



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

Monografia Científica

**Avaliação das Estratégias de Operação e Manutenção nos Canais
Secundários – Distribuidores D7 e D7A do Regadio de Chókwè**

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em
Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural

Autor: Gerónimo Alexandre Zumba

Tutor: Eng^o Cesário Manuel Cambaza, MSc

Lionde, Agosto de 2018

**Avaliação das Estratégias de Operação e Manutenção nos Canais Secundários –
Distribuidores D7 e D7A do Regadio de Chókwè**

Tutor: Eng^o Cesário Manuel Cambaza, MSc.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de Licenciatura sobre “Avaliação das Estratégias de Operação e Manutenção nos Canais Secundários – Distribuidores D7 e D7A do Regadio de Chókwè, Província de Gaza” apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: Eng^o Cesário Manuel Cambaza, MSc.

Lionde, Agosto de 2018

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	ix
Declaração	x
Resumo	xiv
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e justificação	2
1.2. Objectivos	3
1.2.1. Geral	3
1.2.2. Específicos	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Considerações gerais	4
2.2. Descrição das obras hidráulicas do regadio de Chokwe	4
2.3. Problemas mais comuns em canais	5
2.3.1. Perdas de água	5
2.3.2. Erosão nas margens	6
2.4. Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas	6
2.4.1. Operação e manutenção de canais	7
2.4.2. Tipos de manutenção	7
2.5. Estimativa de necessidades de água de rega	10
2.5.1. Precipitação efetiva	10
2.5.2. Necessidades de água para lavagem de sais	11
2.5.3. Necessidade de água de rega	11
2.5.4. O modelo CROPWAT	11
2.6. Determinação da capacidade operacional das infraestruturas	12

2.6.1.	Canais de irrigação	12
2.6.2.	Tipos de escoamento	12
2.6.3.	Caudal	13
2.6.4.	Importância de medição de caudal	13
2.6.5.	Métodos de medição do caudal	13
2.7.	Pesquisa de Campo	15
2.7.1.	Observação	16
2.7.2.	Entrevista	17
2.7.3.	Inquérito	17
2.7.4.	Amostra	18
2.7.5.	Coleta dos dados	18
III.	METODOLOGIA.....	19
3.1.	Descrição do local de estudo	19
3.2.	Método observação (participante e não-participante).....	21
3.3.	Entrevistas semi-estruturadas	22
3.4.	Definição de tamanho de amostra.....	22
3.6.	Estimativa de necessidades de água de rega	23
3.7.	Determinação da capacidade operacional das infraestruturas	24
3.8.	Mapeamento das infraestruturas	27
IV.	RESULTADOS	29
4.1.	Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas	29
4.1.1.	Caracterização dos agricultores dos distribuidores (D7 e D7A)	29
4.1.2.	Operação e manutenção das infraestruturas	30
4.1.3.	Operação e manutenção dos canais secundários	31
4.2.	Estimativa das necessidades de água de rega	36
4.3.	Capacidade operacional das infraestruturas.....	38
4.4.	Mapeamento das infraestruturas	40

V. DISCUSSÃO.....	43
5.1. Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas	43
5.1.1. Caracterização dos agricultores dos distribuidores (D7 e D7A)	43
5.2.1. Manutenção dos canais secundários	44
5.2.2. Operação e manutenção dos canais terciários	46
5.3. Necessidades de água de rega	47
5.4. Capacidade operacional das infraestruturas.....	47
5.5. Caracterização das infraestruturas	48
VI. CONCLUSÃO.....	49
VII. RECOMENDAÇÕES.....	51
VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Factor de correcção de velocidade.....	15
Tabela 2: Caracterização das infraestruturas	28
Tabela 3: Necessidades da água das culturas (NAC) e volume da água necessária por ciclo das culturas	36
Tabela 4: Dados dos agricultores entrevistados	66
Tabela 5: operacao e manutencao das infraestruturas secundarias.....	67
Tabela 6: Operação e Manutenção das infraestruturas terciarias	69
Tabela 7: Fornecimento de água.....	70
Tabela 8: Gestão de rega	71
Tabela 9: Organização dos utentes	72
Tabela 10: Dados das culturas	73
Tabela 11: Dados da cultura de pepino	74
Tabela 12: Esquema de irrigação.....	75
Tabela 13: velocidade mensais em (km/h e km/dia)	76
Tabela 14:Elemento: Insolação total mensal (em horas).....	76
Tabela 15:Elemento: Precipitação total mensal (das 9 as 9 horas em mm)	77
Tabela 16:Elemento: Humidade relativa media mensal (em %)	78
Tabela 17:Elemento: Temperatura maxima média mensal (em °C)3275	78
Tabela 18:Elemento: Temperatura minima media mensal (em °C)	79
Tabela 19: Campanha agricola 2017-2018 no D7 (época quente)	80
Tabela 20: Campanha agricola 2017-2018 do D7A (época quente)	81
Tabela 21: campanha agricola 2017-2018 do DSH4 (época quente)	81
Tabela 22: Ficha descritiva geral do modulo de mascara do D7.....	82
Tabela 23: Ficha descritiva geral do módulo de mascara do D7A.....	84
Tabela 24: Dados de medição dos caudais de entrada nos distribuidores (D7 e D7A).....	86
Tabela 25: Dados de medição dos caudais de entrada nos canais terciários	87
Tabela 26: Resultados dos caudais de entrada nos canais terciários	88
Tabela 27: Resultados da caracterização das infraestruturas.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 (A e B): Género dos agricultores dos perímetros irrigados dos distribuidores (D7 e D7A).....	29
Gráfico 2 (A e B): Variação de idade nos distribuidores (D7 e D7A)	30
Gráfico 3 (A e B): Regularidade nas limpezas dos canais secundários dos distribuidores (D7 e D7A).....	32
Gráfico 4: Operações de limpeza do canal secundário do D7.....	32
Gráfico 5: (A e B): Operação e manutenção das infraestruturas.....	33
Gráfico 6 (A e B): Estratégias de operação e manutenção adotadas pela HICEP.....	34
Gráfico 7 (A e B): Operação e manutenção dos canais terciários.....	34
gráfico 8 (A e B): Regularidade nas operações de limpeza nos canais terciários.....	35
Gráfico 9: Variação do caudal dos módulos nos canais secundários.....	38
Gráfico 10:(A e B): Variação do caudal nos canais terciários	39
Gráfico 11 (A e B): Estado actual das tomadas de água para canais terciários.....	42
Gráfico 12 (A e B): Estado actual das caleiras ou canais terciários	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Esquema de metodologia para a pesquisa.....	19
Figura 2:Mapa de localização da área de estudo no regadio de Chókwè	20
Figura 3:Perímetros irrigados da área de estudo no RC.	21
Figura 4: Medição de caudal de entrada nos módulos de mascara.....	25
Figura 5 (A, B e C): Medição de caudal de entrada nos canais terciário	27
Figura 6: Drone usado para mapeamento da area de estudo.	27
Figura 7:Mapa de localização dos canais estimados os caudais de entrada.	39
Figura 8: Mapa de satelite delocalização dos campos dos agricultores entrevistados e das infraestruturas de tomada de água nos canais secundários.....	40
Figura 9:Mapa de localização dos campos dos agricultores entrevistados e das infraestruturas de tomada de água nos canais secundários.Caracterização das infraestruturas.....	41
Figura 10:Transbordo no canal secundário do D7A.....	45
Figura 11: Nível de água baixo no canal secundário do D7.....	45
Figura 12: Falta de agua para rega nos canais terciarios do D7.	45
Figura 13:Operações das limpezas de forma manual no canal secundário do D7	46
Figura 14:Extração manual de vegetação em canais de terra.....	64
Figura 15:Perdas de água por infiltração	64
Figura 16:Mapa de localização de distrito de Chókwè.....	65
Figura 17: Mapa do perimetros irrigados dos distribuidores (D7, D7A e DSH4) do RC, ilustrando imagens de drones.	65
Figura 18: Canal terciario ou caleira destruido durante as inundacoes.	93
Figura 19: Estradas agricolas alagadas.....	93
Figura 20: Perdas de agua atraves de fugas nas caleiras.	94
Figura 21: Estado actual (elevado nível de infestação) no canal secundário do D7A.....	94
Figura 22: Falta de operações de limpeza nos canais terciários.....	95
Figura 23: Comportas do tipo modulo de mascara do D7.....	95

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Inquérito para agricultores e HICEP	57
Anexos 2: Figuras e mapas	64
Anexos 3: Tabelas de respostas das estratégias de operação e manutenção das infraestruturas	66
Anexos 4: Tabelas usadas para determinação das NAR	73
Anexos 5: Tabelas de dados climáticos.....	76
Anexos 6: Dados da campanha agrícola 2017-2018 (época quente).	80
Anexos 7: Tabelas usadas para determinação dos caudais das entradas nos canais (secundários e terciários).	82
Anexos 8: Tabela da caracterizacao das infraestruturas.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

A	Área
ANA	Agência Nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARA-SUL	Águas da Região Sul
AREMO	Associação de Regantes Eduardo Mondlane
ARs	Associação de Regantes
D7	Distribuidor sete do Regadio de Chókwè
D7A	Distribuidor sete “A” do Regadio de Chókwè
DSH4	Distribuidor do sistema hidraulico quatro
ETc	Evapotranspiração da cultura (mm)
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (<i>Food and Agriculture Organization</i>)
HICEP	Hidráulica de Chókwè, Empresa Pública
INE	Instituto Nacional de estatística
MADER	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
NAC	Necessidades da água da cultura
NAR	Necessidades da água de rega
NW-SE	Norte-oeste e Sul-este
OeM	Operação e Manutenção
P_{eff}	Precipitação efectiva [mm]
RTF	Gerir até quebrar (<i>Run To Failure</i>)



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na lista de referências bibliográficas final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, _____ de Agosto de 2018

(Gerónimo Alexandre Zumba)

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, meu criador pelo dom da vida, pela força que me proporcionou nos momentos das dificuldades, para lutar e vencer principalmente na realização da presente pesquisa.

Ao meu pai Alexandre Gabriel Zumba (in memorian), que foi exemplo de caracter e dignidade,, dedico este trabalho com todo meu amor e gratidão.

A minha mãe Mónica Moiane, aos meus irmãos Silvino Zumba, Gabriel Zumba , Lurdes Zumba e Sandra Zumba e a minha querida sobrinha Ashely Silvino Zumba...

Amo vocês...

“Em primeiro lugar vem a dedicação, depois a habilidade”

Leonardo Da Vinci

Agradecimentos

Quero em primeiro lugar agradecer a Deus meu Criador, não só pelo dom da vida mais por tudo que tem feito por mim, pelas oportunidades a mim ofertadas principalmente de desenvolver o presente trabalho e por nunca me abandonar.

Aos meus pais Alexandre Zumba (*in memoriam*) e Mónica Moiane, pelo amor, carinho, educação, conselhos em lutar e em tudo que fizeram por mim para me tornar essa pessoa que sou. Aos meus queridos irmãos Lurdes Zumba, Gabriel Zumba, Sandra Zumba e a minha amada sobrinha Ashely Silvino Zumba, pelo amor e carinho e tudo que fazem por mim. Em especial quero agradecer meu irmão Silvino Zumba, pelo apoio, incentivo nos momentos difíceis de desânimo e cansaço, conselhos, pela confiança que em mim sempre depositou e por tudo que fez por mim, apesar das dificuldades enfrentadas me fortaleceu e lutamos até que esse sonho se concretizasse que para mim é muito importante.

Ao engenheiro Cesário Cambaza, pela paciência, apoio, dedicação, caráter, amizade, incentivo, a forma como colaborou para desenvolver o presente trabalho e por aceitar a orientação deste trabalho.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para estudos, pela oportunidade de poder fazer esse curso aqui na vossa instituição, ao corpo docente principalmente aos da Engenharia Hidráulica Agrícola e Agua Rural a destacar: Eng^o. Cesário Cambaza, Eng^o. Lateiro De Sousa, Eng^o. Paulo Saveca, Eng^o. Moisés Bodui, Eng^o. Enoque Moiane, Eng^o. Tawanda, Eng^a. Philipa, Dr. Mário Tauzene, todos mesmo aos que não pude aqui destacar e a toda Divisão da Agricultura em especial ao diretor Dr. Custódio Tacarindua por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caracter e efectividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mais por terem me feito aprender, meu muito obrigado.

A empresa Hidráulica de Chókwè, Empresa Publica (HICEP), por disponibilizarem a área de estudo, o conhecimento técnico e profissional por eles transmitido, e todas informações de base de dados que me disponibilizaram para realização do presente, especialmente ao Engenheiro Raul Chambal, técnico Adérito e José (cantoneiro).

A associação de regantes Eduardo Mondlane (AREMO), em destaque, ao presidente da associação Sr. Simão Cossa, os vices presidentes Sr. Avelino Zita e dona Sara Ubisse, o Sr.

Chadrique, Sr. Salomão Tivane a todos membros da associação e todos agricultores daquele perímetro irrigado em estudo, pelo carinho, respeito, ensinamentos, tempo dispensado enquanto os precisava e tudo que fizeram por mim durante a realização deste trabalho.

Á minha equipe de trabalho Áurio Francisco e Bram Berkelmans, pelo apoio no trabalho, conselhos, as madrugadas que poderiam dormir só para ajudar nas actividades do presente trabalho, incentivos nas horas difíceis, as alegrias compartilhada durante o trabalho, troca de ideias construtivas e tudo que fizeram durante o desenvolvimento de este trabalho, o meu muito obrigado pela vossa amizade aprendi muito com vocês. *“I love you bro, my brothers from another mother”*

Á colegas da turma Áurio Francisco, Jose Machava, Nercio Guambe, Dino Americo, Elcidio Novela, Eduardo Elves, Alcido Cumbi, Crimildo Magombe, Morcilio Valoi, Claudia Bennhane, Felizardo Mucavele (*Masseve*) e a todos colegas pela amizade e companheirismo.

Ao pessoal do condomínio em destaque, Eng^o. Samuel Robath, Sulemane Chomar, Dércio, Júlio Olímpio, Helton, Zulmira Langa, Fátima, Keven Mutatiu, Timoteo e a todos, pelo amor carinhos, e tudo que fizeram por mim durante a minha formação, em especial a dona Terezinha Maibasse por disponibilizar a casa, carinho por ela transmitida. E quero agradecer em especial aos meus amigos Abel Zandamela Jr e Cesar João Macuche, pelo amor carinho, por tratarem como irmão mais novos e mais uma vez meu muito obrigado doutores por tudo que fizeram por mim, *“AniEmBy”*.

A todos que direta ou indiretamente apoiaram na minha formação, meu muito obrigado.

Resumo

A presente pesquisa teve como objectivo avaliar estratégias de operação e manutenção (OeM) das infraestruturas secundárias e terciárias nos D7, D7A e DSH4 do regadio do Chókwè. Para se alcançar este objectivo, fez-se a identificação das estratégias adotadas para OeM das infraestruturas de todas as redes secundárias e terciárias. Determinou-se as Necessidades de Água de Rega (NAR) das culturas produzidas na (época quente) 2017-2018. Foram também estimados os caudais de entrada nos canais secundários e terciários. Por fim, foram propostas as alternativas ou estratégias de OeM. Na comparação das NAR com a capacidade operacional das infraestruturas, notou-se que os canais não conseguiriam atender as necessidades hídricas das culturas produzidas durante o mês de Fevereiro, se fosse para irrigar toda a área produzida ao mesmo tempo, uma vez que o mês de Fevereiro representa o pico em que todas as culturas precisam de mais água. Na determinação das estratégias de OeM das infraestruturas, observou-se que cerca de 50% dos agricultores entrevistados recomendam melhoria nas estratégias adotadas pela empresa gestora (HICEP). No mapeamento e caracterização das infraestruturas observou-se que mais de 50% encontram-se no estado crítico, não podendo desempenhar a suas funções conforme foram construídos. Esse estado degradado das infraestruturas e a deficitária OeM, causam acesso limitado de água para os agricultores. Mesmo assim, os agricultores com acesso à água conseguem regar porque fazem escala de rega no início da campanha, apesar de, nalgumas vezes ter havido conflitos entre os agricultores que se sentem lesados pela escala. Deste modo, chega-se à conclusão que as estratégias adotadas pelas entidades ainda permitem que os canais secundários e terciários continuem a apresentar elevado nível de infestação, assoreamento e perdas de água através de transbordos e fugas nas juntas, sendo reflexão da negligência dada às actividades de OeM.

Palavras-chaves: irrigação, Chókwè, operação e manutenção, canal secundário.

Abstract

The present research had as objective to evaluate strategies of operation and maintenance (O&M) of the secondary and tertiary infrastructures in D7, D7A and DSH4 of the Chókwé irrigation system. In order to achieve this objective, we identified the strategies adopted for the O&M of the infrastructures of all secondary and tertiary networks. The Irrigation Water Requirements (IWR) of the crops produced in the (hot season) 2017-2018 were determined. Intake flow rates were also estimated in the secondary and tertiary channels. Finally, the alternatives or strategies of the O&M were proposed. When comparing the IWR with the operational capacity of the infrastructures, it was noted that the channels would not be able to meet the water needs of the crops produced during the month of February, if it were to irrigate the entire area produced at the same time, since the month of February is the peak where all crops need more water. In the determination of the O&M strategies of the infrastructures, it was observed that about 50% of the farmers interviewed recommend improvement in the strategies adopted by the management company (HICEP). In the mapping and characterization of the infrastructures it was observed that more than 50% are in the critical state, being unable to perform their functions as they were constructed. This degraded state of infrastructures and the poor Mine cause limited access of water to farmers. Even so, farmers with access to water can irrigate because they do irrigation at the beginning of the campaign, although at times there have been conflicts between farmers who feel aggrieved by the scale. Thus, it is concluded that the strategies adopted by the entities still allow the secondary and tertiary channels to continue to present a high level of infestation, silting and water losses through transshipments and leakage in the boards, being reflection of the negligence given the activities of O&M.

Key-words: irrigation, Chókwè, operation and maintenance, secondary canal.

I. INTRODUÇÃO

O inevitável crescimento da demanda dos recursos hídricos na bacia de Limpopo para irrigação, aliado á desfavorável localização da zona do estudo ao longo da bacia, e com características físicas naturais adversas (escassez de chuva), tornam-se necessário estudos que visam proporcionar estratégias de operação e manutenção de infraestruturas hidráulicas na promoção de uso racional de água.

Segundo (INE, 2006), em Moçambique, a agricultura emprega mais de 80% da população, agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para optimização da produção mundial de alimentos, gerando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Actualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas.

Diante da atual necessidade mundial por alimento, a produção agrícola se vê cada vez mais pressionada a trabalhar com patamares de eficiência maiores, por trás disso, encontramos a irrigação, que é a técnica base para produção de alimento no planeta. Diante disso, uma irrigação eficiente é de vital importância. Além da busca por melhoramentos e novas tecnologias, um elemento com importante papel nisso tudo é a manutenção, seja em instalações, equipamentos ou estruturas, pois, sem ela, não há possibilidade de operação com desempenho satisfatório durante longos períodos. Entende-se por manutenção de um sistema de irrigação a execução dos diversos trabalhos que visam manter as obras em bom estado, de forma a garantir sua eficiente operação, (Bureau Of Reclamation, citado por Luna, 2013).

As infraestruturas hidráulicas são obras destinadas a regulação, controle, armazenamento, e direcionamento de grandes volumes de água. E com esta grande importância, contribuem para o desenvolvimento de uma agricultura desejavelmente sustentável para a fixação da população agrícola, pois são estas obras que garante a regularização por via de Hidro-reguladores e distribuição por via de distribuidores e uma vasta rede de canais (Porto, 2004).

Os sistemas hidráulicos são projectados com o fim de controlar, armazenar ou conduzir água. Segundo Honorato (2012), construção, operação e manutenção desses sistemas envolvem aplicação de princípios fundamentais em engenharia. A irrigação é uma técnica que nos últimos anos tem-se desenvolvido acentuadamente, apresentando equipamentos e sistemas mais distintas condições, (Bernardo et al., 2006). O distrito de Chókwè possui um dos maiores perímetros irrigado ou sistema de regadio do país, que visa controlar, armazenar e fornecer água até aos campos de produção agrícola de modo a assegurar a produção de alimentos no país,

contudo manter uma boa gestão desta infraestrutura é muito importante para o desenvolvimento económico.

O bom desempenho de um sistema de irrigação através de canais não depende unicamente de sua operação, mas também de uma adequada manutenção FAO (1992). A função da manutenção em canais de irrigação é mantê-los funcionando com capacidade de transporte para qual foram projetados (caudal de projeto), de modo a satisfazer a demanda necessária para rega (necessidades hídricas das culturas).

O distrito de Chókwè possui um dos maiores regadios dos pais, construído a fim de assegurar e a produção agrícola nacional, para que isso aconteça é necessário que haja uma boa gestão (O e M) das infraestruturas que o compõe.

Visando a proteção das infraestruturas de rega e garantia da produtividade, o presente estudo apresenta os principais problemas e suas respetivas técnicas de operação e manutenção dos canais secundários, clarificando e discutindo as vantagens e desvantagens de cada técnica ou estratégia a ser adotada para uma boa gestão de operação e manutenção das infraestruturas. Essas estratégias de operação e manutenção representam-se como uma ferramenta importante no auxílio a uma boa gestão das infraestruturas de um regadio. Este trabalho apresenta a situação actual dos canais secundários e terciários dos perímetros irrigado dos distribuidores (D7, D7A e DSH4) do regadio de Chókwè e trás diretrizes e recomendações sobre as estratégias de operação e manutenção a fim de promover melhor gestão das infraestruturas do regadio.

1.1. Problema e justificação

Na área do perímetro irrigável pelo Regadio de Chókwè, verifica-se em alguns pontos perdas de água através de fugas. A falta de manutenção das infraestruturas danificadas, contribui massivamente para a degradação do solo. Esta falta de manutenção causa redução significativa da área de produção. No período de estiagem esta situação tem causado problemas sérios na distribuição de água, gerando conflitos entre os produtores (o não seguimento do calendário estabelecido pelo chefe do ramal). A deficiência na operacionalidade de certas obras devido a vandalização, oxidação, avarias, bem como o desgaste de componentes constituintes das obras espalhadas pelo regadio, causa dificuldade na distribuição de água em certos pontos do regadio. Isto acrescido ao assoreamento do canal por vegetação, deixa os utentes com incertezas de produzir no perímetro irrigado. O RC no seu todo esta ocupado por utentes de pequena e media escala, que se dedicam a culturas alimentares (milho, arroz, legumes). Essas áreas ou perímetros

irrigáveis sofrem falta de manutenção e de grande degradação, devido aos danos causados pelas inundações nos sistemas de irrigação e de drenagem. Isto resulta em baixa produtividade, devido a salinização (má drenagem) e falta de fornecimento regular de água de irrigação (Ganho e Woodhouse,2014).

Os mesmos autores afirmam que, o aumento da escassez e da competição pela água requer a definição e a aplicação de políticas de gestão eficazes, que fomentem o uso sustentável do recurso e a equidade na sua distribuição. Por outro lado, existem políticas que promovem uma boa gestão na operação e manutenção das infraestruturas, mais estas não têm sido adequadamente aplicados por parte dos usuários do regadio (agricultores ou associações, regantes e a comunidade). A provisão e divulgação de alternativas para ajudar aos agricultores e os demais utentes, a adotar políticas e estratégias de operação e manutenção do regadio de uma forma correcta, de modo a preservar os mesmos, pode ser uma solução imediata e eficiente para estruturar este impasse.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- Avaliar as estratégias de operação e manutenção nos canais secundários dos distribuidores D7 e D7A do regadio de Chókwè

1.2.2. Específicos

- Identificar as estratégias de operação e manutenção das infraestruturas secundárias;
- Estimar as necessidades de água de rega nos campos pertencentes aos usuários dos canais secundários em estudo;
- Determinar a capacidade operacional das infraestruturas nos canais secundários e terciários;
- Mapear as infraestruturas dos canais em estudo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações gerais

O Regadio do Chókwè foi construído nos anos 50, com uma infraestrutura projetada para irrigar cerca de 30 mil ha, estando actualmente com uma área aproveitável de 23 mil ha e explorados um pouco mais de 13 mil ha, graças a vários projectos de reabilitação do regadio (HICEP 2012). O decreto nº 3/97 do 4 de Março de 1997 oficializou a criação da HICEP, a qual substituiu a SIREMO, com as atribuições que abrangem a gestão da água fornecido pelo ARA-SUL e operação e a manutenção das infraestruturas hidráulicas bem como a organização dos utentes do perímetro irrigado, (HICEP, 2003).

Segundo Agência Nacional de Águas Brasileira (ANA) (2015), as actividades de Operação e Manutenção em um perímetro irrigado têm como objetivo otimizar a gestão das actividades que impactam no desempenho da distribuição de água para irrigação e na manutenção adequada de toda a infraestrutura de uso comum do perímetro. Grande parte dos casos, as patologias em canais ocorrem por falta de manutenção e ou operação adequadas, podendo também ser por erros no projeto na execução (Luna, 2013).

Para efeitos de uma boa operação de gestão da água e de manutenção das infraestruturas, o regadio está dividido em três (3) sectores hidráulicos, (HICEP, 2003):

- Sector *Montante*, com sede na cidade de Chókwè,
- Sector *Sul*, com sede em Lionde, e
- Sector *Rio*, com sede em Xilembene.

2.2. Descrição das obras hidráulicas do regadio de Chokwe

Segundo (HICEP, 2003), o perímetro irrigado é composto por unidades hidráulicas relacionadas com níveis de distribuição:

Unidade Hidráulica Principal (UHP) -constituído por:

- Dique de protecção, na margem direita do *Rio Limpopo* (75 km);
- Canais principais não revestidos ou de terra (canal Geral, Canal do Rio, Canal Direito e canal de Nwachicoluane), os caudais nominais estão entre 4 a 45 m³/s, e com o comprimento total de 100 km
- Drenos principais com comprimento de 125 km, com uma capacidade de drenar 30.000 há; e
- Pistas de circulação principais ao longo das redes que ligam a estrada nacional às diferentes aldeias cerca de 155 km;

Unidades Hidráulicas Secundárias (UHS) são compostas por:

- Cerca de 107 Zonas secundárias, incluindo 42 canais secundários abastecidos pelos canais principais referidos acima, os seus caudais variam entre 0,1 a 4 m³/s e um comprimento total de 270 km;
- Equipamentos de bombagem e de distribuição directamente conectados aos canais principais;
- Drenos secundários com um comprimento total de 450 km, com uma capacidade de drenar 27.000 ha
- Pistas de circulação ao longo das redes secundárias com cerca de 175 km.

Unidades Hidráulicas Terciárias (UHT) incluem as seguintes unidades:

- Canais terciários prefabricados que abastecem ramais de irrigação, com um caudal unitário de 32 l/s e que totalizam um comprimento de 1 050 km;
- Valas que drenam os ramais;
- Pistas de acesso às parcelas eventualmente associadas;

2.3. Problemas mais comuns em canais

De acordo com Luna (2013), as alterações em canais ocorrem por falta de manutenção e ou operação adequadas, podendo também ser por erros no projeto e ou na execução do mesmo. Para FAO (1992), os principais problemas que podem ser encontrados em canais de irrigação, podem ser: Quantidades limitadas de água disponível na fonte de captação; Alto consumo de água nos campos próximos da fonte de captação, causando a diminuição da quantidade de água disponível nos campos mais distantes desta; Manipulação ilegal de canais e estruturas; riscos de assoreamento (Sedimentação); Crescimento da planta dentro do canal; Perdas de água; transbordo frequente; e Baixos níveis de água devido à erosão do canal.

2.3.1. Perdas de água

Um canal bem desenhado é construído para transportar a água da fonte de captação, até aos campos dos agricultores com uma quantidade mínima de perda de água. No entanto, essas perdas podem reduzir a eficiência da entrega da água, que podem ser por: infiltração, evaporação e transbordamento (FAO, 1992).

a) Perdas por infiltração

As taxas elevadas de infiltração podem ser consequência de falhas na execução do projecto, manutenção ou operação, (Luna, 2013). De acordo com FAO (1992), essas perdas podem ser

significativas quando um canal é construído a partir de material de alto grau de permeabilidade. Os resultados da infiltração podem ser observados, nos lados do canal, assim como quando campos adjacentes ficam muito molhados (muito húmido). Conforme ilustra a figura 5 nos anexos.

b) Transbordamento

As principais causas que podem desenvolver transbordos nos canais são: comportas não bem fechadas ou operação inadequada das estruturas de controlo, crescimento de vegetação bloqueando passagem de água, surgimento de obstáculos como assoreamento.

c) Fugas nas margens dos canais

O aparecimento das fugas nas baquetas dos canais manifesta-se da seguinte forma:

- Assentamento na parte superior da baqueta devido a passagem de água através dela;
- Erosão do talude externo
- Manchas húmidas no talude externo;
- Subida do nível de água na vala adjacente no tempo seco;

2.3.2. Erosão nas margens

Segundo HICEP (2003), a erosão nos taludes é devido a:

- Chuvas de grandes intensidades;
- Passagens de animais ou peões em lugares inapropriados;
- Remoinhos de água, principalmente a jusante dos hidro-reguladores;
- Fugas no canal.

2.4. Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas

Segundo Infante e Segerer (2010), para que um canal de terra se torne uma opção viável, ou seja, que se conserve em operação, com capacidade de atender a demanda necessária, por um grande período de tempo e com o mínimo de manutenção, alguns requisitos devem ser observados:

- Projetar o canal respeitando as velocidades de escoamento, utilizando os critérios limites de erosão e sedimentação;
- Executar com precisão a escavação, respeitando a geometria, o alinhamento e a declividade de fundo;
- Realizar um tratamento no solo a fim de se impedir o crescimento de vegetação e realizar trabalhos de limpeza dessa vegetação quando necessário.

2.4.1. Operação e manutenção de canais

Segundo HICEP (2003), as actividades de operação e manutenção são coordenadas por 3 Sectores Hidráulicos visando a operação adequada das redes de distribuição de água e de drenagem, e para garantir boa manutenção das infraestruturas em conformidade com o Manual de Operação e Manutenção do Regadio, que observa os seguintes princípios:

- Avaliar as Fichas (9.2 em anexos) de Pedido de Manutenção dos Chefes de Sectores após a informatização delas na Base de Dados de Manutenção;
- Produzir relatórios de campanha agrícola e relatórios anuais sobre a manutenção das infraestruturas;
- Assessorar o Conselho de Administração nas tomadas de decisão sobre os investimentos a realizar no regadio.

Segundo HICEP (2003), os cantoneiros são encarregados de fazer controlos ao longo dos canais. Se identificar algo fora do normal deve informar ao chefe da zona ou de sector através do formulário “declaração de avarias”. O controlo dos canais é muito importante, pois assegura o seu bom funcionamento e a sua vida útil, essa vigilância permite observar ou conservar quanto a seguintes aspectos:

- Prevenção das infraestruturas frente a eventuais actos de vandalismo;
- Prevenção das áreas de uso comum (uso ilegal por parte dos utentes ou pessoas exteriores);
- Vigiar eventuais roubos de água, sobretudo onde o canal fica acima do nível normal do terreno (sifão clandestino);

Manutenção

Segundo Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT), na norma 5465 citado por Luna (2013), manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas com a supervisão, que tem por objetivo manter um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, fazer o necessário para assegurar que uma infraestrutura ou objeto opere dentro de condições mínimas requeridas.

2.4.2. Tipos de manutenção

De acordo com Zains (2003) e Patton (1994), existem diversas maneiras de classificar a manutenção: *Manutenção planejada* e *Manutenção não planejada*. E para HICEP (2003), classifica a manutenção como sendo: *preventiva* (programada ou planejada) e *correctiva* (não programada ou planejada) que esta composta por dois níveis.

a) Manutenção Preventiva

Segundo Bureau of Reclamation (2002), define manutenção preventiva aquela que se antecipa as quebras ou perdas do desempenho, ela consiste na realização de inspeções periódicas nos elementos a fim de se verificar sinais de desgaste e ou envelhecimento ao longo da infraestrutura. Do outro lado a HICEP (2003), define manutenção preventiva como sendo actividades de manutenção programadas que tem por objectivo assegurar a qualidade dos elementos e das obras.

b) Manutenção Corretiva

De acordo com HICEP (2003), manutenção corretiva são actividades de manutenção não programadas referentes a reparação de defeitos. É o tipo de manutenção mais comum, é sintetizada pelo ciclo “*quebra-repara*”, ou seja, é acionada quando determinado elemento, equipamento ou estrutura quebra ou deixa de exercer a função de maneira satisfatória, (Kardec, 2001). Tal manutenção também é conhecida como “*Run To Failure*” (RTF), ou seja, operar até quebrar. De acordo HICEP, (2003), a manutenção corretiva divide-se em seguintes dois níveis:

Níveis da manutenção correctiva

Primeiro nível ou emergencial: intervenções urgentes que se deve fazer de imediato;

Segundo nível: intervenções programadas sobre avarias constatadas, mas cuja urgência não é imediata.

a) Manutenção correctiva de primeiro nível

De acordo com *Bureau of Reclamation* citado por Luna (2013), manutenção corretiva do primeiro nível é aquela que deve ser feita de maneira imediata.

Esse tipo de manutenção decorre quando há:

- Quebras ou avaria de equipamentos;
- Defeito no sistema eléctrico;
- Deterioração ou ruptura de comportas ou válvulas;
- Quebra de placas e/ou desmoronamento em canais;

b) Manutenção correctiva de segundo nível

Segundo Bureau of Reclamation, citado por Luna (2003), a manutenção corretiva de Segundo Nível é aquela considerada de maior extensão, algumas vezes decorrente da má ou não execução das manutenções anteriormente citadas.

De acordo com HICEP (2003), este tipo de manutenção decorre quando verifica-se:

i) Infestação da vegetação aquática

Segundo water resourcer department (WRD) citado por Luna (2013), em canais mais antigos onde o crescimento de vegetação é abundante, métodos mecânicos ou químicos devem ser implementados o mais rápido possível, cuidados devem ser tomados quanto aos métodos químicos, visto que, tais métodos quanto em excesso podem contaminar a água e prejudicar o crescimento ou até destruir as culturas. Conforme ilustra a figura 4 nos anexos.

Segundo a HICEP (2003), esses trabalhos de reparação deverão ser feitos durante o período de demanda mínima de água (correspondente com os períodos de manutenção de Massingir, por exemplo), possibilitando o abaixamento do nível da água nos canais.

d) Fugas nas margens dos canais

De acordo com HICEP (2003), os trabalhos de reparação deverão ser feitos durante o período de demanda mínima de água (correspondente com os períodos de manutenção de Massingir) possibilitando o rebaixamento do nível de água nos canais.

e) Erosão nas margens

Quando observado este problemas devem ser tomada as seguintes medidas:

- Proibir circular nos eventuais lugares danificados
- Fechar ou reduzir as fendas de erosão a fim de impedir a sua expansão, que pode por baquetas em perigo;
- Proteger provisoriamente as zonas roídas;

f) Assoreamento nos canais

O assoreamento dos canais é devido ao depósito dos materiais em suspensão de origem mineral, cuja decantação é favorável pela velocidade lenta da água e também pela presença de obstáculos ao assoreamento de água.

Para Skogerboe e Merkley (1996), existem sete (7) tipos de manutenção que devem ser praticados em canais de irrigação são sete:

- Manutenção normal ou de rotina (*Normal or Routine Maintenance*),
- Manutenção de emergência (*Emergency Maintenance*);
- Manutenção de estruturas essenciais (*Essential Structural Maintenance*)
- Manutenção adiada (*Deferred Maintenance*),
- Manutenção de aperfeiçoamento (*Catch Up Maintenance*),
- Manutenção preventiva (*Preventative Maintenance*) e
- Reabilitação (*Rehabilitation*).

2.5. Estimativa de necessidades de água de rega

De acordo com FAO (1984), para o cálculo das necessidades hídricas da cultura o seguinte procedimento é recomendado:

- 1) Avaliar o efeito do clima nas necessidades da cultura e seleccionar não só o melhor método para estimativa da evapotranspiração de referência, como também o que melhor disponibilidade de elementos (parâmetros da fórmula). As estimativas da evapotranspiração de referência (ET_o) devem ser no máximo entre 5 a 10 dias baseando-se no ciclo total da cultura e na sua tolerância ao déficite hídrico no solo.
- 2) Quantificar os efeitos das características da planta nas suas necessidades hídricas, e este efeito é dado pelo coeficiente da cultura (K_c), o qual apresenta a relação entre a evapotranspiração de referência (ET_o) ou potencial quando for o caso e a evapotranspiração da cultura (ET_c) ou seja:

$$ET_c = K_c (ET_o) \quad \text{Equação .1}$$

- 3) Analisar os efeitos locais e as práticas agrícolas nas necessidades hídricas das plantas tais como o efeito local das variações climáticas com o tempo; altitude, tamanho da parcela, advecção, água disponível no solo, método de irrigação e cultivo.

Considerando-se que a finalidade da irrigação é suprir a cultura de condições tais que a mesma possa atingir o máximo de evapotranspiração (ET_m), e o máximo de produtividade, as necessidades de irrigação são feitas para atingir este valor de ET_m, dada pela seguinte equação:

$$ET_m = K_c (ET_o) \quad \text{Equação.2}$$

2.5.1. Precipitação efetiva

Para Pinho (2006), Precipitação efectiva é definida como a fracção da precipitação que é armazenada na zona radicular e usada pelo sistema planta-solo para evapotranspiração. Precipitação efetiva é a diferença entre a precipitação total menos as perdas por escoamento superficial e percolação profunda, (Hershfield, 1964).

Precipitação efectiva segundo o método da FAO:

$$P_{eff} = 0,6 \times P_{tot} - 10, P_{tot} < 70 \text{ mm} \quad \text{Equação.3}$$

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{tot} - 10, P_{tot} > 70 \text{ mm} \quad \text{Equação.4}$$

Onde:

P_{eff} – precipitação efectiva [mm]

P_{tot} – precipitação mensal total [mm]

2.5.2. Necessidades de água para lavagem de sais

Considera-se água para lavagem de sais, a quantidade mínima da água de rega que deverá percolar para baixo da zona radicular com vista a manter a salinidade do solo a um dado nível (Pinho, 2006).

$$LR = \frac{ECw}{5 \times ECe \times ECw} \quad \text{Equação.5}$$

Onde:

LR- lavagem de sais

ECw – condutividade elétrica de água de irrigação [dS/m]

ECe- condutividade eléctrica do extrato saturado do solo para determinado nível de rendimento potencial da cultura [dS/m]

2.5.3. Necessidade de água de rega

Doorenbos e Pruitt (1977) definiram as necessidades hídricas das culturas (cropwat requirements) como a quantidade de água, necessária para fazer face à água perdida através da evapotranspiração de uma cultura.

$$NAR = \frac{ETc - P_{eff}}{1 - LR} \quad \text{Equação.6}$$

Onde:

NAR - necessidades de água de rega [mm]

Peff – precipitação efectiva [mm]

ETc- evapotranspiração da cultura [mm]

LR- lavagem de sais

2.5.4. O modelo CROPWAT

O método ou o modelo escolhido para determinação das NAR na presente pesquisa foi o modelo de CROPWAT, desenvolvido pela FAO.

Segundo Smith & Kivumbi citado por Cambaza (2007), CROPWAT é um programa computacional usado para gestão e planeamento da irrigação. Esse programa contém funções básicas, como o cálculo da evapotranspiração de referência, necessidades de água da cultura e planos de culturas e de irrigação.

Dados a serem usados pelo modelo CROPWAT

De acordo com Smith e Kivumbi citado por Cambaza (2007), para o cálculo das NAR precisa de dados climáticos, das culturas e solos como também dados de rega e de precipitação. Os dados climáticos necessários são referentes a evapotranspiração (década) e precipitação (década). A evapotranspiração de referência (ET_0) podem ser calculados à partir dos dados da

temperatura actual (máxima e mínima), humidade, isolamento e velocidade do vento, de acordo com o método da FAO – Penman-Monteith.

Limitações do modelo CROPWAT

Segundo Boteta et al citado por Cambaza (2007), o modelo CROPWAT tem limitações para ser utilizado em tempo real, porque utiliza valores mensais de precipitação e ET₀, embora seja uma boa ferramenta de planeamento e de controlo à posterior.

2.6. Determinação da capacidade operacional das infraestruturas

2.6.1. Canais de irrigação

Os canais de irrigação são estruturas construídos com uma declividade, suficiente para superar as perdas de carga e manter uma velocidade de escoamento constante. Os conceitos de relativos à linha piezométrica e linha de energia são aplicados aos condutos livres de maneira similar aos condutos forçados. Nos condutos livres são destintos canais retangular, trapezoidal e circular mostrada na tabela (sousa, 2010).

2.6.2. Tipos de escoamento

De acordo com Porto (2004), citado por Honorato (2012), escoamento de água através de uma tubulação pode ocorrer sob condições de conduto forçados ou conduto livre (canais). Nos condutos livres ou canais, a característica principal é a presença da pressão atmosférica atuando sobre a superfície da água, em secção aberta, como em canais de irrigação e drenagem. Os escoamentos dos canais podem ter por parâmetros de duas (2) variabilidades.

i) Critério comparativo espaço

Para o critério comparativo espaço, os escoamentos podem ser uniforme e não uniforme ou variado.

a) Escoamento uniforme

É aquela que as velocidades locais são paralelas entre si e constantes ao longo de uma mesma trajetória, elas podem deferir de uma trajetória para outra se as trajetórias são retilíneas e paralelas, a linha de água é paralela ao fundo e portanto a altura de água é constante (porto, 2004).

b) Escoamento não uniforme ou variado

Quando as trajetórias não são paralelas entre si, a declividade da linha de água não é paralela à declividade de fundo e os elementos característicos do escoamento variam de uma secção para outra

ii) Critério comparativo tempo

Para o critério comparativo tempo, os escoamentos podem ser permanente e não permanentes ou variáveis (Honorato 2012):

a) Escoamento permanente

O escoamento é permanente se a velocidade local em um ponto qualquer da corrente invariável no tempo, em módulo e direção. Por conseguinte, os demais parâmetros hidráulicos em uma mesma secção transversal, como profundidade, caudal e área molhada, guardam um valor constante e existe entre as diversas secções do canal uma continuidade de caudal, (Porto, 2004).

b) Escoamento não permanente ou variável

Quando a velocidade em um certo ponto varia com o passar de tempo. Neste caso não existe uma continuidade do caudal e as características do escoamento dependem das coordenadas do ponto considerado e do tempo.

2.6.3. Caudal

Segundo Carvalho (2008), compreende-se caudal como sendo o volume da água que passa numa determinada secção do rio ou canal por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s.

Determinação da velocidade baseada na velocidade e área:

$$Q = v \times A \quad \text{Equação.7}$$

Onde:

Q ↔ caudal (m³/s)

v ↔ velocidade (m/s)

A ↔ Área (m²)

2.6.4. Importância de medição de caudal

De acordo com Pereira e Mello (s.d.), a medição de caudal é importante o caudal disponível para projectos de irrigação, controlar o volume de água de irrigação a ser aplicada em projectos para racionalizar o uso de água, e quantificar o caudal para acionar uma roda de água.

2.6.5. Métodos de medição do caudal

Segundo Moldonaldo, citado por Checo (2015), os métodos podem ser classificados em não-estruturais e estruturais, sendo que os métodos não estruturais (flutuador, método acústico ADCP e ADV, método eletromagnéticos, químico, molinete etc.) utilizam na sua maioria grandezas referentes ao escoamento e os métodos estruturais são os que utilizam dispositivos de geometria (calha e vertdor etc.).

2.6.5.1. Método módulo de máscara

Segundo Amaral (2007), módulo de máscaras é um equipamento menos sensível à alteração na carga hidráulica, constituído por um conjunto de comportas construídas de forma a minimizar as variações na vazão a jusante quanto às variações na profundidade da água a montante. Ao contrário das comportas hidromecânicas, o módulo de máscaras não possui nenhuma parte móvel, e o controle da vazão é obtido de forma estática, pois o escoamento ocorre entre uma soleira de perfil especial e um paramento (máscara) fixo. As figuras em Anexo ilustram uma estrutura fabricada em 4 tipos de dimensões em perfis diferentes, caracterizado pelo caudal que passa por unidade de largura.

2.6.5.2. Método de Calha Parshal (flume)

Segundo Incontrol (2008), o medidor Parshall, também conhecido por Calha Parshall, é um medidor de caudal para canais abertos. A calha é constituída de uma estrutura com paredes verticais, possuindo na entrada um trecho convergente, um trecho contraído em declive de seção constante, e na saída um trecho divergente. Para Evangelista (2009), essas estruturas são mais aplicadas para medição do caudal de em sulcos de irrigação ou canais livres. Neste equipamento, a água praticamente não se eleva (represamento) a montante do ponto de instalação, por este motivo que é muito utilizado em projetos de irrigação por superfície (sulcos).

Para determinação do caudal pode ser adotada as seguintes equações:

$$Q = K \times h^n \quad \text{Equação.8}$$

Onde

Q-caudal (m³/s)

h- altura de água (m)

K e n- são coeficientes tabelados de calha parshal (flume).

2.6.5.3. Método de molinete

Segundo carvalho (2008), molinete hidrométrico ou cronómetro de hélice é um velocímetro em forma de trôpego e que serve para medir de forma pontual a velocidade da corrente de água por unidade de tempo, normalmente expressa em m/s.

2.6.5.4. Método de flutuador

Segundo Palhares et al (2007) o volume de água que passa entre dois pontos por um dado período de tempo, determina-se através de um instrumento solto à montante, a uma distância suficiente para adquirir a velocidade da corrente, antes de ele cruzar a secção inicial do trecho de teste.

O método de medição de caudal por flutuador é usado em Grandes caudais ($Q > 300 \text{ L/s}$), pode-se usar este método com garrafa plástica, boia, e outros objectos que podem ser usados. Neste método o caudal é obtido através da multiplicação da velocidade média (correspondente a 80 a 90% da velocidade superficial) pela área molhada (área da secção transversal por onde está ocorrendo o escoamento) vendo nas equações abaixo (Pereira e Mello, 2009).

De acordo com Sousa citado por Checo (2015), existe uma variação vertical da velocidade da água no canal, neste caso, utiliza-se a tabela a seguir para determinar a velocidade média da água em todo o perfil.

Tabela 1: Factor de correcção de velocidade

Profundidade média do canal (m)	Fator de correção (K)
0,3 – 0,9	0,68
0,9 – 1,5	0,72
> 1,5	0,78

Fonte: Rodrigo Octávio Rodrigues de Melo Souza (2010)

$V_{\text{média}} = V_{\text{flutuador}} \times K$	Equação.9
$V_{\text{media}} = 0,85 \cdot V_{\text{sup}}$	Equação.10
$Q = V_{\text{media}} \cdot A_{\text{media}}$	Equação.11

Onde:

V_{media} _ velocidade media (m/s);

A_{media} _ área média da secção transversal (m^2);

Q _ caudal (m^3/s);

V_{sup} _ velocidade superficial (correspondente a 80 a 90% da velocidade superficial) (m/s);

2.7. Pesquisa de Campo

Segundo Marconi e Lakatos (2003), Pesquisa de campo é aquela que tem por objetivo de buscar informações ou conhecimentos acerca de um problema. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes para analisá-los.

2.7.1. Observação

Segundo Cunha citado por Marconi e Lakatos (2003), refere-se a técnica que, a partir de uma observação espontânea, são extraídas conclusões utilizando o mínimo de controlo na obtenção dos dados observados, ou seja, significa o contacto estreito entre os pesquisadores e o campo onde ocorreram os trabalhos, sem a presença de intermediários. A observação é um elemento básico de investigação científica, utilizado na pesquisa de campo, pois ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito dos objectivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência. Essa técnica desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade (Marconi e Lakatos, 2003).

Segundo os mesmos autores, afirmam que, do ponto de vista científico, a observação apresenta uma série de vantagens e limitações ou desvantagens, como as outras técnicas aplicadas na pesquisa.

Vantagens:

- Exige menos do observador do que as outras técnicas.
- Permite a coleta de dados sobre um conjunto de atitudes comportamentais típicas.
- Depende menos da reflexão.
- Permite a evidência de dados não constantes do roteiro de entrevistas ou de questionários.

Limitações:

- O observado tende a criar impressões favoráveis ou desfavoráveis no observador.
- A ocorrência espontânea de factos não pode ser prevista, o que impede, muitas vezes, o observador de presenciar o mesmo.
- Fatores imprevistos podem interferir na tarefa do pesquisador.
- A duração dos acontecimentos é variável: pode ser rápida ou lenta e os fatos podem ocorrer simultaneamente; nos dois casos, torna-se difícil a coleta dos dados.

Segundo Ander-Egg, citado por Marconi e Lakatos, (2003), na investigação científica podem ser aplicados vários tipos de observação, que variam de acordo com as circunstâncias:

a) Quanto aos meios utilizados:

- Observação não estruturada (Assistemática).
- Observação estruturada (Sistemática).

b) Quanto a participação do observador:

- Observação não-participante.
- Observação participante.

c) Quanto ao número de observações:

- Observação individual.
- Observação em equipe.

d) Quanto ao lugar onde se realiza:

- Observação efetuada na vida real (trabalho de campo).
- Observação efetuada em laboratório.

2.7.2. Entrevista

Segundo Marconi e Lakatos, (2003), entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.

Para Goode e Hatt (1969), a entrevista consiste no desenvolvimento de precisão, focalização, fidedignidade e validade decerto ato social como a conversação.

2.7.3. Inquérito

Segundo Ghiglione e Matalon (1992), o inquérito muitas vezes é visto como um processo complete, desde a recolha, à análise de dados ou informações do estudo, utilizando várias técnicas. Um inquérito respeita algumas etapas para seu desenvolvimento. Os mesmos autores afirma que, antes de realizar um inquérito deve-se saber quem pretende-se inquirir e o que deve-se perguntar.

Segundo Ghiglione e Matalon, (1992), um inquérito pode ser composto de diferentes tipos de questões, nomeadamente, fechadas, abertas e semi-abertas

a) Questões fechadas

Para Grangé e Lebart, (1994), diz-se que uma questão é fechada quando as modalidades de resposta são impostas. Estas questões limitam as pessoas inquiridas a responder somente o que lhes é apresentado ou questionado como modalidades de resposta. Estas questões podem ser de resposta única (o inquirido escolhe apenas uma modalidade de resposta), ou de resposta múltipla (o inquirido escolhe de várias modalidades de respostas em número limitado ou não).

b) Questões abertas

Nessas questões não existe nenhum tipo de restrição à resposta, devendo esta ser transcrita literalmente, através do modo mais fiável. São questões às quais o inquirido responde como quer, utilizando o seu próprio vocabulário (Grangé e Lebart, 1994).

c) Questões semi-abertas

Nesse tipo de questionário podem ocorrer simultaneamente modalidades de resposta fechada e aberta na mesma questão. Esta forma mista tende a resolver os problemas de pertinência e de exaustividade das questões fechadas (Ghiglione e Matalon, 1992).

2.7.4. Amostra

De acordo com Marconi e Lakatos, (2003), a amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população), ou seja, é um subconjunto do universo. E Para (Vicente *et al*, 1996), designa-se amostra conjunto de dados ou observações, recolhidos a partir de um subconjunto da população, que se estuda com o objectivo de tirar conclusões para a população de onde foi recolhida. Em muitos casos é possível determinar o tamanho mínimo de uma amostra para estimar um parâmetro estatístico (Levine *et al*, 2000). A fórmula para cálculo do tamanho da amostra é dada por:

$$n = \frac{n_0 \times N}{n_0 + N}$$

Equação.12

Onde:

n = Número de indivíduos na amostra.

n₀ = Margem de erro ou erro máximo de estimativa (que corresponde a 5%).

N = Tamanho da população.

2.7.5. Coleta dos dados

Etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos. É tarefa cansativa, e toma quase mais tempo do que se espera, exige do pesquisador paciência, perseverança e esforço pessoal, além do cuidado no registro dos dados e de um bom preparo anterior, (Marconi e Lakatos, 2003).

Os mesmos autores afirmam que, existem varias maneiras ou procedimentos que podem ser aplicados para coleta de dados, onde estes procedimentos variam de acordo com o tipo de investigação, a saber:

- Coleta Documental.
- Observação.
- Entrevista.
- Formulário.
- Medidas de Opiniões e de Atitudes.
- Testes, e outros

III. METODOLOGIA

Segundo Tuckman (2000), refere que as fontes de obtenção de dados que se podem utilizar num estudo de caso ou pesquisa são normalmente três tipos:

- Entrevistas;
- Documentos vários e;
- Através da observação.

A presente pesquisa de estudo foi realizada em (3) três etapas. Onde a primeira etapa consistiu na consulta bibliográfica, a segunda no método de observação (participante e não-participante) e entrevistas semi-estruturadas, e de seguida o método de cálculo.



Figura 1:Esquema de metodologia para a pesquisa

3.1. Descrição do local de estudo

O regadio de Chókwè localiza-se no distrito do Chókwé, que segundo o Ministério da Administração Estatal (2005), esta situada a Sul da Província de gaza no curso médio do rio Limpopo tendo como limites a Norte o rio Limpopo que separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guija, a sul o distrito de Bilene e o rio Mazimuchope que o separa do distrito de Magude, a Este confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e de Massingir, conforme ilustra o mapa na figura (15) nos anexos 2. O clima do distrito é dominado semiárido (seco de savana), onde a precipitação varia de 500 a 800 mm e a evapotranspiração de referência (Eto) é da ordem dos 1400 a 1500 mm, o distrito é uma planície

terciários até ao fim, de modo a verificar em que estado se encontram e como estão a operar atribuindo-se uma nota.

Para mapeamento e das infraestruturas foi aplicado o método de observação participante que consiste, na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo alvo. Para Mann (1970), define a observação participante como sendo uma tentativa de colocar o observador e o observado do mesmo lado, tornando-se o observador um membro do grupo. Nessa técnica o observador participante enfrenta grandes dificuldades para manter a objetividade, pelo fato de ser influenciado por antipatias ou simpatias pessoais no grupo. O objetivo inicial nessa técnica é ganhar confiança do grupo, fazer os indivíduos compreenderem a importância da sua investigação, sem ocultar o seu objetivo ou sua missão (Marconi e Lakatos, 2003). Este método ocorreu durante as entrevistas que foram realizadas de segunda-feira a sexta-feira (as vezes até sábado), durante os trabalhos realizados em grupo (limpezas das caleiras, do canal secundário e de trabalhos da associação nas quartas-feiras “*Machamba escola de camponês*” e também durante alguns reuniões da associação que ocorrerão durante a pesquisa.

3.3. Entrevistas semi-estruturadas

A entrevista semi-estruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam com o tema da pesquisa (Triviños, 1987). Deste modo, as entrevistas foram feitas com auxílio de um inquérito em anexos 1 com perguntas direcionadas aos operadores (HICEP) e regantes (agricultores), tinha por objectivo proporcionar a maior familiaridade com as estratégias adotadas para operação e manutenção das infraestruturas, para obtenção de dados para mapeamento das mesmas e para melhor compreensão do funcionamento do regadio ou gestão.

3.4. Definição de tamanho de amostra

Para definição de tamanho de amostra recorreu-se a equação 11 de Levine *et al* (2000), presente na secção 2.7.4. deste trabalho. Foi necessária a recolha do número da população ou agricultores que ocupam as áreas do perímetro em estudo. Segundo senhor Simão Cossa, presidente da associação AREMO que ocupa o perímetro irrigado de D7, D7A e DSH4, o número total de membros é de 327, dos quais 12 são da direcção. O cálculo do número da amostra apresenta-se a seguir:

$$n = \frac{n_0 \times N}{n_0 + N} \quad \text{Equação. (12)}$$

$$n_0 = 327 \times 0.05 = 16.35$$

$$n = \frac{16.35 \times 327}{16.35 + 327} = 15.57 \approx 16 \text{ pessoas}$$

Na presente pesquisa foram entrevistados 18 membros da associação dos quais 3 são da direção (presidente e dois vices). Foram também entrevistados 7 agricultores que não fazem parte da associação, mas que exploram áreas no perímetro irrigado em estudo, de modo a ter mais precisão, o que totalizou o número de 25 entrevistados.

3.5. Identificação das estratégias de operação e manutenção

Para identificação das estratégias de OeM, fez-se primeiro a consulta dos manuais de OeM do regadio, em seguida foi aplicado método de entrevista semi-estruturada através do inquérito, cuja o formulário nos anexos (1) e método de observação (participante e não participante), de modo a sustentar os dados obtidos nas entrevistas.

Para obtenção desses dados foi usado inquéritos de modo a saber quais são as estratégias adotadas pela HICEP e os usuários para operação e manutenção das infraestruturas do perímetro irrigado em estudo. Essas entrevistas foram realizadas nos finais de Dezembro de 2017 até Janeiro do corrente ano, onde foram realizadas 5-6 (cinco a seis) dias por semana (segunda a sábado) ao mesmo tempo foi aplicado o método de observação acima referenciado.

3.6. Estimativa de necessidades de água de rega

Para a estimativa das necessidades de água de rega foi aplicado o método de entrevista e de observação de modo a identificar a cultura a ser produzida, e outros dados das culturas e da área produzida na época quente obteve-se na empresa gestora (HICEP), conforme ilustram as tabelas (19, 20 e 21) de seguimento (31 janeiro de á 06 de fevereiro) da HICEP nos anexos 6.

Aplicou-se o método de cálculo para determinar as necessidades de água de rega através do programa CROPWAT 8 da FAO, que segundo Smith (1992), é um programa computacional que consiste em calcular necessidade hídricas das culturas e necessidade de irrigação através de dados climáticos (elementos meteorológicos) e parâmetros de solos e cultura.

Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica da IIAM em Guija, neste caso foram usados os dados mais recentes de 2003 á 2012 para precipitação e temperatura, excepto os dados de velocidade de vento que usou-se de 1990-1999, insolação foram dados de 2000-2009 e para humidade relativa que foi de 1997-2006, conforme ilustram as tabelas 13-18 nos anexos 5. Optou-se em usar os dados dos últimos 10 anos obtidos, de modo a fazer uma simulação com mais precisão.

De acordo com Sr. Simão Cossa presidente da AREMO, o sistema de produção do perímetro irrigado dos distribuidores D7, D7A e DSH4 , divide-se em duas partes: zona de arroz e zona

de hortas. Onde na zona de arroz as culturas produzidas são (arroz na época quente, pepino, tomate, milho, feijão verde na época fresca), e na zona de hortas são produzidas culturas como (feijão verde, pepino, tomate, couve, milho e repolho, pimento, batata-doce).

3.7. Determinação da capacidade operacional das infraestruturas

Para determinação da capacidade operacional das infraestruturas em estudo recorreu-se ao método de cálculo, onde foi determinado o caudal de entrada nos canais secundários em estudo através do método de módulo de máscara, e para canais terciários recorreu-se ao uso do método de flutuador.

Esta estimativa teve como o propósito perceber se os canais conseguem atender as demandas necessárias para rega (necessidades hídricas das culturas) em seu perímetro conforme foram dimensionados. Os dados do projecto dos canais foram obtidos na empresa gestora HICEP, de modo a comparar com os dados obtidos no campo ou nas estimativas dos caudais das entradas.

a) Estimativa dos caudais de entrada nos canais secundários dos distribuidores

Para estimativa dos caudais nos canais secundários foi aplicado o método de módulo de máscara, pois os canais em estudo possuem este tipo de comportas e é o método aplicado pela empresa gestora (HICEP) para o controle de caudais de entrada nos canais secundários. Este método consiste em minimizar as variações do caudal a jusante quanto às variações da profundidade da água a montante. Recomendado pelo Checo (2015), o uso do mesmo sem nenhum receio para condições do regadio de Chókwè, pois da maior precisão comparado com os outros métodos por ela avaliados.

Nas estimativas dos caudais foram feitas leituras nos dois distribuidores D7 e D7A na comporta *by-pass* do D7A e no hidro-regulador durante 10 dias nos meses de fevereiro e Março do corrente ano. Onde mediu-se as cotas nas aberturas ou medições através de uma fita métrica, conforme ilustra a figura 4 e verificou-se as aberturas das comportas nos distribuidores, mediu-se também as aberturas das comportas radiais do hidro-regulador e verificou se a variação das cotas milimétricas (montante e a jusante) no HDR7.



Figura 4: Medição de caudal de entrada nos módulos de mascara

Outros dados para completar foram obtidos na empresa gestora (HICEP), conforme ilustram as tabelas 22 e 23 nos anexos 7. Para o cálculo de caudal aplica-se a seguinte fórmulas propostos pela HICEP (2003), dependendo da situação:

- A cota a montante < A cota da soleira: $Q = 0$
- A cota a montante > A cotas (de soleira, do traço branco, nominal): $Q =$ caudal da abertura.

$$Q = 0,9 + 0,1 \times \left(\frac{h - h_{\text{traco branco}}}{h_{\text{nominal}} - h_{\text{traco branco}}} \right) \times C \quad \text{Equação.13}$$

- Essa é aplicada quando a cota a montante é menor a cota do caudal nominal, (Eq. 13).

$$Q = \frac{2}{3} \mu L \sqrt{2g} (h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}) \quad \text{Equação.14}$$

$$Q = 1000 \times 0,45 \times 19,62^{0,5} \times \left(\frac{C}{Q_{\text{max}}} \right) \times L (h_2 - h_1)^{1/5} \quad \text{Equação.15}$$

- A cota a montante < A cota do traço branco: $Q =$ Equação 14 e 15.

NB: Essas duas equações (15 e 16) são aplicadas quando a cota a montante é menor ao traço branco do caudal.

No presente estudo aplicou-se a segunda condição “A cota a montante > A cotas (de soleira, do traço branco, nominal): $Q = \text{caudal da abertura}$ ”, pela condição dos dados encontrados no campo apresentados na tabela 24 nos anexos 7.

Onde:

Q- caudal (m^3/s)

L-largura da comporta (m)

μ – Coeficiente do caudal

h- Cotas nas aberturas ou de medições (m)

g- Aceleração de gravidade (m/s^2)

Qmax- Caudal máximo (m^3/s)

C- Abertura da comporta

b) Determinação de caudais nos canais terciários

Nas estimativas dos caudais de entrada nos canais terciários e secundários do DSH4, optou-se pelo método do flutuador, que consiste em determinar a distância percorrido pelo flutuador durante um período de tempo. Nesta operação estabeleceu-se uma distancia de 3.5 e 7 metros para o deslocamento do flutuador, e o tempo para que este pudesse percorrer a distancia foi cronometrado, determinou-se também a lamina de agua nos canais, onde nos canais retangular (revestidos a concreto) varia entre 13 a 24 cm com uma base de 37.5 cm, e no canal triangular a lamina de agua é de 42 cm e 65cm da base.

Para realização dessa atividade, usou-se uma fita-métrica para medir as distâncias percorrido pelo flutuador, a lâmina de água nos canais e as bases dos mesmos, usou-se também uma garrafa de 0.5 l contendo 1/3 l de água (para não ser atraído pelo vento) como flutuador, conforme ilustram as figuras 5A, 5B e 5C abaixo. O experimento foi feito 6 vezes em cada canal, para garantir a maior precisão dos resultados. Após a colecta desses dados, determinou-se a área do perímetro molhado, o tempo medio para o cálculo da velocidade usando equação (8), e por fim estimou-se os caudais de entrada nos canais com base na equação (10).



Figura 5 (A, B e C): Medição de caudal de entrada nos canais terciário

3.8. Mapeamento das infraestruturas

Para mapeamento das infraestruturas foi aplicado o método de observação (participante e não participante), de modo a obter a área total irrigada e como estão estruturados os campos. Para tal uma parte dos dados foram obtidos na associação de regantes (através de entrevistas) dos perímetros estudados e outros na empresa gestora do regadio HICEP, como (mapas dos perímetros da área de estudo (D7 e D7A), campanha agrícola 2017-2018).

Para mapeamento das infraestruturas, foi usado drone de marca (DJI), presente na figura 6 abaixo, de modo fazer o mapeamento de todo perímetros irrigados da área de estudo, ilustrado na figura 16 nos anexos 2, usou-se também GPS para demarcação das infraestruturas e de campos dos agricultores entrevistados.



Figura 6: Drone usado para mapeamento da área de estudo.

E para desenhos dos mapas foram usados *softwares* como (AutoCAD, Quantum GS, Google Eath, Google map). Em seguida fez-se a caracterização das infraestruturas de acordo com a função, estado e outros, conforme ilustra a tabela 2 abaixo, de uma forma a atribuir valor que variou de 0-5.

Tabela 2: Caracterização das infraestruturas

Item	Estado	Discrição	Nota
Infraestruturas secundarias			
Canais secundários	Crítico	Elevado nível de infestação, transbordos, assoreado, fugas.	0-1
	Médio	Baixo nível de infestação, menos assoreado, sem fugas.	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5
Tomadas ou caixas de derivação	Crítico	Sem comporta, infestação elevado, rachaduras, fugas na estrutura e na comporta e com rachaduras.	0-1
	Médio	Infestação baixa, com comporta, sem fugas e rachaduras.	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5
Infraestruturas terciarias			
Caleiras ou canais terciários	Crítico	Infestação elevada nos lados, fugas nas juntas, transbordos, assoreado, caleira destruída, sem comportas.	0-1
	Médio	Caleira não destruída, baixa infestação, não assoreado, fugas nas juntas.	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5
Infraestruturas principais			
Comportas planas	Crítico	Sem mecanismo de manobra, enferrujado, fugas, pecas fixas desgastas.	0-1
	Médio	Sem mecanismo de manobra, menos enferrujado, sem fugas.	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5
Comportas radiais	Crítico	Sem mecanismo de manobra, enferrujado, pecas fixas destruídas, fugas	0-1
	Médio	Sem mecanismo de manobra, menos enferrujado, sem fugas	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5
Passadeira	Crítico	Rachas nas paredes (betão), pecas metálicas enferrujadas.	0-1
	Médio	Menos rachaduras, parte metálica em bom estado.	2-3
	Excelente	Não apresenta nenhum problema.	4-5

IV. RESULTADOS

A operação e manutenção das infraestruturas quando não aplicado de maneira adequada, tendem apresentar diferentes problemas. Esses problemas podem ser, quantidade de água limitada (não disponíveis para campos mais distantes), infestação elevada dentro do canal e assoreamento (diminuindo capacidade de transporte dos canais), perdas de água através de transbordos e fugas. Esses problemas podem causar degradação do solo (salinização), devido a falta de manutecao de canais e de drenos, podem causar também baixa produtividade.

Com base na observação e do trabalho de campo realizado no perímetro irrigado dos D7 e D7A do RC. Esse capítulo apresenta os resultados obtidos nas entrevistas com base no questionário nos anexos 1, e das minhas observações. Os gráficos foram elaborados com base nas respostas dos agricultores, daquele perímetro irrigado, tabelas apresentados nos anexos 3, 4, 7 e 8.

4.1. Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas

De acordo com os agricultores entrevistados no perímetro irrigado do D7 e D7A, a operação e manutenção das infraestruturas nos distribuidores sete e sete “A” é feita pela HICEP (hidráulica de Chókwè, empresa publica) e pela associação de regantes Eduardo Mondlanne (AREMO). Onde a gestão ou operação e manutenção das infraestruturas secundarias é feita pela Hidráulica de Chókwè (HICEP), e as infraestruturas da rede terciaria pela associação de regantes.

4.1.1. Caracterização dos agricultores dos distribuidores (D7 e D7A)

Os agricultores do perímetro irrigado dos distribuidores (D7 e D7A) são na sua maioria do género feminino com cerca de 64% no D7 e 43% no D7A, e o género masculino variou de 34% no D7 e 57% no D7a, conforme ilustram os gráficos (1ª e 1B) abaixo. No distribuidor sete “A”, a maior parte das mulheres com seus maridos e filhos do género masculino.

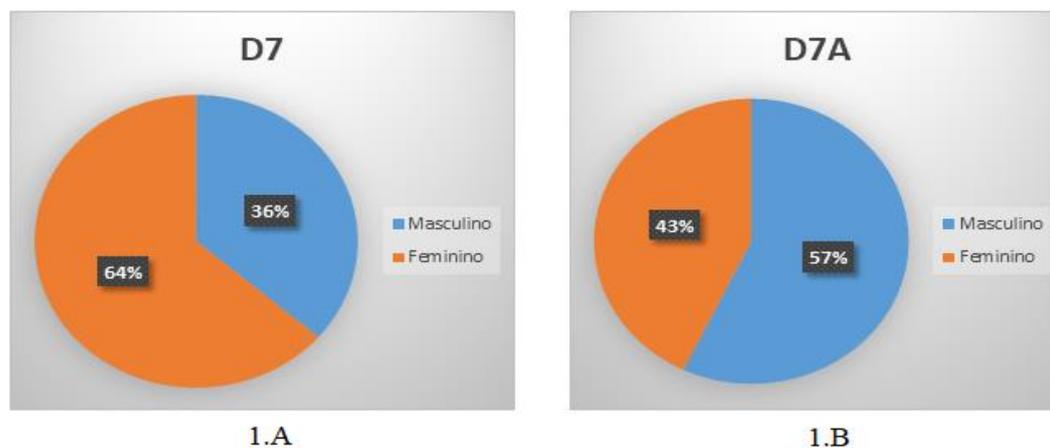


Gráfico 1 (A e B): Género dos agricultores dos perímetros irrigados dos distribuidores (D7 e D7A).

Para além do género dos agricultores, o estudo buscou conhecer as suas idades. Em ambos distribuidores predominam agricultores com idade compreendida entre 51 a 60 anos cerca de 55 % no D7 e 57% no D7A conforme ilustra os gráficos (2 A e B) abaixo. A maior parte destes agricultores são naturais de Gaza, excepto 3 três, onde dois são de Maputo e um de Inhambane. Verifica-se 22% no D7A e 0% no D7 de agricultores jovens com idade entre 20-30 anos. Observa-se também 18% de agricultores mais velhos com idade acima dos 60 anos e 9% de agricultores acima de 70 anos no D7.

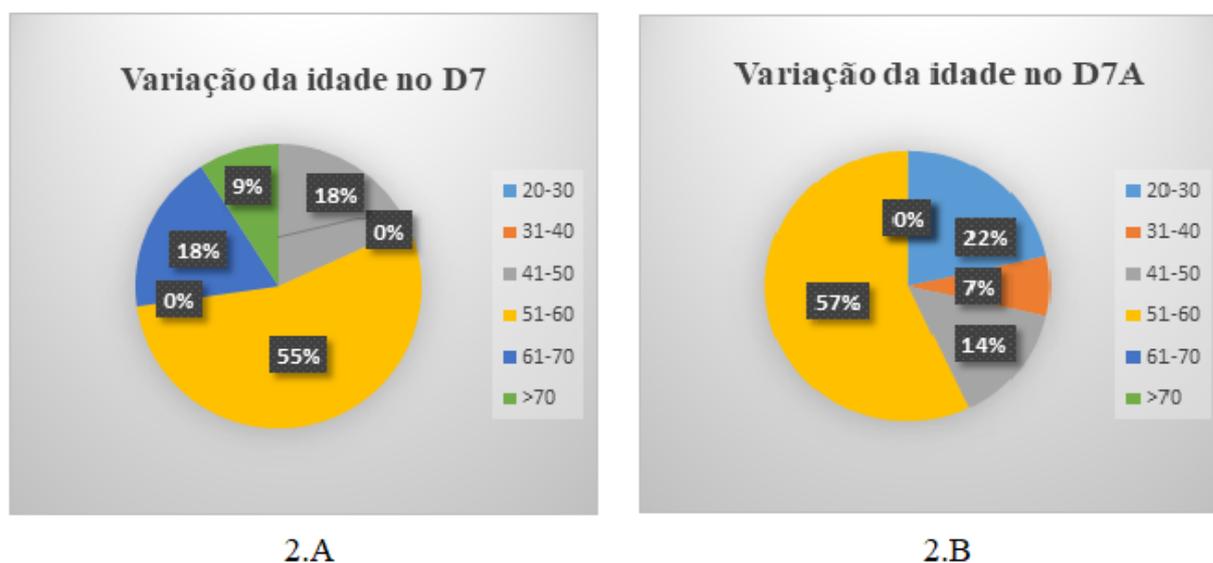


Gráfico 2 (A e B): Variação de idade nos distribuidores (D7 e D7A)

4.1.2. Operação e manutenção das infraestruturas

De acordo com Eng. Raul Chambal da direcção de manutenção e obras hidráulicas da HICEP, a manutenção das infraestruturas do RC é feita em dois tipos, que são:

- i) Manutenção de rotina – é o tipo de manutenção em que as actividades são programadas. Segundo a HICEP, nessa manutenção faz-se a planificação das actividades a se realizarem ao longo do ano, actividades como (limpeza acompanhado pelo processo de desassoreamento de canais secundários e principais, melhoramento de vias de acesso “estradas agrícolas” e nivelamento de terras, valas de drenagem). É determinado o método (manual e mecânico) de

limpezas a ser aplicado, dependendo do nível da infestação do canal, onde essas limpezas são feitas duas vezes ao ano segundo eles.

ii) Manutenção de emergência – as actividades não são programadas. Essa manutenção é aplicado em caso de fugas, ropturas e outras actividades que não pode se esperar para sua realização, se não causam mais problemas.

4.1.3. Operação e manutenção dos canais secundários

De acordo com os agricultores entrevistados no perímetro irrigado dos distribuidores em estudo (D7 e D7A), afirmam que as actividades de operação e manutenção dos canais secundários estão sob responsabilidade HICEP (empresa gestora do regadio). A maior parte desses agricultores em ambos distribuidores, dizem HICEP já não conseguir realizar essas actividades, onde a empresa quando é abordado pelos agricultores para realização dessas actividades queixa se de falta de fundos. Os agricultores do D7 dizem tomaram a decisão de passar a realizar essas actividades no seu canal secundário, pois sofrem falta de água devido a falta dessas actividades no fim do canal.

i) Operações de limpeza

Observa-se que nas operações de limpeza nos canais secundários, cuja responsabilidade é da empresa gestora (HICEP), já não são feitas com regularidade pela empresa. Dos agricultores inquiridos 20% do D7 e 29% do D7A, afirmam que os gestores fazem a limpeza rotineira (duas vezes ao ano) acompanhado pelos processos de desassoreamento, 60 % do D7 e 50% do D7A, conforme estão representados nos gráficos (3A e 3B) abaixo. Os mesmos dizem que essas actividades já não são realizadas com regularidade, e isso é notável nos canais secundários do perímetro irrigado do regadio de Chókwè devido aos transbordos dos canais, pelo nível de infestação e assoreamento que apresentam, vias de acesso alagados devido a falta de manutenção de sistema de drenagem.



3.A

3.B

Gráfico 3 (A e B): Regularidade nas limpezas dos canais secundários dos distribuidores (D7 e D7A).

Os agricultores inqueridos do D7, cerca de 64 % afirmam que as limpezas do seu canal secundário são feitas com regularidade (3 em 3 meses), pois eles decidiram realizar essas actividades enquanto a empresa gestora não puder, já 27 % diz que essas actividades não são feitas com regularidade, pois entre eles agricultores essas actividades não são realizadas conforme, pela falta de máquinas e também não é feito o desassoreamento do canal quando a limpeza é feita de uma forma manual.



Gráfico 4: Operações de limpeza do canal secundário do D7.

ii) Estratégias de operação e manutenção dos canais secundários

Observou-se as estratégias adotadas pela HICEP e pelos usuários (ARs), para operação e manutenção dos canais secundários. Segundo os agricultores entrevistados, a limpeza dos

canais era feito de forma manual e mecânica pela HICEP, empresa gestora, onde essas estratégias por ela adotadas não tem sido satisfatórios nesses últimos anos.

Dos agricultores entrevistados cerca de 64 % do D7 e 79% D7A, dizem essas estratégias não são suficientes para atender a demanda requerida, pois já não é feita a manutenção naquele perímetro, verifica-se falta de limpezas nos canais, falta de manutenção de sistema de drenagem, falta de comportas nas caixas de derivação, e outras infraestruturas que influenciam no funcionamento do canal. E 36% do D7 e 21% do D7A, dizem que a empresa só precisa de financiamento para funcionar como deve ser, as estratégias por ela adotada são boas.

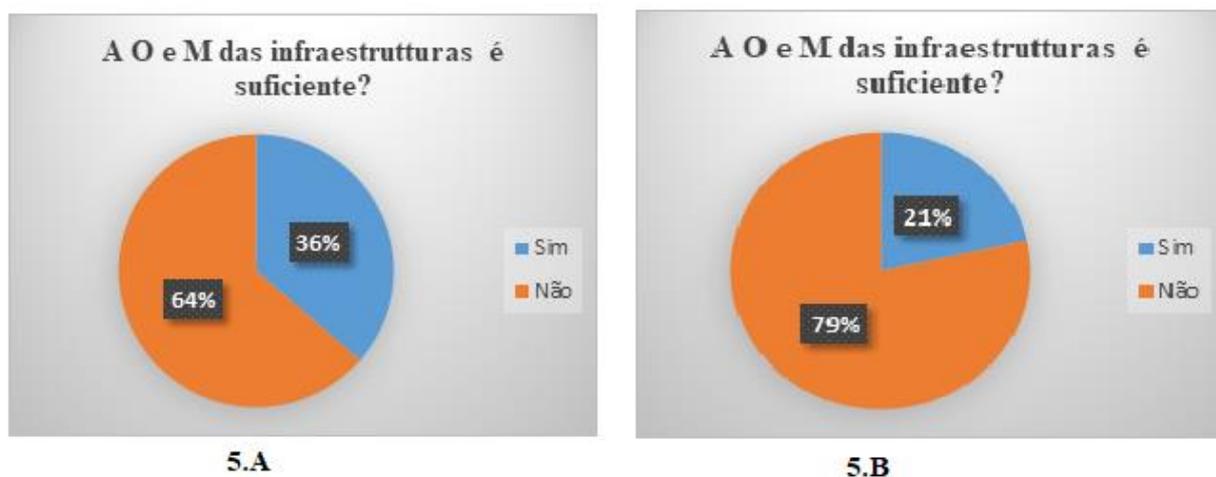


Gráfico 5: (A e B): Operação e manutenção das infraestruturas.

Dos agricultores inqueridos do perímetro irrigado de Chókwè 40% do D7 e 36% do D7A, diz que as estratégias adotadas pela HICEP para operação e manutenção das infraestruturas não são boas, e 50%-50% em ambos distribuidores (D7 e D7A), diz que as estratégias são boas, mais a empresa precisa melhorar para garantir um fornecimento eficaz da água, e deve tentar buscar financiamento para reabilitação ou manutenção das infraestruturas danificadas (caleiras).

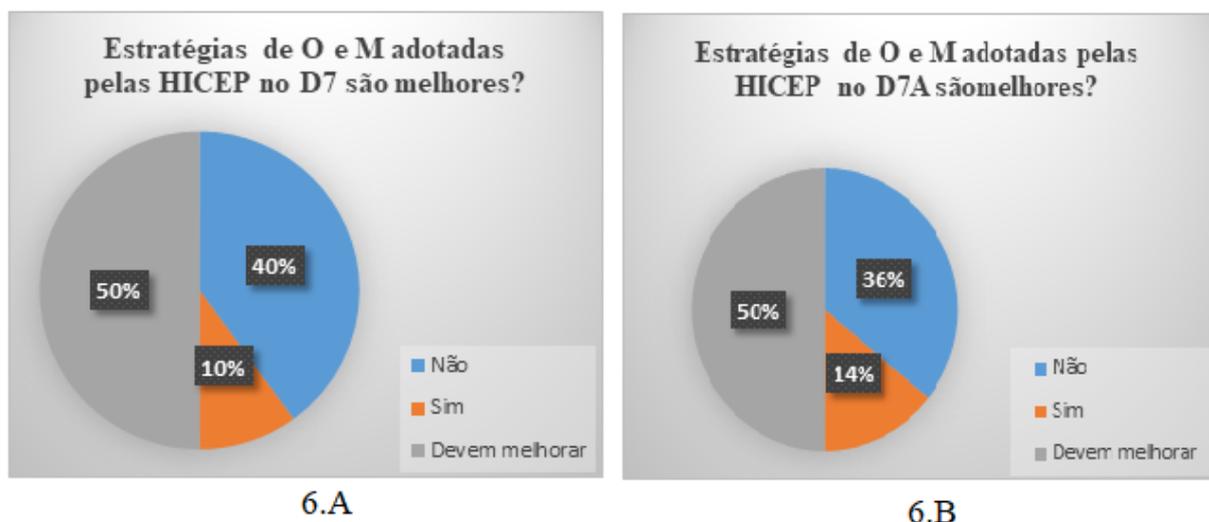


Gráfico 6 (A e B): Estratégias de operação e manutenção adotadas pela HICEP.

iii) Operação e manutenção dos canais terciários

Verificou-se que os processos de operação e manutenção das infraestruturas de irrigação terciárias, cuja responsabilidade é da HICEP e da ARs, onde as actividades de reparação como (reabilitação dos canais ou caleiras, manutenção de fugas) estão sob responsabilidade da HICEP e actividades como (limpeza, desassoreamento) estão sob responsabilidade da ARs ou agricultores. Dos agricultores inquiridos 20 % do D7 e 29% do D7A afirmam que os gestores fazem a manutenção das infraestruturas, e 80% do D7 e 71% do D7A, diz que não faz a manutenção e isso é notável no perímetro irrigado dos distribuidores em estudo, devido ao estado degradado em que as infraestruturas se encontram, canais destruídos desde que houve cheias não foram reconstruídos, falta de comportas ao longo dos canais.

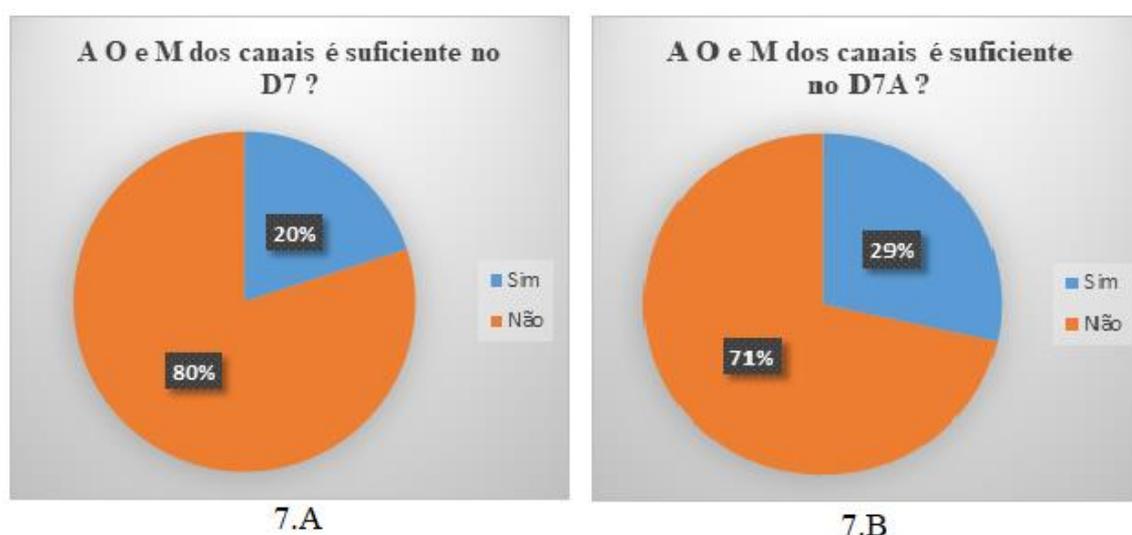


Gráfico 7 (A e B): Operação e manutenção dos canais terciários.

a) Operações de limpeza nos canais terciários

Dos agricultores entrevistados 73% do D7 e 71% do D7A, afirmam que em alguns as limpezas são feitas com regularidade, pois essas actividades estão sob responsabilidades dos agricultores e são feitas de forma manual, 27% do D7 e 29% do D7A diz não realizar-se essas actividades em todos canais. E é notável falta dessas actividades nos canais terciários.

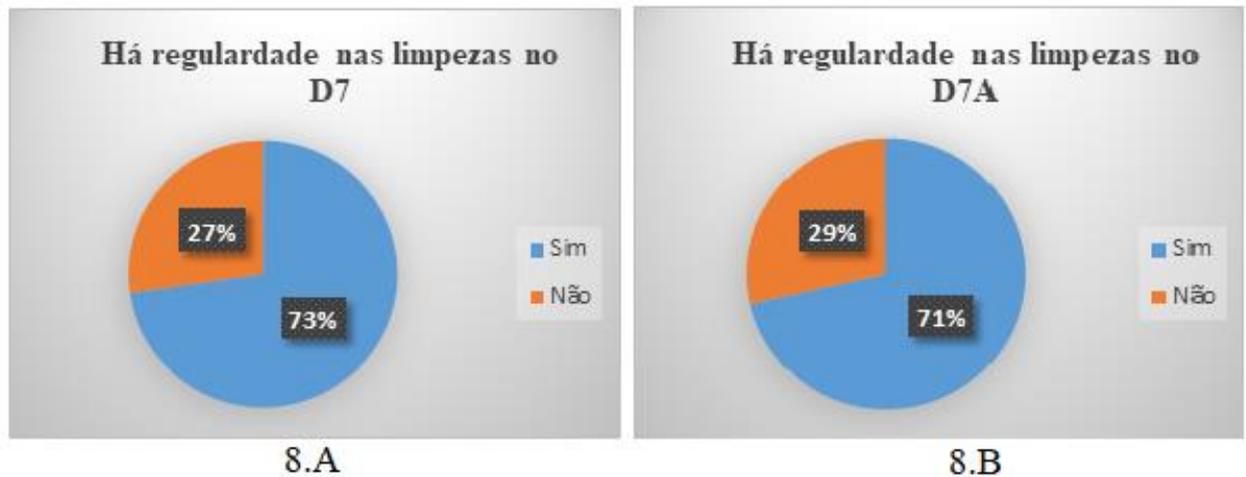


grafico 8 (A e B): Regularidade nas operações de limpeza nos canais terciários.

4.2. Estimativa das necessidades de água de rega

Na seguinte tabela 3, estão representados os valores das necessidades da água das culturas (NAC) produzidas durante a época quente no perímetro irrigado em estudo. Verifica-se elevado valor das NAC (179.6 mm) no mês de Novembro para cultura de arroz e pode-se notar o mesmo cenário no mês de fevereiro para todas culturas com valores que variam entre 98.3 á 118.3 mm. Quanto as dotações brutas e área de produção na época quente observa-se que a cultura de arroz consome mais água com cerca de 1072.9 mm, ocupando uma área de 86 ha no D7, 27 ha no D7 e 35 ha no DSH4, tornando-se desta forma uma das culturas mais produzidas na área. A quantidade total de água necessária para rega durante a época quente é de $265997.23m^3$ no D7, $125021.95 m^3$ no D7A e $375515 m^3$ no DSH4.

Tabela 3: Necessidades da água das culturas (NAC) e volume da água necessária por ciclo das culturas

Culturas	NAC necessários (mm/mês)								Dotação bruta (mm)	Área por distribuidores (ha)			Volume (m ³)		
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Febo.	Mar.	Abr.	Total		D7	D7A	DSH4	D7	D7A	DSH4
Arroz	44.8	179.6	72.2	64	115.7	40.1	--	516.3	1072.9	86	27	35	922694	289683	375515
Tomate	--	--	12.5	18.7	112.2	96.2	21.1	260.7	120.3	8.5	19	3	10225,5	22857	3609
Milho	--	--	1.0	22.0	118.3	92.7	44.4	253.2	162.5	17	1.8	2	27625	2925	3250
Feijão-verde	--	--	4.8	24	102.3	21.9	--	153.1	93.6	0	2	0	0	1872	0
Repolho	--	--	20.4	35.2	101.7	22.6	--	180	136.11	1.5	2	1	2041,65	2722,2	1361,1
Couve	--	--	20.4	35.2	101.7	22.6	--	180	136.11	0.75	0	0	2041.65	0	0
Pimenta	--	--	12.5	14.4	98.3	90.7	43.0	259	256.3	1	1	0	2563	2563	0
Pepino	--	--	--	33.9	99.4	--	--	133.3	192.7	7.8	4.8	1	15030,6	9249,6	1927
Total	44.8	179.6	143.8	247.4	849.6	386.8	108.5	1935.6	2170.52	122.55	57.6	42	265997.23	125021.95	911618,4

Nos anexos 4 na tabela 12 estão representados os valores de os valores da quantidade da água mensal requerida nos distribuidores em função das áreas produzidas e das culturas, que foram usados para construção dos gráficos abaixo. No gráfico (10) pode-se notar que o mês de Fevereiro é o mês em que se atinge o pico de necessidade de água para todas as culturas, com o caudal variando de 0.41 á 0.49 l/s, com excepção do arroz, que tem o seu pico de necessidades hídricas em Novembro, no valor de caudal de 0.69 l/s. No segundo gráfico (09) esta ilustrado a variação da quantidade da água mensal requerida nos distribuidores, verifica-se maior consumo de agua para rega no mês de Fevereiro, onde é necessário cerca de 428.93 l/s no D7, 201.6 l/s para D7A e 147 l/s para DSH4.

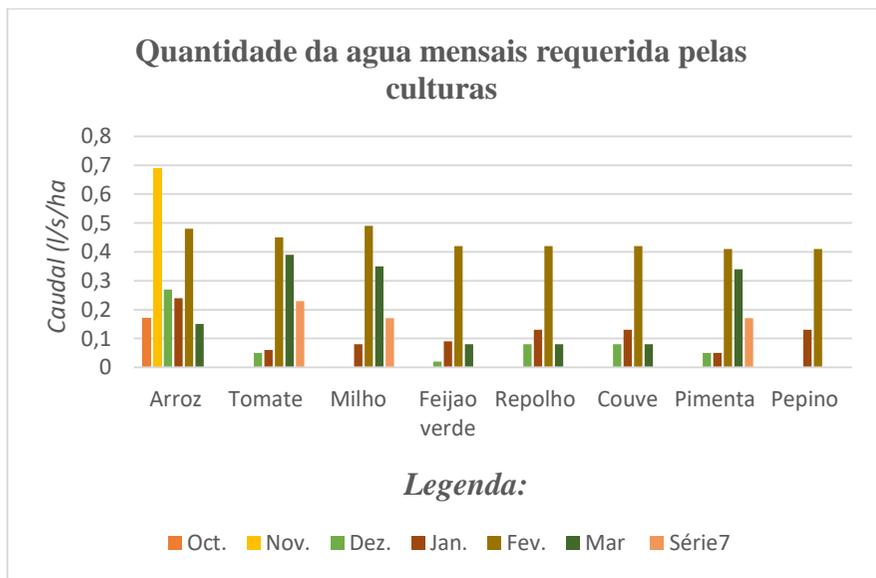


Gráfico9:Quantidades de água mensal requerida pelas cultuas

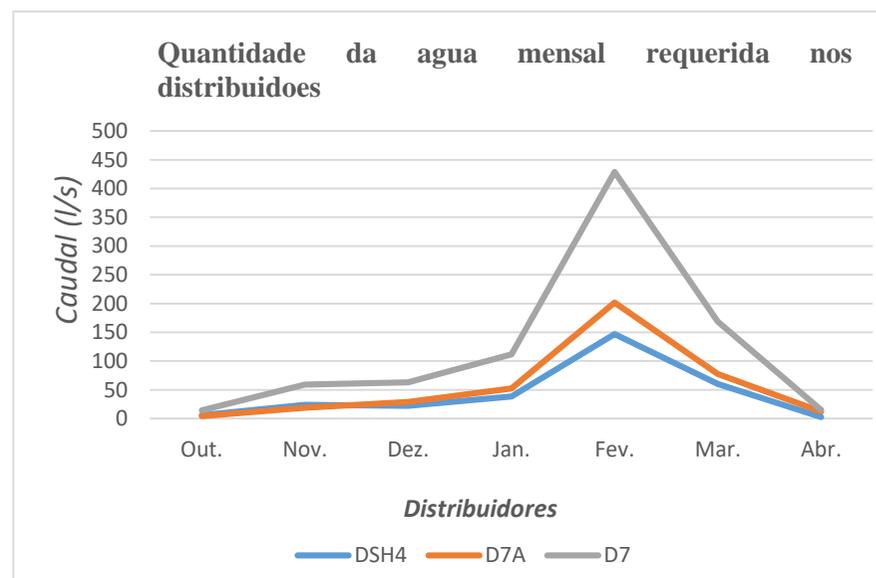


Gráfico 10:Quantidades de água mensal requerida nos distribuidores

4.3. Capacidade operacional das infraestruturas

Para determinação da capacidade operacional das infraestruturas, estimou-se os caudais das entradas nos canais secundários e terciários.

a) Estimativa de caudais nos canais secundários

Na tabela 24 nos anexos 7 estão representados os valores da estimativa das variações dos caudais nos módulos do mascara dos distribuidores (D7 e D7A). Estes valores foram usados para construção do gráfico (11). Pode se observar que o caudal fornecido no D7 não chegou a variar, mantendo-se nos 0,3 m³/s, mas no D7A o caudal variou dos 0,09 m³/s para 0,15 m³/s com o by-pass aberto a 0,15 m., devido a abertura do *by-pass* a 0,15 m.

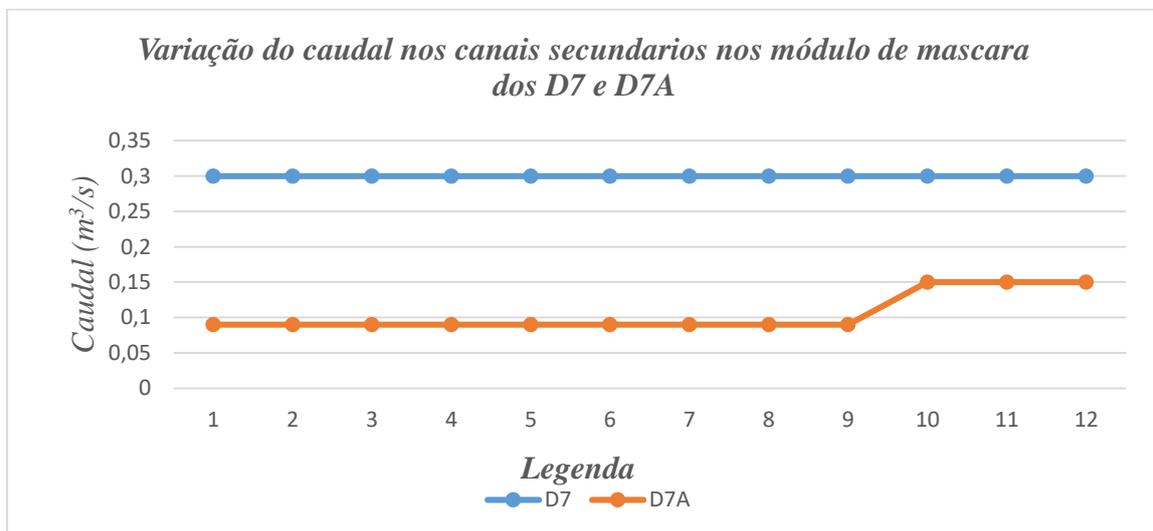


Gráfico 9:Variação do caudal dos módulos nos canais secundários.

b) Estimativa de caudais nos canais secundários

A tabela 26 nos anexos 7 ilustra os resultados da variação dos caudais de entrada nos canais terciários nos distribuidores estudados (D7, D7A e DSH4). Esta tabela foi resumida nos seguintes gráficos (12 A e B), que mostram a variação dos caudais de entrada em dois trechos que foi medido, nas figuras (12 A e B).

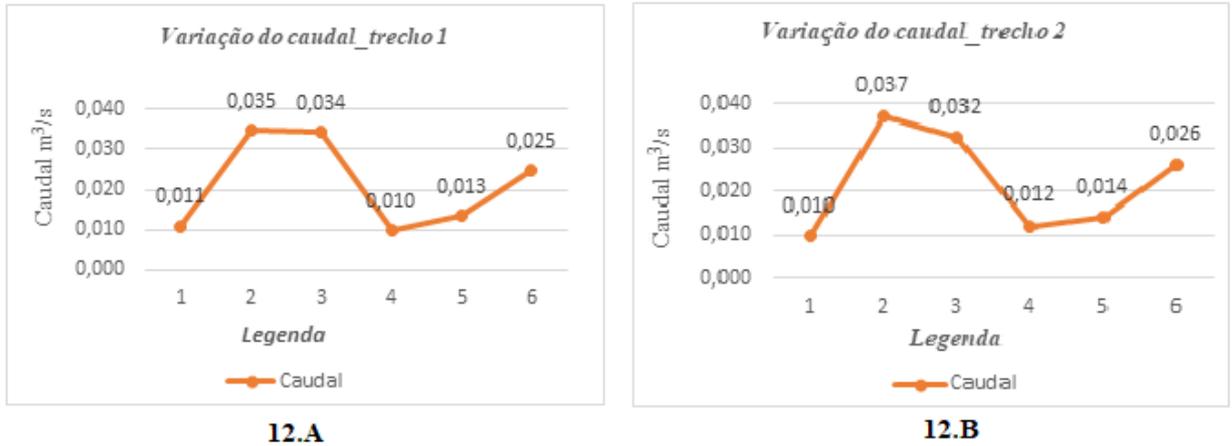


Gráfico 10:(A e B): Variação do caudal nos canais terciários

O seguinte mapa da figura 7 ilustra a localização dos canais secundários e terciários em que foram estimados os caudais de entrada.



Figura 7:Mapa de localização dos canais estimados os caudais de entrada.

4.4. Mapeamento das infraestruturas

Os mapas nas figuras 8 e 9 abaixo ilustra a localização dos campos dos agricultores entrevistados e das infraestruturas de tomada de água nos canais secundários (D7, D7A e DSH4) e principal para canais terciários ou campos de rega.

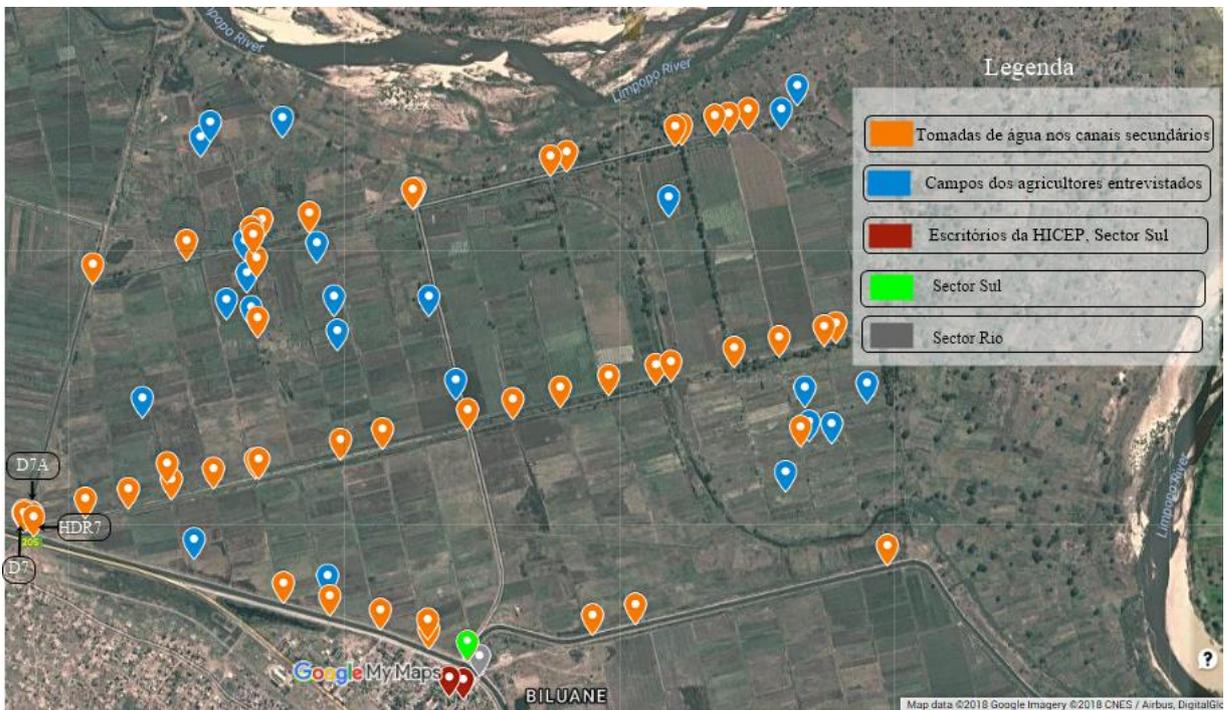


Figura 8: Mapa de satélite de localização dos campos dos agricultores entrevistados e das infraestruturas de tomada de água nos canais secundários.

Mapa da area de estudo no perimetro irrigado do RC

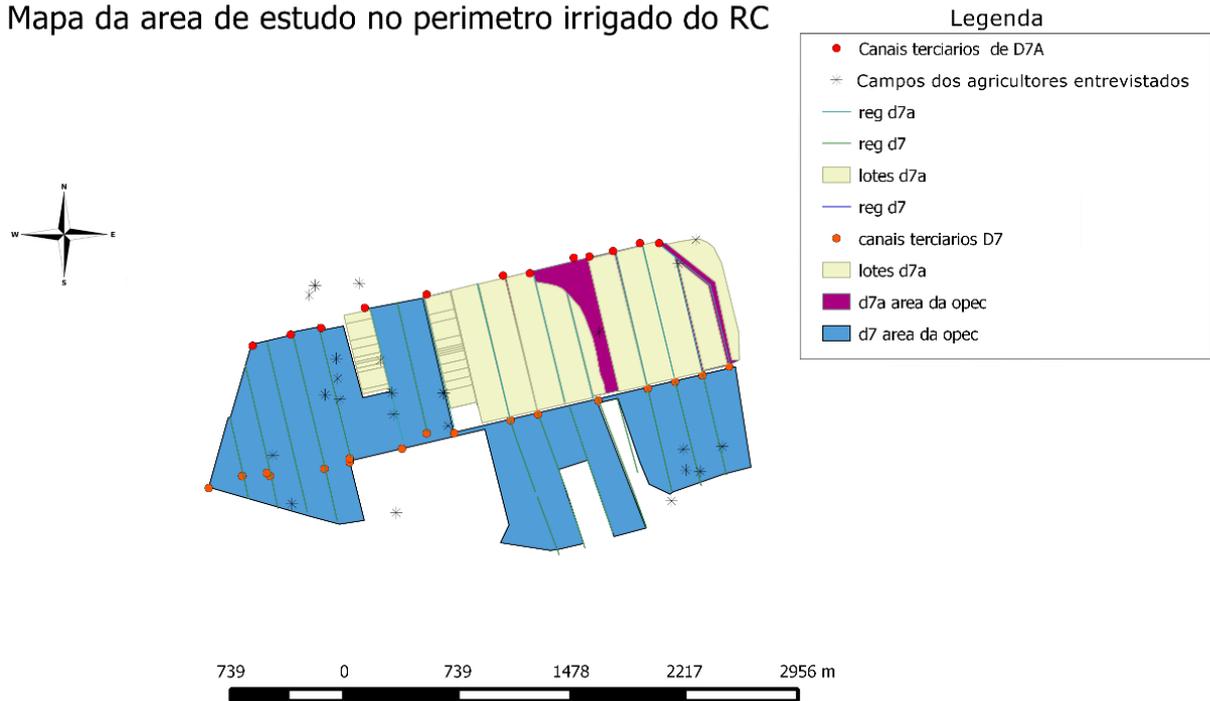


Figura 9: Mapa de localização dos campos dos agricultores entrevistados e das infraestruturas de tomada de água nos canais secundários. Caracterização das infraestruturas

Na tabela 27 nos anexos 8 estão representados os valores da caracterização das infraestruturas escritos abaixo:

i) Canais secundários

O canal secundário do D7 apresenta o nível de infestação baixo em relação ao canal do D7A, quanto ao assoreamento os dois canais encontram-se assoreado. O canal de D7a apresenta nível de infestação elevada e perdas de através de transbordos.

ii) Tomadas de água nos canais secundários

Quanto as estruturas de distribuição ou caixas de derivação a partir do canal secundário que a sua gestão esta na responsabilidade esta sob conta da HICEP. Nestas estruturas cerca de 48% do D7 e 62% do D7A encontram-se num estado crítico, devido ao elevado nível de infestação, falta comportas para regular a agua, apresentam rachaduras. 33% Do D7 e 38% do D7A estão num estado medio ou seja garantem a sua operacionalidade a mais de 50%, com baixo nível de infestação e menos assoreados, verificou-se 19% no D7 e 0% do D7A das estruturas que se encontram-se num estado bom, apesar de ter falta de água naquele local. Conforme ilustram os gráficos (13 A e B), devido a falta de limpezas e desassoreamento por parte dos agricultores,

tendo em conta que no D7A não foi possível caracterizar muitas infraestruturas devido ao nível da infestação que os mesmos apresentam.

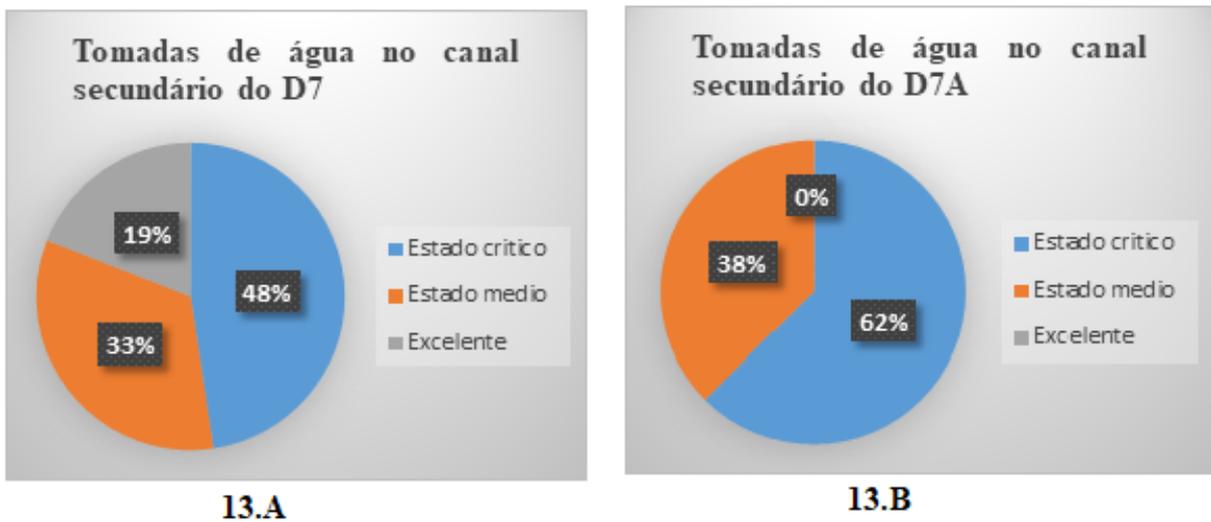


Gráfico 11 (A e B): Estado actual das tomadas de água para canais terciários

iii) Caracterização de canais terciários

Verifica-se que o maior motivo das perdas de água é a degradação dos canais e falta de limpeza, desassoreamento causando transbordos. Os gráficos (14 A e B) ilustram a situação actual (estado) dos canais terciários, onde 61% do D7 e 56% do D7A estão em um estado crítico, pois essas infraestruturas não garante bom fornecimento de água aos agricultores devido a falta dessas actividades referenciadas acima. Também verifica-se 39% do D7 e 44% do D7A num estado medio, isto é, garante a sua operacionalidade a mais de 50%.

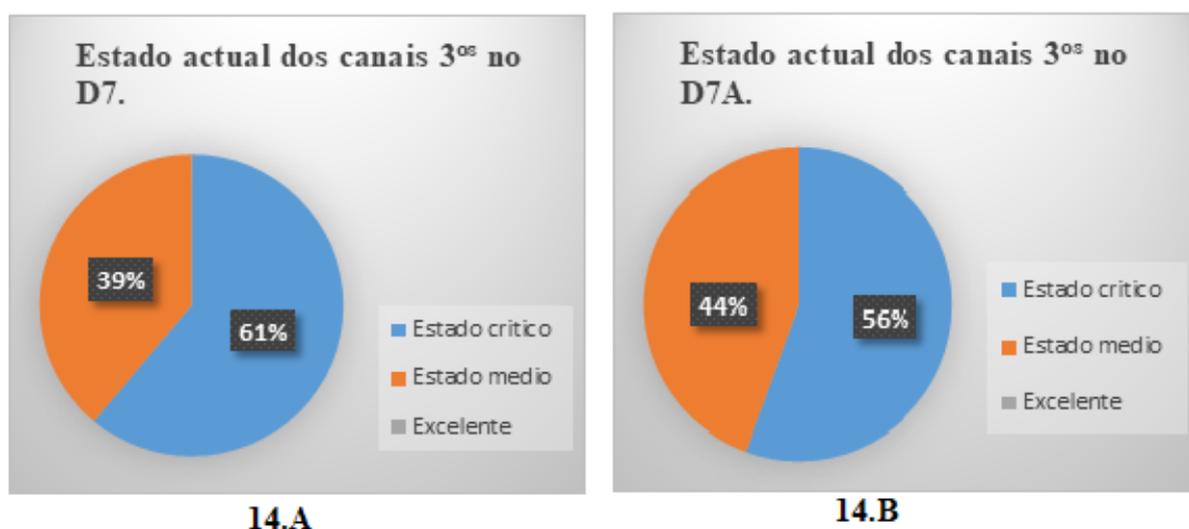


Gráfico 12 (A e B): Estado actual das caleiras ou canais terciários

V. DISCUSSÃO

Com base na literatura, trabalho de campo realizado no perímetro irrigado dos D7 e D7A do RC. Esse capítulo apresenta os principais resultados em discussão com outros autores relacionados a operação e manutenção dos canais de irrigação. As fotografias aqui ilustradas neste capítulo foram tiradas durante o trabalho de campo realizado nos perímetros irrigados supramencionados.

5.1. Estratégias de operação e manutenção das infraestruturas

5.1.1. Caracterização dos agricultores dos distribuidores (D7 e D7A)

Os agricultores à volta do D7 e D7A são caracterizados na sua maioria pequenos agricultores, onde a sua produção é direccionada ao consumo familiar, com áreas entre ¼ à 3 ha. Segundo FAEF citado por Pinho (2006), considera-se pequenos agricultores com áreas entre 1 à 3 ha, usa mão-de-obra familiar e sazonal, não dispõe de capital para obter insumos de produção melhorados, trabalham manualmente, alguns usam a tração animal às vezes, não usam adubos, não tem acesso ao crédito e em situação de crise não tem acesso a água.

Género dos agricultores

Dos agricultores entrevistados a maior parte eram do género feminino. No distribuidor D7 a percentagem de mulheres era maior que os homens, enquanto no D7A a percentagem de homens era mais elevada. Isto deve-se ao facto dos agricultores do género feminino no D7A trabalharem com seus maridos e filhos em seus campos e estes terem sido entrevistados durante a colecta de dados para o presente estudo. Apesar dos dados contraditórios do D7A, pode se afirmar que os dados vão de acordo com os dados de MADER (2010), em que a agricultura em Moçambique emprega 90% da força laboral feminina do país e 70% da força laboral masculina, com uma ligeira diferença em termos percentuais.

Idade dos agricultores

Nos agricultores entrevistados em ambos distribuidores predominam agricultores com idade compreendida entre 51 a 60 anos, com cerca de 55 % no D7 e 57% no D7A, Onde na sua maioria são de natural de Gaza (Lionde e Guijá). Esses agricultores herdaram as terras dos seus antepassados ou das empresas estatais falidas que produziam naquele perímetro irrigado. Os dados variação da idade entre agricultores vão de acordo com os dados obtidos por Cuambe (2017), onde cerca de 60% do número de agricultores do RC são de idade avançada entre 51 a 65 anos de idade.

5.2. Operação e manutenção das infraestruturas no Regadio de Chókwè

São aplicadas dois tipos de manutenção para gestão das infraestruturas no RC:

1. A **manutenção de rotina**, que, segundo o engenheiro Chambal, técnico da HICEP, em entrevista realizada no dia 17 de Janeiro de 2018, é o tipo de manutenção em que as actividades são programadas durante uma reunião de planificação de actividades a serem realizadas durante o ano, como as limpezas dos canais secundários, principais e das valas de drenagem, o desassoreamento, o melhoramento de vias de acesso e o nivelamento de terras, pela empresa gestora, neste caso, a HICEP. No RC esta planificação é feita no início de todos os anos. Pode se afirmar que essa definição da manutenção de rotina vai de acordo com a de Luna (2013), em que ele considera manutenção de rotina todas as actividades de manutenção normalmente conduzidas durante o ano em um canal ou infraestrutura, para que os estes tenham mínimas condições de funcionamento.
2. A **manutenção de emergência**, onde as actividades não são programadas. Segundo o engenheiro Chambal, durante a mesma entrevista, dentro do perímetro irrigado do Chókwè essa manutenção é feita em caso de fugas, ropturas e outras actividades urgentes, em que não se pode esperar para sua realização, pois podem comprometer a . De acordo com Luna (2013), manutenção de emergência, ocorre quando situações incomuns põem em risco a segurança da infraestrutura.

5.2.1. Manutenção dos canais secundários

Os discutidores 7 e 7A, são constituídos por canais de terra. É o tipo de canal em que a condução da água é feita de forma superficial do solo natural. Os canais de terra são conhecidas por apresentarem perdas de água, que segundo USDA (1997), geralmente esse tipo de canais apresentam perda de água por infiltração excessiva, que não constitui um problema quando o solo em que foram construídos é de textura media e fina, embora, erosão e sedimentação podem ocorrer se o solo for erosivo. Os canais dos distribuidores (D7 e D7A) encontram-se construídos nas texturas de solo recomendado pelo autor.

Nestes canais secundários dos distribuidores (D7 e D7A), verifica-se elevado nível de infestação e alto nível de assoreamento. Esses problemas ou essa falta de realização dessas actividades (limpezas e desassoreamento), tem causado transbordos alagando vias de acesso no D7A conforme ilustra a figura 9, já no D7 verifica-se falta de água para os produtores no fim do canal, o que pode se observar na figura (10 e 11). Esses problemas observados nos perímetros irrigados em estudo são também afirmados pelo, FAO (1992), que podem ser encontrados em

canais de irrigação e podem ser: Alto consumo de água nos campos próximos da fonte de captação, causando a diminuição da quantidade de água disponível nos campos mais distantes desta; riscos de assoreamento (Sedimentação); Crescimento de plantas dentro do canal; Perdas de água e transbordo frequente, no perímetro irrigado dos distribuidores (D7 e D7A), verifica-se esses problemas devido a falta de operação e manutenção adequada das infraestruturas. A figura 9 abaixo ilustra transbordo do canal do D7a devido ao elevado nível da infestação e do assoreamento que o canal apresenta.



Figura 10: Transbordo no canal secundário do D7A

As figuras 10 e 11 abaixo ilustram os canais (secundário e terciário), com falta de água para rega no D7.



Figura 11: Nível de água baixo no canal secundário do D7.



Figura 12: Falta de água para rega nos canais terciários do D7.

As operações de limpeza nos canais secundários dos distribuidores D7 e D7A, são realizadas de forma manual (figura 12) e mecânica. Segundo Luna (2013), as operações de limpeza em

canais podem ser realizadas em três (3) formas: manual, mecânica ou química. O mesmo autor afirma que quando um canal apresenta, infestação elevada (crescimento de vegetação) e o assoreamento (sedimentação) não só obstruem o fluxo no canal, como também diminuem a área da seção transversal. Como consequência, há uma diminuição na capacidade de transporte de água, essa diminuição pode resultar em transbordos e limitação do suprimento de água aos campos irrigados. Esses problemas referenciados pelo autor podem ser observados nos perímetros irrigados dos distribuidores D7 e D7A, devido a falta de manutenção adequada ou completa das infraestruturas pelos usuários.



Figura 13: Operações das limpezas de forma manual no canal secundário do D7

De acordo com Infante e Segerer (2010), para que um canal de terra se torne uma opção viável, ou seja, que se conserve em operação, com capacidade de atender a demanda necessária, por um grande período de tempo e com o mínimo de manutenção, deve se realizar um tratamento no solo a fim de se impedir o crescimento de vegetação e realizar trabalhos de limpeza dessa vegetação quando necessário.

5.2.2. Operação e manutenção dos canais terciários

Os canais terciários do perímetro irrigado dos distribuidores (D7 e D7A) são na sua maioria revestidos. Nesses canais observa-se elevado nível de infestação nos lados, perdas de água nas juntas através de fugas e transbordos, alagando campos próximos e redução da sua capacidade

de transporte. WRD (2010), afirma que a redução da capacidade de transporte num canal revestido é devido ao assoreamento (acumulo de sedimentos), crescimento de vegetação nas juntas e fugas. Ainda o mesmo, diz que sedimentação em canais revestidos pode ser minimizadas através da eficiente operação de comportas de controlo. Nos canais terciários dos distribuidores em estudo, esses problemas e se se agravam devido a falta de comportas e da manutenção precária que é aplicada pelos usuários.

5.3. Necessidades de água de rega

Na determinação das NAC, que tinha como o propósito conhecer a quantidade de água que deve ser aplicada nas culturas produzidas durante época quente nos distribuidores (D7 e D7A). Observa-se que a cultura de arroz consome mais água com cerca de 516.3 mm/ciclo. Pode se afirmar que os dados das necessidades de água de arroz estão dentro do intervalo dos dados observados por o Reichardt citado por Rodrigues et. all (2005), onde as necessidades de água para o arroz variam de 450-700 mm por ciclo, dependendo do clima e da variedade, essas dotações podem ser aplicadas nos perímetros irrigados em estudo.

Quanto as quantidades de água requerida nos distribuidores em função das áreas produzidas e das culturas. Observa-se que o mês de Fevereiro como mês de pico, onde é necessária mais água para rega com cerca de 428.93 l/s para o D7, 201.6 l/s no D7A e 147 l/s no DSH4. Por outro lado, observa-se que o caudal fornecido pelos distribuidores é de 300 l/s no D7 e 90 l/s e abertura de 0.15 m da comporta *bypass* no D7A. De acordo com o cantoneiro da HICEP os caudais nos distribuidores não se podem aumentar, devido ao estado em eles se encontram (com elevado nível de infestação, assoreados).

5.4. Capacidade operacional das infraestruturas

Na capacidade das infraestruturas, estimou-se os caudais de entrada nos canais secundários (usando modulo de mascara) e terciários (método de flutuador) dos distribuidores estudos. Para condições do RC é recomendado o uso deste método pelo Checo (2015), por garantir maior precisão nas estimativa de caudais de entrada.. Este método foi aplicado para estimativa dos caudais de entrada nos canais secundários dos distribuidores (D7 e D7A) estudados.

Os caudais de entrada nos canais secundários dos distribuidores, variaram entre 0,3 m³/s no D7, e 0,09 a 0,15 m³/s para D7A devido a abertura do *by-pass* a 0,15 m. os caudais de entrada observados no presente estudo estão dentro do intervalo estabelecido pela empresa gestora de acordo com HICEP (2003), onde os caudais dos canais secundários abastecidos pelos canais

principais, variam entre 0,1 a 4 m³/s, essas variações dos caudais nos módulos foram estimados de acordo com as formulas propostas pela empresa..

Para canais terciários que levam a água ate aos campos dos agricultores, os caudais de entrada variaram entre 0,011 a 0,035 m³/s no trecho-1 e 0,010 a 0,037 m³/s no segundo trecho. Para HICEP (2003), os canais terciários prefabricados que abastecem ramais de irrigação, o seu caudal unitário e de 32 l/s. Pode se notar que, os caudais obtidos nos canais terciários usando método do flutuador, estão dentro do intervalo estabelecido. Embora outros estejam acima ou abaixo do estabelecido, que pode se justificar pelo estado actual (falta de agua, fugas, infestação elevado e assoreados) em que os canais se encontram.

5.5. Caracterização das infraestruturas

As infraestruturas do perímetro irrigado dos distribuidores (D7 e D7A), sofrem falta da manutenção e de degradação na sua maioria. Esses problemas são verificadas pelo Ganho e Woodhouse (2014), eles afirmam que as áreas do perímetro irrigado de Chókwè, sofrem de falta de manutenção e de grande degradação, devido aos danos causados pelas inundações no sistema de irrigação e de drenagem. Os mesmos autores, dizem essas patologias resultarem em baixa produtividade, devido à salinização (má drenagem) e falta de fornecimento regular de água de irrigação. No (D7 e D7A), observa-se a falta de comportas nos canais assim como nas caixas de distribuição, e degradação ou falta de manutenção adequada dos mesmos (caleiras e caixas) e travessias em vias de acesso ou estradas agrícolas, esses problemas causam perdas de agua e inundam campos próximos.

VI. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu a realização de um diagnóstico sobre estratégias adotadas para operação e manutenção das infraestruturas dos perímetros irrigados nos D7, D7A e DSH4 do RC. A gestão da infraestrutura principal e secundária está sob conta da empresa gestora (HICEP) e a terciária esta sob responsabilidade das ARs e da HICEP. Nas actividades de operação e manutenção (OeM) a AR é responsável pelas limpezas e gestão da água e a HICEP pelas reabilitações ou reparações das infraestruturas. E verificou-se que as estratégias de OeM adotadas pelas entidades não conseguem atender as demandas necessárias, visto que os canais secundários assim como a maior parte dos terciários apresentam elevado nível de infestação, assoreamento e perdas de água através de transbordos e fugas nas juntas. Esse estado de conservação das infraestruturas no perímetro irrigado dos D7, D7A e DSH4 do RC observados, reflete na sua maioria dos casos falta de fundos dada as actividades de operação e manutenção. As infraestruturas do RC são administrados pelo estado, onde os recursos alocados para sua operação e manutenção, na maior das vezes podem ser insuficientes, obrigando os responsáveis a fazer reparos e manutenção onde é exatamente necessário e deixando outros pontos que com o tempo podem causar problemas.

Quanto as necessidades de água de rega (NAR) e capacidade operacional das infraestruturas. Observa-se que as necessidades de água de rega são elevadas no mês de Fevereiro em relação dos caudais fornecidos pelos distribuidores. Pelo estado actual dos canais secundários dos distribuidores, se fosse para irrigar toda área produzida, os canais secundários dos distribuidores não conseguiriam suprir as necessidades requeridas pelos agricultores ou pelas culturas. Essa situação verifica-se para produtores do D7, onde os agricultores no fim do canal tem acesso limitado a água. Mesmo com estratégias adotadas para o melhor fornecimento de água, os mesmos agricultores afirmam que esta situação de falta de água observa-se mais na campanha de arroz. Por outro lado, quando os canais apresentam elevado nível de infestação e assoreamento, reduzem a sua capacidade de transporte de água o que se agrava durante a época quente, época em que se produz a cultura de arroz, que é a cultura que consome mais água das culturas produzidas nesta época no perímetro irrigado do RC. Sendo assim, devia se intensificar as actividades de manutenção (limpezas e desassoreamento) dos canais para que os produtores não percam seus rendimentos pela falta de água.

Durante mapeamento e caracterização das infraestruturas, verificou-se que a maior parte das infraestruturas se encontram num estado crítico. Essas infraestruturas apresentam elevado nível de infestação, perdas de água através de transbordos e fugas nas juntas e algumas delas foram

danificadas pelas inundações e nunca foram reabilitadas. Esta situação contribui para a insuficiência de água nos produtores com campos no fim do canal.

VII. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se uma maior publicação das políticas de operação e manutenção das infraestruturas de irrigação implantadas, aos usuários que não tenham conhecimento sobre gestão das mesmas. Estas políticas podem ser transmitidas aos agricultores ou usuários em forma de palestras sobre as infraestruturas de rega e de gestão de água, que podem ocorrer no início das campanhas agrícolas. Também se recomenda:

- Uma maior participação da empresa gestora (HICEP) nas actividades de operação e manutenção (limpezas, desassoreamento e manutenção de fugas) dos canais terciários realizadas pelos agricultores. Essa participação ajudará aos agricultores a realizar as actividades de OeM uma forma correcta.
- Uma maior participação da empresa gestora (HICEP) na elaboração do calendário de rega dos agricultores. Isso permitirá a com que a empresa conheça o número de agricultores que regam por dia e saber da quantidade de água a disponibilizar nos distribuidores.
- A realização das operações de limpezas e desassoreamentos das valas de drenagem, dos canais secundários e reabilitação das infraestruturas danificadas pelas cheias, que influenciam intensamente nas perdas de água. Pois os agricultores alegam que o baixo rendimento por eles obtido é devido a falta da realização dessas actividades.
- O aprofundamento das pesquisas sobre operação e manutenção em regadios principalmente em canais secundários e terciários de irrigação. Estudos sobre novas tecnologias e técnicas construtivas de gestão (operação e manutenção) a fim de promover um ganho nessas áreas e garantir um bom funcionamento dos canais de irrigação.
- A modernização dos canais terciários no sentido de implantação de sistemas de monitoramento do canal que permitam a identificação e quantificação das perdas, medição e controle do caudal de forma rápida e consistente, com sistemas integrados que transmitam a informação imediata proporcionando claridade nas tomadas de decisão quanto a operação e manutenção dos mesmos.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas, (NBR 5462), 2004, Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro.
- Allen, R, Pereira, LS, Raes, D, Smith, M, 1998, Crop Evaporation. Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage; Paper Nº 56, FAO, Roma.
- Alstom, 2005, Equipamentos para irrigação e saneamento. Taubaté, SP: Alstom Brasil Ltda, 1 CD-ROM.
- Amaral, LGH, 2007, Regulador automático de vazão para condutos livres: desenvolvimento e avaliação, Universidade Federal de Viçosa Minas Gerais - Brasil.
- ANA - Agência Nacional de Águas, 2015, Gestão, operação e manutenção de Perímetros irrigados, Brasil.
- Bernardo, S, Soares, AA, Matovani, EC, 2006, Manual de irrigação, 8 Ed, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Carvalho, TM, 2008, Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais, RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física Vol. 01.
- Cambaza, Cesário M 2007, *Estudo de datas de sementeira para reduzir o risco de falha da cultura de milho (Zea mays L.) na agricultura de sequeiro no Distrito de Chókwè*, Universidade Eduardo Mondlane Faculdade de Agronomia E Engenharia Florestal, Maputo.
- Checo, A, 2015, Estudo comparativo de diferentes métodos de medição de caudal no canal distribuidor esquerdo do Regadio de Chókwè, Instituto Superior Politécnico de Gaza, Divisão de Agricultura, Gaza.
- Doorenbos, J, Prutt, WO, 1977, Guidelines for predicting crop water requirements, FAO, Irrigation and Drainage Paper, Rome.
- Evangelista, AWP, 2009, Hidrometria (Medição De Vazão), Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiás.
- FAO- Food and Agriculture Organization – FAO, 1984, The State of food and agriculture, Roma.
- FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations, 1992, Irrigation Water Management – Training Manual, no. 7 – Canals.

Folige, JE, 2004, Associativismo Agrícola no Chókwè: O caso da Associação de Regantes do Distribuidor Onze (AREDONZE) em Massavasse, Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Letras e Ciências Sociais, Maputo.

Ganho, AS e Woodhouse, P, 2014, Oportunidades e condicionalismos da agricultura no Regadio do Chókwè, Diversificação e articulação da base produtiva e comercial em Moçambique, Maputo.

Ghiglione, R, Matalon, B, 1992, O Inquérito- Teoria e Prática, Celta Editora, Oeiras.

Grangé, D, Lebart, L, 1994, Traitements Statistiques des Enquêtes, Edições Dunod, Paris.

Incontrol S/A, 2008, Medidor de vazão em canais abertos, Manual de Operação e Instalação Calha Parshall, São Paulo.

INE-Instituto Nacional de estatística, 2006, inquérito integrado à força de trabalho (IFTRAB 2004/05), Maputo, Moçambique.

HICEP- Hidráulica de Chokwe, EP, 2015, Projectos de reabilitação, consultado no dia 31 de Agosto de 2017 no site www.aquashare.org.mz/projectosemcurso1.htm, Moçambique.

HICEP, 2003, Manual de operação e manutenção do regadio de Chókwè TOMOI e TOMO II – Descrição técnica do regadio; HICEP-Chókwè; Gaza; Moçambique.

Honorato, JM, 2012, Projecto de um canal trapezoidal para irrigação, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO.

Hershfield, DM, 1964, Effective rainfall and irrigation water requirements. *Journal of the Irrigation and Drainage*, New York.

Leão, P, Morais, A, 2011, Metodologia para estimativa de água de rega em Portugal (uso da água na agricultura), Portugal.

Luna, HA, 2013, Manutenção Em Canais De Irrigação Revestidos Em Concreto, Dissertação de Mestrado Engenharia Civil, Departamento De Engenharia Civil e Centro De Tecnologia E Geociências – CTG da Universidade Federal De Pernambuco – UFPE.

Hydrostecsd, Modulo de mascara, consultado no dia 28 de setembro de 2017.

Levine, DM, Berenson, ML e Stephan, D, 2000, Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português. Rio de Janeiro: LTC.

Marconi, MA e Lakatos EM, 2003, Fundamentos de Metodologia Científica, Editora Atlas S.A. 5ª ed, São Paulo.

Mann, PH, 1979, Métodos de investigação sociológica, Zahar, Rio de Janeiro.

MADER- Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2004, Hidráulica Agrícola: resumo de inventário nacional dos regadios existentes realizados entre 2001 e 2003, Maputo, Moçambique.

Ministério da Administração Estatal, 2005, Perfil de distrito de Chókwè, disponível em: <http://www.metier.co.mz.>, Maputo, Moçambique.

Pereira, LS, 2004, Necessidades de água e métodos de rega, Publicações Europa- América, Lisboa.

Pereira, GS, Neto, AS, Tucci, CEM, 2003, Princípios da hidrometria, Universidade Federal do Rio Grande, Porto Alegre.

Pinho, M, 2006, Avaliação da eficiência de rega por sulcos em 32 ha de cultura de tomate no Distribuidor 9 (D9): Regadio de Chókwè, Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade De Agronomia e Engenharia Florestal, Maputo.

Porto, RA, 2004, Hidráulica básica, 3ª Edição, EESC-USP. São Carlos

Rodrigues, GP, 2006, Avaliação dos impactos da rega deficitária no perímetro de rega da Vigia, Relatório de trabalho de fim de curso de Engenharia do Ambiente. ISA-UTL, Lisboa.

Smith, M, 1992, CROPWAT A computer program for irrigation planning and management, FAO Irrigation and Drainage Paper, Rome.

Sousa, RORM, 2010, Disciplina: Hidráulica, Universidade Federal Rural da Amazonia, Belém-PA

Skogerboe, GV, Merkley, GP, 1996, Irrigation Maintenance and Operations Learning Process, Water Resources Publications, LLC, USA.

Triviños, ANS, 1987, Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação, São Paulo: Atlas.

Tuckman, 2000, Avaliação do valor educativo de um software de elaboração de partituras: um estudo de caso com o programa Finale, no 1º ciclo.

USDA – United States Department of Agriculture, 1997, Irrigation Guide. National Engineering, Handbook.

Vicente, P, Reis, E, Ferrão, F, 1996, Sondagens - A amostragem como factor decisivo da qualidade, Lisboa, Edições Sílabo.

Wade, R e Chambers, R, 1980, Managing the Main System Canal Irrigation's Blind Spot, Economic and Political Weekly.

WRD – Water Resources Department, 2010, Guidelines to Prepare Manual of Operation & Maintenance of Irrigation Structures, Government of Rajasthan..

ANEXOS

Anexo 1: Inquérito para agricultores e HICEP

Inquérito para agricultores e HICEP

O presente inquérito tem por objectivo, obter dados sobre as estratégias adotadas para operação e manutenção das infraestruturas. Os dados a serem colectados usando o método de entrevista semi-estruturado (inquéritos), que terá como público-alvo a empresa gestora do regadio (HICEP), as associações dos regantes e os agricultores, que fazem parte daqueles perímetros irrigados em estudo, o enfoque é a gestão das infraestruturas (operação e manutenção) da rede secundária e terciária do regadio, no distribuidor 7 e 9.

i) Inquérito para agricultores e associações.

I. Dados do agricultor

1. Género a) F b) M 4. Idade-----
2. Nacionalidade-----
3. Profissão----- 5. Habilitações literárias-----
6. Quanto tempo ocupa aquela área----- 8. A área é dele-----
7. Faz parte da associação opera naquele perímetro-----
8. Se não, porquê?-----

II. Operação e manutenção das infraestruturas

1. Em que distribuidor está a operar? D
2. Qual é o tamanho da sua área por época?
a) Época fresca _____ ha b) Época quente _____ ha
3. As operações de limpeza do canal são feitas com regularidade?
4. Quem decide sobre limpeza dos canais secundários?
5. Como é feita, e quem faz a limpeza dos canais secundários e terciários?
6. Acha que a limpeza dos canais é bem-feita?
7. Se não como o que acha, que deveria ser feito para melhorar?
8. As operações de desassoreamento são feitas com regularidade?

9. Qual é o método de desassoreamento usado, e quem faz essa operação?
 10. Como é feita a manutenção de fugas, e quem faz essa operação na rede secundária e terciária?
 11. As fugas são verificadas regularmente?
 - a) Sim b) Não
 12. Se não porquê?
 13. Se sim, quem verifica, e como são verificadas?
 14. O que é feito quando verifica-se erosão nas margens dos canais, e quem verifica?
 15. Quem faz as actividades de reparação do canal contra erosão?
 16. A operação e manutenção das infraestruturas é suficiente para atender a demanda requerida?
 17. As estratégias de operação e manutenção adotadas pela HICEP são boas?
 18. O que a HICEP deve melhorar na operação e manutenção das infraestruturas?
- III. Fornecimento de água
1. Existem estruturas para estimar caudais ao longo dos canais secundários e terciários, quem faz essas leituras e como é feito?
 2. Se não, como é feito para estimar a quantidade de água que passa por um canal?
 3. Que tipo de estruturas são usados para divisão do caudal, e qual é a forma usada?
 4. Porque optar por essa forma?
 5. O usuário com mais área tem acesso a mais água?
 - a) Sim b) Não
 6. É modificado o padrão do fornecimento de água no tempo de estiagem, como é feito o fornecimento de água?
 7. Os produtores com campos perto da fonte, são os primeiros a receberem água?
 8. Acha que as estratégias usadas para distribuição de água favorecem alguns agricultores?
 9. Como é que acha que deveria ser feito a distribuição da água?

10. O que deve se melhorar no processo de fornecimento de água?

IV. Gestão de Rega

1. Rega toda a sua área? a) Sim b) Não

2. Qual é o seu intervalo de rega?

3. Qua método de irrigação utiliza?

i) Gravidade ----- a) Sulcos b) Faixas c) Bacias de inundação

ii) Pressão -----a) Aspersão b) Gota-a-gota d) Outros

4. Esse método garante, uma boa gestão de água e das infraestruturas?

5. Se, não o que deve ser feito para melhorar essa situação?

6. Recebe água suficiente para irrigar o seu campo?

a) Sim b) Não

7. Quem fornece as dotações a serem aplicados no campo?

a) HICEP b) associação c) agricultores

8. Como são determinadas as dotações, e quem fornece os calendários?

9. Acha que o seu rendimento é relativamente baixo devido à insuficiência água que recebe?

10. O transporte de água é eficiente (o caudal que alcança os usuários é o mesmo que o planificado ou do projecto)?

11. Se tivesse acesso a mais água poderia melhorar/aumentar o seu rendimento?

a) Sim b) Não

V. Organização dos utentes

1. Faz parte da associação que opera nesse perímetro?

a) Sim b) Não

2. As associações estão representadas?

a) Sim b) Não

3. Como estão organizadas?

4. Quem faz a manutenção das estruturas secundárias e terciárias?

a) HICEP b) Associações c) Agricultores

1. Tem contribuído para a manutenção das infraestruturas de rede secundárias e terciárias?

5. Como tem contribuído?

2. É feito um registo regular e actualizado dos usuários?

a) Sim b) Não

3. No registo dos usuários estão dispostos os direitos de uso e regras de distribuição?

4. No registo de usuários existe um inventário das parcelas?

a) Sim b) Não

ii) Inquérito para HICEP

I. Dados

1. Género a) F b) M 3. Idade _____

2. Nacionalidade _____ 4. formação _____

5. Cargo _____ 6. Habilitações literárias _____

7. Quanto tempo trabalha na empresa _____ 8. Departamento _____

II. Operação e manutenção das infraestruturas

1. As operações de limpeza do canal são feitas com regularidade?

a) Sim b) Não

2. Como é feita a limpeza dos canais?

3. Quem faz a limpeza dos canais de rede secundária e terciária?

a) HICEP b) associação c) agricultores

4. Quem decide sobre operações de limpeza e como são tomadas essas decisões?

4. O desassoreamento dos canais é feito com regularidade?

a) Sim b) Não

5. Qual é o método de desassoreamento usado?

6. Quem faz o desassoreamento dos canais da rede secundária e terciária?

a) HICEP b) associação c) agricultores

7. Como é feita a manutenção de fugas?

8. As fugas são verificadas regularmente?

9. Se sim, quem verifica?

a) HICEP b) Associação Agricultores

10. Quem faz a manutenção das fugas da rede secundária e terciária?

a) HICEP b) Associação Agricultores

11. O que é feito quando verifica-se erosão nas margens dos canais?

12. Quem faz as actividades de reparação do canal contra erosão?

a) HICEP b) Associação Agricultores

13. A operação e manutenção das infraestruturas é suficiente para atender a demanda requerida?

14. Como são feitas essas actividades?

15. As associações participam na operação e manutenção das infraestruturas?

a) Sim b) Não

16. Se, não porquê? E se sim, como é que participam?

17. As associações ou produtores adotam as estratégias propostos pela HICEP, para operação e manutenção das infraestruturas?

16. Se não, o que deve melhorar para melhorar essa situação?

III. Fornecimento de água

1. Existem estruturas para controle de caudais ao longo dos canais?

2. Existe alguma estrutura de divisão de caudal no canal?

3. Que tipo de estruturas são usados para divisão do caudal, e qual é forma usada?

5.O usuário com mais área tem acesso a mais água?

a) Sim b) Não

6.É modificado o padrão do fornecimento de água no tempo de estiagem, quais são as estratégias usadas?

8.Acha que as estratégias usadas para distribuição de água favorecem alguns agricultores? Porquê?

9.Quais são as estratégias de gestão de água adotadas no período de estiagem?

IV. Gestão de Rega

1.Os agricultores regam toda área, duma só vez? a) Sim b) Não

2.Qual método de irrigação mais usado?

Gravidade ----- a) Sulcos b) Faixas c) Bacias de inundação

Pressão -----a) Aspersão b) Gota-a-gota d) Outros -----

3.Esse método garante, uma boa gestão de água e das infraestruturas?

4.Se, não o que deve ser feito para melhorar essa situação?

5.Os agricultores, sempre recebem água suficiente para irrigar os seus campos?

6.Quem fornece as dotações a serem aplicados no campo?

7. Como são determinados?

8.Quem faz o controle das dotações aplicadas no campo?

9.Como é feito o controlo dessas dotações?

10.Quem fornece os calendários de rega?

11. Como são elaborados esses calendários?

12.O rendimento dos agricultores é relativamente baixo devido à insuficiência da água que recebe ou falta de melhores técnicas de produção?

13. O transporte de água é eficiente (o caudal que alcança os usuários é o mesmo que o planificado) para atender as demandas requeridas pelas culturas?

a) Sim b) Não

14. O que deve ser melhorado para aumentar o rendimento?

15. Com isso, o rendimento dos produtores pode aumentar?

V. Organização dos utentes

1. As associações estão representadas?

b) Sim b) Não

2. Como estão representadas?

3. Quem faz a manutenção das estruturas secundárias e terciárias?

b) HICEP b) Associações c) Agricultores

6. Tem contribuído para a manutenção das infraestruturas de rede secundária e terciárias, e como?

7. É feito um registo regular e actualizado dos usuários?

8. No registo dos usuários estão dispostos os direitos de uso e regras de distribuição?

9. O que deve ser feito para que todos participam na manutenção das infraestruturas?

Anexos 2: Figuras e mapas

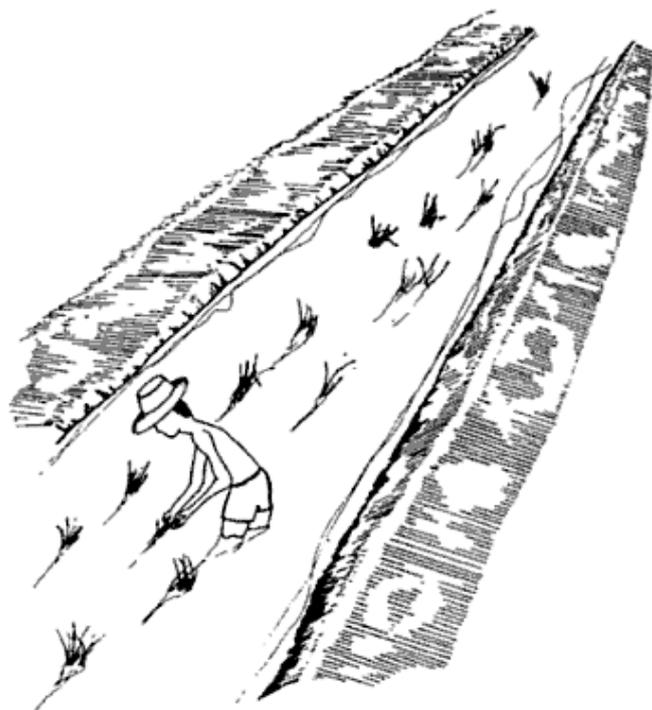


Figura 14:Extração manual de vegetação em canais de terra

Fonte: Skogerboe e Merkley,(1996)

**Canal with seepage water at the toe of the canal
embankment**

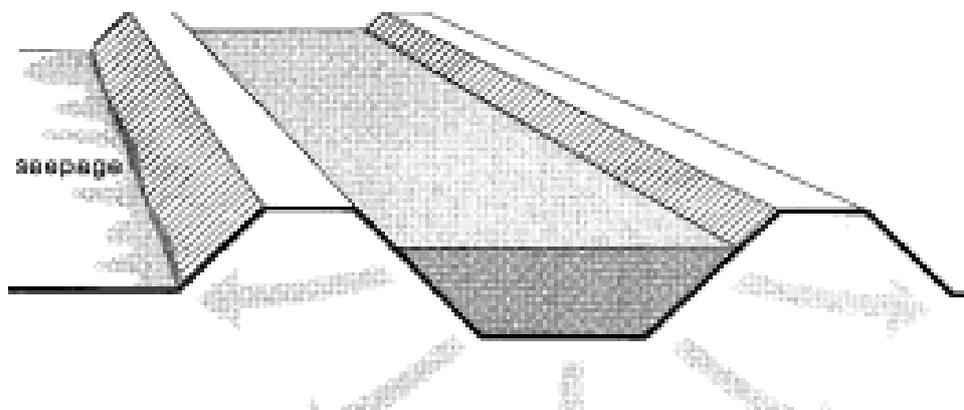


Figura 15:Perdas de água por infiltração

Fonte: FAO (1992)

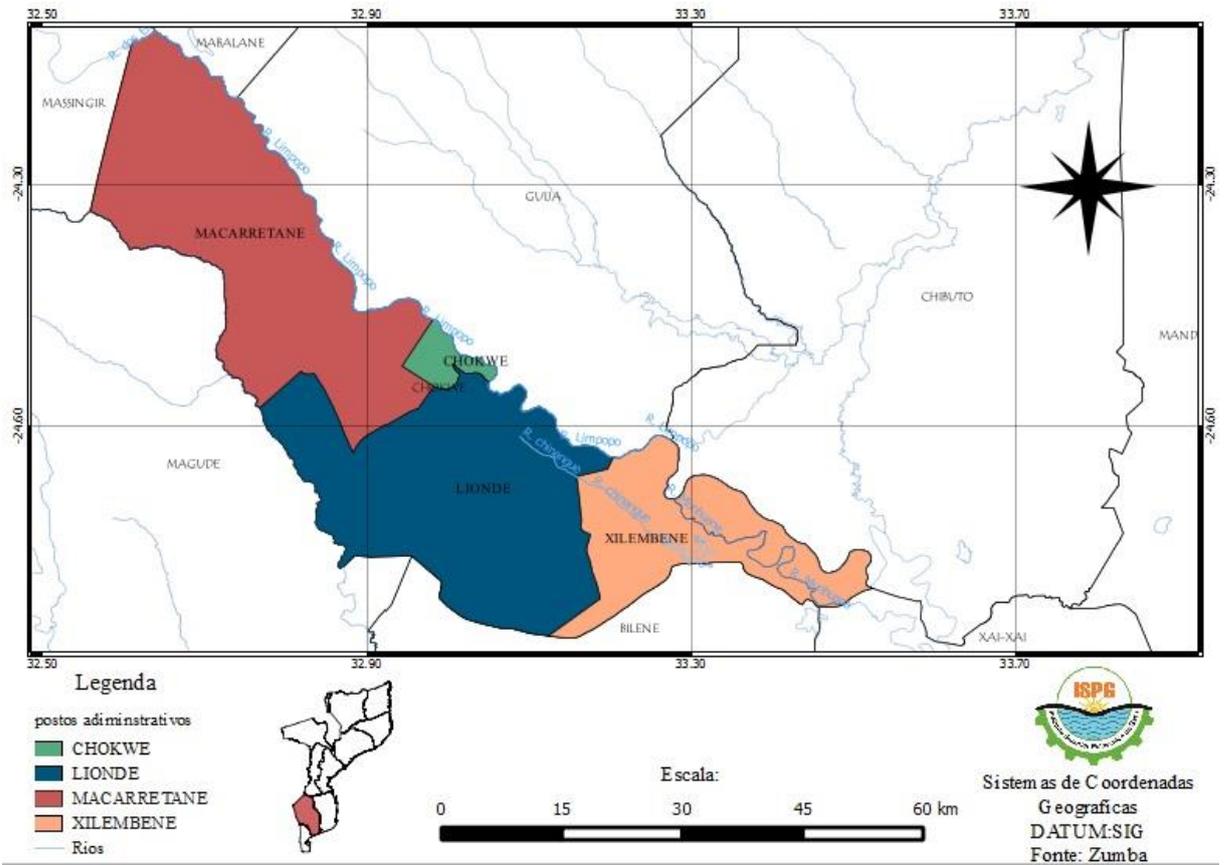


Figura 16: Mapa de localização de distrito de Chókwe.

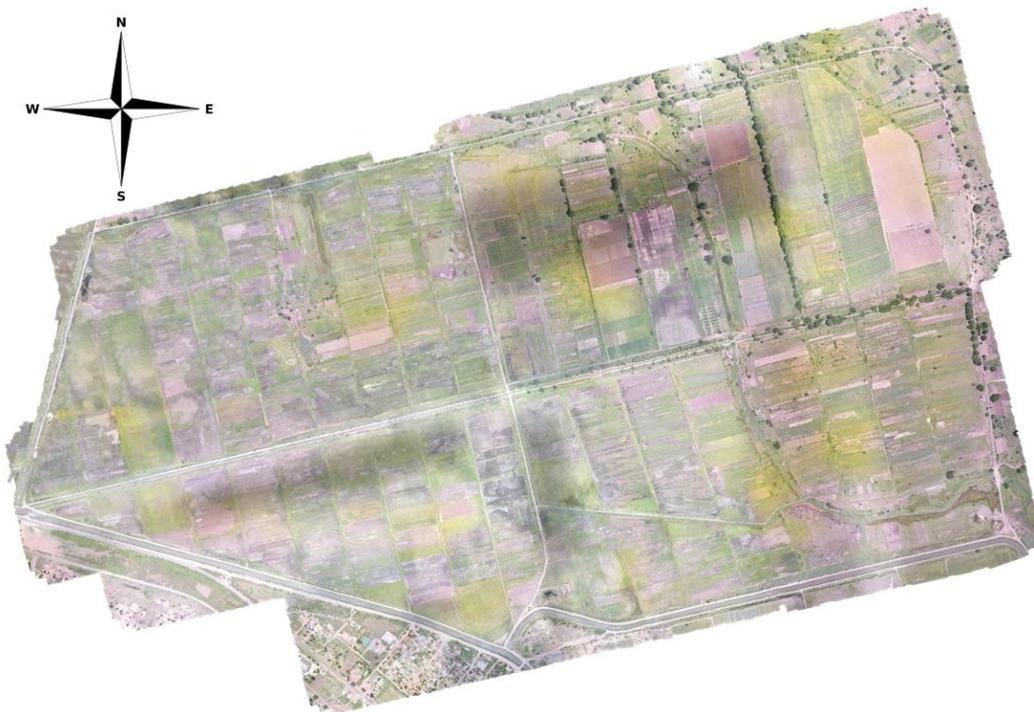


Figura 17: Mapa do perímetros irrigados dos distribuidores (D7, D7A e DSH4) do RC, ilustrando imagens de drones.

Anexos 3: Tabelas de respostas das estratégias de operação e manutenção das infraestruturas

Tabela 4: Dados dos agricultores entrevistados

Dados dos agricultores				
Distribuidores		D7	D7A	Total
Género	Masculino	4	8	12
	Feminino	7	6	13
	Total	11	14	25
Idade	20-30	0	3	3
	31-40	0	1	1
	41-50	2	2	4
	51-60	6	8	14
	61-70	2	0	2
	>70	1	0	1
	Total	11	14	25
Naturalidade	Gaza	10	11	21
	Maputo	1	1	2
	Inhambane		1	2
	Total	11	14	25
Habilitação	<3 ^a classe	6	4	10
	4 ^a -7 ^a classe	3	7	10
	8 ^a -12 ^a classe	2	2	4
	Graduado	0	1	1
	Total	11	14	25
	Profissão	Agricultor	10	13
Professor		0	1	1
Mineiro		1	0	1
Total		11	14	25

Área de produção época fresca.		Emprestado	Dono	Emprestado	Dono	
	0-2	3	5	1	8	17
	3-5	1	1	1	1	4
	>5	1	3	0	2	4
		4	9	2	11	25
Área de produção época quente		Emprestado	Dono	Emprestado	Dono	
	0-2	0	3	5	9	17
	3-5		1	1	1	3
	>5		2	1	2	5
Total		1	6	7	12	25

Tabela 5: operacao e manutencao das infraestruturas secundarias

Operação e manutenção das infraestruturas					
Canais secundários					
Questões	Respostas	D7	D7A	Total	
Regularidade de operações de limpeza/	Sim	7	3	10	
	Não	4	11	15	
Total		11	14	25	
Quem decide sobre limpezas?	HICEP	3	12	15	
	ARs	7	1	8	
	HICEP e ARs	1	1	2	
Total		11	14	25	
Método de limpeza	Manual	7	4	11	
	Mecânico	2	7	9	
	Manual e mecânico	2	3	5	
Total		11	14	25	
Operações de limpezas são bem-feitas?	Sim	4	4	8	
	Não	5	4	9	
	Sim, quando são mecânicas	2	6	8	
Total		11	14	25	
Regularidade nas operações de desassoreamento	Sim	4	5	9	
	Não	7	9	16	
Total		11	14	25	
Quem decide sobre essas operações	HICEP	6	13	19	

	ARs	2	0	2
	ARs e HICEP	3	1	4
Total		11	14	25
Método de desassoreamento	Manual	2	2	4
	Mecânico	7	8	15
	Manual e mecânico	2	4	6
Total		11	14	25
Quantas vezes?	3 em 3 meses	1	1	2
	2 vezes ao ano	2	4	6
	1 vez ao ano	2	2	4
	Já não é realizado com regularidade	6	7	13
Total		11	14	25
As fugas são verificada regularmente?	Sim	4	6	10
	Não	7	8	15
Total		11	14	25
Manutenção de fugas	Usando sacos com areia	8	10	18
	Cimento			
	Camara de empréstimo	3	4	7
Total		11	14	25
O que é feito quando verifica se erosão nas margens?	Adiciona-se câmara de empréstimo	3	2	5
	Coloca-se sacos de areia	8	12	20
Total		11	14	25
A O e M dos canais é suficiente	Sim	4	3	7
	Não	7	11	18
Total		11	14	25
As estratégias de O e M adotadas pela HICEP são boas?	Não	5	5	10
	Sim	2	3	5
	Devem melhorar	4	6	10
Total		11	14	25
O que a HICEP deve melhorar na O e M das infraestruturas?	Fazer manutenção rotineira (canais e valas de drenagem)	6	7	13
	Participar na manutenção de rede terciária	4	3	7
	Reabilitar as infraestruturas	1	4	5
	Total	11	14	25

Tabela 6: Operação e Manutenção das infraestruturas terciárias

Operação e manutenção das infraestruturas				
Canais terciários				
Questões	Respostas	D7	D7A	Total
Regularidade de operações de limpeza	Sim	8	10	18
	Não	3	4	7
	Total	11	14	25
Quem decide sobre limpezas?	HICEP	1	2	3
	ARs ou agricultores	3	4	7
	Chefe de ramal	7	8	15
	Total	11	14	25
Método de limpeza	Manual	9	12	21
	Mecânico	1	1	2
	Manual e mecânico	1	1	2
	Total	11	14	25
Operações de limpezas são bem-feitas?	Sim	9	11	20
	Não	2	3	5
	Total	11	14	25
Regularidade nas operações de desassoreamento	Sim	7	9	16
	Não	4	5	9
	Total	11	14	25
Quem decide sobre essas operações	HICEP			
	ARs ou agr.	5	3	8
	ARs e HICEP	0	2	2
	Chefe de ramal	6	9	15
Total	11	14	25	
Método de desassoreamento	Manual	6	13	19
	Mecânico	4	0	4
	Manual e mecânico	1	1	2
	Total	11	14	25
As fugas são verificada regularmente?	Sim	7	8	15
	Não	4	6	10
	Total	11	14	25
Manutenção de fugas	Adiciona-cimento	7	5	12
	Sacos de areia	4	9	13
Total		11	14	25
O que é feito quando verifica se erosão nas margens?	Adiciona-se camara de empréstimo	2	2	4

	Coloca-se sacos de areia	9	12	21
	Total	11	14	25
A O e M dos canais é suficiente	Sim	3	4	7
	Não	8	10	18
	Total	11	14	25
As estratégias de O e M adotadas pela HICEP são boas?	Não	4	5	9
	Sim	2	2	4
	Devem melhorar	5	7	12
	Total	11	14	25
O que a HICEP deve melhorar na O e M das infraestruturas?	Fazer manutenção rotineira (canais e valas de drenagem)	7	8	15
	Participar na manutenção de rede terciária	4	6	10
	Total	11	14	25

Tabela 7: Fornecimento de água

Fornecimento de água				
Questões	Respostas	D7	D7A	Total
Existem estruturas para estimar caudais nos canais 2 ^{os} ?	Sim	9	11	20
	Não	2	3	5
Total		11	14	25
Existem estruturas para estimar caudais nos canais 3 ^{os} ?	Sim	0	0	0
	Não	11	14	25
Total		11	14	25
Quem faz as leituras de caudal?	HICEP	8	11	19
	ARS	0	0	0
	Não são feitas	3	3	6
Total		11	14	25
Estruturas usadas para divisão de fluxo	Proporcional	0	0	0
	Rotacional	0	0	0
	Sob demanda	0	0	0
	Não existe	11	14	25
Total		11	14	25
Método usado para divisão de fluxo	Proporcional	2	4	6
	Rotacional	8	7	15
	Sob demanda	1	1	2

	Não existe	0	2	2
Total		11	14	25
é modificado o fornecimento de água na estiagem?	Sim	4	5	9
	Não	7	9	16
Total		11	14	25
Como é feito?	Intervalo de dois dias (D7-D7A)	2	5	7
	Intervalo de um dia (D7A-D7)	3	1	4
	Nada	6	8	14
Total		11	14	25
Produtores perto da fonte, são os primeiros a receber água?	Sim	0	0	0
	Não	2	4	6
	Depende do calendário de rega	9	10	19
Total		11	14	25
Estratégias de distribuição favorecem alguns agricultores	Sim	0	1	1
	Não	11	13	24
Total		11	14	25
O que deve se melhorar no processo de distribuição	Melhoria nas estruturas	7	9	16
	Mais controlo de água	4	5	9
Total		11	14	25

Tabela 8: Gestão de rega

Gestão de rega				
		D7	D7A	Total
Rega toda área?	Sim	4	13	17
	Não	7	1	8
	Total	11	14	25
Método de rega	Sulcos	7	9	16
	Bacia de inundação	4	5	9
	Total	11	14	25
Este método garante uma gestão das infraestruturas	Sim	3	6	9
	Não	8	8	16
	Total	11	14	25
Recebe água suficiente para rega	Sim	4	12	16
	Não	7	2	9
Total		11	14	25
	HICEP	0	0	0

Quem fornece dotações de rega	ARs	0	0	0
	Não são fornecidas	11	14	25
Total		11	14	25
O rendimento é baixo devido a insuficiência de água?	Sim	7	3	10
	Não	2	10	12
	Falta de técnicos	2	1	3
Total		11	14	25
Quem fornece os calendários de rega	HICEP	0	1	1
	ARs	3	3	6
	Chefe de Ramal	8	10	18
Total		11	14	25

Tabela 9: Organização dos utentes

Organização dos utentes				
		D7	D7A	Total
Faz parte da associação	Sim	9	9	18
	Não	2	5	7
Total		11	14	25
A associação esta representada	Sim	9	9	18
	Não	2	5	7
Total		11	14	25
É feito registo actualizado dos usuários	Sim	11	13	24
	Não	0	1	1
Total		11	14	25

Anexos 4: tabelas usadas para determinação das NAR

i) Dados das culturas produzidas

Tabela 10: Dados das culturas

Culturas		Fases (duracao em dias)	Coeficiente da cultura (Kc)	Profundidade radicular (m)		agua facilmente disponivel (mm)	Factor de resposta de crescimento
				Inic.	Max.		
Arroz	I	20	1.10	Inic.	0.1	0.20	1.00
	II	30	1.20				1.09
	III	40	1.05	Max.	0.60	0.20	1.32
	IV	30					0.50
Milho	I	20	0.30	Inic.	0.30	0.55	0.40
	II	35	1.20				0.40
	III	40	0.35	Max.	1.0	0.55	1.30
	IV	30					0.80
Tomate	I	30	0.60	Inic.	0.25	0.30	0.50
	II	35	1.15				0.60
	III	40	0.80	Max.	1.0	0.40	1.10
	IV	25					0.80
Pimenta	I	30	0.60	Inic.	0.25	0.20	1.40
	II	35	1.05				0.60
	III	40	0.90	Max.	0.80	0.30	1.20
	IV	20					0.50
Couve	I	40	0.70	Inic.	0.25	0.45	0.20
	II	60	1.05				0.40
	III	50	0.95	Max.	0.50	0.45	0.45
	IV	15					0.60
Repolho	I	20	0.70	Inic.	0.25	0.45	0.20
	II	25	1.05				0.40
	III	30	0.95	Mx.	0.50	0.45	0.45
	IV	15					0.60
Feijao verde	I	20	0.50	Inic.	0.30	0.45	0.20
	II	30	1.05				1.10
	III	30	0.90	Max.	0.70	0.60	0.75
	IV	10					0.40

Fonte: CROPWAT V.8

Tabela 11: Dados da cultura de pepino

Cultura	Fases (duracao em dias)		Coeficiente da cultura (KC)	Profundidade radicular (m)		Agua facilmente disponivel (mm)	Factor de resposta de crescimento
	I	II		Inic.	Max.		
Pepino	I	12	0.60	Inic.	0.35	--	--
	II	17	1.40			--	--
	III	19	0.75	Max.	0.50	--	--
	IV	3				--	--

Fonte: adaptado de Doorenbos e Pruit (1977).

NB:

onde:

I- considera-se fase inicial;

II- considera-se fase de desenvolvimento

III- considera-se fase de floracao

IV- fase maturacao

Tabela 12: Esquema de irrigação

culturas	Quantidade de agua necessaria (l/s/ha)													
	Ouct		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
Arroz	0.17		0.69		0.27		0.24		<i>0.48</i>		0.15		--	
Tomate	--		--		0.05		0.06		<i>0.45</i>		0.39		0.23	
Milho	--		--		0.0		0.08		<i>0.49</i>		0.35		0.17	
Feijao verde	--		--		0.02		0.09		<i>0.42</i>		0.08		--	
Repolho	--		--		0.08		0.13		<i>0.42</i>		0.08		--	
Couve	--		--		0.08		0.13		<i>0.42</i>		0.08		--	
Pimenta	--		--		0.05		0.05		<i>0.41</i>		0.34		0.17	
Pepino	--		--		--		0.13		<i>0.41</i>		--		--	
Total (l/s)	0.17		0.69		0.55		0.91		3.5		1.47		0.57	
Quantidade de agua necessaria nos distribuidores (l/s) e a sua respectiva area (há)														
	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)	A (há)	Q (l/s)
D7	86	14.62	86	59.34	114.75	63.11	122.55	111.52	122.55	428.93	113	168.68	26.5	15.11
D7A	27	4.59	27	18.63	52.8	29.04	57.6	52.42	57.6	201.6	52.8	77.62	21.8	12.43
DSH4	35	5.95	35	24.15	41	22.55	42	38.22	42	147	41	60.27	5	2.85

Fonte: Autor (2018)

Anexos 5: Tabelas de dados climáticos

Tabela 13: velocidade mensais em (km/h e km/dia)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Media
1990	2,0	5,0	1,0	8,0	1,0	7,0	1,0	8,0	3,0	1,0	3,0	2,0	3,5
1991	3,0	4,0	3,0	2,0	7,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,6
1992	4,0	2,0	8,0	4,0	3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	4,0	3,0	6,0	3,5
1993	3,0	8,0	4,0	2,0	3,0	3,0	9,0	2,0	6,0	3,0	5,0	2,0	4,2
1994	4,0	3,0	4,0	5,0	3,0	3,0	3,0	4,0	2,0	5,0	3,0	5,0	3,7
1995	6,0	4,0	9,0	5,0	6,0	6,0	8,0	3,0	4,0	4,0	4,0	2,0	5,1
1996	4,0	8,0	4,0	7,0	5,0	6,0	4,0	6,0	3,0	9,0	3,0	6,0	5,4
1997	7,0	4,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,7
1998	--	--	5,0	1,0	4,0	6,0	3,0	8,0	3,0	1,0	4,0	2,0	3,7
1999	5,0	9,0	5,0	8,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	6,0	5,0	1,0	5,2
Média	4,2	5,2	4,7	4,8	4,1	4,5	4,1	4,1	3,4	3,9	3,6	3,3	
Km/dia	101.3	125.3	112.8	115.2	98.4	108	98.4	98.4	81.6	93.6	86.4	79.2	

Fonte : IIAM (2018).

Tabela 14:Elemento: Insolação total mensal (em horas)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
2000	201,5	--	--	--	231,0	202,0	232,2	--	184,2	188,5	194,8	277,6	214,0
2001	--	145,1	188,4	--	252,8	243,1	--	--	--	--	--	--	207,4
2002	294,7	--	271,3	263,0	--	--	219,3	230,0	227,7	--	215,7	246,7	246,1
2003	278,2	237,1	251,0	251,0	215,1	143,3	239,0	257,1		203,5	214,7	232,6	229,3
2004	235,0	203,9	186,2	204,8	233,7	--	190,9	217,2	225,9	202,0	259,3	257,8	219,7
2005	229,0	241,3	217,9	213,5	--	--	--	--	259,6	203,7	173,7	--	219,8

2006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	248,1	--	266,5	257,3
2007	284,4	--	227,9	221,9	273,4	240,7	--	--	256,0	189,5	168,1	--	232,7
2008	--	--	230,1	254,0	241,3	215,4	226,3	--	--	201,8	190,6	206,6	220,8
2009	214,3	239,5	240,7	250,2	247,5	--	--	244,8	192,4	203,7	210,3	240,3	228,4
Média	248,2	213,4	226,7	236,9	242,1	208,9	221,5	237,3	224,3	205,1	203,4	246,9	
	8.0	7.62	7.31	7.9	7.81	7.0	7.15	7.65	7.47	6.62	6.78	7.96	

Fonte: IIAM (2018).

Tabela 15:Elemento: Precipitação total mensal (das 9 as 9 horas em mm)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	media
2003	7,1	70,2	19,2	6,0	11,6	134,6	39,2	0,0	33,6	116,9	27,5	68,2	44,5
2004	147,0	73,0	281,5	61,8	3,4	203,5	69,8	4,5	12,2	51,9	--	--	90,9
2005	77,2	41,5	44,5	28,1	5,6	0,0	--	0,0	16,6	4,2	83,4	91,1	35,7
2006	134,6	13,6	281,6	18,0	44,0	33,2	8,0	4,2	25,2	--	123,2	--	68,6
2007	53,4	56,9	25,9	87,7	0,0	14,3	15,2	7,8	2,0	40,7	76,4	151,8	44,3
2008	88,2	2,6	21,8	9,5	6,4	27,2	5,0	3,0	1,9	10,7	57,5	65,4	24,9
2009	134,4	91,1	62,7	16,8	30,8	17,2	0,1	6,2	7,7	7,0	99,8	12,2	40,5
2010	77,8	68,4	59,1	193,4	64,9	8,9	24,3	11,3	4,0	10,5	291,3	216,1	85,8
2011	264,8	16,6	17,0	0,6	--	--	--	23,9	0,1	18,4	77,5	59,2	53,1
2012	247,7	48,0	112,9	14,1	2,6	--	--	0,0	59,3	--	--	--	69,2
media	123,2	48,2	92,6	43,6	18,8	54,9	23,1	6,1	16,3	32,5	104,6	94,9	

Fonte: IIAM (2018).

Tabela 16:Elemento: Humidade relativa media mensal (em %)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	media
1997	77	78	75	70	73	70	--	--	--	66	--	--	73
1998	--	--	67	68	67	67	73	71	64	66	69	76	69
1999	76	89	76	80	74	72	--	70	65	62	70	66	73
2000	80	82	--	82	80	84	76	76	77	74	86	69	79
2001	73	81	85	78	75	74	73	--	71	67	77	78	76
2002	--	68	80	69	73	75	72	72	74	70	72	70	72
2003	66	68	--	73	72	82	77	66	68	62	70	66	70
2004	75	77	84	84	84	77	87	78	69	71	--	--	79
2005	66	70	73	73	74	51	--	75	69	65	--	77	69
2006	80	69	28	83	76	--	--	71	71	66	79	--	69
media	74	76	71	76	75	72	76	72	70	67	75	72	

Fonte: IIAM (2018).

Tabela 17:Elemento: Temperatura maxima média mensal (em °C)3275

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	media
2003	34,7	34,3	32,9	31,3	28,6	24,9	24,9	27,2	29,3	30,1	31,6	33,5	30,3
2004	33,4	32,0	30,2	29,4	26,9	25,1	23,9	27,4	28,5	30,7	--	--	28,8
2005	35,3	34,2	32,3	30,7	29,4	27,7	--	29,2	31,6	33,0	32,9	31,0	31,6
2006	31,4	34,3	29,4	29,8	27,1	24,7	26,8	27,2	29,0	--	31,5		29,1
2007	33,2	34,3	33,2	29,8	29,0	26,7	25,4	27,8	--	--	--	--	29,9
2008	31,7	33,9	31,8	30,2	29,3	27,0	26,9	29,2	30,5	31,9	32,7	32,8	30,7
2009	32,4	33,3	31,7	29,6	28,7	27,6	25,9	27,4	30,8	31,9	31,6	35,2	30,5
2010	34,1	34,4	33,0	30,1	29,6	26,6	25,4	27,0	30,8	33,2	31,7	32,3	30,7

2011	31,4	32,0	34,8	--	29,2	--	--	26,4	31,5	31,4	32,6	33,8	31,5
2012	33,0	33,5	32,6	29,3	29,4	--	--	29,7	29,0	31,5	32,7	--	31,2
media	33,1	33,6	32,2	30,0	28,7	26,3	25,6	27,9	30,1	31,7	32,2	33,1	

Fonte: IIAM (2018).

Tabela 18:Elemento: Temperatura minima media mensal (em °C)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
2003	21,4	22,4	21,4	18,5	15,4	13,7	11,8	12,0	15,6	17,2	19,3	20,5	17,4
2004	21,0	21,0	21,2	19,2	14,5	11,6	11,0	13,3	13,4	16,1	--	--	16,2
2005	21,1	20,4	18,9	17,3	14,1	13,1	--	13,0	16,1	16,8	19,3	19,1	17,2
2006	21,0	21,1	18,7	16,0	12,2	11,4	10,4	11,0	12,6	--	17,3	--	15,2
2007	18,6	20,4	19,3	16,1	13,0	11,9	10,6	11,7	13,4	14,5	17,7	19,0	15,5
2008	20,3	20,6	19,0	16,5	14,9	11,3	11,7	13,7	15,3	18,2	20,7	23,0	17,1
2009	23,9	22,7	20,1	17,7	16,0	13,7	11,3	12,6	17,8	19,5	20,6	23,3	18,3
2010	22,1	22,0	22,4	20,4	17,8	12,6	12,5	12,2	15,2	20,0	21,1	22,6	18,4
2011	23,0	20,8	22,6	--	16,7	--	--	12,2	15,9	18,4	20,1	21,3	19,0
2012	21,9	22,3	21,0	16,8	16,3	--	--	13,9	17,2	19,0	19,6	--	18,7
Média	21,4	21,4	20,5	17,6	15,1	12,4	11,3	12,6	15,3	17,7	19,5	21,3	

Fonte: IIAM (2018).

Anexos 6: Dados da campanha agrícola 2017-2018 (época quente).

Tabela 19: Campanha agrícola 2017-2018 no D7 (época quente)

Hidráulica de Chókwè, Empresa Pública																	
Campanha agrícola 2017- 2018												D7					
Época Quente																	
	Area Lavrada			Área semeada													
Culturas	Hortícolas	Arroz	Total	Arroz			Tom	Mil	Feij	Bat	Rep	Pep	Pim	Ceb	Cana	Outras	TOTAL
				sem. Direct	Transpl	Total											
Totais	36,75	86	122,75	6	80	86	8,5	17	0	0	1,5	7,8	0	0	0	1,75	123

Fonte : HICEP (2018)

Tabela 20: Campanha agrícola 2017-2018 do D7A (época quente)

Hidráulica de Chókwè, Empresa Pública																	
Campanha agrícola 2017- 2018 D7A																	
Época Quente																	
	Area Lavrada			Área semeada													
Culturas	Hortícolas	Arroz	Total	Arroz			Tom	Mil	Feij	Bat	Rep	Pep	Pim	Ceb	Cana	Outras	TOTAL
				sem. Direct	Transpl	Total											
Totais	35	27	62	0	27	27	19	1,8	2	0	2	4,8	0	0	0	1	57

Fonte: HICEP (2018)

Tabela 21: campanha agrícola 2017-2018 do DSH4 (época quente)

Hidráulica de Chókwè, Empresa Pública																	
Campanha agrícola 2017- 2018 DSH4																	
Época Quente																	
	Area Lavrada			Área semeada													
Culturas	Hortícolas	Arroz	Total	Arroz			Tom	Mil	Feij	Bat	Rep	Pep	Pim	Ceb	Cana	Outras	TOTAL
				sem. Direct	Transpl	Total											
Totais	7	36	43	0	35	35	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	42

Fonte : HICEP (2018)

Anexos 7: tabelas usadas para determinação dos caudais das entradas nos canais (secundários e terciários).

Tabela 22: Ficha descritiva geral do modulo de mascara do D7

FICHA DESCRITIVA GERAL			
TOMADA MÓDULO DE MASCARAS		Código:	TD7
Tipo de módulos de mascaras:	1 Módulo Neyrpic: XX1 360		
Localização:	Canal direito, berma esquerda	pk:	17.927
Obra que regula	Hidro-regulador Radial HRD7		
Caudal max do módulo	317 l/s		
Cotas:	Caudal	Cota	Posição / traço branco
	Q - 10%	27,38 m	0
	Q - 5%	27,40 m	+ 2 cm
	Q nominal	27,45 m	+ 7 cm
	Q + 5% (emergência)	27,48 m	+ 10 cm
	Q + 10%	27,49 m	+ 11 cm
	Caudal nulo no canal principal	27,34 m	-4 cm
	Cota da cima das paredes	27,89 m	+ 51 cm
Canal / zona alimentada	Canal D7		
Escala limnimétrica:	Montante do HR:	Cota do zero = 26,80 m	Cota da cima = 27,80m

FICHA DE OPERAÇÃO

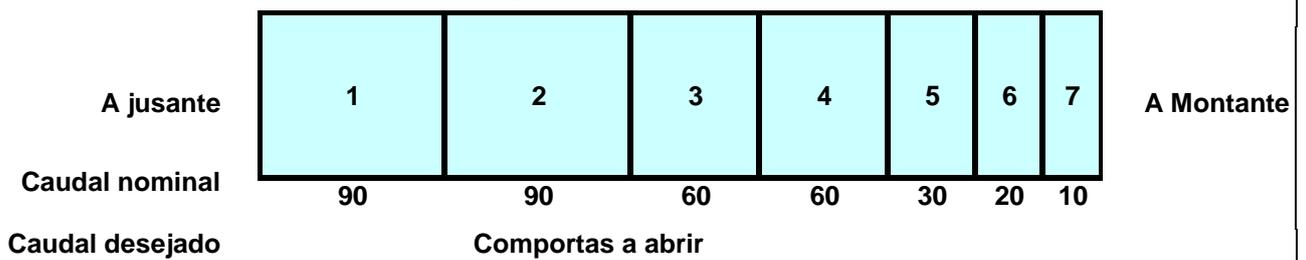
1-Manobras de operação

- A cada nova manobra, deve-se privilegiar a abertura dos módulos que ainda não foram manobrados;
- Os diferentes caudais podem ser calculados em função do nível de água em relação ao traço branco (ver as diferentes cotas acima);
- Ao atingir o nível correspondente a Q -10% e Q -5%, deve-se calcular o caudal indicado pelas portas menos respectivamente 10% e 5%;
- Ao atingir o **nível de emergência** (que não deve-se ultrapassar), o cantoneiro deverá avisar o chefe de zona, Neste caso, diferentes acções deveram ser feitas para reduzir o nível do canal principal (controlo sobre a regulação a montante);
- Deve se seguir os diferentes caudais em função da posição dos módulos,

2- Caudal em função das aberturas dos módulos

Módulo XX1 360

Comportas



Caudal desejado

Comportas a abrir

10							7
20						6	
30					5		
40					5		7
50					5	6	
60				4			
70				4			7
80				4		6	
90		2					
100		2					7
110		2				6	
120		2			5		
130		2			5		7
140		2			5	6	
150		2		4			
160		2		4			7
170		2		4		6	
180	1	2					
190	1	2					7
200	1	2				6	
210	1	2			5		
220	1	2			5		7
230	1	2			5	6	
240	1	2		4			
250	1	2		4			7
260	1	2		4		6	
270	1	2		4	5		
280	1	2		4	5		7
290	1	2		4	5	6	
300	1	2	3	4			
310	1	2	3	4			7
320	1	2	3	4		6	
330	1	2	3	4	5		
340	1	2	3	4	5		7
350	1	2	3	4	5	6	
360	1	2	3	4	5	6	7

Tabela 23: Ficha descritiva geral do módulo de mascara do D7A

FICHA DESCRITIVA GERAL			
TOMADA MÓDULO DE MASCARAS		Código:	TD7A
Tipo de módulos de mascaras:		1 Módulo Neyrpic: XX1 420	
Localização:	Canal direito, berma esquerda	pk:	17.917
Obra que regula	Hidro-regulador radial HRD7		
Caudal max do módulo	420 l/s		
Cotas:	Caudal	Cota	Posição / traço branco
	Q - 10%	27,38 m	0
	Q - 5%	27,40 m	+ 2 cm
	Q nominal	27,45 m	+ 7 cm
	Q + 5% (emergência)	27,48 m	+ 10 cm
	Q + 10%	27,49 m	+ 11 cm
	Caudal nulo no canal principal	27,34 m	- 4 cm
	Cota da cima das paredes	27,89 m	+ 51 cm
Canal / zona alimentada	Canal D7A		
Escala limnimétrica:	Montante do HR:	Cota do zero = 26,80 m	Cota da cima = 27,80m
FICHA DE OPERAÇÃO			
1-Manobras de operação			
<ul style="list-style-type: none"> • A cada nova manobra, deve-se privilegiar a abertura dos módulos que ainda não foram manobrados; • Os diferentes caudais podem ser calculados em função do nível de água em relação ao traço branco (ver as diferentes cotas acima); • Ao atingir o nível correspondente a Q -10% e Q -5%, deve-se calcular o caudal indicado pelas portas menos respectivamente 10% e 5%; • Ao atingir o nível de emergência (que não deve-se ultrapassar), o cantoneiro deverá avisar o chefe de zona, Neste caso, diferentes acções deveram ser feitas para reduzir o nível do canal principal (controlo sobre a regulação a montante); • Deve se seguir os diferentes caudais em função da posição dos módulos, 			

2- Caudal em função das aberturas dos módulos

Módulo XX1 420

Comportas

A jusante	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>90</td><td>90</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td><td>30</td><td>20</td><td>10</td> </tr> </table>								1	2	3	4	5	6	7	8	90	90	60	60	60	30	20	10
	1	2	3	4	5	6	7	8																
90	90	60	60	60	30	20	10																	
Caudal nominal	90	90	60	60	60	30	20	10																

10								8
20							7	
30						6		
40						6		8
50						6	7	
60					5			
70					5			8
80					5		7	
90		2						
100		2						8
110		2					7	
120		2				6		
130		2				6		8
140		2				6	7	
150		2			5			
160		2			5			8
170		2			5		7	
180	1	2						
190	1	2						8
200	1	2					7	
210	1	2				6		
220	1	2				6		8
230	1	2				6	7	
240	1	2			5			
250	1	2			5			8
260	1	2			5		7	
270	1	2			5	6		
280	1	2			5	6		8
290	1	2			5	6	7	
300	1	2	3		5			
310	1	2	3		5			8
320	1	2	3		5		7	
330	1	2	3		5	6		
340	1	2	3		5	6		8
350	1	2	3		5	6	7	
360	1	2	3	4				
370	1	2	3	4				8
380	1	2	3	4			7	
390	1	2	3	4		6		
400	1	2	3	4		6		8
410	1	2	3	4		6	7	
420	1	2	3	4	5	6	7	8

Tabela 24: Dados de medição dos caudais de entrada nos distribuidores (D7 e D7A)

	cota da medicacao		Cota de referencia		Cota a montante		Cota da soleira	Cota nominal	Q abertura (l/s)		Q modulo (m ³ /s)	
	D7	D7A	D7	D7A	D7	D7A			D7	D7A	D7	D7A
01	0.25	0.24	27.89	27.90	27.64	27.66	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
02	0.26	0.24	27.89	27.90	27.63	27.66	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
03	0.33	0.32	27.89	27.90	27.56	27.58	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
04	0.40	0.39	27.89	27.90	27.49	27.51	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
05	0.25	0.24	27.89	27.90	27.64	27.66	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
06	0.21	0.20	27.89	27.90	27.68	27.70	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
07	0.25	0.24	27.89	27.90	27.64	27.66	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
08	0.15	0.13	27.89	27.90	27.74	27.77	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
09	0.29	0.30	27.89	27.90	27.60	27.60	27.18	27.45	300	90	0.3	0.09
10	0.15	0.14	27.89	27.90	27.74	27.76	27.18	27.45	300	150	0.3	0.15
11	0.15	0.14	27.89	27.90	27.74	27.76	27.18	27.45	300	150	0.3	0.15
12	0.20	0.19	27.89	27.90	27.69	27.71	27.18	27.45	300	150	0.3	0.15

Tabela 25: Dados de medição dos caudais de entrada nos canais terciários

Lamina da água	Distancia (m)	Tempo (S)						Media (s)
		R1	R2	R2	R4	R5	R6	
18cm	3.5	15	15	14	16	16	13	14.8
	7	33	33	32	37	35	30	33.3
24 cm	3.5	6	7	6	6	6	6	6.2
	7	11	13	12	11	11	11	11.5
24cm	3.5	7	6	7	6	6	6	6.3
	7	14	13	14	13	13	12	13.2
13 cm	3.5	11	14	11	12	13	11	12.0
	7	18	21	18	20	20	18	19.2
42cm	3.5	14	13	13	13	13	13	13.2
	7	25	24	24	25	26	25	24.8
20	3.5	14	14	13	15	11	13	13.3
	7	27	27	24	26	24	25	25.5

Tabela 26: Resultados dos caudais de entrada nos canais terciários

Localização	Y (m)	B (m)	Área (m²)	Distancia (m)	Tempo medio (s)	Velocidade (m/s)	Caudal (m³/s)	Caudal (l/s)	v*k (0,68) (m/s)	Caudal (m³/s)
D7	0,18	0,375	0,068	3,5	14,8	0,236	0,016	15,96	0,161	0,011
	0,18	0,375	0,068	7	33,3	0,210	0,014	14,19	0,143	0,010
D7	0,24	0,375	0,090	3,5	6,2	0,565	0,051	50,81	0,384	0,035
	0,24	0,375	0,090	7	11,5	0,609	0,055	54,78	0,414	0,037
D7	0,24	0,375	0,090	3,5	6,3	0,556	0,050	50,00	0,378	0,034
	0,24	0,375	0,090	7	13,2	0,530	0,048	47,73	0,361	0,032
D7	0,13	0,375	0,049	3,5	12	0,292	0,014	14,22	0,198	0,010
	0,13	0,375	0,049	7	19,2	0,365	0,018	17,77	0,248	0,012
DSH4	0,2	0,375	0,075	3,5	13,3	0,263	0,020	19,74	0,179	0,013
	0,2	0,375	0,075	7	25,5	0,275	0,021	20,59	0,187	0,014
D7A	0,42	0,65	0,137	3,5	13,2	0,265	0,036	36,19	0,180	0,025
	0,42	0,65	0,137	7	24,8	0,282	0,039	38,53	0,192	0,026

Anexos 8: tabela da caracterização das infraestruturas.

Tabela 27: Resultados da caracterização das infraestruturas

Item	Situação actual	D7	D7A	Total	Observação
Canais secundários					
Canais secundários	Estado crítico	0	1	1	Elevado nível de infestação, transbordos, assoreado, fugas.
	Estado medio	1	0	1	Baixo nível de infestação, menos assoreado.
	Excelente	0	0	0	Baixo nível de infestação, não assoreado, sem fugas.
Total		1	1	2	
Tomadas					
Tomadas	Estado crítico	10	5	15	Sem comporta, infestação elevado, rachaduras, fugas na estrutura e na comporta.
	Estado medio	7	3	9	Infestação baixa, com comporta, sem fugas
	Excelente	4	0	4	Sem infestação, comporta num bom estado, sem rachaduras, sem fugas.
Total		20	8	28	
Caleiras					
Caleiras	Estado crítico	11	5	17	Infestação elevada nos lados, fugas nas juntas, transbordos, assoreado, caleira destruída, sem comportas.
	Estado medio	7	4	12	Caleira não destruída, baixa infestação, não assoreado, fugas nas juntas.
	Excelente	0	0	0	Caleira num bom estado, sem fugas nas juntas, sem infestação e não assoreado, com comportas.
Total		18	9	27	
Infraestruturas de HDR7					
Comportas planas	Estado crítico	2			Sem mecanismo de manobra, enferrujado, fugas, pecas fixas degradadas

	Estado medio	3	Sem mecanismo de manobra, menos enferrujado, sem fugas.
	Excelente	2	Com todas pecas em dia, sem fugas.
Total		7	
Comportas radiais	Estado critico		Sem mecanismo de manobra, enferrujado, pecas fixas destruídas, fugas
	Estado medio	2	Sem mecanismo de manobra, menos enferrujado, sem fugas
	Excelente		Com todas pecas em dia e sem fugas
Total		2	
Passadeira	Estado critico		Rachas nas paredes (betão), pecas metálicas enferrujadas.
	Estado medio	1	Menos rachaduras, parte metálica em bom estado.
	Excelente		Sem todas dificuldades apresentadas acima.

Apêndices



Número:

Sector

Ano

Mês

Número

PEDIDO DE MANUTENÇÃO

NOME:

DESTINATÁRIO:

Identificação da infraestrutura:

Código de manutenção

Descrição do pedido de manutenção:

Grau de urgência:

Enviado em:

Assinatura:

Data de início do trabalho:

Data de fim do trabalho:

Relatório da manutenção

Modificação das características da obra:

Peças trocadas:

Empresa contratada:

Nome:



Figura 18: Canal terciário ou caleira destruído durante as inundações.



Figura 19: Estradas agrícolas alagadas.



Figura 20: Perdas de água através de fugas nas caleiras.



Figura 21: Estado actual (elevado nível de infestação) no canal secundário do D7A.



*Falta de limpeza
no canal
terciário.*

Figura 22: Falta de operações de limpeza nos canais terciários.



Comportas do tipo modulo de mascara.

Figura 23: Comportas do tipo modulo de mascara do D7.