. However, many of the children will be AIDS orphans living, probably, with relatives, although some might not have any close relatives remaining.

In Figure 5 we see the impact of HIV/AIDS on population size. If there were no epidemic, the population would rise to 26.8 million by 2020. That number is 6 million less, namely, 20.8 million with the BaseAIDS scenario; with AIDSHigh, the population in 2020 would only be 18.4 million and declining. The disease would also lower life expectancy by 4–9 years.

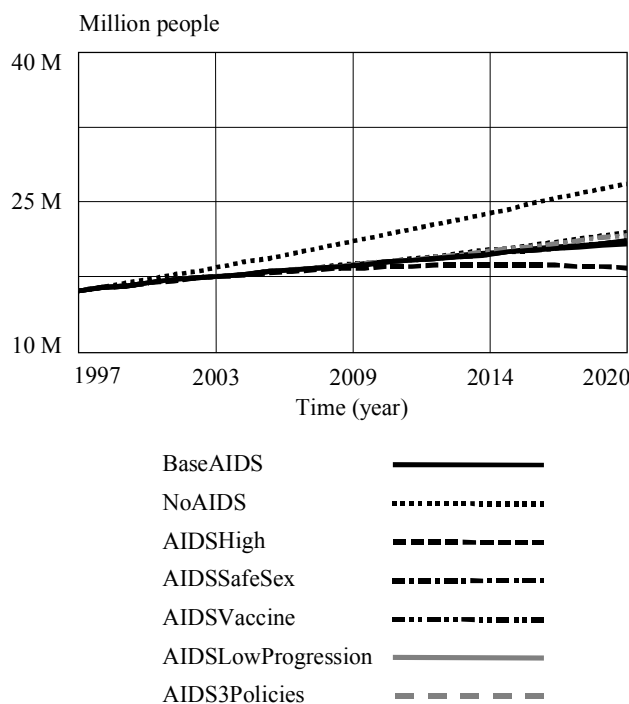


Figure 5. Population size in 2020 according to seven population HIV/AIDS scenarios.

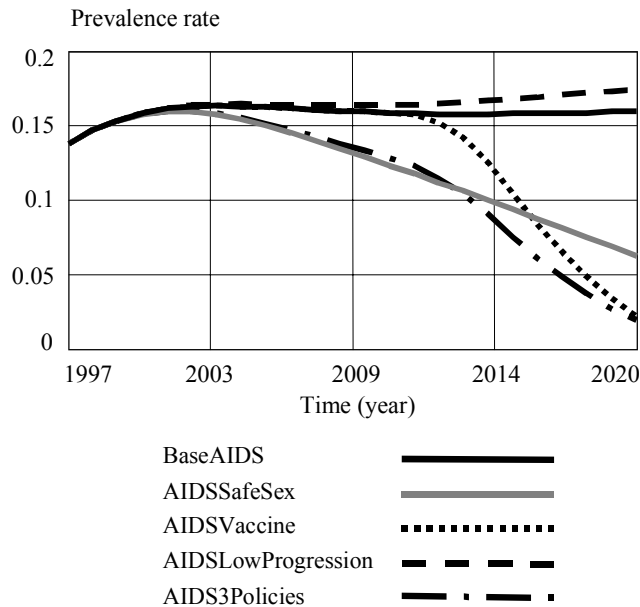


Figure 6. The HIV prevalence rate in 2020 according to the BaseAIDS scenario and four intervention scenarios.

While the three assumptions on the speed of HIV/AIDS diffusion make a large difference to population size, the impact of the various policy interventions is much smaller, so small that they are hardly visible in the figure. The reason for these tiny impacts by 2020 lies in the momentum of HIV/AIDS. Mortality and population size are not affected until 7–10 years after new infections occur. Even in the purely hypothetical situation with no further infections from 2001 onwards, AIDS deaths would still continue to rise for almost another decade before falling. If the vaccine, condom use and low progression interventions are not fully implemented until 2010 or later, the population effect by 2020 will be small. However, if we extend the population projections, say to 2050, a big impact is visible: with the AIDSSafeSex and AIDSVaccine scenarios, the population would be 32.3 and 34.0 million, respectively, compared to only 22.3 million in the BaseAIDS with no interventions.

The first impact of HIV/AIDS interventions is to reduce the HIV prevalence rate, shown in Figure 6. Here, we see large differences by scenario. Higher condom use, starting in 2000, would begin to lower the prevalence rate immediately. Even without any further interventions, prevalence would be only 6.2% in 2020. We assume a vaccine would be implemented much faster than

condom use, however, condom use is preferable because it is a policy that can be implemented starting today, whereas the vaccine is uncertain. The intervention that does not reduce prevalence, but in fact raises it slightly, is the AIDS_{LowProgression}. The direct result of prolonging the HIV incubation period is that people with the virus live longer, but that means they are also able to pass the virus on to more people. Still, the lower progression rates are essential for humanitarian reasons, and should be pursued whenever available. A good strategy is to combine all three interventions, shown in the AIDS_{3Policies} scenario. This leads to the lowest prevalence rates by 2020.

The main lesson from these scenarios is that reducing HIV/AIDS requires long-term dedication. The leading indicator for the success of a prevention policy is prevalence rates, which should decline. Later, fewer AIDS deaths will follow. From the Demographic and Health Survey 1997, we know that most people have heard of HIV/AIDS, but most have not changed their sexual behavior. Therefore, we recommend a large and active campaign to promote condom use, particularly among those with many partners.

3.2 Education

3.2.1 Model description

Basically, the present low levels of educational achievement among Mozambican adults are the fruit of a past with low school enrollment rates. In the same way, to project future adult education – the essential ingredient to development – one needs to start by projecting school enrollment, including school intake and drop-out rates.

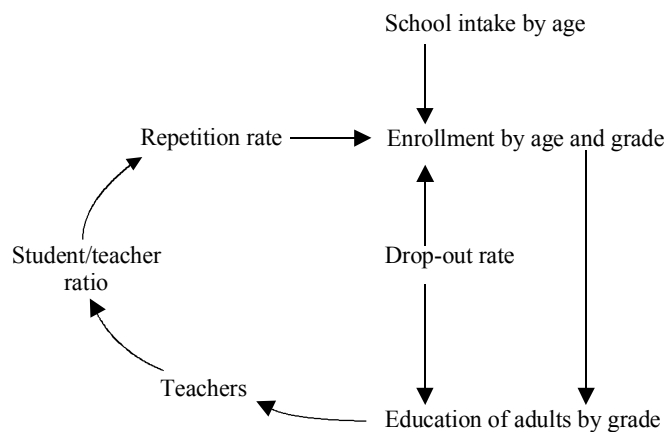


Figure 7. Flow diagram of school enrollment and teacher hiring dynamics captured in the education model.

In Mozambique, school entry occurs at many ages, starting at age 5, and ranging up to young adulthood. Most people who enter school do so between the ages of 5 and 12. Similarly, school departure occurs throughout the school cycle. In each grade between 6% and 47% of the students leave (the higher drop-out rates occur at transitions from one school level to the next). Most, but not all, people who leave school are teenagers. This rather complex situation is captured in a model with school enrollment by single-year age groups and single grades from 1–12, as well as separate university enrollment (see Figure 7).

A particular concern for the country is whether or not there will be enough teachers, particularly at the lower primary school level. This concern is more acute in the face of the HIV/AIDS epidemic. Teachers are expected to have completed the teacher training program, but in many cases, the shortage of teachers leads to hiring people who have simply completed a certain minimum of general education.³³ The number of teachers is important because teachers are needed to fill new classrooms; also, the student/teacher ratio is a measure of school quality. A cross-sectional analysis of African countries in 1995 shows that where the student/teacher ratio is lower, the repetition rate is as well.³⁴ Repetition, which averages 23% in Mozambique, influences enrollment and greatly increases the inefficiency of school. This dynamic is also in the model and shown in Figure 7.

3.2.2 Scenarios for education

The scenarios for education calculate school enrollment and the education of adults, which is an essential part of the economic development scenarios discussed in Section 3.3.3. They also calculate the number of teachers, the student/teacher ratio and the repetition rate as measures of school quality. Furthermore, different levels of HIV/AIDS are included in all the scenarios. Five scenarios are discussed:

1. EducBase, in which total school intake stabilizes at 100% by 2001, and the drop-out rates remain constant from 1997 on, as they appear to have done from 1997 to 2000. Teachers for lower primary school are hired from the total pool of those people who left school with grade 8 or higher. The hiring rate is set to reach a goal of under 30 students per teacher by 2020, down from 62 in 1999. The repetition rate is sensitive to the student/teacher ratio: when there are more teachers, the repetition rate is lower. It falls from 0.23 with a student/teacher ratio of 62 to 0.09 when the ratio is 30. The population assumptions are identical to those in BaseAIDS.
2. EducHigh, which explores the possibility of lowering drop-out rates over the next 20 years in school and in the university. Once near complete school intake has been achieved, it is logical to concentrate efforts on

reducing the loss of students throughout their school lifetime. Also, as the economy continues to expand, improvements in the school system might be easier to finance.

3. EducConstantRepetition, with inflexible repetition rates, regardless of the student/teacher ratio, is calculated to measure the extent to which repetition contributes to inefficiency.
4. EducBaseNoAIDS, which is calculated to see what would have happened without the epidemic.
5. EducBaseAIDSHigh, which is calculated to test how sensitive the education system is to a possible worse outcome of the epidemic.

3.2.3 Results of the education scenarios

In 2000, there were 2.6 million pupils in primary and secondary schools. According to the EducBase scenarios, the total number of pupils at all levels will increase over the next 20 years, as it has in the past eight years since the peace agreement. By 2020, with EducBase, there will be 4.1 million students. While this is a substantial increase, it reflects much lower annual enrollment growth rates than occurred from 1997–2000. HIV/AIDS is a large factor causing slower growth of school enrollment. Besides a rise in numbers, there will be a change in the *composition* of students by grade. Whereas in 2000, 88% of all students were enrolled in lower primary school (grades 1–5), by 2020, EducBase projects this proportion to be 74%. The proportion of students in secondary school rises from 3% in 2000 to 11% in 2020. The shift is apparent in all scenarios.

The rise in the number of primary school pupils will slow down markedly around 2005 (shown for the five scenarios in Figure 8) because of constant intake rates. The intake rate recently grew quickly, but is presently about universal and is projected to remain constant, so the only increases in first-time grade 1 enrollment will come from population growth. With quasi-constant intake, the fast rise in the number of lower primary school pupils from the past eight years continues only for another five years or so, until grades 1–5 are “filled up”. At that point, enrollment will reflect the population size, universal intake rate, prevailing repetition and school retention rates.

Without HIV/AIDS (EducBaseNoAIDS), primary school enrollment would continue to rise beyond 2005, albeit at a much slower pace than recently, to 3.6 million instead of the 2.9 million projected in the EducBase scenario. In other words, by 2020, 700,000 students are lost to the primary schools because of HIV/AIDS, some of them because of early deaths, some of them because HIV lowers fertility. With EducBaseAIDSHigh the population in primary school would actually begin to shrink.

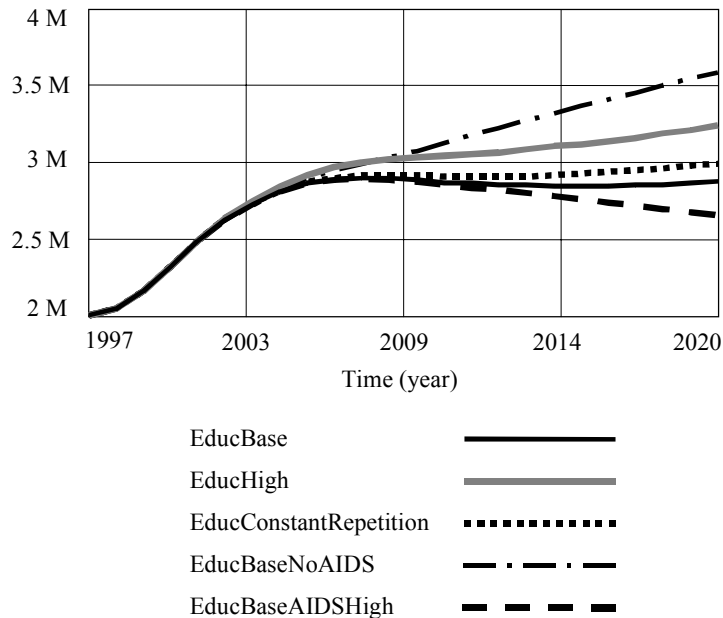


Figure 8. Students enrolled in primary school (grades 1–7) in five education scenarios, from 1997–2020.

Another factor, namely lower repetition rates, has the effect of lowering primary school enrollment, although not nearly as much as HIV/AIDS (compare EducConstantRepetition with EducBase). With repetition constant at 0.23, primary enrollment reaches 3.0 million students in 2020, which is 100,000 more than in the EducBase, where repetition falls to 0.09 by 2020. Of course, fewer pupils due to lower repetition is a good thing, whereas losses due to HIV/AIDS are not.

Some compensation of the student losses could come from lower drop-out rates. In the EducHigh scenario, primary enrollment is about half-way between the EducBase scenario and EducBaseNoAIDS.

Table 1 shows the five scenario results for the number of students at primary, secondary, and tertiary levels in 2020. In all five scenarios, the student population is bigger in 2020 than in 1997. However, secondary and tertiary students, while fewer than primary in absolute terms, grow more in relative terms. In the three scenarios with EducBase and HIV/AIDS variations (EducBase, EducBaseNoAIDS, EducBaseAIDSHigh), students increase from 51,000 to over 300,000 in secondary, and from under 7,000 to about 50,000 in tertiary.

Table 1. Total number of students in primary school, secondary school, and university in 1997 and in 2020 according to five scenarios.

	Primary school	Secondary school	University
1997 ³⁵	2.0 million	51,285	6,528
2020			
EducBase	2.9 million	343,488	49,317
EducHigh	3.2 million	774,668	104,133
EducConstantRepetition	3.0 million	242,672	31,579
EducBaseNoAIDS	3.6 million	397,615	51,461
EducBaseAIDSHigh	2.7 million	334,495	49,005

What we see here is the ripple effect of school intake expansion. When school intake rises, it is first evident in grade 1, and gradually continues up the grades. Once school intake stabilizes, first the primary grades “fill up” for another 5–7 years. Next, secondary school grades begin to fill up. This takes longer, more than 20 years, due in part to the effect of repetition rates. Lastly, tertiary education benefits and continues to expand long after secondary school has stabilized. In industrialized countries, for example, tertiary enrollment is still growing.³⁶

Lower drop-out rates (EducHigh) have a particularly large effect on secondary and tertiary education. Enrollment at these levels would be twice as high compared with EducBase in 2020. The increase would be 15 fold at both higher levels, reflecting an average annual growth rate of 14% from 1997–2000 (this growth is actually slower than what we observed from 1995–2000).

Repetition, which we assume is primarily the result of the student/teacher ratio, plays an interesting role in the composition of the student population. Presently, the average repetition rate is 0.23. If repetition rates were to remain constant (EducConstantRepetition), there would be more primary school students, and far fewer secondary and university students. In part, this is due to the way the model is formulated. In our model, school drop out is a function of age, which means each scenario gives students a range of years in school before they drop out, rather than a certain range of grades they finish. When repetition is higher, fewer children flow through to higher grades, meaning more remain in primary school and fewer go to the higher levels. In relative terms, continued high repetition would cost the country one-third of its secondary school pupils compared to the EducBase scenario.

All scenarios indicate that in the next decade, there will need to be a shift in focus from building more primary schools to the building of more secondary schools. However, there is large uncertainty regarding the number of future secondary students (ranging from 243,000 to 775,000 in 2020).

Table 2. Student/teacher ratios and the repetition rate in lower primary school, in 1997 and in 2020 according to five education scenarios.

	Student/teacher ratio	Repetition rate
1997	61	0.23
2020		
EducBase	29	0.09
EducHigh	29	0.09
EducConstantRepetition	36	0.23
EducBaseNoAIDS	32	0.10
EducBaseAIDSHigh	29	0.09

Clearly, it would be desirable to improve the two indicators regarding school quality, namely repetition rates and the student/teacher ratio, but a real concern is whether there will be enough qualified teachers, particularly with future AIDS deaths. To reach a goal of 30 teachers per pupil, the annual increase in the number of teachers continues through 2020, although the annual increase rate declines from about 3,000 per year to just over 1,000 teachers. The model does not explicitly formulate teacher training because at present, many teachers are hired without official qualifications, but with a certain minimum level of general education. We therefore assume the pool of potential teachers is simply those who leave school at grade 8 or higher. The scenario variable is “proportion of those who leave school who are hired as teachers.” In 1997, we assume it was 1.5%.³⁷ In EducBase, by 2020 we assume it would be lower, namely 0.7%. This is sufficient to reach a student/teacher ratio of 29. This is possible because 1) the number of primary students stabilizes, while 2) the number of people with higher grades continues to increase throughout the projection period.

Surprisingly, AIDS assumptions and lower drop-out rates have almost no impact on repetition and the student/teacher ratio, as shown in Table 2. HIV/AIDS reduces the number of births, and hence, pupils, at the same rate as it reduces teachers. The model does not include the disruptive effects of AIDS, such as a higher turnover of teachers or an overall loss of population, so there might be other negative effects that are not included here. The lower drop-out rates (EducHigh) do not affect these numbers either. Lower drop-out rates would raise the number of primary school pupils, but at the same time also the number of people leaving school at higher grades.

In brief, school enrollment in Mozambique will continue to increase in the next two decades, with particularly strong growth in the higher levels. Efforts to reduce drop-out rates and repetition will bear fruit in the form of raising secondary and university enrollment – as much as doubling or trebling it.

HIV/AIDS will result in fewer teachers, but also fewer students, and the net effect on the student/teacher ratio is small, if there are not other disruptive factors arising from the epidemic. Next, we look at how school enrollment translates into the skills of the labor force.

3.2.4 Impact of education and HIV/AIDS on the labor force

Education does two things to the labor force: it increases the skill level and therewith the productivity of workers, and it moves people to cities (because the more educated a person is, the more likely he or she lives in an urban area). Meanwhile, AIDS takes people out of the labor force, through death and through home-nursing of AIDS patients. Our model calculates these effects for the urban and rural labor force. Moreover, we include an independent, non-education related urban migration force, so that over time, even within each educational level, larger proportions live in cities (1% per year in the unskilled and medium-skilled categories in the EducBase scenario). The labor force scenario results follow directly from the education scenarios above, with the addition of the non-education related migration component.

The combined forces of rising education, non-education related rural–urban migration, and HIV/AIDS have an enormous impact on the labor force. First, let us discuss education. Table 3 shows the educational level of adults aged 15 and above according to two of the education scenarios above, namely EducBase and EducHigh. HIV/AIDS does not impact the proportional distribution of education among adults, at least, not with the dynamics that are covered by the model.

Table 3. Educational achievement of adults in percent of those aged 15 and above, according to two education scenarios.

	No schooling	Grades 1–6	Complete upper primary (grade 7)	Complete upper secondary (grade 12)	University degree (both sexes combined)
Males					
1997 ³⁸	42	51	6	1.0	0.12
2020 EducBase	29	56	13	1.9	0.40
2020 EducHigh	29	51	15	5.0	0.97
Females					
1997	61	37	2	0.3	
2020 EducBase	46	45	8	0.7	
2020 EducHigh	46	40	10	3.3	

The table shows that although educational levels rise, there will still be a sizeable proportion of adults with no or very little education by 2020 because of built-in lags in the age structure (many people with no education today will still be alive 20 years from now). On the other hand, the proportion of adults with complete primary, complete secondary, or with university degrees, while low in 1997 and in 2020, will increase multi-fold. In particular, women experience large gains. The proportion of women with complete primary education rises from 2% in 1997 to 8%–10% in 2020 (depending on the scenario). The increase in secondary education is even larger: women with complete secondary school rise from 0.3% to 0.7%–3.3%. Women catch up to men in both levels of education because school enrollment is more equal today than it has been in the past.

These shifts in education impact the urban and rural labor force to the benefit of the urban areas. In addition, HIV/AIDS and non-education related migration are important. Figure 9 shows the urban (panel A) and rural (panel B) labor force following from the three above-mentioned education scenarios, EducBase, EducHigh, and EducBaseNoAIDS, along with a fourth scenario which disregards non-education related migration, EducLowMigration, which is otherwise identical to EducBase.

If there were no HIV/AIDS (a purely hypothetical comparison), the rural labor force would continue to grow, despite increases in education and migration. As it is, with the EducBase scenario there is stagnation, part of which is due to migration, as a comparison with EducLowMigration shows; another part is due to AIDS (compare to EducBaseNoAIDS). Without HIV/AIDS, the rural labor force in our scenario is 6.8 million in 2020; with AIDS, it is 5.4 million, a 21% loss.³⁹ If there were any improvements in school retention (EducHigh), the rural labor force would actually start to decline significantly. The reversal of growth in a sub-Saharan rural population is highly unexpected. Yet, a similar model also finds it for Botswana and Namibia. The possible economic impacts are discussed in Section 3.3.3. Meanwhile, the urban labor force is expected to continue to grow, albeit more slowly due to HIV/AIDS.

While the absolute size of the labor force says something, a true reflection of the economic potential of workers includes skill level as well as size. To capture this economic potential, we calculate the *effective labor force* separately from the absolute labor force size. The effective labor force incorporates relative productivity weights given to each skill level.⁴⁰ In particular, the productivity weights make a big difference in the *effective* urban labor force (Figure 9, panel C). In all four scenarios, the *effective* urban labor force rises steeply, despite HIV/AIDS. The high education assumptions are even sufficient to offset population losses from HIV/AIDS (compare EducHigh with EducBaseNoAIDS). This should not lull us into complacency with regard to HIV/AIDS, since the higher educational levels could also take place without the

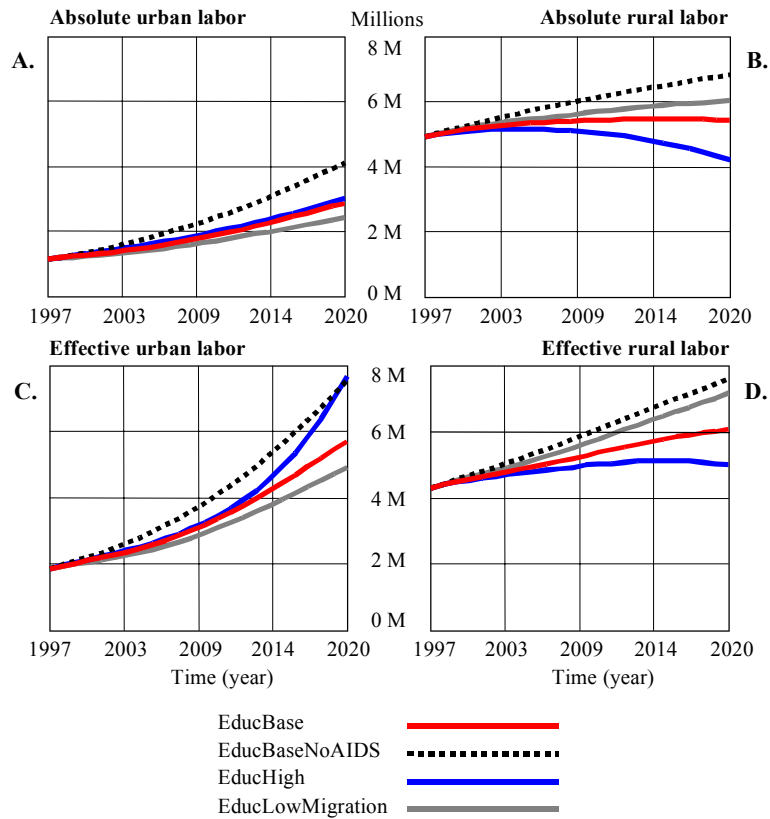


Figure 9. Urban and rural labor force according to four scenarios.

epidemic, and in fact, are probably more likely to do so. Due to productivity the *effective* rural labor force (Figure 9, panel D) could continue to rise in the next 20 years despite HIV/AIDS and rural–urban migration, but much more slowly than the urban. Although the rural areas benefit from education, they do so less than the cities.

3.3 Economic development and environment

3.3.1 Economic and water model description

In this section, we move rapidly outwards on the concentric circles (recall Figure 1), to include economic development and the environment. Out of many environmental factors, we have selected water – rainfall and soil moisture – to model. Figure 10 shows a flow diagram of the economic and water model. Economic production is divided into urban and rural sectors (equivalent to

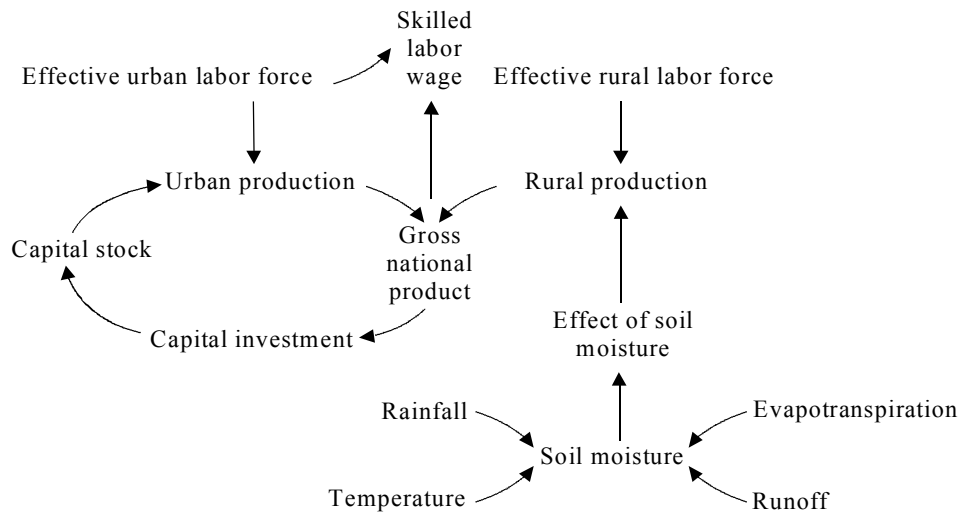


Figure 10. Simplified flow diagram of economic and environmental dynamics captured in the economic and water model.

industry and services versus agriculture). Urban production is defined by a Cobb-Douglas function,⁴¹ which includes effective urban labor, capital stock, and productivity. Changes in the capital stock are determined by the rate of domestic investment as a proportion of GDP. We also calculate the wage for highly skilled labor.⁴² Agricultural production is essentially a function of effective rural labor, productivity, and the effect of soil moisture and rainfall.

The water model uses a simple but physically-based hydrologic approach to calculate soil moisture.⁴³ The model includes 25 national and international rainfall catchment areas, which supply water for the major international rivers running through Mozambique. Not all water is available for extraction or crop growth. Most of it is lost through evapotranspiration and run-off. The model calculates the complex non-linear dynamics of these processes, including rainfall, temperature, vapor pressure, latitude, and soil moisture capacity. Unfortunately, it was not possible to find data, which would allow us to model in detail the effects of the timing and quantity of rainfall on agricultural output. The connection of rain and harvest is therefore very simple: a curve specifying the relative reduction of harvest as a function of rain shortfall in March.

3.3.2 Economic development and climate scenarios

Different economic scenarios emerge directly from the HIV/AIDS and education variations discussed above, as both labor force size and skills are affected. In this section, we discuss three of them:

1. EconBase, which incorporates the assumptions from EducBase.
2. EconNoAIDS, with the same assumptions as EducBaseNoAIDS.
3. EconEducHigh, with the same assumptions as EducHigh.

The economic assumptions in these three scenarios are that labor productivity changes only through higher education levels and that the domestic investment rate is 20% of GDP from 2000–2020. The model is calibrated to historical data from 1997–1999.⁴⁴

In an additional scenario, EconProductive, productivity gains in both economic sectors are *added* on top of those related to education. Higher urban productivity can come from, for example, modernization of capital, a shift to higher value-added activities, better bureaucratic organization, or upgrading of energy, water, and transportation infrastructure. In the rural sector, the conventional recipe for productivity gains includes hybrid high yield crop varieties, large-scale irrigation, fertilizer and pesticide use, monoculture, and mechanization. In recent years, there has been a growing recognition that the output of poor, small farmers can be much better improved with simpler methods, such as mulching, natural pest control, draft animals, small water catchment and irrigation constructions, contour farming, and the like. In our scenarios, we assume a doubling of output per worker, which is 50% more than in the EconBase scenario, as the result of an active campaign to reach all farmers. This reflects a realistic (even somewhat low) value found in field studies working with the above low-input improvements.

In a fifth scenario, EconClimateChange, we consider the impact of climate change on especially rural production. Global Circulation Models⁴⁵ predict an average rainfall increase of 12% for Mozambique and a rise in temperature of 1.5 degrees by 2020.

Finally, EconLowInvestment calculates production with a low, 10% of GDP investment in urban capital per year from 2000 on. This could be one of the impacts of HIV/AIDS as foreign investors are scared away by the epidemic.

3.3.3 Results of the economic development and climate scenarios

All of the scenarios lead to higher income levels by 2020, as shown in Table 4. The EconNoAIDS scenario would allow us to reach an average real GDP growth rate of 6.6% per year. With HIV/AIDS in the EconBase scenario, the growth rate is only 5.7%. Per capita income in 2020 would be \$511 (1995 dollars, not corrected for purchasing power parity) in the EconBase scenario. It is actually just slightly higher than without HIV/AIDS, because one of the factors of production, namely capital, is not reduced by the epidemic. However, these gains do not take into account the probable disruptive effects of the epidemic that could lower GDP and income per capita more than in our scenario.

Table 4. Urban and rural output (in millions of 1995 dollars), national and rural output per capita (in 1995 dollars) in 1997 and in 2020 according to six scenarios.

	Urban output	Rural output	GDP per capita	Rural output per capita
1997	1,757	909	165	79
2020				
EconBase	9,244	1,411	511	111
EconNoAIDS	11,578	1,769	497	111
EconEducHigh	11,299	1,164	601	117
EconProductive	11,786	1,924	658	151
EconClimateChange	9,278	1,433	514	113
EconLowInvestment	6,928	1,411	400	111

In all six scenarios, urban production is much higher in 2020 than it was in 1997 (1.757 billion 1995 dollars). By 2020 in the EconBase scenario, it would be more than 9 billion, and with some education or production gains, it would be in excess of 11 billion. Even low investment leads to almost 7 billion in urban output. If the lower investment were an indirect result of HIV/AIDS, then by 2020 the disease would have cut GDP by 40% compared to the situation without HIV/AIDS. These large, across the board gains in spite of HIV/AIDS are a result of the effective urban labor force. Also, capital levels in the 1990s were so low, that even modest investments make a big difference.

Urban production increases, but not as quickly as the supply of skilled labor (secondary schooling complete and university degree). As a result, although skilled labor is very scarce in absolute terms, it becomes *relatively* less scarce, and wages will tend to decline over the next 20 years (see Figure 11). This phenomenon, where skilled labor rises more quickly than the economy, is a typical situation following a rapid increase in school enrollment.

In contrast to urban production, rural production gains are much smaller, partly because there is no exponential growth engine of capital investment. In fact, an analysis of Table 4 shows rural vulnerability and highlights some of the challenges of raising rural incomes.

The rural income per capita,⁴⁶ already much lower than urban incomes in 1997, falls behind even further in all the scenarios. In 1997, rural income per capita was estimated at \$79 (1995 dollars) compared to \$165 for the country overall. In the EconBase and EconNoAIDS scenarios, rural per capita income would increase by 40% to \$111, largely due to more people with medium skills (grades 4–11 completed). This gain falls far short of the \$500 national income per capita in the same scenarios.

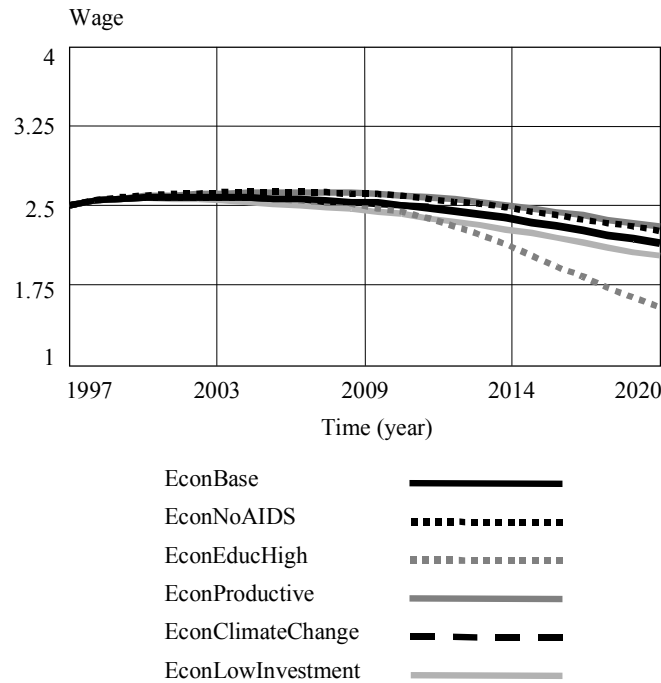


Figure 11. Wage rate for skilled labor in six economic development scenarios.

Productivity gains from EconEducHigh have only a small impact on the rural population's income, basically because the scenario increases mostly the highly skilled labor force (recall Table 3), and people in that group of workers almost all move to the cities. As a result, the EconEducHigh scenario leads to a 20% overall per capita income increase (a big return for investment in schools!), but only 7% in the rural areas.

The only intervention that has an appreciable effect on rural income per capita, is productivity increases, which we assume are through low-input measures appropriate for small farmers. With the resulting doubling of rural income per capita, the rural poverty incidence (less than \$2 a day per capita in purchasing power parity) would decline from 90% to about 50, if the income gains were spread in proportion to present income distribution.⁴⁷

The rural areas are particularly vulnerable to climate change, however, this might be one factor which shifts in their favor. The 12% rainfall reduction basically removes the threat of serious droughts by 2012 as shown in Figure 12. Basically, the relative soil moisture will be above 1 all years thereafter. The flipside is that floods will become more frequent. Unfortunately, the data did not allow us to model the effect of excessive, or excessively concentrated

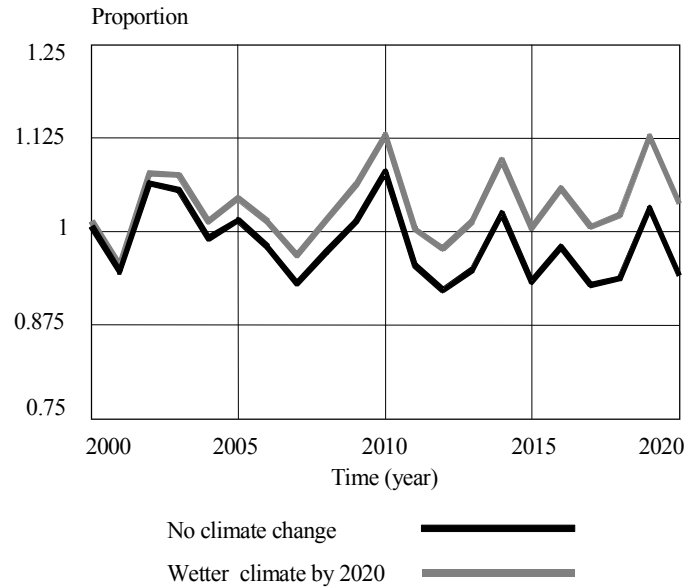


Figure 12. National relative soil moisture in two climate scenarios. Droughts occur when the relative soil moisture falls below 1.

rainfall on harvest, so the net effect on agriculture in terms of average production and annual variability, is unknown.

3.4 Case study: Water balance of greater Maputo City

There is no doubt that the water supply of greater Maputo City,⁴⁸ or Maputo/Matola as we shall refer to it below, can absorb only a limited amount of water demand growth before an expansion of the system needs to take place. In this sense, Maputo/Matola is not any different from most other cities, including those in industrial countries. However, the growth of demands could be very rapid in the next few years, as more industry and people locate in the Maputo/Matola area. The strains on the system and the competition between different demands are a typical example of the interaction of population and development with infrastructure and the environment.

The present supply of Maputo/Matola is the Pequenos Limbobos dam, which is fed by the Umbeluzi river. It is not expected to provide enough water even for another decade. Plans are underway to bring water from the Incomati river or to abstract groundwater. How much water will be needed is uncertain; it depends on the future immigration rate, industrial growth, proportion of households with an in-house water tap, and the efficiency of the urban irrigation

system, to name a few important variables. It also depends on weather, a highly uncertain variable in Maputo. In wet years Pequenos Limbobos might supply ample water, but not if there is a two- or three-year drought series. It is impossible to predict when droughts will occur; we can only say something about the general pattern with which they come. To test these uncertainties we made the Maputo case study model. It models the Pequenos Limbobos reservoir, including the effects of rainfall and temperature fluctuations, with which we can make variable series of future weather. It also includes four types of demands: household, commercial, industrial, and irrigation, each of which can be varied at will.

Presently, only 29% of the population in Maputo/Matola have water in their homes; 21% take water from public taps. Half of the people in the cities do not have any piped water, but use wells. Clearly, in the next few decades, one of the imperatives is to improve this supply. The growth in household water demand comes from three trends: population growth, more people connected to pipes, and consumption increases for those who are connected to pipes.

Industrial water demands are low, as industrial development has only really picked up in the past couple of years. In 2000, the 1.9 billion dollar aluminum smelter, Mozal, went into operation just outside Maputo. It will require a lot of water. But incremental growth of many smaller industries will lead to rising industrial water demand as well.

By far the biggest user of the water from Pequenos Limbobos and the Umbeluzi river that feeds it, is irrigated agriculture. Water demand is unequally distributed throughout the year, dependent on the growing cycle of crops. On average, 11–15,000 m³ per hectare is used every year, which means that irrigation technology is rather inefficient. In 1997, we estimated water for growing crops at 75% of the total demand in the Maputo/Matola area. In most developing countries the majority of water use is for irrigation. Agriculture provides essential food and income and irrigation water is much cheaper to provide than household water because it is generally untreated.

The scenarios reflect different growth paths and policies in the three sectors: households, industry, and irrigation. In particular, the scenarios focus on three issues. 1) For how many years will the Pequenos Limbobos supply be reliable, given alternative growth assumptions? In other words, how many years does Maputo/Matola have to build an infrastructure that taps another supply source? 2) In the case of a temporary depletion of the Pequenos Limbobos reservoir, what are the best policies? If it turns out that due to an unfortunate series of dry years, for example, the Pequenos Limbobos reservoir drops below a critical level, the city will be forced to take water rationing measures. 3) A lot depends on the rainfall patterns, which are uncertain, particularly when we include climate change, and we explicitly include this uncertainty. Seven scenarios are discussed in this section:

1. **MaputoBase.** In this scenario, the population of Maputo/Matola grows 4% annually.⁴⁹ The proportion of people with in-house or in-yard connections rises from 0.29 to 0.82 in 2025,⁵⁰ and their per capita consumption of water rises as well. General industrial and commercial demand rise 6% per annum. Moreover, industrial demand is augmented by a few large projects, such as Mozal, the new aluminum smelter. Irrigation remains constant, as does the climate.
2. **BaseClimateChange.** This is the same as MaputoBase, except that average rainfall is 12% higher by 2020, the medium assumption in the Global Circulation Models.
3. **LowPopIndustry.** An active decentralization policy is immediately implemented to locate growth foci in other cities, such as Beira. Population growth is only 2% per annum and industry 3%.
4. **3Policy.** In addition to lower population and industrial growth, the government pursues an active program to increase irrigation efficiency to 7,000 m³ per hectare annually by 2010. The technology and implementation of this policy among farmers would be funded, for example, by foreign grants.
5. **PopRation.** This is the same as the MaputoBase scenario, except that when the Pequenos Limbobos reservoir drops to acutely low levels, water is rationed among households, so that those who have an in-house or in-yard connection can use only 0.6 m³ per person per day, instead of 3.4 m³ as in 1997.
6. **IrrigationRation.** Instead of households, farms are rationed when Pequenos Limbobos is dangerously low. All irrigation water is cut off when the reservoir has less than 100 million m³ (the depletion level is 63 million m³).
7. **EfficientIrrigationRation.** This is the same as above, but combined with an aggressive policy to subsidize and implement efficient irrigation technology.

Table 5 shows the water demands for Maputo/Matola from four sectors in 1997 and in 2020 according to three scenarios. In 1997, irrigation is by far the largest user of water, but in the two coming decades, that will change. Household demand overtakes irrigation as it increases in absolute terms more than any other demand, from under 3 million m³ of water per month to over 15 million m³ by 2020. With a smaller population of 2.4 million in the LowPopIndustry scenario, instead of 3.3, household demand would be less than 11 million m³ per month. Industrial demand has the largest relative growth from 0.44 to 6.17 million m³ per month in the MaputoBase scenario. It would rise to less than 3 million m³ per month in the two policy scenarios. Average monthly irrigation demand falls to 4.4 million m³ per month in the 3Policies scenario.

Table 5. Maputo/Matola water demand in 1997 and in 2020 according to three scenarios.

Million m ³ per month, including losses	MaputoBase		LowPopIndustry	3Policies
	1997	2020	2020	2020
Household demand	2.67	15.26	10.95	10.95
Industrial demand	0.44	6.17	2.79	2.79
Commercial demand	0.38	0.92	0.92	0.92
Irrigation demand	8.52	8.52	8.52	4.40

To get an idea of the dynamics in the Pequenos Limbobos reservoir as a result of the annual weather fluctuations, seasonal irrigation demands, and long-term demand trends, Figure 13 shows the supply in the MaputoBase and BaseClimateChange scenarios. The selected 23-year weather pattern has neither an upward nor a downward trend in rainfall from 1997–2020.⁵¹

The figure shows the seasonal fluctuations within the year caused by the rainfall and irrigation demand fluctuations.⁵² There are also larger fluctuations, which are caused by total annual rainfall variance and demand trends. A dry year in 2002 in this simulation can totally deplete the reservoir. When the reservoir reaches 63 million m³ it is functionally empty, as shown by the flat section of the scenario lines along the bottom of the figure. The BaseClimateChange scenario, which gradually brings more rain, gives little respite.

According to this simulation, the reservoir will be depleted in 2002 regardless of climate change. Of course, the weather pattern is not likely to be exactly the one included in this simulation. To see the effect of possible extreme weather time series, we show the MaputoBase scenario with a dry 23 years and with a wet 23 years (it should be noted that the weather series are taken directly from actual historical time series as recorded from 1900–1995). The two extreme weather series are shown together with the original MaputoBase in Figure 14. With the MaputoBaseDrySeries, the reservoir runs dry in 2001; with the WetSeries, not until 2015. It is impossible to tell which weather series will take place, but planners must take reasonable precautions with regard to expecting the worst.

One way to take reasonable precaution is a calculation which gives the cumulative probability that the reservoir will run dry, given a collection of possible weather patterns. This is shown in Figure 15 for six scenarios.⁵³ We ran a series of 19 simulations for each scenario.⁵⁴ For each year x we calculated the proportion of years in which the reservoir was first depleted, before and including year x . The figure shows that even at present levels of use, there is a

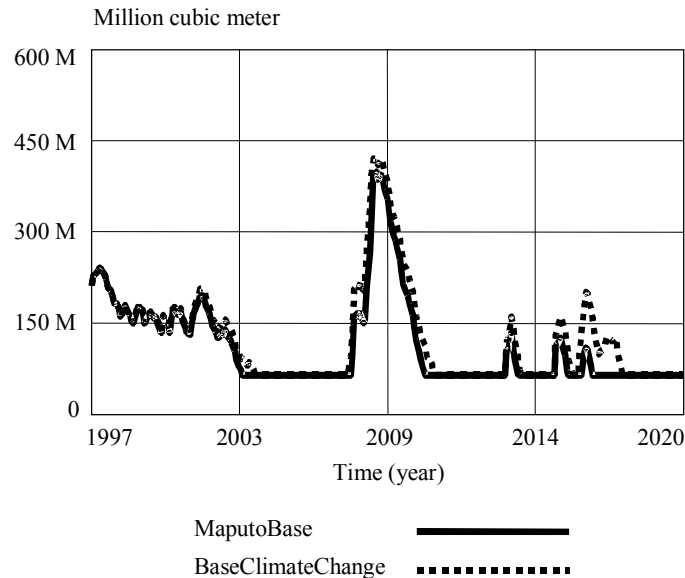


Figure 13. Pequenos Limbobos water supply according to two scenarios and a randomly selected 23-year weather series.

low possibility that the reservoir could run dry, if there were an unlucky series of droughts. In the discussion of the scenarios below, we say that a reasonable precaution with regard to reservoir reliability is when the cumulative probability that the reservoir will run dry is less than 25%.

We found that, with the MaputoBase scenario, there is actually a 25% probability that the reservoir will run dry sometime within the next four years. The probability is 50% within the next eight years, and 90% within 12 years. The LowPopIndustry scenario, with its assumptions about lower population growth and industrial growth, does little to change this. The reason is because even at present levels of water usage – without including future growth in demand – the system is over-utilized to the point where a given drought or series of dry years will cause the reservoir to run dry. One implication is that lower population growth due to HIV/AIDS will not save the city’s water system.

The 3Policy scenario envisions a reduction of water use, with aggressive promotion and implementation of efficient irrigation technology. Eventually, population and industrial growth will make up for lower water use, but perhaps the policy offers some years of respite in which the city can build other water supply structures. In fact, even this simulation gives almost no improvement – largely because we assume farmers gradually convert to the new irrigation

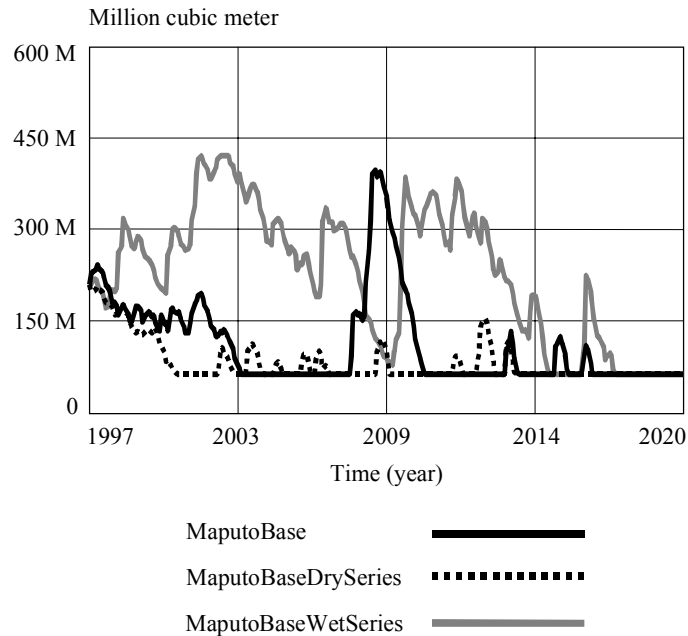


Figure 14. Pequeños Limbobos water supply according to three weather patterns, all with the base scenario for demand.

methods over 10 years, during which time the population and industrial growth immediately use up any surplus that might arise.

It appears then, that all three of the possibilities that we explore to extend the lifetime of the reservoir – climate change, lower household and industry use, and lower irrigation water use – still result in the same 25% probability that the reservoir will run dry in the next four years. That is very little time to build extra water infrastructure.

Given this situation, it seems imperative to explore the policy options, should an acute water shortage arise. Unpopular as such measures might be, some water use needs to be rationed if there is a water shortage. We have implemented two rationing policies. In one, the household water supply is rationed – for example, by having running water only a few hours a day – when the Pequeños Limbobos reservoir reaches 100 million m³. In the second, water supply for irrigation is cut off completely when the reservoir is that low.

With regard to the household rationing policy (PopRation), it has very little effect on the probability with which the reservoir runs dry, particularly in the next five years. The reason is because now and for the next five years, household water demand makes up only a small portion of the total, so that rationing hardly reduces overall water demand.

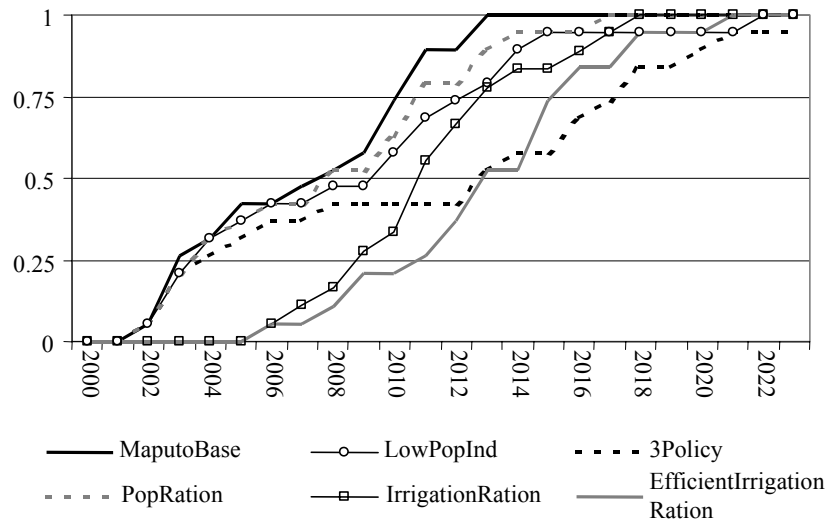


Figure 15. Cumulative probability that Pequenos Limbobos reservoir will be depleted for the first time, by year x between 2000–2022, for six scenarios.

The one policy that does work is to cut off water for irrigation during times of shortage (IrrigationRation). In some years, this could mean a partial or complete loss of irrigation water during the critical months of November–January. With an irrigation rationing policy, the 25% probability that the reservoir will be depleted is not reached until 2009. Combined with an efficient irrigation program, the reservoir lifetime could be extended to 2011.

Of course it is a fallacy to say that there are no water shortages in these scenarios, just because the reservoir is not depleted. In fact, there *are* shortages – but they are controlled with rationing to affect only a designated group of users. In the IrrigationRation scenario, the probability that there would be no water in November, December, or January is 25% up to 2010. In fact, 34% of the years up to 2010 are affected though the loss of at least one month. One could imagine that an income compensation scheme for the farmers to reduce the pain of this policy would be a necessity. Combining the irrigation rationing with subsidies to implement efficient irrigation technology can also mitigate the impact of rationing on farmers (EfficientIrrigationRation). In the scenario which combines these two policies, only 14% of the critical months are lost and 19% of the years are affected.

Notes

¹ 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.

² All figures in 1995 dollars.

³ 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.).

⁴ FAO (2000) 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.

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

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

⁷ 1992 data from UNESCO database 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.

⁸ *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).

⁹ 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.

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

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

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

¹³ 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.

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

¹⁵ 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).

¹⁶ Agricultural Survey 1996.

¹⁷ Agricultural Survey 1996.

¹⁸ 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.

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

²⁰ 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.

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

²² 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.

²³ 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.

²⁴ 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.

²⁵ 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.

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

²⁷ 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.

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

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

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

³¹ 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.º1*, Maputo.

³² 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.

³³ 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.

³⁴ Using the database on the UNESCO website: www.unesco.org.

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

³⁶ See, for example, UNESCO website: www.unesco.org.

³⁷ 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.

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

³⁹ 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>).

⁴⁰ 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.

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

⁴² 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).

⁴³ 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.

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

⁴⁵ 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.

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

⁴⁷ 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.

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

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

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

⁵¹ 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.

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

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

⁵⁴ 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.

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/) 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.¹ 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 1997² 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%.³ 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 reduziram 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, 1,821,000.⁴ O PNB real cresceu 11% anualmente de 1992–1999, causando que a renda per capita dobrasse de \$121 a \$230.⁵ O país está ficando menos dependente de ajuda estrangeira.⁶ 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 2000.⁷ Durante os últimos cinco anos de guerra, a mortalidade infantil caiu de 161 por 100 nascimentos, a 135 de 1992–1997.⁸ 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.⁹ 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 dia¹⁰ e o analfabetismo adulto estava em 61%.¹¹

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 gradualmente. 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,

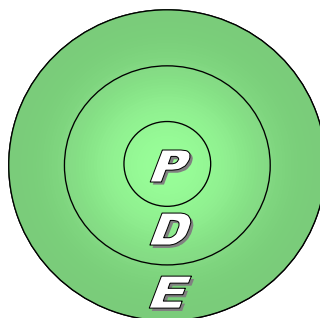


Figura 1. Organização conceitual da abordagem PDA do IIASA.

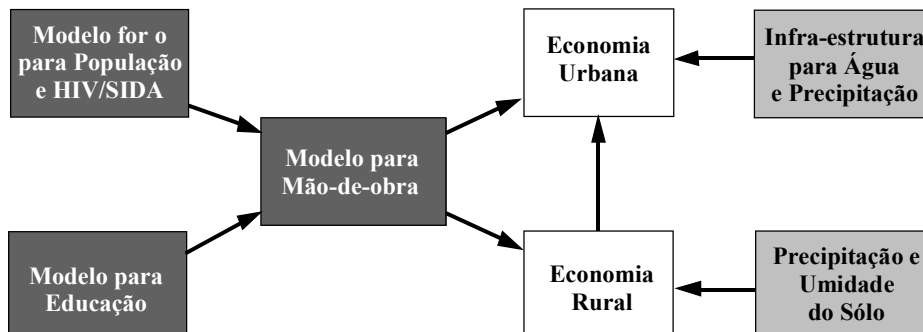


Figura 2. Diagrama da estrutura básica do modelo de Moçambique.

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.¹² 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.¹³ Em média, porém, a produção por trabalhador era nove vezes maior em serviços e indústria (localizada em maior parte em cidades) que na agricultura.¹⁴ A maioria das pessoas nas áreas rurais são pequenos agricultores e seus dependentes¹⁵ que cultivam, em média, cerca de 2 hectares.¹⁶ Somente cerca de 20% (por peso) da produção é vendida no mercado,¹⁷ 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.¹⁸

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.¹⁹ 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.²⁰ 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.²¹

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 2000.²² 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 admissão²³ 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.²⁴

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 mas sérios para o desenvolvimento do país. As mais recentes estimativas de prevalência indicam que 16% dos adultos, idade de 15–49, são soro-positivos.²⁵ 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.

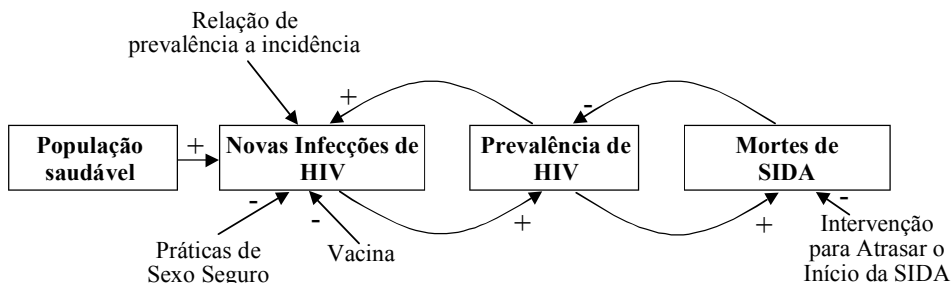


Figura 3. Diagrama das dinâmicas de HIV e SIDA.

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.²⁶ 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.²⁷ 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.²⁸ 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 1997.²⁹ 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.³⁰ 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.³¹
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.³²
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.

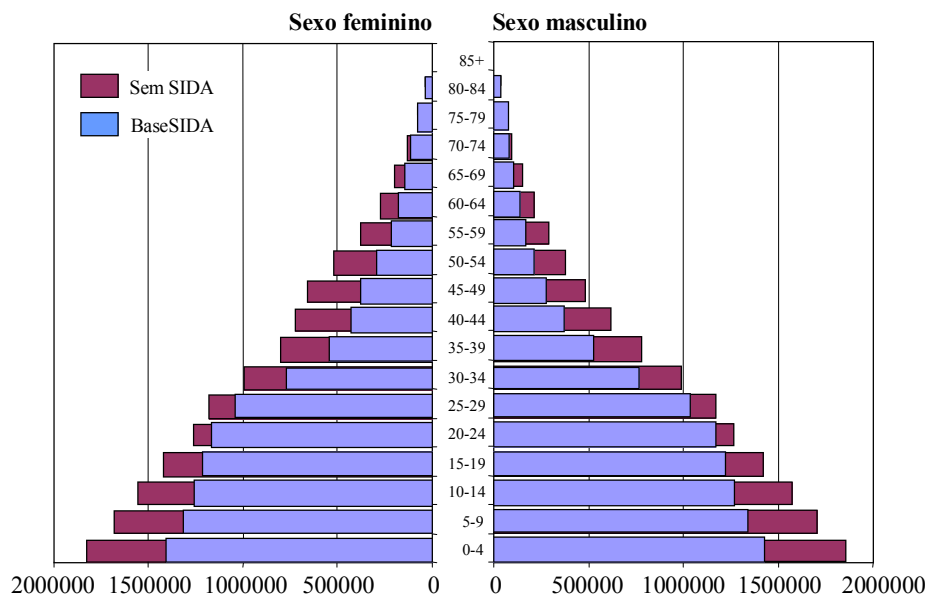


Figura 4. Estrutura de idade e sexo em 2020 de acordo com os cenários BaseSIDA e SemSIDA.

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

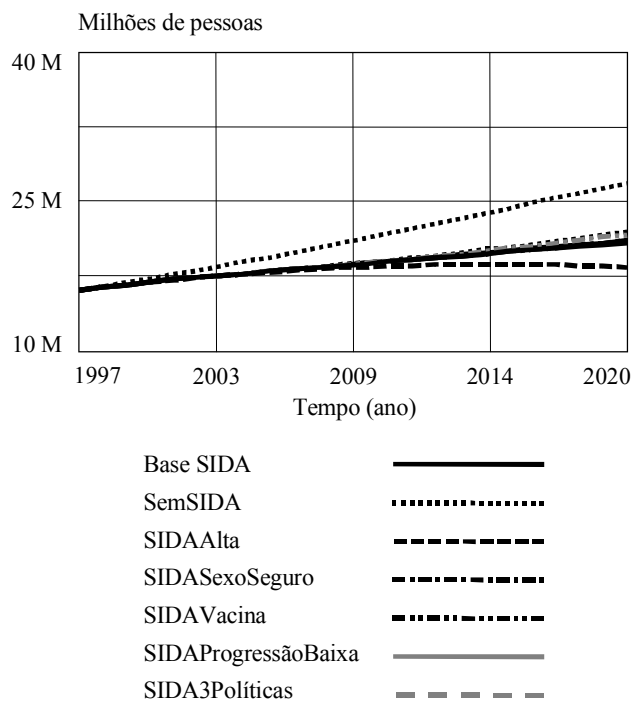


Figura 5. Tamanho da população em 2020 de acordo com sete cenários de população e HIV/SIDA.

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

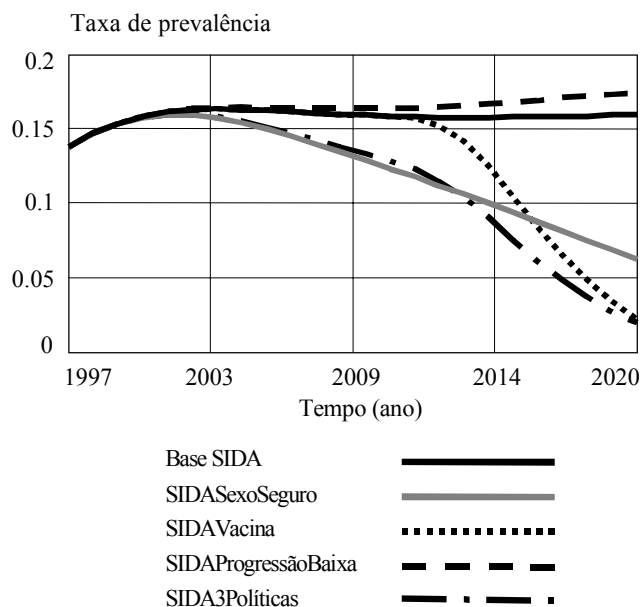


Figura 6. A taxa de prevalência de HIV em 2020 de acordo com o cenário BaseSIDA e quatro cenários de intervenção.

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.

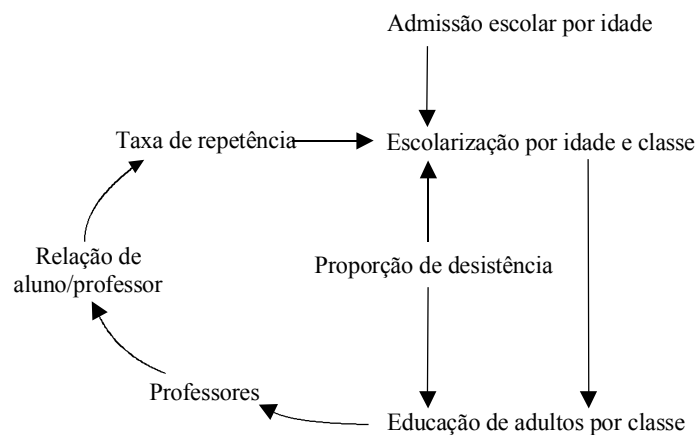


Figura 7. Diagrama de escolarização, dinâmicas de contratação de professores, e repetência.

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.³³ 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.³⁴ 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^o grau são contratados do grupo de pessoas que saíram da escola com 8^a 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.

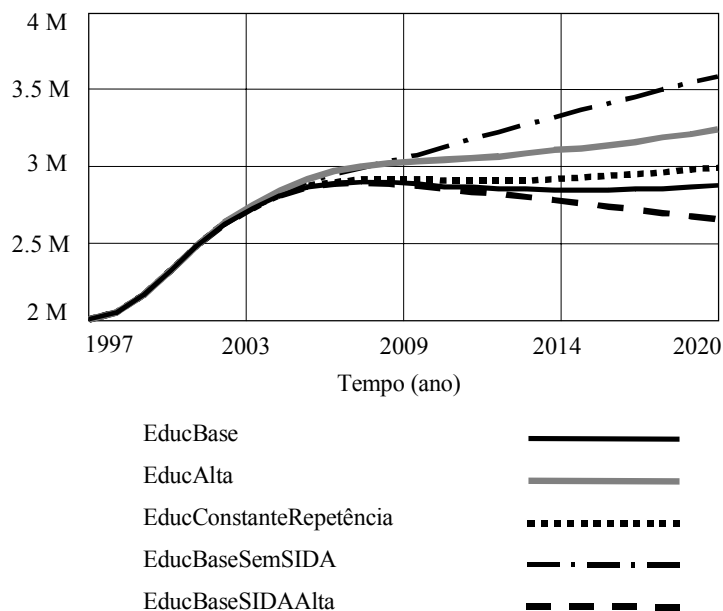


Figura 8. Alunos na escola primária (classes 1–7) em cinco cenários para educação, de 1997–2020.

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 matrícula 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 ³⁵	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.³⁶

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%.³⁷ 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)
Masculino					
1997 ³⁸	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
Feminino					
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

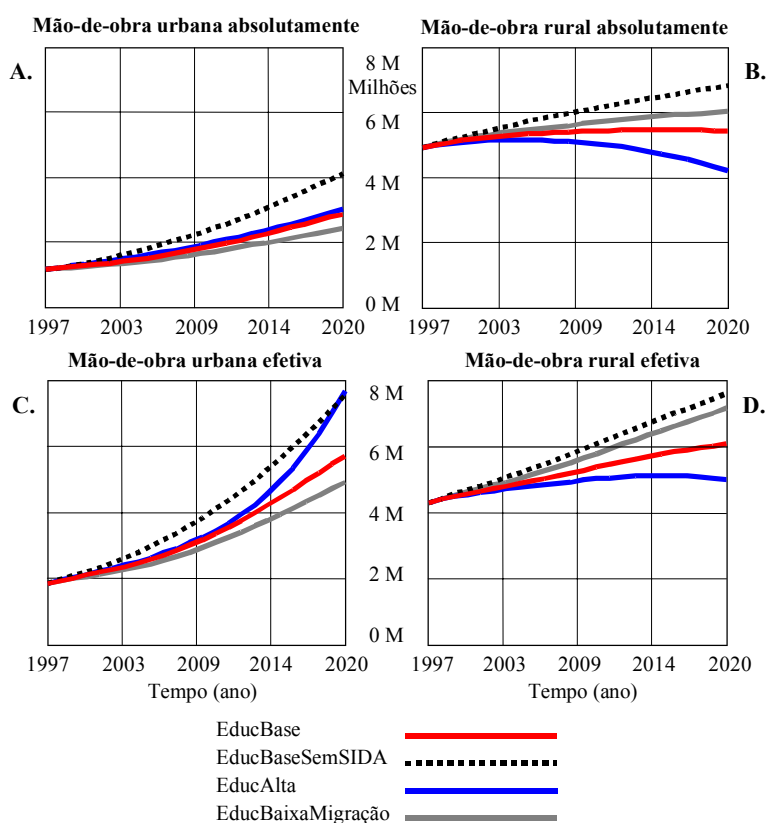


Figura 9. Mão-de-obra absoluta e efectiva rural e urbana de acordo com quatro cenários.

de 6.8 milhões em 2020; com SIDA, é de 5.4 milhões, uma perda de 21%.³⁹ 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.⁴⁰ 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,⁴¹ 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.⁴² Produção agrícola é essencialmente a função da efetiva mão-de-obra rural, produtividade, e o efeito da umidade do sólo e da precipitação.

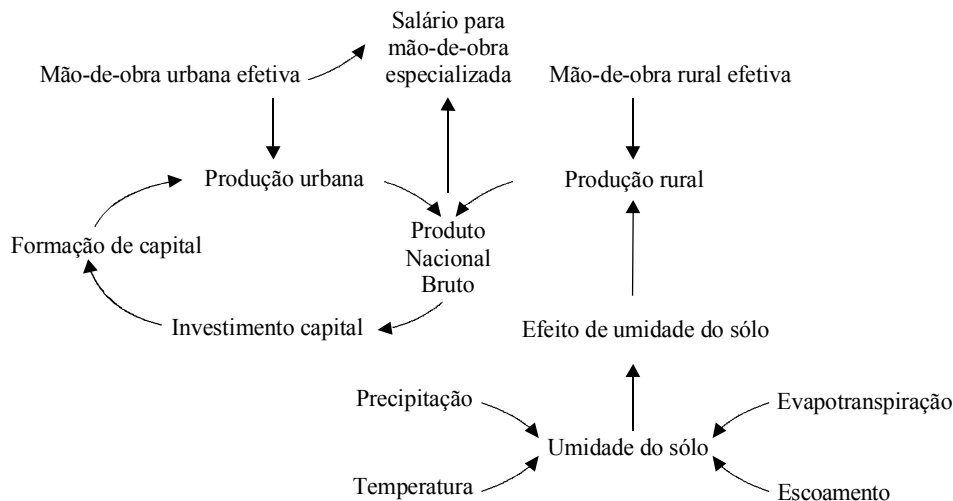


Figura 10. Diagrama de dinâmicas econômicas e ambientais captadas nos modelos económicos e para água.

O modelo da água usa uma simple abordagem hidrológica de base física, para calcular a umidade do solo.⁴³ 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 1997–1999.⁴⁴

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*⁴⁵ 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,⁴⁶ 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

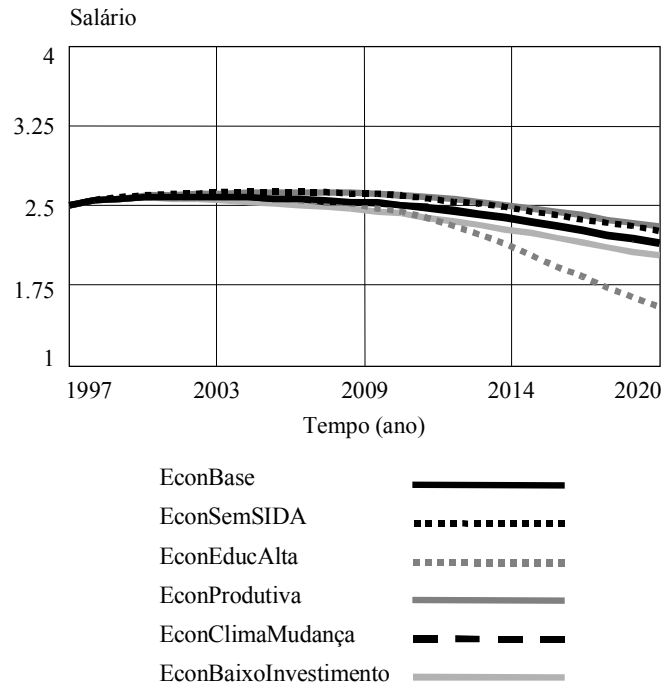


Figura 11. Salário para mão-de-obra especializada em seis cenários económicos.

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.⁴⁷

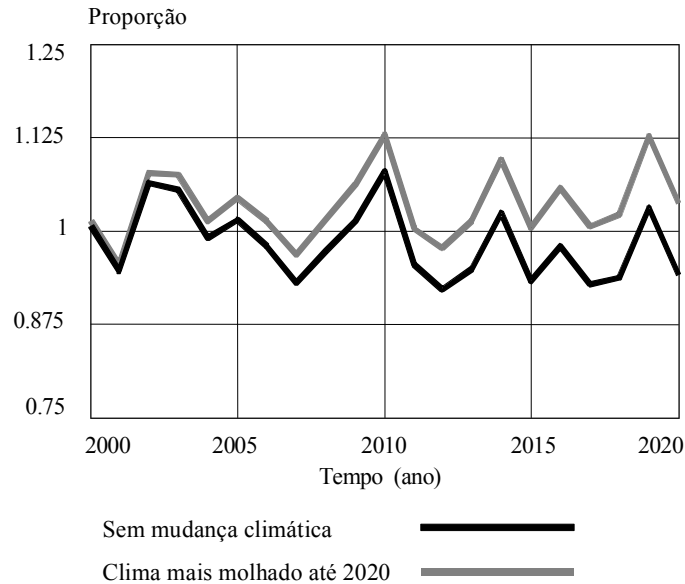


Figura 12. Umidade relativa do sólo nacional, em dois cenários climáticos. Secas ocorrem quando umidade relativa do sólo cai abaixo de 1.

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 no 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,⁴⁸ 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 m³ 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.⁴⁹ A proporção de pessoas com conexões dentro de casa ou em seus quintais sobe de 0.29 a 0.82 em 2025,⁵⁰ 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 m³ 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 m³ por pessoa por dia, em vez de 3.4 m³ 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 m³ (o nível de exaustão é de 63 milhões m³).
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 ³ per mês, incluindo perdas	MaputoBase		BaixaPop Indústria	3Políticas
	1997	2020	2020	2020
Demanda Domiciliar	2.67	15.26	10.95	10.95
Demanda Industrial	0.44	6.17	2.79	2.79
Demanda Commercial	0.38	0.92	0.92	0.92
Demanda da Irrigação	8.52	8.52	8.52	4.40

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 m³ de água por mês para mais de 15 milhões m³ 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 m³ por mês. Demanda industrial tem o maior crescimento relativo de 0.44 a 6.17 milhões m³ por mês no cenário MaputoBase. Subiria a menos que 3 milhões m³ por mês em dois cenários políticos. A demanda mensal da irrigação cai para 4.4 milhões m³ 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 1997–2020.⁵¹

A figura mostra as variações sazonais dentro do ano causadas pela precipitação e mudanças em demanda de irrigação.⁵² 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 m³ 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

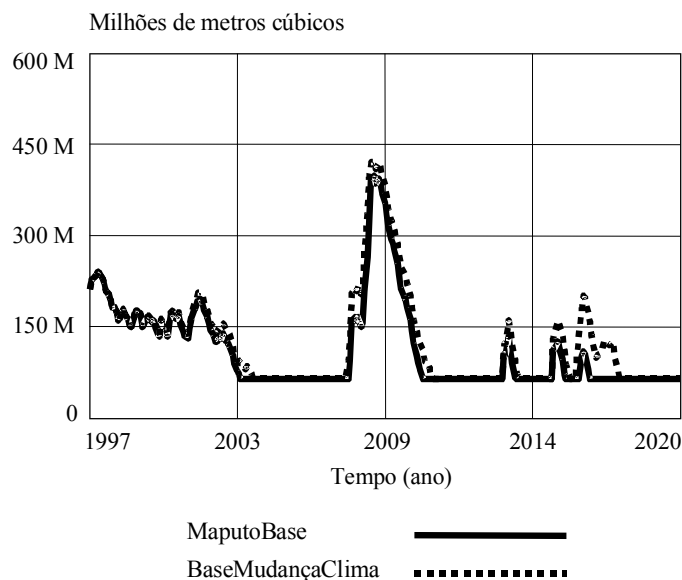


Figura 13. Abastecimento de água de Pequenos Limbobos de acordo com dois cenários temporal, MaputoBase e BaseMudançaClima.

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.⁵³ Passamos uma série de 19 simulações para cada cenário.⁵⁴ 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

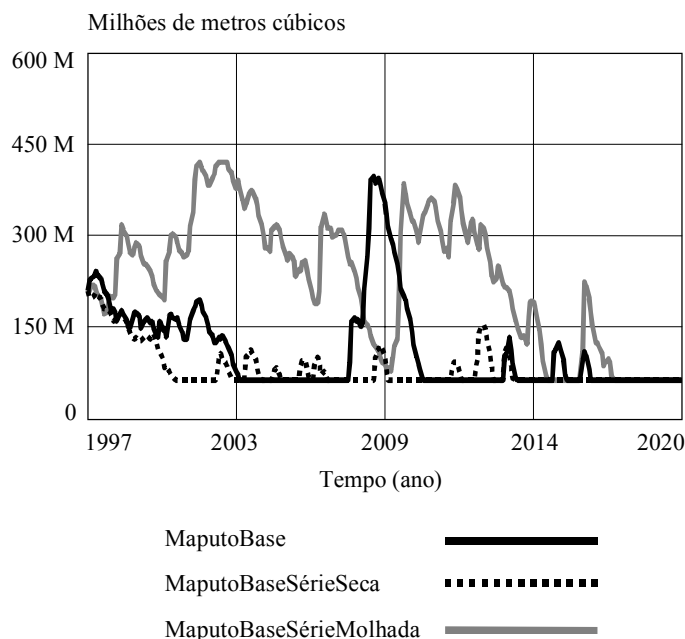


Figura 14. Abastecimento de água de Pequenos Limbobos de acordo com três padrões temporais, todos baseados no cenário MaputoBase para demanda.

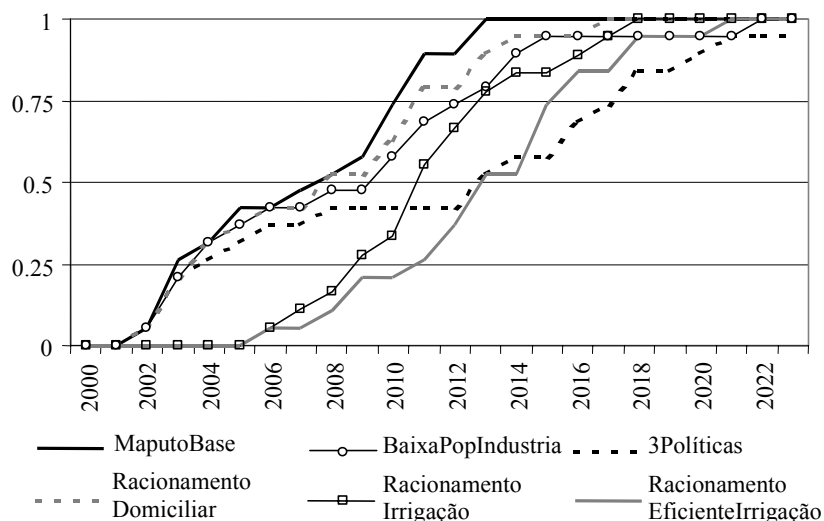


Figura 15. Probabilidade cumulativa de que a barragem Pequenos Limbobos seja exaurida pela primeira vez, até o ano x entre 2000–2022, para seis cenários.

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

¹ 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.

² All figures in 1995 dollars.

³ 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.).

⁴ FAO (2000) 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.

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

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

⁷ 1992 data from UNESCO database 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.

⁸ *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).

⁹ 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.

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

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

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

¹³ 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.

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

¹⁵ 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).

¹⁶ Agricultural Survey 1996.

¹⁷ Agricultural Survey 1996.

¹⁸ 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.

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

²⁰ 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.

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

²² 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.

²³ 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.

²⁴ 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.

²⁵ 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.

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

²⁷ 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.

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

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

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

³¹ 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.

³² 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.

³³ 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.

³⁴ Using the database on the UNESCO website: www.unesco.org.

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

³⁶ See, for example, UNESCO website: www.unesco.org.

³⁷ 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.

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

³⁹ 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>).

⁴⁰ 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.

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

⁴² 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).

⁴³ 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.

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

⁴⁵ 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.

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

⁴⁷ 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.

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

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

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

⁵¹ 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.

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

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

⁵⁴ 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.