



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
Departamento de Engenharia Rural
Secção de Uso de Terra e Água



Projecto Final

Análise da Disponibilidade de Água para Implementação de Projectos de Irrigação (Estudo de Caso: Bacia do Rio Limpopo - Moçambique)

Discente:

Délcio Manuel Notião

Supervisor:

Eng. Emílio J. Magaia, MSc

Co-supervisor:

dr. Agostinho C. F. Vilanculos

Projecto submetido a Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Agronómica

Maputo, Abril de 2011

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais que, múltiplas vezes, passaram a mão pelo meu ombro, me encorajando a levantar a cabeça a cada vez que caía no desânimo. Aos meus irmãos, Nilza e Clério, que este trabalho sirva de inspiração e motivação, para que nunca desistam de correr atrás dos livros, porque é a única enxada de um pobre que anseia triunfar na vida. Aos meus sobrinhos Khosi, Santsana e Mornny.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a **Deus**, pai da misericórdia e do nosso senhor Jesus Cristo, que me consolou durante as minhas tribulações, tais como doença, cansaço, desânimo, dando-me todos os dias um espírito de vencedor. Pois os que esperam no senhor, renovarão sempre as suas forças, por isso eu estou aqui.

Agradeço aos meus pais Manuel Notiço e Martina Fiel Mahesso, pois se não fosse por eles não sei se algum dia chegaria onde me encontro, o suporte sentimental, moral e material foram determinantes para a minha formação como homem. Aos meus irmãos Nilza e Clério pelo apoio moral ao longo da minha carreira estudantil.

Um agradecimento especial vai ao meu supervisor, Eng.º Emílio Magaia pelo seu apoio e acompanhamento incondicional em todos os momentos da realização deste trabalho. Ao dr.º Agostinho Vilanculos por me ter dado a orientação para a definição do tema do trabalho. Ao Eng.º Mário Chilundo pelo esclarecimento de algumas dúvidas. Ao Eng.º Tomás Maculuve do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, pelo apoio bibliográfico. A Eng.ª Isabel da Hidráulica de Chókwè Empresa Pública, esclarecimento do funcionamento do regadio de Chókwè. E aos restantes docentes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal por terem contribuído para a minha formação. Agradeço, a dona Ana da sala de máquinas, dona Rosa e dona Elvira, ambas do Registo Académico pelo suporte durante a formação.

Aos meus colegas e verdadeiros amigos que se revelaram ser durante estes anos de licenciatura em Engenharia Agronómica, nomeadamente Mauro Matusse, António Muitiquile, Meizal Popat, Luís Bota, Joaquim Bucuane, Jamilo Mucata, Prince Zandamela, Noimilto Mindo, Faruk Mussagy, entre outros não menos importantes.

A todos vós vai o meu **obrigado sem tamanho!**

Resumo

A crescente preocupação com a disponibilidade de água em todo o mundo, exige um uso racional na utilização deste recurso em todas as actividades humanas. De apenas 2.5% de água doce existente no globo terrestre, maior parte desta é imprópria para o consumo, e se encontra em locais de difícil acesso, como os glaciares e lençóis freáticos. O presente estudo foi conduzido na bacia do Rio Limpopo, com o objectivo de analisar a disponibilidade de água para a implementação de projectos de irrigação. Para responder a este objectivo, fez-se um levantamento dos regadios existentes e seleccionou-se 3 (três) culturas, o arroz (variedade ITA 312) e o milho matuba, para a época quente e o tomate (variedade HTX 14), para a época fresca. Estimou-se o volume médio de água, durante as campanhas agrícolas de 2004/05 a 2008/09. A demanda de água para uso doméstico foi estimada com base nos dados do censo populacional de 2007 e no consumo diário de água por pessoa. Para o abeberamento do gado foi calculada usando, dados típicos do consumo per capita para cada tipo de animal na área que está sendo avaliada. Os resultados indicam que a água disponível na bacia do Rio Limpopo, é actualmente estimada num volume médio de 713.79Mm³/ano, e apenas 22% (158.17Mm³/ano), são destinados para a irrigação de aproximadamente 14385ha, dos quais 81271ha estão ao dispor dos investidores para a implementação de novos projectos.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO.....	III
LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS.....	VI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 PROBLEMA DE ESTUDO E JUSTIFICAÇÃO	2
1.3 OBJECTIVOS.....	3
1.3.1 Geral.....	3
1.4.2 Específicos.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 DEFINIÇÃO DE CONCEITOS	4
2.2 ESCASSEZ DE ÁGUA.....	6
2.2.1 Escassez de água Vs Mudanças climáticas	6
2.3 CÁLCULO DAS DEMANDAS DE ÁGUA	6
2.4 LIMITAÇÕES DE ESTUDO.....	9
3. METODOLOGIA	10
3.1 Descrição da área de estudo	10
3.1.1. Localização Geográfica.....	10
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	12
3.2.1 Precipitação	12
3.5 PRINCIPAIS INFRA-ESTRUTURAS HIDRÁULICAS	12
3.6 PROCEDIMENTOS NA RECOLHA DE DADOS.....	15
3.6.1 Cálculo da demanda de água para uso agrícola	16
3.6.2 Cálculo da demanda de água para o consumo doméstico	17
3.6.3 Cálculo da demanda de água para o abeberamento do gado	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 ANÁLISE DA DEMANDA	21
4.1.1 Demanda de água para o uso agrícola.....	21
4.1.2 Demanda de água para o uso doméstico	22
4.1.3 Demanda de água para o abeberamento do gado.....	23
4.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	24
4.2.1 Resumo das demandas	25
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
7. ANEXOS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das campanhas agrícolas 2004/05 a 2008/09	16
Tabela 2: Relação entre a procura actual, futura com a disponibilidade de água para o uso agrícola	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo	11
Figura 2: Precipitação média anual na bacia do rio limpopo.....	12
Figura 3: Barragem de massingir	13
Figura 4: Açude de macarretan.....	14
Figura 5: Regadio de chòkwé	14
Figura 6: Demanda de água actual para o uso agrícola.....	21
Figura 7: Demanda de água para o consumo doméstico	22
Figura 10: Disponibilidade de água na bacia do rio limpopo	24
Figura 11: Sumarização das demandas de água.....	25
Figura 12: Relação entre a procura actual, futura com a disponibilidade de água	26

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: levantamento de regadios da bacia do rio limpopo.....	32
Anexo 2: demanda de água para o uso agrícola.....	37
Anexo 3: demanda de água para o consumo doméstico.....	38
Anexo 4: relação entre a procura de água e a projecção do crescimento da população até o ano 2025.....	39
Anexo 5: demanda de água para o abeberamento do gado.....	40
Anexo 6: descargas da barragem de massingir e influxos de combumune.	41
Anexo 7: resumo das demandas.....	42

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

ARA-SUL – Administração Regional das Águas do Sul

DFID – Department for International Development

DNA – Direcção Nacional de Águas

DPAG – Direcção Provincial de Agricultura de Gaza

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

HICEP – Hidráulica de Chòkwé Empresa Pública

INE – Instituto Nacional de Estatística

INGC – Instituto Nacional de Gestão de Calamidades

IR – Demanda de água para irrigação

MADER – Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural

Mm³ - Milhões de metros cúbicos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRBL – Sistema de Irrigação do Baixo Limpopo

UGBL – Unidade de Gestão da Bacia do Limpopo

1. INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

Cerca de três quartos da superfície terrestre é formada por água, mas deste total 97.5% encontra-se nos oceanos, i.e., água salgada imprópria para o consumo humano. Os 2.5% que restam de água doce, encontram-se em rios e lagos, sendo que boa parte (1.75%) não podem ser totalmente aproveitados, porque encontram-se em locais de difícil acesso como glaciares e lençóis freáticos, restando somente 0.75% desta água que pode ser considerada aproveitável, mas devendo ser tratada antes de ser consumida.

Um dos factores determinantes para a saúde humana é a disponibilidade de água potável. O crescimento populacional, a industrialização, e a expansão da agricultura irrigada nas últimas décadas, aumentou a necessidade que os seres humanos têm de ter acesso a água. Globalmente diz-se que existe uma disponibilidade de água doce suficiente, mas o que acontece é que encontra-se mal distribuída no tempo e no espaço e muitos países utilizam-na de forma insustentável (WWD, 2008).

A água é apontada como a principal fonte de conflituosidade nos próximos anos, devido a tendência de escassez em quantidade e qualidade em vastas regiões do planeta. Com o aumento da temperatura, devido aos efeitos do aquecimento global, a falta de água passou a assumir contornos preocupantes, colocando em causa a satisfação das necessidades de um número cada vez maior de pessoas, para além de ameaçar o ecossistema e a biodiversidade que os caracteriza (Serra, 2010).

1.2 Problema de estudo e justificação

A crescente escassez de água doce em todo o mundo, vem-se agravando, com especial atenção para a região da África Austral, onde se localiza a bacia do Rio Limpopo. A escassez de água, associado à distribuição não uniforme da precipitação em algumas regiões áridas e semi-áridas, e a crescente competição pela água entre os vários sectores de actividade reduzem a disponibilidade de água afectando no rendimento agrícola (Mafalacusser *et al.*, 2001).

O potencial de irrigação na bacia do Rio Limpopo em Moçambique é estimada num limite de 148000ha, porém a barragem de Massingir fornece ao baixo um potencial de irrigação de 90000 ha. Para responder o potencial estimado, seria necessário uma capacidade de armazenamento adicional e um trabalho de cooperação com outros países da bacia para garantir a disponibilidade de água durante os meses em que há pouca água para os variados fins (FAO, 2004).

Contudo, com a crescente implementação de projectos de irrigação (como a Mozfoods, o aumento de associações de produtores, os serviços agrários da região, a CAM - Companhia Agro-empresarial de Moçambique SA), alerta que a utilização de água em todas as actividades humanas, deve ser de forma racional, principalmente a agricultura irrigada que consome grande porção da água doce disponível.

1.3 Objectivos

1.3.1 Geral

- Avaliar a disponibilidade de água para a implementação de novos projectos de irrigação na bacia do Rio Limpopo;

1.4.2 Específicos

- Estimar as demandas de água actuais para os usos domésticos, animal e agrícola na bacia do rio Limpopo e;
- Avaliar a tendência actual do consumo de água para os usos agrícola, doméstico e animal na bacia do rio Limpopo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definição de conceitos

A procura (demanda) e utilização (uso) de água são termos frequentemente utilizados de forma indiscriminada. No entanto, estes termos tem significados diferentes. As definições destes termos no presente estudo são os seguintes:

2.1.1 Utilização (uso) de água

Segundo DFID (2003) o uso da água pode ser distinguido em 3 (três) tipos diferentes, são eles:

- a) **Abstracções** – onde a água é retirada de uma superfície ou fonte subterrânea e depois voltam ao corpo natural. Fluxos de retorno são particularmente importantes para os usuários a jusante, isto caso se trate da água dos rios.
- b) **Uso Consumptivo de água (consumo de água)** – É a água captada que já não está disponível para o seu uso, pois evaporou, perdeu-se por transpiração pelas plantas, que foi incorporado em produtos e culturas, ou água consumida pelo homem, animais ou retiradas de locais de água doce.
- c) **Utilização de água não consumptiva** – são usos em que se observa um retorno total, da água consumida para os mananciais e que poderão ser usados para navegação, como habitat de animais aquáticos, recreação, de geração de energia eléctrica e arrefecimento de turbinas.

2.1.2 Demanda de água

Segundo DFID (2003) a demanda de água é definida como o volume de água requerido pelos usuários para satisfazer as suas necessidades, ou o número de pessoas que podem utilizar água se tiverem oportunidade.

2.1.3 Água potável – segundo a lei 16/91 do Boletim da República, que aprova a lei de águas (artigo 21) define a água potável como sendo a que é destinada a alimentação, a preparação e conservação de alimentos e dos produtos destinados á alimentação, á higiene pessoal, ao uso doméstico e ao fabrico de bebidas gasosas, águas minerais e gelo.

2.1.4 Fonte de água – este conceito será usado neste trabalho como sendo a parte do sistema de abastecimento de água: poços, furos, lagoas, nascentes, rios, cisternas, etc.

2.1.5 Usos comuns – segundo a lei 16/91 do Boletim da República, que aprova a lei de águas (artigo 21), são usos comuns os que visam, sem o emprego de sifão ou de meios mecanizados, satisfazer necessidades domésticas, pessoais e familiares do utente incluindo o abeberamento do gado e a rega em pequena escala. Os usos comuns são gratuitos e livres, isto é, realizam-se sem necessidade de prévio licenciamento ou concessão.

2.1.6 Usos privativos – segundo a lei 16/91 do Boletim da República, que aprova a lei de águas (artigo 21), são usos que podem ser directamente realizados pelos titulares do direito ao uso e aproveitamento da terra. Aos usos e aproveitamentos privativos resultantes da licença ou concessão terão acesso quaisquer pessoas, desde que estejam devidamente autorizadas a actuarem em território nacional nos termos da lei, desde que não ponham em causa o equilíbrio ecológico e o meio ambiente.

2.1.7 Água bruta – refere-se à água não tratada, pode ser água de um rio, de um furo (poço), da barragem, das cisternas ou de outras fontes.

2.1.8 Agricultura irrigada - tendo em consideração as características da agricultura em Moçambique, este conceito refere-se toda e qualquer forma de produção de culturas na qual se desenvolvam e utilizem tecnologias, que permitam uma maior e melhor disponibilidade de água para o crescimento das plantas e aumento dos rendimentos agrícolas (Mafalacusser *et al.*, 2002).

2.1.9 Área equipada para rega - é a área em hectares que beneficiou da construção e/ou instalação de um sistema hidráulico de maior ou menor complexidade tecnológica para o armazenamento e condução de água desde a sua fonte até às plantas, ou através de sistemas tradicionais de captação de água para a produção agrícola. Incluindo o aproveitamento dos machongos, dos dambos, das planícies de inundação, toda e

qualquer obra de preparação do terreno de forma a permitir uma maior retenção e conservação de água no solo para a produção agrícola (Mafalacusser *et al.*, 2002).

2.1.10 Área operativa - corresponde à superfície em hectares actualmente irrigada, ou onde actualmente se pratica uma produção agrícola dentro do conceito de agricultura irrigada acima definido (Mafalacusser *et al.*, 2002).

2.1.11 Regadios/perímetros irrigados - é uma porção de terreno agrícola, limitada por linhas natural ou artificialmente estabelecidas, onde está instalado um conjunto de obras e/ou equipamentos, e a partir dos quais se pode realizar a irrigação, por métodos convencionais ou tradicionais, das terras nela compreendidas (Mafalacusser *et al.*, 2002).

2.2 Escassez de água

Escassez de água são desequilíbrios de água a longo prazo, combinado com a baixa disponibilidade e um nível de demanda superior á capacidade de oferta do sistema natural. Embora a escassez de água seja frequente em regiões com baixa precipitação, as actividades humanas agravam este problema, em especial em áreas com alta densidade populacional, onde há intensa actividade agrícola, maior número de animais que precisam de um bebedouro e para o consumo doméstico (Wolf, 2001).

2.2.1 Escassez de água Vs Mudanças climáticas

Moçambique é historicamente o país mais afectado pelos desastres naturais na África Austral. De acordo com a base global de dados sobre os desastres, Moçambique registou um total de 53 calamidades nos últimos 45 anos. Moçambique tem uma população maioritariamente rural cuja sobrevivência depende fundamentalmente da agricultura. A prática agrícola e a segurança alimentar da população são afectadas por muitos problemas ligados a mudanças climáticas com repercussões directas advindas da seca, cheias e ciclones (MICOA, 2002).

Para o caso específico da região sul de Moçambique, onde se localiza a bacia do rio Limpopo, começa-se a notar uma mudança dos padrões hidrológicos dos rios e chuvas. A bacia do rio Limpopo, possui um regime irregular, possuindo caudais apenas numa parte do ano, enquanto na época seca chegam a secar completamente. No sul as chuvas deixaram de começar em Outubro e passaram a iniciar em Dezembro (Fonte oral: Rui Brito, 2009).

2.3 Cálculo das demandas de água

2.3.1 Cálculo da demanda de água para o uso agrícola

Segundo a FAO (1995), existem 2 (dois) métodos, que podem ser utilizados para determinar a demanda de água de irrigação, consistem em equações empíricas, que são usadas para validar uma previsão feita no passado. As equações empíricas podem dividir-se em dois métodos que

são as estimativas aproximadas e detalhadas. O método usado para o presente trabalho, estima a demanda de irrigação por cultura e por cada área explorada.

2.3.2 Cálculo da demanda de água para o uso doméstico

Segundo Higgins (2000) existem dois métodos para avaliar a procura interna de água e uso rural, que são os métodos directos e indirectos. Quando a quantidade de água consumida é calculada a partir do tamanho da população e níveis de demanda estimadas em termos de consumo *per capita* é designada de método indirecto.

Os métodos directo consistem em pesquisas socioeconómicas e técnicas participativas, que são utilizadas para estimar a demanda actual e futura utilização. Vários países da África Austral mostram que o cálculo da demanda de água para o consumo doméstico é em função do nível de vida. Este depende da população, renda familiar, educação, actividade agrícola, tipo de habitação e número do agregado familiar.

Para efeitos do cálculo da demanda, o método directo não é recomendado, por ser muito trabalhoso, criando uma morosidade no cálculo do mesmo, visto que a obtenção de dados baseia-se em: entrevistas directas, discussões com a comunidade e grupos alvos, calendários sazonais e diários e observação directa. Para fins de gestão da bacia hidrográfica os métodos indirectos são os mais adequados para estimar a demanda de água, por serem mais simples. E apenas os dados do censo populacional mais recente e a demanda de água *per capita*, são ferramentas suficientes para o cálculo da demanda de água para o consumo doméstico.

A quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima e os hábitos da população e de factores específicos como, qualidade de água, custo da água (valor da tarifa), a disponibilidade de água, ocorrência de chuvas (Webster, 1999).

2.3.3 Cálculo da demanda de água para o gado

A água desempenha inúmeras funções no organismo dos animais e varia de acordo com a idade. Por exemplo, para os suínos, a medida que eles crescem, necessitam proporcionalmente de menos água, porque consomem menos alimentos por unidade de peso, diminuindo o teor de água do seu peso (Acosta *et al.*, 1981). Para os bois a água para a manutenção do organismo dos bois varia com o seu peso vivo (De Sá, 1977).

Para os caprinos são mais eficientes no uso de água, eles tem um baixo índice de volume de água por unidade de peso corporal, visto que estão adaptadas a escassez de água, mas a procura de água aumenta na estação seca, que geralmente é a época em que as temperaturas ambientes são mais elevadas (Devendra & Mc Leroy, 1982).

2.3.4 Cálculo da demanda de água para o meio ambiente

As avaliações dos fluxos ambientais são usados como um método para calcular a quantidade de água requerida. Uma avaliação do fluxo ambiental produz previsões possíveis dos regimes de fluxo futuros para um rio, com o objectivo de manter a saúde do ecossistema fluvial (Alves, 1994). Para o caso do baixo Limpopo, a DNA (1996), considera que $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ como a exigência de um caudal mínimo no estuário para minimizar a intrusão salina.

Segundo Alves (1994), há uma variada gama de métodos disponíveis para avaliar os fluxos, baseado em: índices hidrológicos simples, simulações hidrológicas, análise de dados históricos e técnicas de simulação de respostas biológicas, frequentemente chamadas de métodos de simulação do habitat. Estes métodos são dependentes do tipo de rio, se é perene ou intermitente.

2.3.5 Cálculo da demanda de água para o uso Industrial

O uso de água para a indústria, é utilizada para, processos industriais, como fabricação, processamento, limpeza e refrigeração, a mineração, geração de energia eléctrica. Segundo Hadley (1995), os factores que afectam a demanda de água variam muito entre as diferentes operações industriais. Os principais factores dos sectores industriais e comercial na determinação da demanda são: a actividade económica a nível local, nacional e internacional, população, preço da água, o acesso ao abastecimento e fontes alternativas e o acesso a tecnologia.

2.4 Limitações de estudo

Para a materialização deste estudo, deparou-se com várias adversidades, que de certo modo limitaram a sua realização, contudo as mesmas não interferiram na relevância e validade científica. A falta de informação actualizada, e de estudos desta natureza no país, trouxe algumas lacunas. Salienta-se que a temática abordada para este estudo não é possível esgotar aqui, existindo a possibilidade de melhoramentos, aperfeiçoamentos e aprofundamentos.

Contudo, as limitações apresentadas não comprometem a qualidade do trabalho e o alcance dos objectivos pretendidos, tendo-se seleccionado métodos que não exigiam dados difíceis de obter.

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição da Área de Estudo

3.1.1. Localização Geográfica

A bacia do Rio Limpopo (Figura 1) situa-se aproximadamente entre os paralelos 22° e 26° Sul e os meridianos 26° e 35° Este. A porção que se encontra dentro de Moçambique localiza-se entre os paralelos 21° e 25° Sul e os meridianos 31° e 35° Este. Tem como limites a bacia do rio Save a Norte, a Sul o rio Incomáti, a Este uma faixa costeira onde se encontram numerosas bacias fechadas, onde as águas correntes se acumulam formando lagoas e a Oeste com a África do Sul (DNA, 1996).

A bacia estende-se numa área de cerca de 412.000 km², e partilhada por quatro países nomeadamente África do Sul, Moçambique, Botswana e Zimbabwe. A maior parte localiza-se na província de Gaza, havendo uma pequena parte na província de Inhambane (DNA, 1996).

O Rio Limpopo é formado pela junção de dois rios Great Marico e Crocodilo a Oeste da cidade de Pretória na África do Sul, a cerca de 1500 m de altitude. Tem um comprimento total de 1461 km, com um declive médio de 1043 m/km (DNA, 1996).

3.2 Características Climáticas

3.2.1 Precipitação

A precipitação média anual na parte nacional da bacia do Limpopo varia entre os 350 mm em Pafuri a 1000 mm na zona costeira a, apresentando uma grande variabilidade interanual, com um coeficiente de variação de cerca de 40% (Reddy 1986). Duma forma geral a pluviosidade encontra-se repartida de forma irregular ao longo do ano, com 85% da precipitação a ocorrer em média entre os meses de Outubro e Março sendo fraca nos restantes períodos.

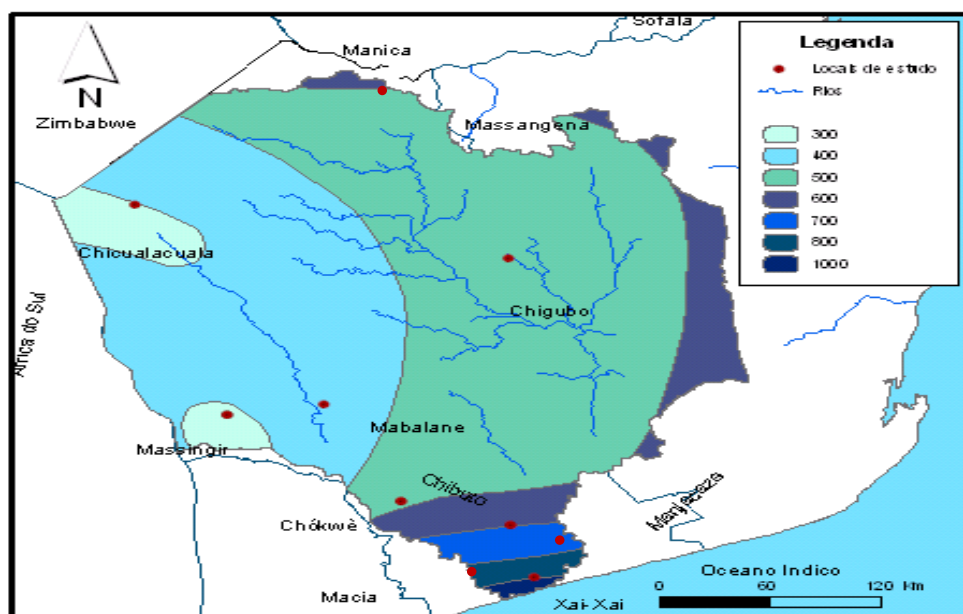


Figura 2: Precipitação média anual na bacia do rio Limpopo (Notiço, 2010)

Em geral, a pluviosidade na área de estudo é crescente do Nordeste para o Sudeste. Neste contexto verifica-se que as áreas com precipitação mais elevada são os distritos de Chibuto, Guijá, Chókwè, Xai-Xai e uma faixa junto ao limite Ocidental da bacia com a província de Inhambane, e a precipitação média anual é fraca nos distritos de Chicualacuala e no Norte de Massingir.

3.5 Principais Infra-estruturas Hidráulicas

Na parte nacional da bacia as principais infra-estruturas hidráulicas são:

- Barragem de Massingir;
- Açude de Macarretane;
- Regadio de Chókwè e
- Regadio de Baixo Limpopo.

3.5.1 Barragem de Massingir

A barragem de Massingir (Figura 3) localiza-se no Rio dos Elefantes, afluente da bacia do Rio Limpopo, na província de Gaza. Tem uma capacidade de armazenamento de 2840Mm³. Esta barragem destina-se a provisão de água para rega cerca de 90 mil hectares, mitigação da intrusão salina e amortecimento de cheias (ARA-SUL, 2009).



Figura 3: Barragem de Massingir (ARA-SUL, 2009)

3.5.2 Açude de Macarretane

O Açude de Macarretane (Figura 4) encontra-se localizado no rio Limpopo, 16 km a montante da cidade de Chókwè, e a cerca de 200 km da cidade de Maputo (DNA, 1996).

A construção deste açude teve como objectivos: assegurar o abastecimento de água para a rega do vale do Limpopo; fazer uma pequena regularização dos escoamentos (numa base semanal), devido à limitada capacidade da sua albufeira e elevar o nível de água para a tomada do canal principal de irrigação do regadio no Chókwè, permitindo regar todo o perímetro por gravidade. É composta por 45 comportas, as quais estão dotadas de um sistema de abertura automático para caudais de cheias iguais ou superiores a 2.5 m³/s (DNA, 1996).

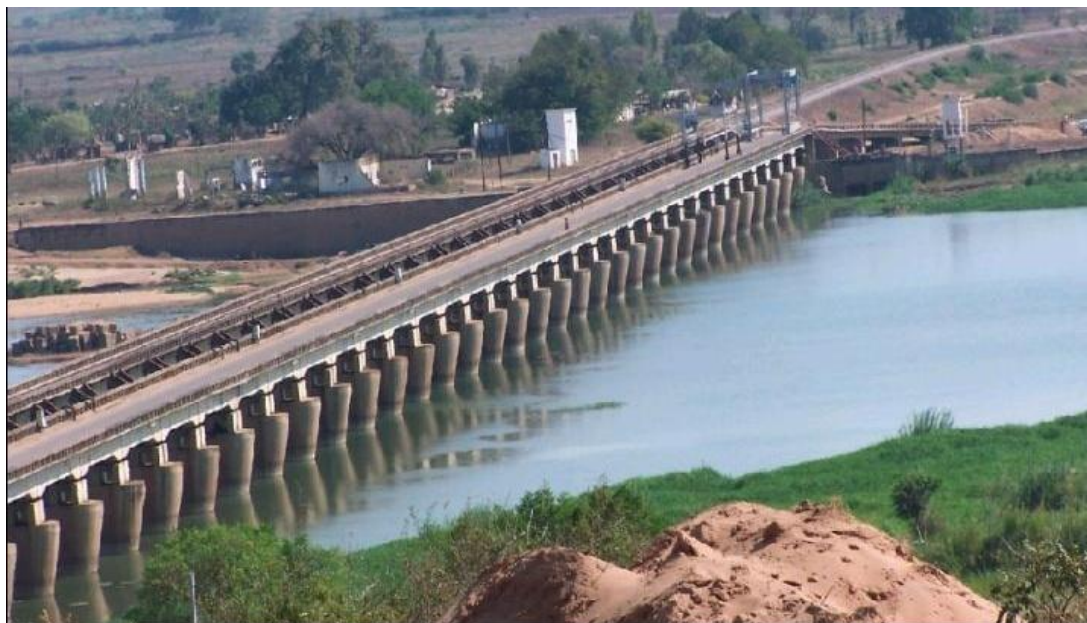


Figura 4: Açude de Macarretane (ARA-SUL, 2009)

3.5.3 Regadio do Chókwè

O Regadio do Chókwè (Figura 5), também designado Regadio “Eduardo Mondlane” é o maior regadio no país. Situa-se a cerca de 200 km a Norte da cidade de Maputo, na Província de Gaza. De uma área potencial de 33848ha, aproximadamente 10000ha são irrigados (dos quais 7500ha são usados para a produção de arroz e aproximadamente 2500ha para a produção de hortícolas).

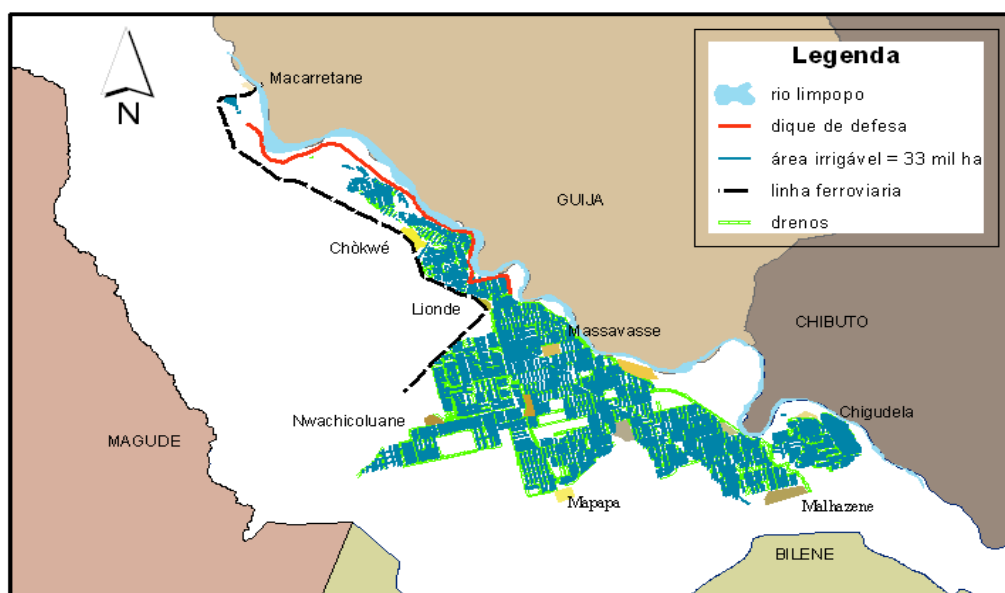


Figura 5: Regadio de Chókwé (Notiço, 2010)

3.5.5 Regadio do Baixo Limpopo

O Regadio do Baixo Limpopo, também conhecido por Regadio do Xai-Xai, localiza-se na província de Gaza, abrangendo uma zona do vale (cerca de 9 mil hectares), compreendida entre a Vila do Chibuto e a barra de Xai-Xai (DNA, 1996).

Segundo o MADER (2002), o sistema de regadio ocupa uma área de 2970ha, com infra-estrutura de rega por gravidade, baseando-se fundamentalmente nos sistemas de bombagem de Pomela, Chimbomanine e de Magula. A estação de bombagem de Pomela situa-se mais a jusante do regadio do baixo Limpopo, estando mais sujeita a intrusão salina e serve para irrigação e drenagem do regadio. Esta Estação é constituída por duas electrobombas e uma motobomba diesel de emergência.

A estação de Chimbomanine é composta por dois sistemas de bombagem que captam água do Rio a diferentes cotas. O sistema mais antigo com duas electrobombas funciona apenas quando os níveis de água estão mais elevados e o outro localizado próximo do rio, funciona com níveis mais elevados.

A estação de Magula localiza-se mais a montante do regadio, sendo composta por duas electrobombas. Foi projectada para um nível de água fixo, o que não se verifica por estar sujeito a flutuações condicionadas pelas flutuações das marés.

3.6 Procedimentos na recolha de dados

Para analisar a disponibilidade de água e estimar as demandas de água para os usos agrícolas, colectou-se na ARA-SUL, dados históricos (1997-2007) de volumes de água descarregados na barragem de Massingir e fluxos do Vale de Combumune. Áreas de cultivo exploradas nas épocas quente e fresca, durante as campanhas agrícolas 2004/05 a 2008/09, fornecidos pelo HICEP.

Dados do censo populacional de 2007, fornecidos pelo INE para estimar a demanda de água para o uso doméstico. Na DPAG, recolheu-se dados do número de cabeças de gado (bovino, caprino e suíno), do censo agro-pecuário 2006-2007. Para análise dos dados, usou-se o Microsoft Excel.

3.6.1 Cálculo da demanda de água para uso agrícola

Para estimar as demandas de água para o uso agrícola, fez-se um levantamento dos regadios, existentes na bacia do Rio Limpopo (Anexo 1). A recolha de informação seguiu os critérios já estabelecidos para os regadios que são: classe A (até 50 ha), classe B (50 a 500 ha) e classe C (acima de 500 ha).

Seleccionou-se 3 (três) culturas, o arroz - *Oryza sativa* (variedade ITA 312), por ser a convencionalmente irrigada e a mais cultivada na bacia do Rio Limpopo, o milho matuba – *Zea mays*, por ser uma variedade precoce. O tomate – *Lycopersicon esculentum miller* (variedade HTX 14), por ser uma hortícola indispensável e muito importante a nível do mercado. Com base nas culturas seleccionadas estimou-se as demandas de água para cada cultura, com base nas áreas de produção das campanhas agrícolas 2004/05 a 2008/09 (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo das campanhas agrícolas 2004/05 a 2008/09 (HICEP, 2011)

Época	Cultura	Campanha Agrícola(ha)				
		2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Quente (ha)	Arroz	1,998	156	2,713	2,981	5,834
	Milho	663	65	1,143	1,430	1,659
	Total	2,661	221	3,856	4,411	7,493
Fresca (ha)	Hortícolas	2,883	1,889	3,115	4,134	3,587
Total (ha)		5,544	2,110	6,971	8,545	11,080

Segundo a FAO (1993), estima-se que 150 - 200 mm de água são necessários para a preparação dos viveiros na cultura do arroz, e cerca de 250-400 mm (30 - 40 dias), no campo definitivo, as necessidades de água a partir da transplantação até a maturação é estimada em 900 a 1100 mm. Para todo o ciclo da cultura do arroz precisa de aproximadamente 12000 m³/ha, estimando um rendimento de cerca de 3 – 5 ton/ha.

O milho matuba é a variedade mais preferida por precoce de 100-120 dias, de grão duro e com boa resistência ao listrado e ao míldio, com um rendimento estimado em 5-6 ton/ha. Estudos indicam que as necessidades de água durante todo o ciclo da cultura são estimadas em cerca de 400 - 450 mm, para a rega por gravidade e de 300 – 350 mm, para a rega por aspersão (FAO, 1993).

A água é um dos factores limitantes da cultura do tomate, e que necessita de água em quantidade suficiente para o seu bom desenvolvimento. Em Moçambique prevê-se o fornecimento de 600-

1000 mm de água, distribuída ao longo do ciclo por 9 regas, em intervalos que se vão tornando mais longos com o crescimento das plantas (de 5 a 11 dias) (FAO, 1993). O rendimento estimado na época quente, dependendo dos tratamentos fitossanitários, adubações e regas, variam dos 8 a 10 ton/ha, na época fresca os rendimentos chegam a atingir as 25-30 ton/ha (Mafalacusser *et al.*, 2001).

A eficiência de irrigação é um parâmetro que permite ilustrar em que medida um determinado sistema de rega é eficiente no transporte de água até a planta. A rega por gravidade quer seja por sulcos (hortícolas, feijões, milho) ou por bacias de inundação (arroz, fruteiras), e manual (regadores) são os métodos mais utilizados.

A irrigação através do maneo do lençol freático ocorre nas áreas ao longo da faixa costeira da bacia do Rio Limpopo. A eficiência de rega é baixa nos regadios por gravidade (20-25%) com elevadas perdas de água durante o transporte de água devido ao mau estado de manutenção dos regadios. Nos regadios por aspersão a eficiência de rega atinge os 75-80%, que em sistemas de rega gota-a-gota, a eficiência pode atingir facilmente os 90-95% (Mafalacusser *et al.*, 2002).

Com as áreas de cultivo apresentadas na (Tabela 1), estimou-se a demanda de água para o uso agrícola, através da seguinte fórmula:

$$Di = \frac{A * Dliqd}{10^6} \quad \text{[Equação 3.1]}$$

Onde: Di – é a demanda de água para o uso agrícola (Mm³);

A – é a área de cultivo (ha) e;

Dliqd – é a quantidade de água aplicada a cada cultura a diferentes profundidades e durante todo o ciclo (m³/ha).

Com base em estudos realizados na FAO (1993), para o presente estudo, assumiu-se uma dotação líquida de 12000, 3500 e 1000 m³/ha, para o arroz, milho e tomate respectivamente.

3.6.2 Cálculo da demanda de água para o consumo doméstico

Os dados usados foram, os dados do censo populacional mais recente e demanda de água *per capita* (Higgins, 2000). Segundo o DFID (2003) outros intervalos de consumo médio, foram combinados com os actuais e potenciais usos nacionais de utilização da água no baixo Limpopo:

- Actual consumo de água para uso doméstico: 20 - 40 litros/pessoa/dia e;
- Futuro consumo de água para uso doméstico: 50 litros/pessoa/dia.

A quantidade de água disponível para os variados fins, tende a escassear, e assume-se que o consumo futuro de água para o uso doméstico tende a aumentar. Para provar esse pressuposto, fez-se uma projecção do crescimento da população até 2025, sabendo que a taxa média de crescimento na bacia do Rio Limpopo é de 2.5%. Partindo do pressuposto de que será suficiente para suprir todas as necessidades básicas, tratando-se de uma população que vive em zonas rurais, e com dificuldades de acesso a água, estima-se que o consumo mínimo seja de 20 litros/pessoa/dia.

A demanda de água para o uso doméstico foi estimada com base na seguinte fórmula:

$$Dd = \frac{X * Cp * Ano}{10^9} \quad \text{[Equação 3.2]}$$

Onde: Dd – é a demanda de água para o uso doméstico [Mm³]

X – é o número de pessoas

Cp – é o consumo de água por pessoa por dia, nas zonas rurais [litros/pessoa/dia]

Ano – é respectivo aos dias do ano [dias]

3.6.3 Cálculo da demanda de água para o abeberamento do gado

Segundo NRC (1981), a demanda de água para o consumo animal, é influenciada por diversos factores, como o tipo de gado, o tipo de dieta, o consumo da pastagem pelo gado e a temperatura na qual os animais sobrevivem. Abaixo são apresentadas as normas para as principais classes:

a) Gado Bovino

Segundo o DFID (2003) a quantidade de água para o abeberamento do gado bovino varia de 25-45 litros/cabeça/dia. Alguns autores como De Sá (1977), assumindo que o peso adulto é de aproximadamente 450Kg, o consumo médio de água para o gado bovino é de aproximadamente 36 a 40 litros/cabeça/dia.

b) Gado Suíno

Segundo o DFID (2003) a quantidade de água para o abeberamento do gado suíno varia de 10-20 litros/cabeça/dia. Segundo as exigências de água para o corpo do animal, que necessita de menos quantidade a medida que vai crescendo, assume-se o pior cenário com 10litros/cabeça/dia.

c) Gado caprino

Segundo o DFID (2003) a quantidade de água para o abeberamento do gado caprino varia de 4-10 litros/cabeça/dia. Para o presente este trabalho assume-se um valor de 5litros/cabeça/dia, porque os cabritos são mais eficientes no uso de água, tem um baixo índice de volume de água por unidade de peso corporal, estão adaptados a escassez, pois tem a capacidade de resistir a dissecação. A procura de água aumenta na estação seca, que geralmente é a época em que as temperaturas ambientes são elevadas.

Segundo a USGS (2000), citado por DFID (2003) a estimativa do consumo total de água dos animais é relativamente simples. A avaliação do consumo dos animais deve ser realizada, usando dados típicos de água do consumo *per capita* para cada tipo de animal e determinando o número de cada tipo de gado na área que está sendo avaliada. Para estimar as demandas de água para o abeberamento do gado, usou-se a seguinte fórmula:

$$Dg = \frac{Y * Cp * Ano}{10^9} \quad \text{[Equação 3.3]}$$

Onde : Dg – é a demanda de água para o abeberamento do gado [Mm³]

Y – é o número de animais

Cp – é o consumo de água por cabeça por dia, para o gado bovino, suíno e caprino, assumiu-se um valor de 40, 10 e 5 litros/cabeça/dia respectivamente

Ano – é respectivo aos dias do ano [dias]

Convista a facilitar a análise da disponibilidade de água, no presente estudo assume-se que a demanda para o abeberamento do gado no futuro, será constante e a taxa de crescimento animal não sofrerá variações anuais.

3.6.4 Cálculo da disponibilidade de água

O cálculo da actual disponibilidade hídrica foi realizado utilizando os dados obtidos a partir de séries ARA-Sul. Fez-se um balanço hídrico para a bacia do Rio Limpopo, considerando as perdas de água por evaporação e infiltração, que tendem a ser maiores nos meses de Agosto e Setembro, que dependem da radiação solar e tipo de solo. Enquanto que a precipitação tende a ser maior nos meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro.

No presente estudo, as principais fontes consideradas, foram os dados históricos das descargas da barragem de Massingir de 10 anos (1997-2007), na estação hidrométrica E607 no Rio Elefantes e fluxos do vale de Combumune, na estação hidrométrica E33 no Rio Limpopo (Anexo 6).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da demanda

4.1.1 Demanda de água para o uso agrícola

Os resultados obtidos, são referentes ao regadio de Chòkwé e o campo agrícola da Empresa Mozfoods SA, estes cultivam cerca de 10000 e 3000ha respectivamente. Com base nas dotações líquidas assumidas e nas culturas seleccionadas para o presente estudo, a figura 6 ilustra as variações dos volumes actuais de água (Anexo 2), durante as campanhas agrícolas 2004/05 a 2008/09.

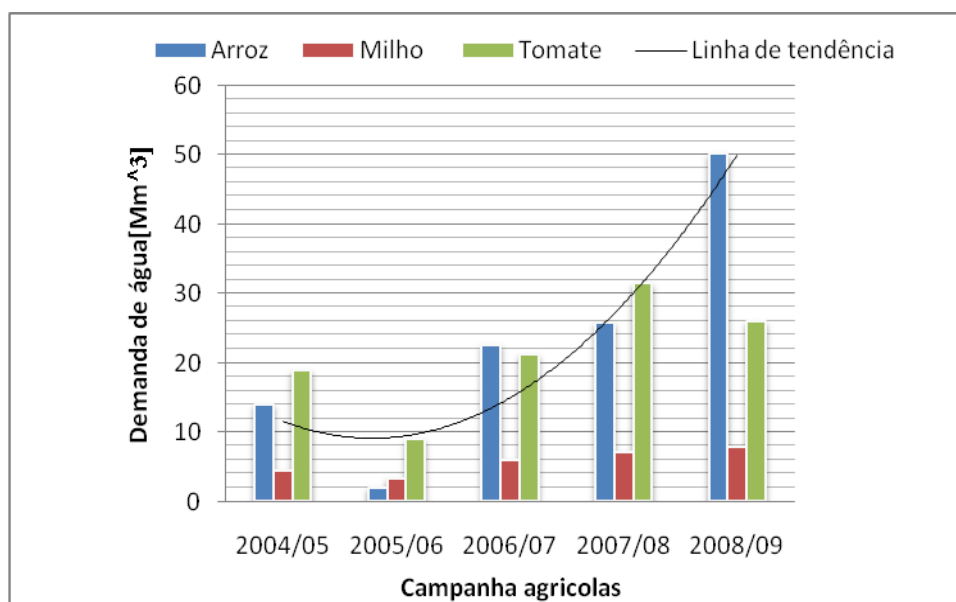


Figura 6: Demanda de água actual para o uso agrícola

Estima-se que a cultura do arroz - *Oryza sativa* (variedade ITA 312), apresente maiores demandas de água para o uso agrícola, onde o consumo actual é em média de 114.19Mm³ por campanha agrícola, seguidos do tomate -*Lycopersicon esculentum miller* (variedade HTX 14) e milho matuba - *Zea mays*, com 106.08Mm³ e 28.37Mm³, respectivamente. Com a magnitude dos projectos de irrigação que vem se implantando na bacia do Rio Limpopo, prevê-se que a quantidade de água aumente, proporcionalmente com as áreas de produção. A linha de tendência ilustra que os volumes de água aumentaram exponencialmente e deve-se a expansão das áreas agrícolas.

4.1.2 Demanda de água para o uso doméstico

O gráfico de barras (Figura 7), ilustra a quantidade de água consumida (Anexo 3) a partir do tamanho da população e níveis de demanda estimadas em termos de consumo *per capita*.

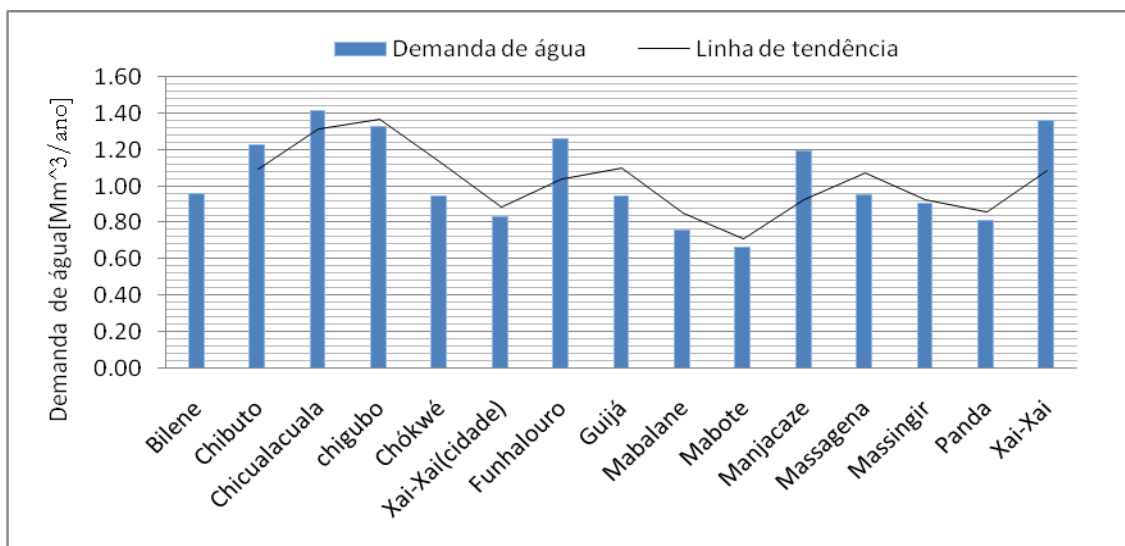


Figura 7: Demanda de água para o consumo doméstico

A demanda total de água para o consumo doméstico na bacia do Rio Limpopo é estimada em cerca de 15.53 Mm³/ano, onde os distritos de Chicualacuala, Chigubo, Funhalouro, Manjacaze e Xai-Xai, são os que apresentam maiores consumos de água, estimados em cerca de 1.41, 1.33, 1.26, 1.19 e 1.36 Mm³/ano, respectivamente. Estimou-se a demanda de água futura para o consumo doméstico, projectando a população até o ano 2025 (Figura 8), sabendo que a taxa de crescimento na bacia do Rio Limpopo é de 2.5% (Anexo 4).

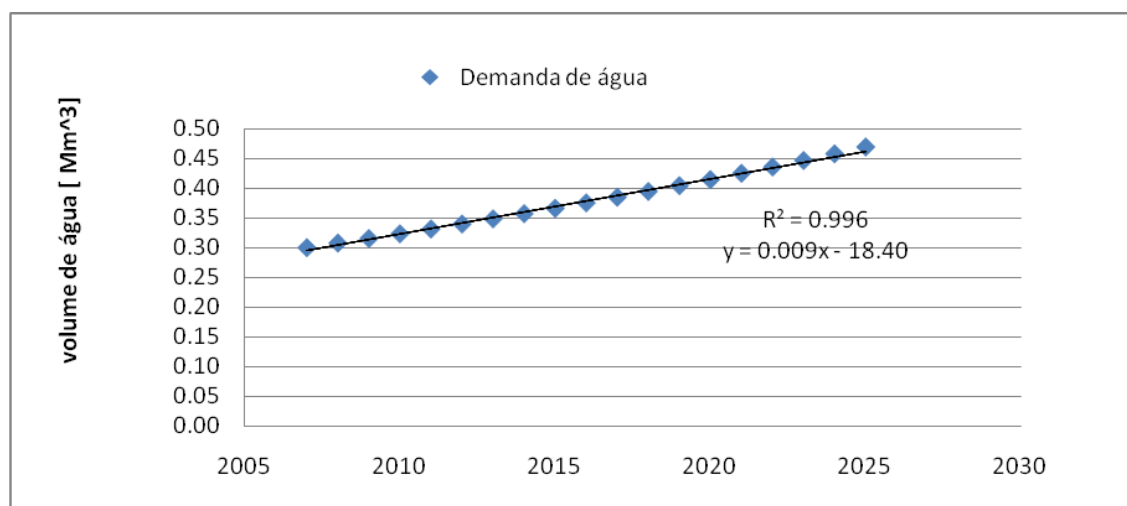


Figura 8: Relação entre a projecção da população e a demanda actual de água

Observa-se que a demanda de água no futuro terá um aumento linear, devido ao incremento da taxa populacional na bacia do Rio Limpopo, estima-se que tenha o consumo médio anual de aproximadamente 0.70 Mm^3 .

4.1.3 Demanda de água para o abeberamento do gado

Estimou-se a demanda de água para o uso animal (Anexo 5, Figura 9) embora não tenha sido possível obter dos distritos de Panda e Funhalouro (Província de Inhambane), que também fazem parte da área de estudo. Estes servem apenas, para dar-nos uma ideia da variação do consumo de água para o abeberamento das três (3) classes de gado definidas (caprino, suíno e bovino).

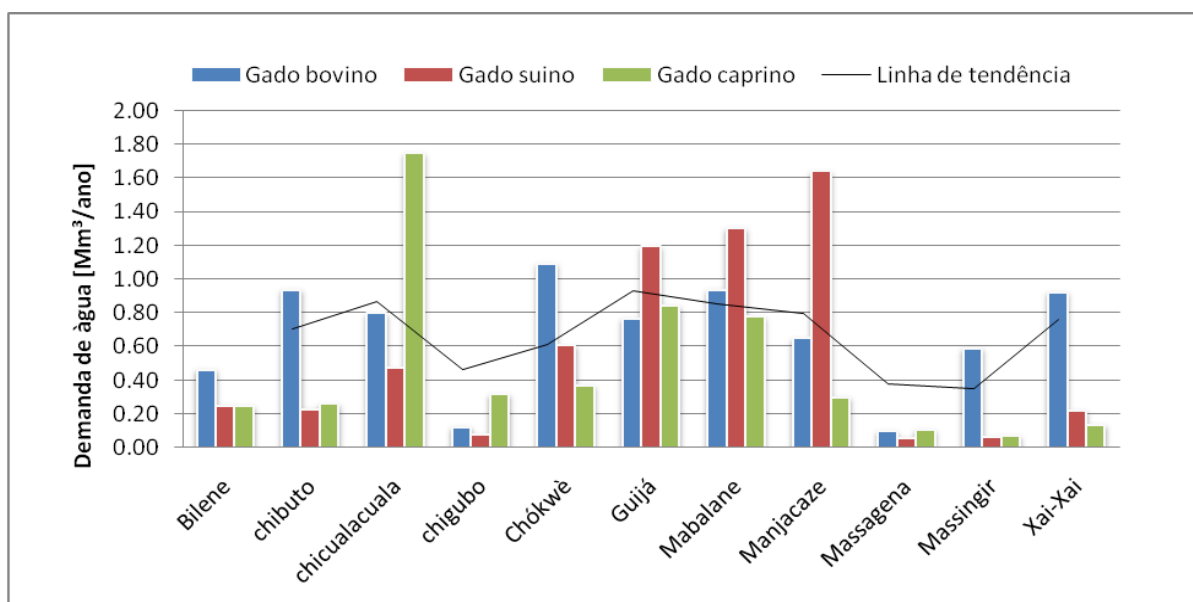


Figura 9: Demanda de água actual para o abeberamento do gado

No entanto, em termos globais, estima-se que cerca de $14.77 \text{ Mm}^3/\text{ano}$, são necessários para o abeberamento do gado. O gado bovino é o mais destrutivo da classe, devido ao elevado consumo *per capita* de 40 litros/cabeça/dia, a demanda é estimada em cerca de $6.42 \text{ Mm}^3/\text{ano}$, onde os distritos de Chibuto, Chòkwé, Mabalane e Xai-Xai são os que mais apresentam maiores índices consumptivos.

O gado suíno consome cerca de $5.15 \text{ Mm}^3/\text{ano}$, onde os distritos de Guijá, Mabalane e Manjacaze apresentam maior demanda de água para o abeberamento dos animais da classe em análise. Os restantes $3.20 \text{ Mm}^3/\text{ano}$ pertencem ao gado caprino e o distrito de Chicualacuála é o único com maiores índices, devido ao maior número de animais por área.

4.2 Disponibilidade de água

A barragem de Massingir tem a capacidade de armazenar 2840Mm^3 , para irrigar 90000ha . Os resultados preliminares indicam que o volume médio no reservatório é de aproximadamente $902.29\text{Mm}^3/\text{ano}$, destinados para irrigar apenas cerca de 14835ha , de um total de 81271ha disponíveis para a implementação de novos projectos.

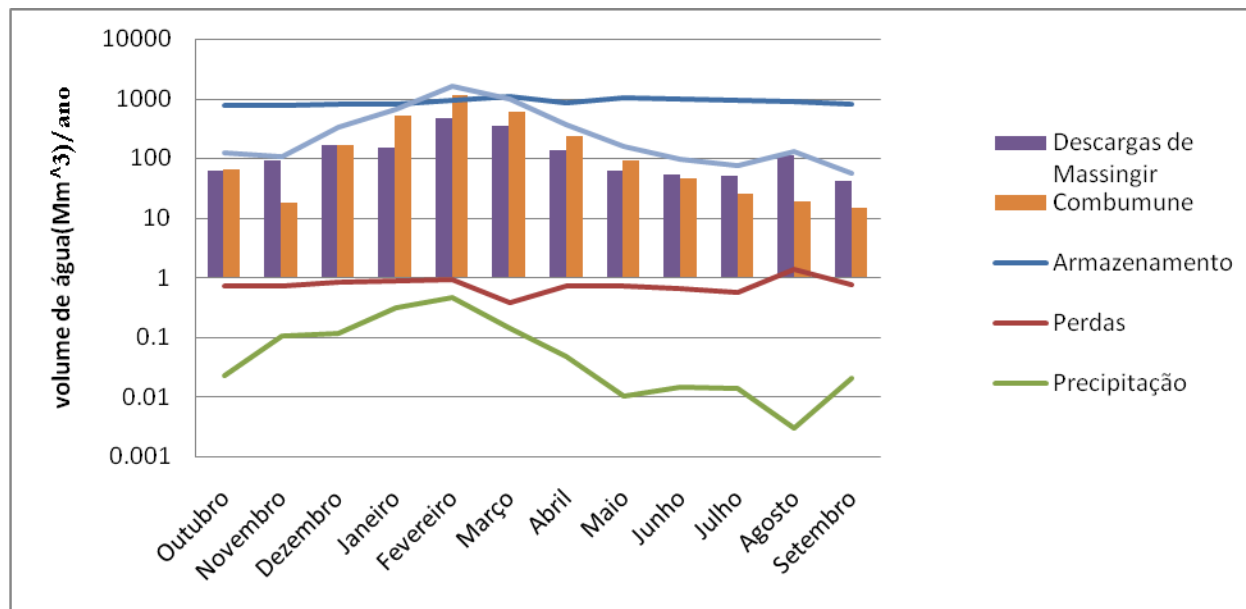


Figura 10: Disponibilidade de água na bacia do Rio Limpopo

Considerou-se 2 (duas) principais fontes de água, para analisar a disponibilidade, onde para o Rio Limpopo, o volume médio anual foi de $243.30\text{Mm}^3/\text{ano}$, e cerca de $143.23\text{Mm}^3/\text{ano}$ descarregados pela barragem de Massingir.

As descargas de água, tendem a ser maiores de Novembro a Março, isto pode dever-se ao facto de tratar-se de épocas chuvosas, e ser possível fornecer água até a cota mínima de aproximadamente 95m , com garantia que haverá um recarregamento da barragem.

4.2.1 Resumo das demandas

Depois de feitas as análises, sumarizou-se as demandas de água actuais (Anexo 7), para os usos comuns e privativos, onde cerca de 188.46Mm³/ano são precisos para os consumos domésticos, animal e agrícola, de um volume médio de 713.59Mm³/ano disponíveis na bacia, para a realização de várias actividades, das quais a agricultura irrigada, tem maior importância ao nível dos camponeses.

De acordo com a figura 11, os usos agrícolas, consomem cerca de 158.17 Mm³/ano, os restantes 15.52 e 14.77Mm³/ano, pertencem aos usos doméstico e animal, respectivamente.

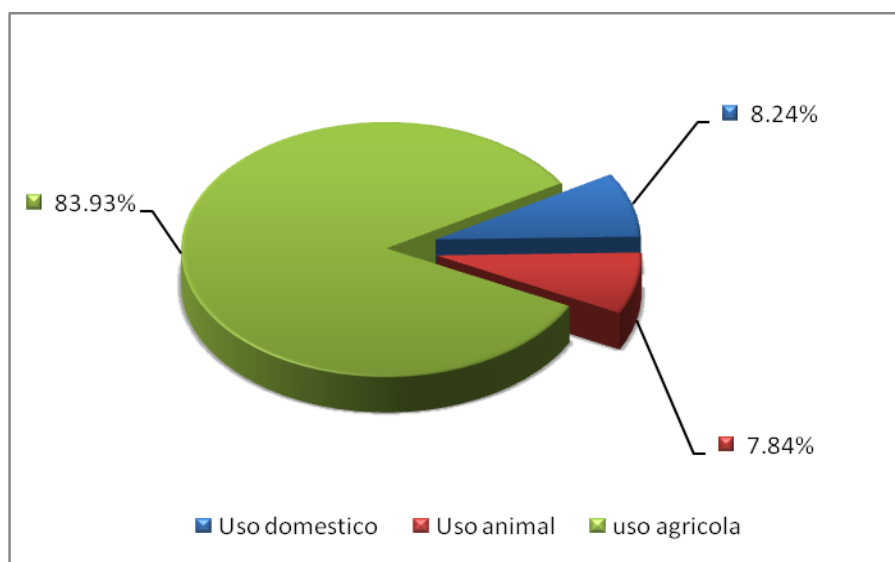


Figura 11: Sumarização das demandas de água

Maior parte da água disponível na bacia do Rio Limpopo, actualmente estimada num volume médio de 713.79Mm³/ano, apenas 22% (158.17Mm³/ano), são destinados para a irrigação de aproximadamente 14385ha, dos quais 81271ha estão ao dispor dos investidores para a implementação de novos projectos.

Sendo assim, assumindo que os usos doméstico e animal serão constantes, e a quantidade de água disponível de 713.79Mm³/ano, é apenas destinada para irrigação (Figura 12).

Tabela 2: Relação entre a procura actual, futura com a disponibilidade de água para o uso agrícola

	Arroz	Milho	Tomate	Total
Procura actual [Mm ³ /ano]	114.19	28.37	15.61	248.64
Aumento de área (ha)	2000	6000	14000	22000
Procura futura [Mm ³ /ano]	188.18	38.36	46.61	273.15
Disponível na bacia [Mm ³ /ano]				713.79

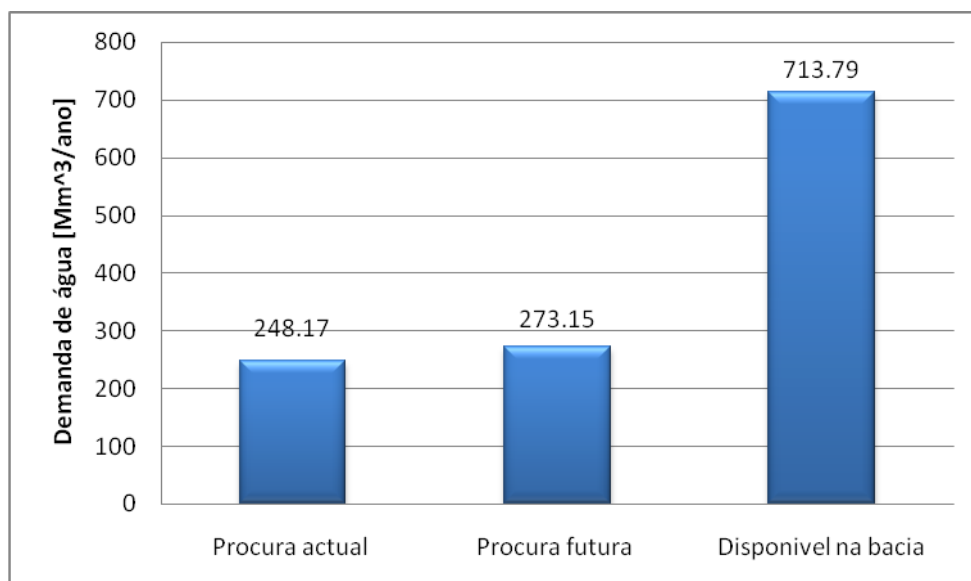


Figura 12: Relação entre a procura actual e futura com a disponibilidade de água

Assumiu-se um aumento hipotético das áreas de produção no futuro de 2000, 6000 e 14000ha, para as culturas de arroz, milho e tomate, respectivamente, distribuídos aleatoriamente nas classes de ragadio A, B e C. Conclui-se desse modo, que o volume de água existente actualmente, é suficiente para receber novos projectos de irrigação, mantendo constante os usos comuns (Figura 12). Prevê-se que a demanda aumente, proporcionalmente com as áreas de produção.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Com base nos dados de campo e análises feitas, estima-se que a cultura do arroz - *Oryza sativa* (variedade ITA 312), apresente maiores demandas de água para o uso agrícola, onde o consumo actual é em média de 114.19Mm³ por campanha agrícola, seguidos do tomate -*Lycopersicon esculentum miller* (variedade HTX 14) e milho matuba - *Zea mays*, com 106.08Mm³ e 28.37Mm³, respectivamente. A linha de tendência ilustra que os volumes de água aumentaram exponencialmente, isto deve-se a expansão das áreas agrícolas.

A demanda actual de água para o consumo doméstico na bacia do Rio Limpopo é estimada em cerca de 15.53 Mm³/ano, onde os distritos de Chicualacuala, Chigubo, Funnhalouro, Manjacaze e Xai-Xai, são os que apresentam maiores consumos de água, estimados em cerca de 1.41, 1.33, 1.26, 1.19 e 1.36 Mm³/ano, respectivamente.

No entanto, em termos globais, o consumo actual e estimado em que cerca de 14.77 Mm³/ano, são necessários para o abeberamento do gado. O gado bovino é o mais destrutivo da classe, devido ao elevado consumo *per capita* de 40 litros/cabeça/dia, a demanda é estimada em cerca de 6.42 Mm³/ano, onde os distritos de Chibuto, Chòkwé, Mabalane e Xai-Xai são os que mais apresentam maiores índices consumptivos.

O gado suíno consome cerca de 5.15 Mm³/ano, onde os distritos de Guijá, Mabalane e Manjacaze apresentam maior demanda de água para o abeberamento do gado suíno. Os restantes 3.20 Mm³/ano pertencem ao gado caprino e o distrito de Chicualacuala é o único com maiores índices, devido ao maior número de animais que contém por área, de cerca de 2850862.

Maior parte da água disponível na bacia do Rio Limpopo, actualmente estimada num volume médio de 713.79Mm³/ano, apenas 22% (158.17Mm³/ano), são destinados para a irrigação de aproximadamente 14385ha, dos quais 81271ha que estão ao dispor dos investidores para a implementação de novos projectos.

Assumindo-se um aumento hipotético das áreas de produção no futuro de 1000, 4000 e 3000ha, para as culturas de arroz, milho e tomate, respectivamente. Conclui-se, que a água que existe actualmente na bacia do Rio Limpopo, é suficiente para receber novos projectos de irrigação, da magnitude dos regadios das classes A, B e C, mantendo constante os usos comuns.

5.2 Recomendações

- Recomenda-se aos agricultores que no início de cada campanha agrícola, reportem exactamente as áreas que pretendem cultivar e as culturas a cultivar ao HICEP, de modo a evitarem o desperdício de água no campo, e promovendo desse modo o uso racional do recurso.
- Recomenda-se a repetição do estudo, convista e incluir outros parâmetros de estudo, como a demanda de água os usos industriais e para o meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOSTA, O. L., PÉREZ, L. R., CURBELO, P. T. (1981). **Porcicultura , Centro de Investigaciones Porcinas, Editorial Científico-Técnica**, Ciudad de La Habana.
2. ALVES, H.L. (1994). **Instream flow determination for mitting environmental impact on fluvial systems downstream of dams and reservoirs**. Advances in water resources management, Belekema , The Netherlands.
3. ARA-SUL/UGBL (2008), **Dados de consumos de Água até finais de 2008 e previsão para próximos tempos**; (dados em formato digital).
4. DE SÁ, Mário V. (1977). **As vacas leiteiras, Livraria clássica Editora**, Colecção Técnica Agrária, 5ª edição.
5. Department for International Development DFID, UK. (2003). **Handbook for the Assessment of Catchment water demand and use Project nº R7135**.
6. DEVENDRA C. and MC LEROY G.B. (1982). **Goat and sheep production in the Tropics, Intermediate Tropical Agriculture Series**, Longman group Ltd.
7. Direcção Provincial de Agricultura de Gaza. DPAG (2009). **Censo Agro-Pecuário, Moçambique**.
8. DNA (1996). **Monografia Hidrográfica da Bacia do rio Limpopo-Texto. Ministério das Obras Públicas e Habitação**. Republica de Moçambique.230pp.
9. FAO (1993). Year book production.vol.47
10. FAO (2004). **Drought Impact Mitigation and Prevention in the Limpopo River Basin: A situation analysis. Land and water discussion**. Paper nº4: Romein. in <http://www.fao.org>. a 12/10/2009.

11. Fonte oral: Eng. ^a Isabel L.S. Chicombe, HICEP - Departamento de gestão e água, contacto +258824666540 ou +25884848458015, email: ichicombe@ymail.com, skype: ichicombe, a 10/03/2011.
12. Hadley, H.K. (1995). **water use guidelines**: Industrial water use, US, Geological survey.
13. HIGGINS, C. (2000). **Rural water tenure in east Africa: A comparative study of legal regimes and community responses to changing tenure patterns in Tanzania and Kenya.**
14. INGC, UEM & FEWS NET (2003). **Atlas for disaster Preparedness and Response in the Limpopo Basin.** Mozambique-Maputo.99pp.
15. Instituto Nacional de Estatística –INE (2007).**Sinopse dos resultados definitivos do 3º recenseamento geral da população e habitação da Província de Gaza.**
16. Marques, M.R., Vilanculos M., Mafalacusser J., Ussivane A., (2002). **Levantamento dos regadios existentes no país - zona sul**, FDHA/GT/PAI/003, volume I, Relatório final.
17. MICOA (2002) - **Estratégia de Prevenção e Combate às Queimadas e Desmatamento**, Maputo.
18. REDDY, S.J. (1986). **Agroclimate of Mozambique as Relevant to dry. Land Agriculture.Serie Terra e Água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica**, Comunicação nº: 47. Maputo - Moçambique.
19. THOMAS, H. (1999). **Environment, Scarcity and violences** Princeton University Press. in [http:// www.en.wikipedia.org/Wiki/water-resouces](http://www.en.wikipedia.org/Wiki/water-resouces).
20. USGS (2000). **National handbook of recommended methods for water data acquisition-**chapter 11-livestock use.
21. WAPCOS (1992). **EIA Guidelines for water Resources Development Projects.**

7. ANEXOS

ANEXO 1: Levantamento de Regadios da bacia do Rio Limpopo (Mafalacusser et al., 2001)

No	Nome do Regadio	Classe	Distrito	Bacia Hidrográfica	Área		Observações
					Equipada	Operativa	
							Para mais detalhes consultar o Volume II-b)
9.1	Ngala	A	Chicualacuala	Limpopo	48	0	Motobomba, um reservatório de tipo aberto construído de betão e uma segunda motobomba descarregando numa rede de canais de terra. Destruído pela guerra com a Rodésia e muito recentemente, soterrado pelas cheias. Batata reno, cebola, trigo e um pouco do arroz. Além de culturas anuais tinha uma plantação de videiras.
9.2	Combomune-Rio	B	Mabalane	Limpopo	52	0	Uma estação de bombagem a diesel fornecendo água. Rede de canais em terra. Milho, feijão manteiga, cebola, tomate, couve, repolho, cana de açúcar e banana. Recentemente foi soterrado pelas cheias. Por essa razão pratica-se neste momento plantação de fruteiras, muito embora numa área limitada.
9.3	Mabalane	C	Mabalane	Limpopo	550	0	Duas estações de bombagem a diesel (uma para cada bloco), canais principais de terra e vários canais secundários de betão. O arroz foi desde sempre a cultura principal. Destruído pelas cheias. Actualmente, pratica-se uma agricultura de sequeiro, consociando o milho e feijão nhemba durante a época das chuvas.
9.4	Marringuele	B	Massingir	Limpopo	250	100	Sistema recente de rega por aspersão. Compreende uma linha de tubagem principal com várias linhas laterais. Fornecimento da água por motobomba. Inundado pelas cheias. Milho e feijão vulgar, mas está em perspectiva o fomento da cultura de banana.
9.5	Chibotane	B	Massingir	Limpopo	77	0	Compreende uma motobomba, rede de canais de terra, e várias valas de drenagem. Existem ainda vários tipos de estruturas de regulação e divisão da água. Inundado pelas cheias. Milho, feijões e hortícolas
9.6	3º Congresso Mucatine	B	Massingir	Limpopo	100	10	Grupo de duas motobombas, dois canais primários de terra, canais secundários de betão. Destruído pelas cheias. Milho, feijão manteiga, batata doce, batata reno, banana e hortícolas.
9.7	25 de Setembro	B	Chókwè	Limpopo	400	0	Uma estação de bombagem equipada com três motobombas, um canal principal e vários secundários não revestidos. Destruído pelas cheias. Actualmente, os camponeses praticam uma agricultura de sequeiro, consociando o milho, aboboreira e mandioqueira, sem uso de insumos.
9.8	Gandlaze	B	Chókwè	Limpopo	90	45	Compreende dois canais principais de terra, vários canais secundários também de terra, canais terciários de betão, uma caixa de derivação à

							montante dos canais principais, e uma motobomba. Inundado pelas cheias. Milho (cultura principal), feijão manteiga, feijão nhemba, hortícolas, batata doce e mandioqueira.
9.9	Estação Agrária – INIA	B	Chókwè	Limpopo	60	35	Duas estações de bombagem a diesel (uma no Rio Limpopo e outra sobre o Canal Esquerdo do Regadio Eduardo Mondlane), uma rede de canais primários e secundários, todos revestidos em betão, com diferentes secções, anos de idade e materiais de construção. Vários programas operacionais no INIA têm realizado trabalhos de investigação aplicada com várias culturas tais como o milho, hortícolas, feijões, batata-doces, entre outras. Para além dos citrinos e bananais, existem igualmente campos de multiplicação de estacas de mandioqueira e batata-doce, estabelecidos em coordenação com algumas ONGs que operam na região. Sofreu com as cheias de 2000.
9.10	Kotamo	B	Chókwè	Limpopo	350	0	Três canais principais revestidos e paralelos a uma distância aproximada de 200 metros são alimentados por um canal primário do Regadio Eduardo Mondlane (canal de Nwachicoluane). Estes canais são atravessados por uma vala de drenagem do sistema do Regadio Eduardo Mondlane que também garante a drenagem das áreas do regadio Kotamo, e mais adiante, pela linha férrea Maputo-Chókwè. O regadio beneficia do fornecimento da água a partir do sistema de Regadio Eduardo Mondlane, pagando uma taxa pelo uso da água. Arroz (cultura dominante), milho, hortícolas, feijões, batata doce e mandioqueira.
9.11	Marrambadjane	B	Chókwè	Limpopo	300	120	Dois blocos de rega, cada um irrigado por um canal principal e um sistema de bombagem a diesel. Os canais são de terra à excepção do canal principal num dos blocos o qual é feito de betão. Milho consociado com feijão manteiga (época fresca), e com aboboreira (época quente). Hortícolas (época fresca), batata-doce e a mandioqueira nas bordaduras da parcela.
9.12	Chalacuane	B	Chókwè	Limpopo	300	0	Uma motobomba, uma rede de canais em terra, estruturas de regulação da água. Hortícolas, milho, feijões e algodão.
9.13 ¹	Eduardo Mondlane	C	Chókwè	Limpopo	33 848	10000	Captação da água por gravidade através dum açude. A 100 km a montante do açude, o fornecimento da água é regulado por uma Barragem. O regadio compreende canais principais e canais distribuidores (quase todos feitos de terra). Dos distribuidores a água é trazida por meio de caleiras de betão. O sistema de drenagem consiste, basicamente, em colectores de lote de pouca profundidade. Arroz,

							tomate, cebola, milho consociado com feijão nhemba (época quente).
9.14	Matuba-Macarretane	C	Chókwè	Limpopo	2 834	300	Cinco blocos de rega (Matuba 1, Matuba 2, Matuba 3 e Matuba 4 e Macarretane) cada um alimentado por uma estação de bombagem eléctrica. Nos blocos 1, 2, 3 e 4, o sistema de rega é por aspersão fazendo uso de aspersores convencionais e de um pivô central. As linhas principais e laterais são feitos de tubos fibrocimento enterrados e ligados aos aspersores por meio de hidrantes mangueiras. Inundado pelas cheias. Actualmente um grupo de agricultores privados produz o milho, feijões e hortícolas (alface, couve, tomate, cebola, alho, etc.)
9.15	Izac Maluleque	C	Chókwè	Limpopo	538	69	Fornecimento de água a partir do sistema de Regadio Eduardo Mondlane, pagando uma taxa pela utilização da água. Compreende dois canais principais de terra, uma rede de canais secundários também de terra. Arroz (cultura dominante), milho, hortícolas, feijões, batata doce e mandioqueira.
9.16	Manuel B. Medeiros	A	Guijá	Limpopo	19	0	Fornecimento de água por meio duma motobomba e uma rede de canais de terra. Tomate, repolho, cebola e aboboreira
9.17	Victor M. Pereira	B	Guijá	Limpopo	260	0	Dois blocos de rega equipados por canais de terra (um foi ocupado por camponeses e outro, por um privado). O fornecimento de água em cada bloco é garantido por uma estação de bombagem eléctrica. Sistema inundado pelas cheias de 2000. Milho, hortícolas e banana. Actualmente pratica-se agricultura de sequeiro, consociando milho, feijão nhemba e abóbora.
9.18	7 de Abril	B	Guijá	Limpopo	100	0	Canais de terra alimentados por uma motobomba. Milho, feijão manteiga, hortícolas e papaieiras.
9.19	Malehice	A	Chibuto	Limpopo	25	25	Captação da água de rega por gravidade a partir duma nascente com origem local. Para captação da água foi construída uma obra de retenção da água que permite a elevação do nível da água a montante e, por meio de sifões a água é descarregada no canal principal. O canal principal é revestido com betão e atravessa solos permeáveis quase em curva de nível, ao longo da parte inferior da encosta. Arroz (cultura principal), hortícolas, milho (para consumo) e batata doce.
9.20	Eduardo D. Capelas	B	Chibuto	Limpopo	90	0	Um grupo de duas motobombas, uma caixa de captação da água das bombas, um canal principal revestido em betão, e cinco canais secundários de terra. Feijão manteiga, milho, tomate cebola.
9.21	Ex-mineiros	B	Chibuto	Limpopo	250	0	Um grupo de quatro electrobombas submersas, e um sistema de tubagem. Sistema projectado para rega por aspersão. A cultura em prespectiva era a

							banana.
9.22	Maniquenique	B	Chibuto	Limpopo	60	35	Duas motobombas, uma conduta, um reservatório, e uma rede de canais revestidos. Parte da área com dificuldades de rega devido aos desnivelamentos topográficos. Esta área foi antigamente irrigada por aspersão. Actualmente parte do regadio é usado para ensaios e multiplicação de estacas de mandioca e rama de batata-doce em condições de regadio. No passado, o Centro chegou a realizar ensaios.
9.23	Mondiane	B	Chibuto	Limpopo	350	0	Canais de terra e em uma estação de bombagem a diesel. Enquanto foi gerido pelos antigos proprietários, as culturas irrigadas eram o trigo, girassol e arroz. Durante da ocupação pela associação dos camponeses, o regadio passou a produzir as hortícolas, milho, feijões e arroz.
9.24	Macalawane	C	Chibuto	Limpopo	1400	0	Um grupo de duas motobombas, uma caixa de captação, dois canais principais de terra, e uma rede de canais secundários e terciários. Milho (cultura principal), feijão manteiga, hortícolas e batata-doce, com uso dos insumos.
9.25	Vale de Manguenhane	B	Manjacaze	Inharime	350	211	Uma vala principal e duas valas secundárias, reguladas pela barragem de terra situada a montante. Estas valas têm a dupla função de drenagem do excesso de água e são também utilizadas para a irrigação das culturas através da elevação do nível de água por meio de pequenas obras de retenção. Existe um dique (construído) a jusante que serve de ponte sobre o vale. Arroz, hortícolas, consociações de milho, mandioca, feijão nhemba ou amendoim, batata-doce, cana-de-açúcar e bananeiras. O nível do lençol freático encontra-se a superfície.
9.26	Baixa do Banze	B	Manjacaze	Inharime	500	75	Uma vala principal e três valas secundárias. Estas valas têm a dupla função de drenagem do excesso de água e são também utilizadas para a irrigação das culturas através da elevação do nível de água por meio de pequenas obras de retenção. A cultura principal é o arroz, mas também se produz a cana de açúcar, batata doce, batata reno, feijão manteiga, milho e hortícolas.
9.27	Macia	C	Bilene	Incomati	8 000	300	O sistema compreende uma rede de canais e de valas de drenagem em terra. Existem também várias obras de arte colocadas ao longo dos canais ou valas; e duas estações de bombagem a diesel montadas em série num troço de 4 km. Arroz (cultura dominante), milho, hortícolas e batata doce.
9.28	Xai-Xai	C	Xai-Xai	Limpopo	2 970	0	Três sistemas de bombagem, cada uma equipada com duas electrobombas. As estações de bombagem têm a dupla função de captação de água para rega, bem como de derivação de águas pluviais, de

							descarga e drenagem do perímetro. A condução da água é feita através duma rede de canais de terra regulados por várias obras de arte, e um sistema de valas que permitem a drenagem do excesso da humidade no solo. O milho constitui a principal cultura. Outras culturas incluem o feijão manteiga, feijão nhemba, batata-doce e cana-de-açúcar. O arroz é produzido nas terras baixas e húmidas.
9.29 ¹	Mia SA	C	Chókwè	Limpopo	5000	3500	Tem vasta área e depende de seu plano de produção a cada ano. Para a cultura de Milho tem uma área de aproximadamente 380 ha no regadio na zona de Matuba e, para o arroz tem cerca de 600 ha para produção própria (semente e grão) e trabalham com produtores associados numa área não superior a 3000 ha. Na época fresca, produz-se hortícolas com principal enfoque para a cultura do tomate. Devido as condições específicas do Chókwé, acredita-se não ser possível produzir arroz na época fresca, podem ser eventualmente ser feitas outras culturas, e está-se a analisar a possibilidade de lançar-se a produção de cevada por parte das cervejarias nacionais e que se passe a produzir localmente essa matéria-prima, de forma a não dependermos das importações.
9.30 ¹	Companhia Agro-empresarial de Moç. SA	C	Guijá	Limpopo	22000	0	Tem como principal objectivo, instalar uma unidade industrial para a produção de aproximadamente 175000 ton/ano de açúcar castanho, em fase inicial, podendo chegar a 277000ton/ano, aquando da instalação do projecto, sendo 100% da produção para exportação. Prevê-se que o início do funcionamento da unidade industrial de processamento de cana-de-açúcar, seja em 2016. De momento dedica-se a produção de aproximadamente 13500 ha, de culturas alimentares como: milho, soja, girassol, trigo, entre outras.
9.31	Regadio de Mukhambe – Bloco 6	A	Panda	Rio Inharrime	30	10	Canal principal interligando 9 poços naturais, de onde sai um rede de canais com a dupla função de rega e drenagem. Ficou por concluir a obra reguladora da água no rio Nhanombe. Arroz, hortícolas, milho e feijões.
9.32	Regadio de Mubique – Bloco 7	B	Panda	Rio Inharrime	70	0	Estrutura para represamento da água no rio, canais de distribuição da água, caixas de distribuição e vala de drenagem. Regadio inundado desde as cheias de 2000.
	TOTAL				81.271	14.835	

¹ – Dados actualizados; (A), (B) e (C) – Classes de Regadio; (A) < 50 ha, (B) 50 – 500 ha e (C) > 500 ha

ANEXO 2: Demanda de água para o uso agrícola

Campanha agrícola	Arroz [Mm³]	Milho [Mm³]	Tomate [Mm³]	
2004/05	13.98	4.32	18.83	
2005/06	1.87	3.23	8.89	
2006/07	22.56	6	21.15	
2007/08	25.77	7.01	31.34	
2008/09	50.01	7.81	25.87	
Total	114.19	28.37	106.08	248.64

ANEXO 3: Demanda de água para o consumo doméstico

Distrito	Total	Consumo/ano 20 l/ano	Demanda de água [Mm³/ano]
Bilene	116316	955245150	0.96
Chibuto	149306	1226175525	1.23
Chicualacuala	171682	1409938425	1.41
chigubo	161682	1327813425	1.33
Chókwé	114917	943755862.5	0.94
Xai-Xai(cidade)	100725	827204062.5	0.83
Funhalouro	152967	1256241488	1.26
Guijá	115306	946950525	0.95
Mabalane	92336	758309400	0.76
Mabote	80645	662297062.5	0.66
Manjacaze	144802	1189186425	1.19
Massagena	115780	950843250	0.95
Massingir	110144	904557600	0.90
Panda	98412	808208550	0.81
Xai-Xai	165569	1359735413	1.36
soma	1890589	15526462163	15.53

ANEXO 4: Relacção entre a procura de água e a projecção do crescimento da população até 2025

Ano	Projecção da população	Acrescimos	20 litros/ano	Demanda [Mm³/ano]
2007	1463589	36589.73	300493116.6	0.30
2008	1500178.73	37504.47	308005444.5	0.31
2009	1537683.19	38442.08	315705580.6	0.32
2010	1576125.27	39403.13	323598220.1	0.32
2011	1615528.40	40388.21	331688175.6	0.33
2012	1655916.61	41397.92	339980380	0.34
2013	1697314.53	42432.86	348479889.5	0.35
2014	1739747.39	43493.68	357191886.7	0.36
2015	1783241.08	44581.03	366121683.9	0.37
2016	1827822.11	45695.55	375274726	0.38
2017	1873517.66	46837.94	384656594.1	0.38
2018	1920355.60	48008.89	394273009	0.39
2019	1968364.49	49209.11	404129834.2	0.40
2020	2017573.60	50439.34	414233080.1	0.41
2021	2068012.94	51700.32	424588907.1	0.42
2022	2119713.27	52992.83	435203629.8	0.44
2023	2172706.10	54317.65	446083720.5	0.45
2024	2227023.75	55675.59	457235813.5	0.46
2025	2282699.34	57067.48	468666708.9	0.47
Total	35047113.06	876177.83	7195610401	7.20

ANEXO 5: Demanda de água para o abeberamento do gado

Distrito	Gado Bovino	Demanda de água	Gado Suino	Demanda de água	Gado Caprino	Demanda de água	
		[Mm ³ /ano]		[Mm ³ /ano]		[Mm ³ /ano]	
Bilene	31956	0.47	2336	0.25	137544	0.25	
Chibuto	64470	0.94	2149	0.23	143796	0.26	
chicualacuala	54817	0.80	4387	0.48	959680	1.75	
Chigubo	8586	0.13	750	0.08	175056	0.32	
Chókwè	75139	1.10	5618	0.61	203190	0.37	
Guijá	52785	0.77	11047	1.20	462647	0.84	
Mabalane	64470	0.94	12054	1.31	428261	0.78	
Manjacaze	44656	0.65	15188	1.65	165678	0.30	
Massagena	7011	0.10	582	0.06	59394	0.11	
Massingir	40592	0.59	600	0.07	40592	0.07	
Xai-Xai	63505	0.93	2048	0.22	75024	0.14	
Total	507987	6.42	56159	5.15	2850862	3.20	14.77

ANEXO 6: Descargas da barragem de Massingir e Influxos de combumune (1997-2007).

Meses hidrologicos	Armazenamento [Mm ³]	Perdas [Mm ³]	Precipitação [Mm ³]	Descargas de Massingir [Mm ³]	Combumune	Mass + Comb
					[Mm ³]	[Mm ³]
Outubro	784.94	0.72	0.02	60.96	65.72	126.68
Novembro	785.81	0.73	0.11	90.57	17.41	107.98
Dezembro	841.10	0.85	0.12	162.56	162.5	325.06
Janeiro	821.84	0.86	0.32	148.83	515.14	663.97
Fevereiro	964.51	0.92	0.46	459.51	1,125.60	1585.11
Março	1088.16	0.38	0.14	344.06	607.74	951.80
Abril	870.73	0.73	0.05	132.45	229.46	361.91
Mai	1032.25	0.71	0.01	62.78	92.01	154.79
Junho	985.01	0.64	0.01	53.01	45.84	98.85
Julho	946.12	0.56	0.01	50.75	25.08	75.83
Agosto	889.78	1.35	0.00	111.12	18.72	129.84
Setembro	817.25	0.77	0.02	42.15	14.39	56.54
total	10827.50	9.22	1.28	1718.75	2919.61	4638.36
Média	902.29	0.77	0.11	143.23	243.30	713.59
Maximo	1088.16	1.35	0.46	459.51	1585.11	1585.11
Minimo	784.94	0.38	0.00	42.15	14.39	56.54

Anexo 7: Resumo das demandas

Tipo de consumidor	Número	Área	Vol [Mm³/ano]	%
Uso domestico	1890589		15.52	8.24
Uso animal	3415008		14.77	7.83
Usos comuns-total			30.29	16.07
Arroz		13682	114.19	
Milho		4960	28.37	
Tomate		15608	15.61	
Usos privativos-total			158.17	83.93
Consumo total			188.46	100