



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Influência dos Níveis de Serviço de Saneamento para a Qualidade de Água de Poços Rasos Residenciais nos Bairros 5º Congresso e Alto Macassa na Vila sede de Vilankulo

Licenciatura em Engenharia Rural Especialização em Água e Saneamento

Álvaro Rosário Cambula Panguana

Vilankulo, Agosto de 2017

Álvaro Rosário Cambula Panguana

Influência dos Níveis de Serviço de Saneamento para a Qualidade de Água de Poços Rasos Residenciais nos bairros 5º Congresso e Alto Macassa na Vila sede de Vilankulo

Trabalho de Culminação de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Desenvolvimento Rural – Universidade Eduardo Mondlane para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Rural.

Supervisor:

dr. Timóteo Wiliamo, (MSc)

UEM - ESUDER

Vilankulo

2017

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Álvaro Rosário Cambula Panguana**, declaro por minha honra que este trabalho de culminação de curso é da minha autoria e é fruto da minha investigação. Nunca foi apresentado em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau acadêmico, sendo esta a primeira vez que o submeto nesta instituição de ensino superior, ESUDER.

Vilankulo, Agosto de 2017

(Álvaro Rosário Cambula Panguana)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família (Mãe, Irmãos, Avó e Namorada) em especial ao meu ente querido “Vovó Elija Cambula” que sempre me incentivou para seguir em frente nos estudos, não importassem as dificuldades pois um homem só é homem com sabedoria.

“O acesso à água potável é uma necessidade humana fundamental e portanto, um direito humano básico. A água contaminada põe em risco a saúde física tanto como a saúde social de todas as pessoas. É uma afronta à dignidade humana.” – Kofi Annan, ex- Secretário Geral das Nações Unidas.

AGRADECIMENTOS

Neste momento, muito especial, agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida, saúde, oportunidade e pela Fé que me sustentou até aqui;

A minha Avó Rabeca Solomone, minha mãe Ermelinda Cambula e meus irmãos Victor Mayamba, Lúcia Panguana, Rabeca Cambula e Chelsea Tembe, meus sobrinhos Jennifer, Queiluny, Juvio, Queiron, Telvis, Ziltor, meus cunhados Queiroz e Telma. Dizer que todos são meus alicerces, pelo consolo nos momentos difíceis, por serem amigos exemplos de dignidade e trabalho e que com muito carinho, amor, sacrifício e paciência tudo fizeram para que eu me tornasse o que sou hoje, o meu *kanimambo*.

A minha namorada Nelsa Vilanculos pelo suporte, companhia, força proporcionada nos momentos difíceis desta caminhada e por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida.

A minha família Cambula tios, Primos, Sobrinhos que sempre me apoiaram e torceram por mim. Ao irmão que ganhei com a formação, conselheiro, motivador, inspirador e grande amigo Jermias Vilanculos.

Ao meu supervisor dr. Timóteo Wiliamo MSc pela colaboração, dedicação, paciência nos momentos de ensinamento, os meus mais sinceros agradecimentos;

Ao Laboratório de água para o consumo humano na pessoa do Sr. Afonso Matola, pela oportunidade de estágio, paciência e disponibilidade nos momentos de ensinamentos e pela amizade, o meu muito obrigado.

O meu obrigado aos residentes dos bairros 5º Congresso e Alto-Macassa por terem facultado informações e terem sido participativos no processo de colecta de dados.

Aos docentes da ESUDER pelos conhecimentos transmitidos e puxões de orelhas quando necessário. Aos meus amigos que me suportaram durante a formação, foram companheiros e meus anjos Zilda Macaringue, Iracelma Miloca, Valdez, Luda, Benilza, Domingas Guila, Jaime, Madime, Malache, Anifa, Elifiteria.

A VAJKA e todos colegas da Engenharia Rural 2013 e ao Departamento da Engenharia pelos bons e maus momentos que juntos vivemos e pela troca de experiencias. A todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira para minha formação, para a realização deste trabalho ou que apenas torceram para que isso dar certo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PMGA - Plano Municipal de Gestão Ambiental

MISAU – Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial de Saúde

ODM – Objectivo de Desenvolvimento do Milénio

EMA - Empresa Moçambicana de água

NMP – Numero mais provável

ONU- Organização das Nações Unidas

JMP - Programa de Monitoria Conjunta (*WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme*)

O&M - Operação e Manutenção (*Operation and minor maintenance*)

WASH - Água, Saneamento e Higiene (*Water, Sanitation and Hygiene*)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fossa por via seca.....	12
Figura 2: Fossa seca revestida.....	12
Figura 3: Fossa séptica.....	13
Figura 4: Aquífero.....	20
Figura 5: Mapa de localização da vila sede de Vilankulo.....	30
Figura 6: Esquema Metodológico.....	33
Figura 7: Garrafas Duran usadas para colecta de amostra.....	35
Figura 8: Condutímetro.....	37
Figura 9: Turbidímetro.....	38
Figura 10: ph metro.....	38
Figura 11: Reagente e meio de cultura	40
Figura 12: Filtração e resultado após incubação das amostras	41
Figura 13: Colorímetro.....	41
Figura 14: Exemplo de covas para deposição de resíduos sólidos e líquidos.....	45
Figura 15: Captação de água manual com balde.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores de níveis de serviço.....	16
Tabela 2: Lista de vantagens e desvantagens de poços rasos escavados.....	22
Tabela 3: Características dos poços analisados.....	46
Tabela 4: Resultados (valores max. Med e min) de condutividade, turvação e Ph.....	50
Tabela 5: Resultados de valores da segunda fase.....	51
Tabela 6: Valores obtidos de Ferro e Manganês.....	53
Tabela 7: Padrões de saneamento.....	VIII
Tabela 8: Escada de Serviços de Saneamento para Resíduos Sólidos proposta pela WASHCost.....	VIII
Tabela 9: Limites admissíveis de parametro microbiológico segundo MISAU.....	IX
Tabela 10: Limites admissíveis de parâmetro físicos e organolépticos segundo MISAU.....	IX
Tabela 11: Limites admissíveis de parâmetros químicos segundo MISAU.....	X

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição de água no mundo.....	18
Gráfico 2: Acessibilidade (Distancia entre as latrinas e as casas, e tipos de latrinas)	43
Gráfico 3: Utilidade.....	43
Gráfico 4: Fiabilidade.....	44
Gráfico 5: Protecção ambiental (distância entre latrinas e poços de captação de água)	45
Gráfico 6: percentagem de coliformes.....	50
Gráfico 4: Valores de condutividade eléctrica no bairro 5º Congresso.....	IV
Gráfico 5: Valores de condutividade eléctrica no Bairro Alto-Macassa.....	V
Gráfico 6: Valores da Turvação do bairro 5º Congresso.....	V
Gráfico 7: Valores da Turvação no Bairro Alto-Macassa.....	V
Gráfico 8: valores de pH no bairro 5º Congresso.....	VI
Gráfico 9: Valores de pH no bairro Alto-Macassa.....	VI

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICES:

Apêndice 1. Modelo do questionário aplicado para residências com poços.....	I
Apêndice 2: Modelo de questionário sobre índices de Saneamento	II
Apêndice 3: Tabela de Resultados	III
Apêndice 4: Valores de condutividade eléctrica.....	IV
Apêndice 5: Valores da Turvação no Bairro.....	V
Apêndice 6: valores de Ph.....	VI
Apêndice 7: Tipos de latrinas.....	VI
Apêndice 8: Tabela de resultados da segunda fase.....	VII

ANEXOS:

Anexo 1. Padrões de saneamento.....	VIII
Anexo 2: Escada de Serviços de Saneamento para Resíduos Sólidos.....	VIII
Anexo 3: Parâmetro de qualidade destinada ao consumo humano e seus riscos para a saúde pública.....	X
Anexo 4: Tipos de poços Rasos.....	X

GLOSSÁRIO

Agentes infecciosos – são também chamados de agente patógeno, são organismos causadores de infecções que estão presentes em nosso ambiente dentre eles vírus, bactérias, fungos, protozoários.

Antropogênica – São aqueles derivados de actividade, em oposição a aqueles que ocorrem em ambiente natural sem influência

Solução standard – Solução padrão de uma dada substância

Captação – Acção de utilizar maneiras artificiais para tirar proveito de algo.

Contaminação – Qualquer substancia num ambiente ao qual não pertença que causa problemas estéticos e de risco a saúde.

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo geral avaliar os parâmetros de qualidade de água nos poços residenciais nos bairros 5º Congresso e Alto Macassa, para a obtenção de conhecimentos da real situação da qualidade de água captada e as condições de níveis de serviço de saneamento, subdivido pelos específicos em que foram, identificar os níveis de serviço de saneamento das residências com poços, analisar os parâmetros físicos e organolépticos (cor, cheiro, condutividade, sabor, pH e turvação), microbiológicos (coliformes fecais e coliformes totais), químicos (Ferro, Cobre, Manganês, Solidos Totais Dissolvidos e Oxigenio Dissolvido). Entretanto foram analisados qualitativamente 40 poços rasos na vila sede de Vilankulo precisamente nos bairros 5º Congresso e Alto-Macassa (em que as mesmas análises foram efectuadas em duas fases), para as análises microbiológicas o método empregue foi de membranas filtrantes para determinação do Número Mais Provável (NMP), para as análises físicas e químicas foram feitas medições directas usando aparelhos especializados (pHmetro, colorímetro, turbidímetro). Em termos níveis de serviço de saneamento fez-se um inquérito a 40 famílias sendo 20 em cada bairro, onde para a escolha dos mesmos foi utilizado a amostragem intencional não probabilística para obtenção de dados e observação directa no local, onde constatou-se que todas residências têm no mínimo uma latrina, no geral em termos de providência de serviços pode afirmar-se que a maioria tem serviços de saneamento limitado e a forma mais comum de deposição de resíduos sólidos e líquidos é a deposição directa no solo sem tratamento o que aumenta o risco de contaminação da água visto que localização da maioria dos poços não obedece os padrões de distância mínima entre as latrinas e sarjetas aliado ao fraco uso da prática de tratamento da água para o consumo, contudo o maior problema reside na qualidade de água em que de acordo com todos parâmetros de qualidade de água analisados apenas 5% da amostra no bairro 5º Congresso e 15% no bairro Alto-Macassa possuem água potável, ou seja, apresentam todos parâmetros dentro dos padrões de potabilidade.

Palavras-chaves: Poços rasos, qualidade de água, níveis de serviço de saneamento

Índice

Conteúdo	Páginas
Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	iii
Lista de abreviaturas e siglas.....	iv
Lista de figuras.....	v
Lista de Tabelas.....	v
Lista de Gráficos.....	vi
Lista de apêndices e anexos.....	vi
Glossário.....	vii
Resumo.....	viii
1.INTRODUÇÃO.....	3
1.1.Problema.....	4
1.2.Justificativa.....	5
1.3.Objectivos.....	6
1.3.1.Geral.....	6
1.3.2.Específicos.....	6
1.4.Hipótese.....	6
1.4.1.Hipótese 1.....	6
1.4.2.Hipótese 2.....	6
II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.Saneamento.....	8
2.1.Escada de saneamento.....	9
2.1.1.A disposição de dejectos em áreas rurais.....	10
2.1.2.Barreiras Sanitárias.....	11
a) Fossa seca.....	11
a.1.) Fossa seca revestida.....	12
a.2.) Fossa seca estanque.....	12
b) A fossa séptica.....	13
2.1.3.Disposição dos Resíduos Sólidos.....	14
2.2.Níveis de Serviço de Saneamento.....	14

a) Serviço melhorado:	15
b) Serviço Básico:	15
2.2.1. Indicadores de Níveis de Serviço	16
a) Acessibilidade	16
b) Fiabilidade	16
2.3. Água	17
2.3.1. Distribuição de água na terra.....	17
2.3.2. Água Subterrânea	18
a) Vantagens das águas subterrâneas	19
b) Aquífero	19
c) Captação de água subterrânea	21
c.1) Poços de captação de água subterrânea.....	21
2.4. Qualidade de água	26
2.4.1. Parâmetros de qualidade de água	26
3. METODOLOGIA	30
3.1. Descrição da Área de Estudo	30
a) Localização Geográfica.....	30
b) Características físicas – naturais	30
c) Vegetação & Fauna	31
d) População.....	31
e) Estado Do Ambiente Urbano	32
3.2. Metodologia Empregue	33
a) Definição da Amostra	33
b) Técnicas de Colecta de Dados	34
3.3. Métodos de Análise e Interpretação de Dados	34
a) Análise Física.....	36
b) Análise Microbiológica.....	38
c) Parâmetros químicos	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Serviços de saneamento	42
4.2. Características dos poços analisados.....	46

4.3.Resultados dos Parâmetros Físicos e Organolépticos da 1ª Fase.....	48
4.3. Parâmetros Microbiológicos	50
4.4. Resultados dos Parâmetros Físicos e Químicos da 2ª Fase.....	50
5.CONCLUSÃO	54
5.1.RECOMENDAÇÕES	55
6. BIBLIOGRAFIA.....	56
APÊNDICE E ANEXOS	60

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem precioso e imprescindível para os seres vivos, é um recurso natural limitado mas renovável e contribui directamente para o desenvolvimento socioeconómico do país (OLIVEIRA *et. al.*, s/d). Entretanto o desenvolvimento desfreado das indústrias, tem vindo a aumentar o consumo do precioso líquido, gerando assim conflitos na busca ou aquisição do mesmo, pois suas reservas estão comprometidas em termos de quantidade e qualidade, exigindo assim o homem a usá-los de um modo racional a otimizar os seus benefícios e garantir que o mesmo recurso seja usando hoje, amanhã e pelas futuras gerações (REPÚBLICA DE MOCAMBIQUE, 2007).

O presente trabalho pretende avaliar a qualidade de água dos poços domiciliare e características dos respectivos poços, para a obtenção de dados relativos á qualidade de água captada e as condições de níveis de serviço de saneamento nas residências.

A crescente demanda e escassez dos recursos hídricos faz com que muitas vezes certos parâmetros de qualidade de água sejam ignorados principalmente nas vilas e zonas rurais, onde de certo modo tal facto acontece por falta de informação e a grande necessidade da água para acções básicas (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Em Vilankulo umas das formas mais difundidas de captação de água são os poços rasos escavados, muitas vezes sem observação dos critérios básicos de construção e da qualidade de água existente no local (ANDREA & ASSO, 2015).

Nesse âmbito devemos ter em conta também a questão do saneamento do meio pois segundo BRASIL (2007), a maioria dos problemas sanitários que afectam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que aflige a humanidade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento. Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e a serviços básicos, embora todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza (BRASIL, 2007).

1.1.Problema

A água pode afectar a saúde do homem, através da ingestão directa, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas actividades de lazer. No entanto, ocasionalmente, são aí introduzidos organismos parasitários e ou patogénicos que, utilizando a água como veículo pode causar doenças, constituindo, portanto, um perigo sanitário potencial.

A maior parte da população encontra-se nas zonas rurais, e é nestas zonas onde encontramos maiores desafios na área de água e saneamento no que concerne ao acesso limitado da água aliado a desistência de alunos na escola devido a procura de água, e maior incidência de doenças de veiculação hídrica, por este facto há uma necessidade de olhar de forma preocupante para a qualidade de água e as condições de saneamento básico nesses pontos do país e não apenas para a disponibilidade dos serviços. Segundo a ONU (2002), Moçambique tem uma das mais baixas coberturas no mundo de abastecimento de água potável com uma diferença significativa de 29% nas zonas rurais, o acesso a água desempenha um papel importante na redução dos níveis de pobreza.

Segundo um estudo realizado por *WATER AND SANITATION PROGRAM* (WSP-2011) em Vilankulo, refere que 46.8% da população têm acesso a água através de água canalizada, e os restantes 53.2% se abastecem de fontes de água não canalizada, incluindo poços e furos, rios e lagoas. Dai a escolha dos bairros (5º Congresso e Alto Macassa) dado que muitas famílias recorrem ao uso de poços tanto públicos como privados para a recolha de água, os poços rasos particulares de captação de água são geralmente pouco profundos e o risco de poluição da água é tanto maior quanto mais próximo da superfície ela se encontrar, os resíduos sólidos, líquidos, os pesticidas, nitratos e bactérias podem facilmente infiltrar-se até estas profundidades (WSP, 2011; ANDREA & ASSO, 2015). Ainda na vila municipal de Vilankulo, segundo o CONSELHO MUNICIPAL DA VILA DO VILANKULO (CMVV-2007) cita que o serviço Municipal de recolha de lixo em Vilankulo foi estabelecido em 2002 e ainda não abrange a maior parte da Vila, o lixo é recolhido somente aos (125) clientes com contrato com o Conselho Municipal da Vila de Vilankulo e nos nove mercados na Vila com recolha ocasional do lixo na praia e dos montes acumulados ao longo das vias principais.

Segundo MINISTÉRIO DA SAUDE-MISAU (2004), o controlo da qualidade de água deve ser feito no mínimo uma vez por mês, prática essa que não é comum e raras vezes é feita

principalmente nos poços domiciliares. É face á essa situação que se remete a seguinte questão, **será que a qualidade de água captada dos poços sofre alguma influência directa com os níveis de serviços de saneamento dessas residências?**

1.2. Justificativa

Estudos já feitos mostram que investir num bom saneamento economiza nos valores usados para a compra de medicamentos e ainda pode gerar uma renda (BRASIL, 2007).

A falta de estrutura sanitária para acondicionamento dos resíduos, principalmente o maneiio inadequado de dejectos humanos e de animais incorporadas ao solo, são os factores mais importantes de contaminação dos recursos hídricos. Ainda outro problema muito grave está relacionado com as infiltrações de fossas, onde estas comprometem a qualidade da água que circula nos lençóis freáticos. A qualidade de água dos poços deve ser dada muita importância e não buscando apenas a quantidade para a satisfação das necessidades básicas pois podem estar a resolver uma necessidade perigando assim a saúde. Outro factor é a não observância de critérios básicos para a abertura de poços e a sua localização que é outro factor importante no que tange a qualidade da água a captar. Também a disposição de resíduos residenciais tanto sólidos como líquidos que ditam a níveis de saneamento de um certo local.

Grande parte da população usa latrinas tradicionais, portanto o terreno (solo) está contaminado pela presença generalizada de latrinas tradicionais, isto é, com a infiltração directa no solo dos dejectos, a ausência de um sistema de esgoto e de um adequado sistema de depuração na vila permite a contaminação do lençol freático. Frequentemente as fontes domiciliares encontram a uma curta distancia do solo e não estão protegidas ficando expostas à proximidade das pessoas, animais e outras eventuais fontes de contaminação.

Frequentemente as fontes domiciliares (poços rasos) encontram se a uma curta profundidade do solo e não estão protegidas ficando expostas à proximidade das pessoas, animais e outras eventuais fontes de contaminação. Um estudo realizado pela WSP (2011), observou-se que muitas famílias recorriam ao uso de poços tanto públicos como privados para a recolha de água, nos bairros 5º Congresso e no bairro Alto Macassa. Outros estudos realizado pela Universidade de Brescia (ANDREA & ASSO, 2015) apurou que o poço domiciliar sem protecção é a fonte de água mais crítica e muitas vezes está muito contaminado, e provem de uma camada superficial sujeita a infiltração das águas residuais provenientes de latrinas e esgotos.

1.3.Objectivos

1.3.1. Geral

- Avaliar os parâmetros de qualidade de água nos poços rasos residenciais nos bairros 5º Congresso e Alto Macassa (Vila sede de Vilankulo).

1.3.2. Específicos

- Identificar os níveis de serviço de saneamento das residências com poços nos bairros 5º Congresso e Alto Macassa.

- Analisar os parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos da água de poços rasos residenciais nos bairros 5º Congresso e Alto Macassa.

1.4.Hipótese

1.4.1. Hipótese 1

H0: A água dos poços de captação subterrânea não apresenta boa qualidade.

Se os poços não foram construídos observando os padrões necessários, a qualidade de água nos mesmos não será boa e os índices dos parâmetros podem estar muito longe do recomendado pelo MISAU e OMS.

H1: A água dos poços de captação subterrânea apresenta boa qualidade.

Se os poços foram construídos observando os padrões necessários, a qualidade de água nos mesmos será boa e os índices dos parâmetros não estará muito longe do recomendado pelo MISAU e OMS.

1.4.2. Hipótese 2

H0: A qualidade da água é influenciada directamente pelas condições de saneamento do meio nas residências

Se as condições de saneamento do meio (disposição de resíduos, tipo de latrinas e acessibilidade) não forem observadas com rigorosidade podem poluir os solos e conseqüentemente o lençol freático o que pode adulterar a qualidade da água.

H1: A qualidade da água não é influenciada directamente pelas condições de saneamento do meio nas residências

Se as condições de saneamento do meio (disposição de resíduos, tipo de latrinas e acessibilidade) forem observadas com rigorosidade podem não poluir os solos e consequentemente o lençol freático estará livre de contaminação e a qualidade da água será boa.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. Saneamento

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, à produtividade do indivíduo e facilitar a actividade económica INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB, 2012). Saneamento actualmente é dividido em cinco segmentos: abastecimento de água, rede de esgotos, drenagem pluvial, controle de vectores e resíduos sólidos (CISAM/AMVAP, 2006). Outros autores defendem que “O saneamento inclui um conjunto de actividades relacionadas à práticas de higiene, educação sanitária e ambiental e demais serviços especializados, com a finalidade de proteger e melhorar a condição de vida tanto nos centros urbanos como nas comunidades rurais” (COSTA & GUILHOTO, 2014; MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2002).

O principal objectivo do saneamento é a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida das pessoas aliada à preservação do meio ambiente (CISAM/AMVAP, 2006). Contudo a utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte (BRASIL, 2004). Pois quando as políticas são feitas ou implementadas, a área rural é a ultima a ser olhada passando grande parte dos investimentos para a área urbana ou cidades (REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE, 2007).

A importância do saneamento e sua relevância à saúde humana remontam às mais antigas culturas. O desenvolvimento do saneamento sempre esteve ligado à evolução das civilizações, às vezes retrocedendo, outras renascendo com o aparecimento de outras. Essa descontinuidade da evolução do serviço está ligada, em grande parte, aos poucos meios de comunicação do passado (ITB, 2012).

A maioria dos problemas sanitários que afectam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente e a qualidade de água. Um exemplo disso é a diarreia que com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que aflige a humanidade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (BRASIL, 2004). Mais de um bilhão dos habitantes da terra não tem acesso a habitação segura e a serviços básicos, embora

todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza (BRASIL, 2004).

O acesso à água potável e ao saneamento seguro continua a ser um dos maiores desafios em África e em Moçambique em particular. Estima-se que a higiene precária e a falta de saneamento adequado contribuem em cerca de 90% para todas as mortes que se registam devido a doenças diarreicas nos países em desenvolvimento como Moçambique, FORÚM DA SOCIEDADE CIVIL PARA OS DIREITOS DA CRIANÇA (ROSC, 2014). Segundo o ROSC (2014), um Inquérito de Base 2011 do Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural (PRONASAR) 2, indica que a grande maioria (94%) dos agregados familiares não usa nenhum método de tratamento da água, o que é preocupante, na medida em que 55% dos agregados familiares nas zonas rurais buscam água para consumo em poços não protegidos e em rios ou lagoas. No que se refere ao saneamento, apenas 22% dos agregados familiares tem acesso a serviços ou infra-estruturas de saneamento não partilhados e as disparidades entre a zona urbana (44%) e rural (12%) são igualmente bastante elevadas (ROSC, 2014).

Existem dados diferentes na literatura sobre o acesso ao saneamento melhorado nas áreas rurais de Moçambique. Eles variam de 40% (UNDP-Moçambique, 2010) para 4% (WHO/UNICEF JMP, 2010) nas áreas rurais e entre 50% (UNDP-Moçambique, 2010a) e 38% (WHO/UNICEF JMP, 2010a) nas áreas urbanas citado por (ROSC, 2014).

Segundo COSTA & GUILHOTO (2014), a falta de tratamento do esgoto sanitário doméstico ou fossas sépticas, traz várias consequências negativas para a sociedade, seja rural ou urbano, pode ocasionar diversas doenças, denominadas doenças feco-orais, que têm como marco principal as doenças diarreicas. Pois cerca de 90% das mortes por diarreia são atribuídas às más condições sanitárias, como água, esgoto e higiene (UNICEF / WHO, 2009) citado por (COSTA & GUILHOTO, 2014). Até os dias actuais uma das maiores causas de mortes por diarreia tem sido por más condições sanitárias principalmente nas zonas rurais e Moçambique não é excepção (ROSC, 2014).

2.1. Escada de saneamento

O conceito da ‘escada de saneamento’ teve origem como um instrumento participativo de tomada de decisões nos anos 1980’s. Segundo *IRC-INTERNATIONAL WATER AND SANITATION CENTRE* (IRC, 2012) um programa conjunto de monitoria da OMS / UNICEF em

2008, adoptou o conceito da escada no desenvolvimento de um quadro global de monitoria para o alcance dos objectivos do desenvolvimento do milénio (ODM), sobre a água e saneamento através da distinção entre as instalações de saneamento ‘melhoradas’ e ‘não melhoradas’.

Antigamente para a escada de saneamento o principal indicador para diferenciar as latrinas entre as ‘melhoradas’ e as ‘não melhoradas’ era a presença da laje de cimento. Mas recentemente, o enfoque mudou, não olhando apenas para a presença ou tipo de latrina mas também nas instalações no seu todo, tecnologias empregues e no desuso da prática de fecalismo a céu aberto (IRC, 2012).

Segundo IRC (2012), no quadro normativo do Governo de Moçambique, uma latrina melhorada é aceitável, mas uma latrina tradicional não é. No entanto, parece ser necessário fazer uma distinção entre os que utilizam uma latrina tradicional e aqueles que simplesmente não têm nenhuma latrina.

O saneamento é promovido como sendo uma latrina por família. Uma latrina compartilhada é considerada abaixo do normal e não é muito comum em Moçambique nas zonas urbanas, mas em algumas zonas peri-urbanas e nas zonas rurais é comum. Para os resíduos sólidos, qualquer forma de enterrar, queimar ou colectar e despejar é aceite pelas normas nacionais para as zonas rurais. Contudo, nas zonas peri-urbanas, exige-se um sistema de recolha e eliminação (IRC, 2012).

2.1.1. A disposição de dejectos em áreas rurais

Em áreas rurais o destino adequada dos dejectos (fezes) não é meramente um problema técnico. O uso de fossas secas e outros tipos de latrinas tem sido considerado uma conduta apropriada e relativamente barata. Um número considerável de modificações dessas latrinas tem sido proposto para as mais diversas situações nas quais circunstâncias adversas como terreno rochoso e lençol freático muito superficial têm que ser superadas. Na grande maioria das vezes a dificuldade com o destino dos dejectos na zona rural consiste em convencer as pessoas a usar e a manter a latrina (CISAM/AMVAP, 2006).

Nos países em desenvolvimento nem sempre é possível a utilização de sistema de esgotos convencionais, particularmente em áreas rurais, por uma série de factores como a distância entre as edificações, falta de água canalizada e custo de operação e manutenção. A solução individual para o destino dos dejectos pode ser por via seca quando não é feito uso de água e por via hídrica

quando, para afastar os dejectos, faz-se uso de uma descarga de água de modo automático ou não (CISAM/AMVAP, 2006).

2.1.2. Barreiras Sanitárias

A maneira de romper a cadeia de transmissão das doenças relacionadas com os dejectos é através do uso de barreiras sanitárias (uso de latrinas) que constitui na disposição conveniente dos dejectos, de modo que estes não sejam acessíveis ao homem e aos vectores, não poluam a água e o solo, e não acarretem outros inconvenientes, tais como maus odores e mau aspecto no ambiente. Podem ainda proporcionar o aproveitamento dos dejectos em usos diversos e ao não permitir a transmissão de doenças, melhoram a vida das comunidades e garantem o desenvolvimento das mesmas (CISAM/AMVAP, 2006).

a) Fossa seca

A fossa seca consiste basicamente numa escavação no solo com forma cilíndrica (diâmetro 0,80 m) ou de secção quadrada (lado 0,80 m) na qual as fezes e o material de asseio (papel, etc.) são depositados. Na boca da fossa deve ser construída uma base suporte para a sustentação do piso da privada no qual existe um orifício para a passagem do material fecal e outros. Sobre o piso da privada é construída uma casinha provida de porta para abrigar o usuário. Os materiais envolvidos na construção da privada com fossa seca, particularmente da base e do piso, dependem da estabilidade do terreno, da disponibilidade e das posses do proprietário, podendo ser constituídos de concreto, madeira, etc. (CISAM/AMVAP, 2006).

O volume da fossa deve ser de pelo menos $0,06 \text{ m}^3$ (60 litros) / pessoa por cada ano de uso da privada, mais uma folga superior na altura de 50 cm. Uma característica fundamental da fossa seca é que ela não deve receber água de descargas, de banhos, de lavagem, de chuva ou mesmo água do solo quando o nível da água subterrânea for muito alto. Seus principais problemas durante o seu uso são a geração de odor e a proliferação de insectos, particularmente a mosca e baratas. Em ambos os casos a não admissão de água na fossa contribui para a diminuição, mas não para a extinção do problema (CISAM/AMVAP, 2006).

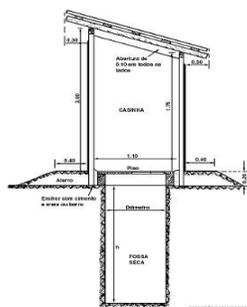


Figura 1: Fossa por via seca

Fonte: (CISAM/AMVAP, 2006).

a.1.) Fossa seca revestida

A fossa seca revestida é uma modificação do modelo básico da fossa seca feita para terrenos com risco de desmoronamento. A fossa é revestida com materiais diversos capazes de conter o solo lateralmente. Madeira, alvenaria de tijolos ou pedras, anéis pré-fabricados e tonéis, têm sido utilizados nessa função (CISAM/AMVAP, 2006).

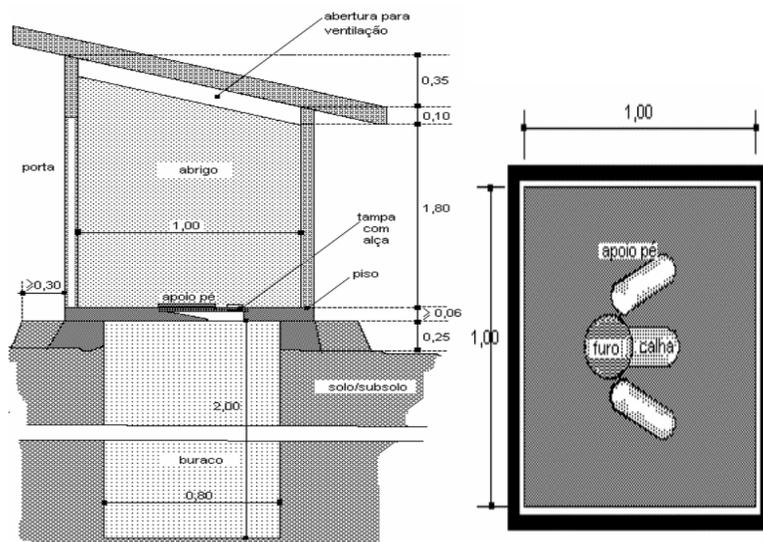


Figura 2: Fossa seca revestida

Fonte: (CISAM/AMVAP, 2006); Autor

a.2.) Fossa seca estanque

É uma variante da fossa seca, feita para áreas com risco de entrada de água na fossa, ou quando a escavação não é possível. No fundo da fossa é construída uma laje de concreto simples e sobre esta são erguidas as paredes de alvenaria de tijolos ou com elementos pré-moldados. Fundo e paredes são revestidos com argamassa de cimento e areia garantindo a não entrada de

água da fossa. Este tipo de fossa seca apresenta a facilidade de ser construída enterrada, semienterrada e mesmo apoiada no solo, particularmente quando o nível do lençol freático é muito elevado ou quando o terreno é rochoso (CISAM/AMVAP, 2006).

b) A fossa séptica

A fossa séptica já tem mais de um século. É uma unidade de tratamento destinada a receber esgotos, particularmente aqueles de origem doméstica, e, tratá-los através de uma combinação de mecanismos físicos e biológicos. É um tanque com paredes verticais de alvenaria revestida ou em concreto, apoiadas sobre uma laje de concreto simples, provido de cobertura de lajotas removíveis de concreto armado e tendo uma ou duas câmaras. Também pode, normalmente, ter forma cilíndrica ou quadrada (CISAM/AMVAP, 2006).

O tanque séptico recebe as águas residuárias que vem de actividades tão distintas como: descarga sanitária, despejo de lavatórios, águas do asseio corporal e de lavagem de roupas, de modo contínuo e, portanto, à entrada dessas águas corresponderá a saída de idêntica quantidade de esgoto tratado. As principais funções do tanque séptico são sedimentação de partículas sólidas, digestão de lodo e armazenamento do lodo digerido. A sedimentação é caracterizada pela deposição de partículas sólidas no fundo do tanque por acção do seu próprio peso. Essas partículas assim depositadas vão formando, com o tempo, uma camada de lodo, no fundo do tanque, que vai sendo atacada e transformada (digerida) por micróbios decompositores que, assim, reduzem a quantidade de lodo. O lodo transformado ou digerido vai ficando dentro do tanque séptico até que, transcorrido o período de uso da fossa, ocorra a limpeza (CISAM/AMVAP, 2006).

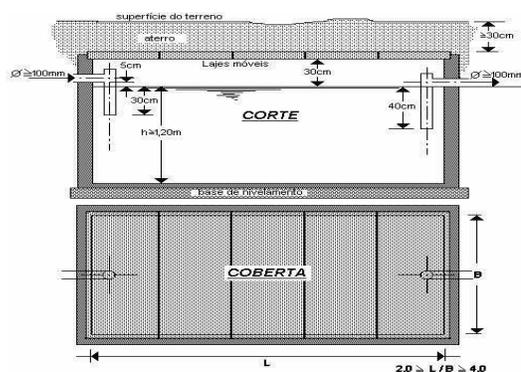


Figura 3: Fossa séptica

Fonte: Autor; (CISAM/AMVAP, 2006)

2.1.3. Disposição dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos constituem hoje uma das grandes preocupações ambientais do mundo moderno. As sociedades de consumo avançam de forma a destruir os recursos naturais, e os bens, em geral, têm vida útil limitada, transformando-se cedo ou tarde em lixo, cujas quantidades crescentes não se sabe o que fazer (CISAM/AMVAP, 2006).

Caso o lixo não tenha um tratamento adequado, ele acarretará sérios danos ao meio ambiente, dentre os efeitos indesejáveis que o resíduo sólido não colectado ou inadequadamente tratado ou disposto pode provocar a ameaça à saúde humana, os resíduos de natureza orgânica, parcela significativa do resíduo, constituem um habitat favorável à proliferação de vectores responsáveis pela transmissão de doenças ao homem e ao animal (CISAM/AMVAP, 2006).

A destinação final e o tratamento do lixo podem ser realizados através dos seguintes métodos:

- Aterros sanitários (disposição no solo de resíduos domiciliare);
- Reciclagem orgânica (compostagem da matéria orgânica);
- Reciclagem (reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis);
- Reciclagem energética (incineração ou queima de resíduos perigosos, com reaproveitamento e transformação da energia gerada);
- Esterilização a vapor e desinfecção por microondas (tratamento dos resíduos patogénicos, sépticos, hospitalares).
- Programas educativos ou processos industriais que tenham como objectivo a redução da quantidade de lixo produzido, também podem ser considerados como formas de tratamento (CISAM/AMVAP, 2006).

2.2. Níveis de Serviço de Saneamento

Segundo IRC (2012) a avaliação dos níveis do serviço de saneamento é uma série de níveis do serviço de saneamento globalmente comparáveis, compreendendo os indicadores do serviço, ao invés das opções de tecnologias de saneamento como foi estabelecido nas escadas de saneamento frequentemente usadas hoje.

Neste contexto, referimo-nos a cada uma destas áreas de serviço como áreas funcionais, isto representa uma mudança substancial para além do enfoque orientado para os ODM sobre as latrinas ou instalações de contenção de excrementos, para uma abordagem de prestação de serviços que toma em consideração toda a cadeia de provisão (IRC, 2012).

Segundo (IRC, 2012), os níveis de serviço de saneamentos são quatro, serviço melhorado, serviço básico, serviço limitado, e serviço inexistente. Sendo que os dois níveis de serviço de saneamento ‘aceitável’ podem ser descritos da seguinte maneira: serviço melhorado e serviço básico.

a) Serviço melhorado:

Neste nível de serviço, cada família residente tem uma ou mais instalações de saneamento convenientes, privadas, seguras e robustas, usadas por todos os membros da família, com o mínimo de esforço exigido para a limpeza e manutenção a longo prazo, e não existe impacto ambiental problemático e/ ou reuso de produtos colaterais seguros (IRC, 2012).

b) Serviço Básico:

Neste nível de serviço, cada família tem acesso, a uma distância segura conforme as normas nacionais, a uma instalação de saneamento segura, relativamente robusta com uma laje impermeável, que é usada pela maioria dos membros da família, com limpeza e manutenção a longo prazo relativamente fracos, e um impacto ambiental problemático. Isto é típico em muitos serviços de saneamento rural e peri-urbano melhorados, e alinha-se com o padrão de JMP para o ‘básico’, excepto a descrição da laje como ‘impermeável’ ao invés de cimento (IRC, 2012).

c) Serviço Limitado

Neste nível de serviço, as latrinas são do tipo tradicional, plataforma sem uma laje entre as fezes e os utentes, o uso é insuficiente ou nulo sendo que os sanitários são extremamente sujos e difícil manutenção dos mesmos e a poluição ambiental é bem significativa (IRC, 2012).

d) Serviço Inexistente

Neste nível de serviço, não há separação entre utentes e fezes exemplo defecação a céu aberto, sem plataforma, sem uma laje entre as fezes e os utentes, o uso é insuficiente ou nulo sendo que os sanitários são extremamente sujos e difícil manutenção dos mesmos e a poluição ambiental é bem significativa (IRC, 2012).

2.2.1. Indicadores de Níveis de Serviço

a) Acessibilidade

Na acessibilidade se tem em conta a distância que as famílias percorrem em relação as latrinas, esforço necessário para o uso, segurança, privacidade e dignidade, minimizam as moscas e maus odores, tempo de espera em caso das instalações comunais (IRC, 2012).

b) Fiabilidade

O esforço necessário para operação e manutenção da casa de banho, exemplo (mecânico) ou esvaziamento (manual). Operação e manutenção segura para os utilizadores e fornecedores do serviço. Longevidade e robustez das estruturas do topo e de baixo da terra (IRC, 2012).

c) Utilidade

Em países desenvolvidos quando se fala em cobertura sanitária, raramente estão consideradas as latrinas tradicionais. A razão é o fato de as latrinas tradicionais serem consideradas de baixa qualidade e muitos as consideram como fontes de doenças, em vez de barreiras efetivas à transmissão de doenças (WATER AID, 2002) citado por (HERCULANO, 2012).

d) Protecção ambiental

Latrinas construídas a pelo menos 15 m das fontes de água, eliminação segura, recolha, tratamento, descarte e reuso das excretas e urina ambientalmente seguros (KLUTSE *et al.*, 2011).

Tabela 1: Indicadores de níveis de serviço

Níveis de Serviço	Acessibilidade	Utilização	Fiabilidade	Protecção do Ambiente (Poluição e densidade)
Serviço Melhorado	Cada agregado familiar tem um ou mais sanitários no complexo	As instalações são usadas por todos membros do agregado	Serviço regular ou rotineiro de O&M (incluindo vazamento de fossas) requerendo	Impacto ambiental sem problemas/eliminação e reutilização segura de subprodutos

			esforços mínimos por parte do utente.	
Serviço Básico	Latrina com laje impermeável (por agregado familiar ou partilhada) colocada à distância regulamentada a nível	Instalações usadas por alguns membros do agregado familiar	O&M não fiáveis (incluindo o vazamento de fossas) requerendo grandes esforços dos utentes.	Impacto ambiental sem problemas / Eliminação segura
Serviço Limitado	Plataforma sem uma laje (Impermeável) entre as fezes e os utentes	Uso insuficiente ou nulo	Nenhuma O&M (vazamento de fossas) realizada e sanitários extremamente sujos	Poluição ambiental significativa, aumentando com o aumento da densidade populacional
Serviço Inexistente	Nenhuma separação entre utentes e fezes, exemplo defecação a céu aberto			

2.3. Água

2.3.1. Distribuição de água na terra

A água é uma substância química, formada por dois átomos de hidrogénio e um de oxigénio, (H₂O) através de duas ligações co-valentes (SCURACCHIO, 2010).

Nenhuma forma de vida, animal ou vegetal, é possível sem água, razão porque esta é considerada um recurso de primeira necessidade. Sendo verdade que as primeiras comunidades humanas da história se organizavam para viver nas proximidades dos cursos de água, também não existem dúvidas que a água continua a constituir um dos factores mais importantes para o progresso das sociedades contemporâneas. Nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um

abastecimento adequado de água, que permita aos seus habitantes viver de modo saudável e confortável, e que contribua para o desenvolvimento da sua economia (SILVA, 2005).

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, no homem, mais de 60% do seu peso são constituídos de água, e em certos animais aquáticos esta percentagem sobe até a 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no nosso planeta, e como ela circula de um meio para o outro (VON SPERLING, 2005).

A água abrange quase quatro quintos da superfície terrestre, desse total, 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Entre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano. Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e o restante, ou seja 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes) (BRASIL, 2007).

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fracção desprezível é acrescentada anualmente pelas chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente. A precipitação média anual, na terra, é de cerca de 860mm. Entre 70% e 75% dessa precipitação voltam à atmosfera como evapotranspiração (BRASIL, 2007).

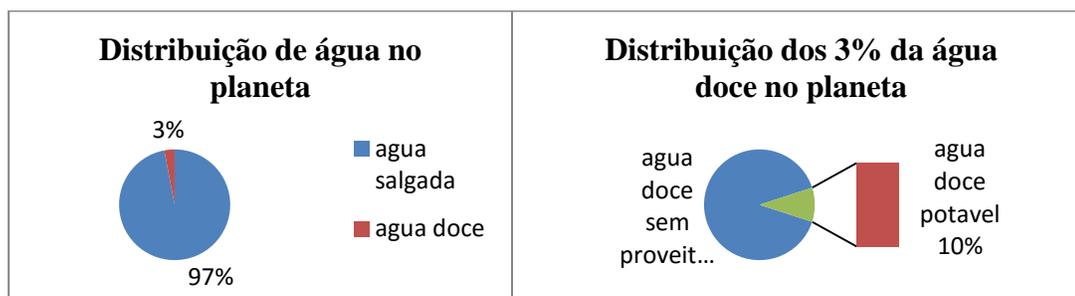


Gráfico 1: Distribuição de água no mundo

Fonte: Autor

2.3.2. Água Subterrânea

Água subterrânea é aquela parte da água existente debaixo da superfície terrestre que pode ser captada por meio de perfurações, túneis ou galerias de drenagem ou que fluem naturalmente

para a superfície por fontes ou filtrações para os cursos fluviais (GÁLVEZ, 2011). Ou seja a água subterrânea nada mais é do que água infiltrada no subsolo, presente nos espaços inter-granulares dos solos ou nas fracturas das rochas (CAPUCCI *et al.*, 2001).

A água subterrânea faz parte do ciclo hidrogeológico, ocorrendo nos poros e interstícios das formações geológicas de carácter sedimentar, ou nos planos de fraqueza estrutural das formações geológicas de carácter ígneo ou metamórfico, representado por falhas, fendas, fracturas e fissuras (TSUTIYA, 2006). Segundo SILVA (2005), águas subterrâneas são constituídas por uma parte da precipitação atmosférica, sobretudo por água da chuva, que se infiltra no solo e forma lençóis subterrâneos denominados formações aquíferas.

Segundo Regulamento de Pesquisa e Exploração de Águas Subterrâneas – RPEAS (2012), água subterrânea é a água que ocorre no subsolo, de forma susceptível de extracção e utilização.

A água subterrânea é muito utilizada para o abastecimento de água urbano e rural. A utilização da água subterrânea, sobretudo para o abastecimento de pequenas comunidades rurais, apresenta algumas vantagens em relação a água superficial.

a) Vantagens das águas subterrâneas

Segundo CISAM/AMVAP (2006), as principais vantagens da utilização de águas subterrâneas são:

- Normalmente apresentam boa qualidade para consumo humano, a não ser em locais, onde haja excesso de minerais, principalmente sais "debaixo da terra" por onde a água "passa" até chegar ao local onde é retirada; É fácil de ser encontrada, principalmente em terrenos arenosos, embora nem sempre na quantidade total necessária;
- Em geral requer menos gastos para as instalações de captação;
- É sujeita a menos *chances* de contaminação, principalmente as mais profundas;
- Permite melhor controlo sobre a área onde a água vai ser retirada diminuindo também as chances de contaminação (CISAM/AMVAP, 2006).

b) Aquífero

Um aquífero é um volume subterrâneo de pedra e areia que contém água. A água subterrânea que é armazenada no aquífero é uma parte importante do ciclo de hidrológico. Eles foram levados fora estudos que permitem calcular que aproximadamente 30% do fluxo de superfície vêm de fontes de água subterrânea (GÁLVEZ, 2011).

Segundo CAPUCCI (*et al.*, 2001), aquíferos são camadas ou formações geológicas de material poroso e permeável que contem água subterrânea, permitem seu movimento através de seu espaço intersticial e podem fornece-las em volumes apreciáveis se transmitem água economicamente passível de extração.

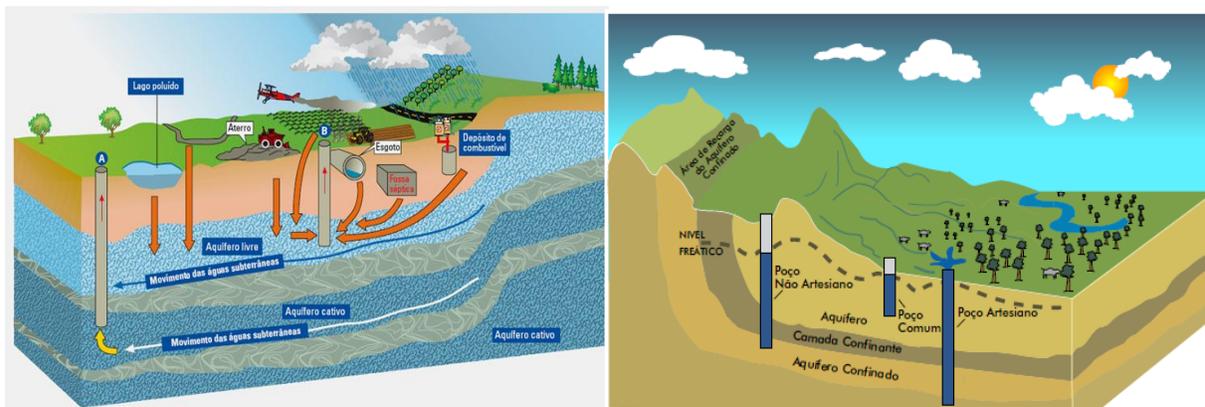


Figura 4: Aquífero

Fonte: www.ebah.com.br

b.1) Classificação dos Aquíferos

Os aquíferos podem ser classificados em três (3) tipos segundo a sua posição e estrutura:

Aquíferos livres é uma formação geológica permeável e completamente saturada de água, é limitada no topo e na base por camadas impermeáveis, a pressão da água no aquífero é superior que a pressão atmosférica, ou seja quando a superfície que limita a zona saturada dos aquíferos coincide com o lençol freático (OLIVEIRA. *et al.*, s/d).

Aquífero confinado encontra-se entre duas camadas impermeáveis, nessa condição, a água está sob pressão superior à pressão atmosférica. O aquífero nesse caso é denominado aquífero confinado ou artesianiano. O poço que capta esses tipos de aquífero é chamado poço artesianiano porque o seu nível de água está acima do lençol freático. Esse nível de água é denominado nível artesianiano. Quando o nível artesianiano eleva-se acima da superfície do solo o poço é chamado surgente ou jorrante (OLIVEIRA. *et al.*, s/d).

Quanto a formação rochosa na qual está contido podem ser classificados em:

- **Aquíferos granulares ou porosos** – aqueles em que a água está armazenada e flui nos espaços entre os grãos em sedimentos e rochas sedimentares de estrutura granular. Exemplo: arenitos e aluviões.
- **Aquíferos fissurais** – aqueles nos quais a água está presente nas fracturas e fendas das rochas cristalinas. Exemplo: granitos, gnaisses e diabásios
- **Aquífero cárstico ou cavernoso** – aqueles nos quais a água se faz presente em cavidades produzidas pela dissolução causada pela água. Exemplo: calcários e mármore.

c) Captação de água subterrânea

A água subterrânea em seu estado natural é, na maioria dos casos, de boa qualidade sanitária e oferece segurança para o consumo doméstico. Contudo, algumas fontes de água subterrânea são contaminadas em consequências de negligências do homem. A construção imperfeita de poços e a falta de vedação dos mesmos, podem ser apontadas como algumas causas (OLIVEIRA. *et al.*, s/d).

c.1) Poços de captação de água subterrânea

O poço é uma abertura feita no solo com a finalidade de tirar (captar) água do subsolo.

- a) Poços rasos (mais comuns);
- b) Poços profundos (cidades).

c.1.1.) Poços rasos

São denominados rasos quando captam água do lençol freático, ou seja, a água que se encontra acima da primeira camada impermeável. Em geral são de forma circular e com profundidades dificilmente maiores que 20 metros "de altura" (CISAM/AMVAP, 2006).

Na localização de um poço raso, devem ser levadas em consideração as seguintes condições básicas:

- Boa potência do lençol freático, ou seja, existência de bastante água no subsolo local, suficiente para atender o consumo previsto;
- Localização no ponto mais elevado do lote, ou seja, no local mais alto da área onde for possível existir o poço;
- Localização a mais distante possível e em direcção contrária à de escoamentos subterrâneos provenientes de poços conhecidos ou prováveis origens de poluição (fossas, sumidouros, passagens de esgotos, etc.) (CISAM/AMVAP, 2006).

No ambiente rural o poço raso é o mais empregado não só porque a quantidade de água por ele fornecida é em geral suficiente para os abastecimentos domiciliares, como também porque a sua protecção sanitária é relativamente simples e barata.

Os poços rasos são classificados em três tipos:

- Escavados;
- Perfurados;
- Cravados.

Os poços rasos escavados são geralmente abertos por escavação manual, o que exige grandes diâmetros (de 0,80 a 1,50m). Em alguns casos pode ter mais de 2,0 metros e são popularmente chamados de “*cacimbões*”. Apesar de ser o mais difundido no meio rural, é também o que pode mais facilmente ser contaminado. Dificilmente têm mais de “10 metros” de profundidade (ver anexo 5 a) (CISAM/AMVAP, 2006).

A localização de poços, depende fundamentalmente de dois factores: a existência de água no local onde se pretende instalar e as exigências da (s) comunidade (s) relativas à localização dos pontos de água (MINISTÉRIO DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO - DIRECÇÃO NACIONAL DE ÁGUAS – MOPH/DNA, 2003).

C.1.1.1.) Vantagens e Desvantagens de Poços Rasos Escavados

Tabela 2: Lista de vantagens e desvantagens de poços rasos escavados

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Materiais para a sua execução facilmente alocáveis	A sua construção é trabalhosa e demorada quando comparada com as demais técnicas de construção de fontes (pode durar várias semanas).
Faz-se uso de técnicas comuns de construção daí não se exigir pessoal qualificado para a sua execução	Limitados à uma profundidade de <10 m devido à questões de segurança
À excepção de zonas rochosas, podem ser construídos em qualquer tipo de solos.	Fiabilidade facilmente influenciada por variações do nível freático.
Dependendo do diâmetro usado na construção,	Solução inadequada para zonas rochosas

desempenham também a função de reserva.	
Dependendo do diâmetro, podem acomodar diferentes tipos de instalações de elevação	Custo de construção moderado quando comparado com a produção
Podem ser construídos com base em mão-de-obra comunitária	Facilmente contamináveis por água superficiais de vários tipos inclusive por caudais pluviais. Deve-se tomar sempre medidas protectivas contra a infiltração de águas superficiais.
	Risco elevado de contaminação por latrinas, o que depende do tipo de solos, e da distância entre poços e latrinas.

Fonte: (MOPH-DNA, 2003)

C.1.1.2.) Protecção

Uma adequada protecção sanitária envolve todas as fases do projecto e da construção do poço necessária para se prevenir a introdução de contaminantes na água durante o bombeamento ou no aquífero do qual a água é retirada (CETESB, 1978) citado por (OLIVEIRA. *et al.*, s/d).

A **protecção dos poços rasos** visa impedir a sua contaminação e devemos conhecer os possíveis meios pelos quais ela se processa, para executá-la. São os seguintes os mais comuns meios de contaminação e as providências para evitá-las (CISAM/AMVAP, 2006):

- Contaminação pelo próprio lençol - a protecção dar-se-á com a localização do poço longe de possíveis focos de contaminação e com o impedimento de que estes não sejam instalados após a implantação do poço;
- Água de superfície e enxurradas - esta protecção é feita com os seguintes procedimentos:
 - Construção do prolongamento impermeabilizado do poço, ultrapassando o nível do solo em pelo menos 90 cm, ou seja, as paredes do poço sobe acima do terreno pelo menos uns quatro palmos;
 - Por fora é rodeando esta parede constrói-se um aterro com pelo menos 30 centímetros de altura (mais ou menos palmo e meio) e com cinquenta centímetros de largura (dois palmos e meio) com caimento para fora;

- Além disso também deve ser aberta uma valeta a pelo menos dez (10) metros de distância da parede do poço, para desvio das águas de chuva que vêm das partes mais altas do terreno;
- Infiltração de água contaminada da superfície através das paredes laterais - a protecção é feita com as paredes sendo impermeabilizadas até três (3) metros abaixo da superfície do solo, pelo menos;
- Entrada pela boca de objectos contaminados, animais, detritos, baldes, etc. - a protecção dar-se-á com a colocação de uma tampa selada, com caimento para fora. É necessário deixar-se uma abertura de inspecção de 0,60m x 0,60m, com tampa selada com argamassa fraca (1: 8);
- O sistema de retirada da água de dentro do poço deve ser muito cuidadoso, procurando se utilizar maneiras que impeça o contacto da parte externa com o interior do poço (CISAM/AMVAP, 2006).

C.1.1.3.) Manutenção

Segundo (MOPH-DNA, 2003) a manutenção dos poços deve ser feita semanalmente, seguindo os passos

- Deve-se inspecionar o poço e áreas circundantes para se assegurar que o mesmo não constitui perigo para pessoas e animais. A inspecção deve se concentrar na vedação e tampa do poço pois estes devem estar sempre em boas condições para garantir a segurança necessária no poço;
- Deve-se inspecionar a existência de fissuras e rachas no passeio à volta do poço. A existência de fissuras pode favorecer a infiltração de águas perdidas. Se detectadas, deve-se fazer a sua reparação imediata;
- Se o nível de água no poço baixar consideravelmente ou se o poço ficar assoreado, deve-se aumentar a profundidade do mesmo. Limpar a zona à volta do poço e passeio. Notificar ao comité de água qualquer sinal de existência de focos de contaminação perto do poço.

Os poços rasos perfurados são geralmente abertos por meio de trados, brocas e escavadeiras manuais, com diâmetros pequenos (0,15 a 0,30 m). São aconselhados para lençóis freáticos de pequena profundidade e grande vazão. São de pouco emprego actualmente.

Frequentemente têm profundidades entre 8 e 20 m (CISAM/AMVAP, 2006). Em Moçambique é o segundo mais difundido vulgarmente chamado “xiguetha” com o nome técnico de bomba Afridev (Ver anexo 5 b).

Os poços rasos ditos cravados são tubos metálicos providos de ponteiros, cravados por percussão ou rotação, em pequenos diâmetros (3cm a 5cm), usados como solução de emergência em lençóis freáticos de pequena profundidade e grande vazão. Mais empregados em acampamentos provisórios. Devido a seu pequeno diâmetro pode ser cravado a profundidades superiores a 20 m desde que o terreno seja favorável à cravação e em função da quantidade de água necessária (ver anexo 5 c) (CISAM/AMVAP, 2006).

C.1.2.) Poços profundos

São denominados profundos quando captam água de lençóis situados entre duas camadas impermeáveis. São poços perfurados que exigem mão-de-obra e equipamentos especiais para sua construção e geralmente só são empregados para abastecimento de cidades, devido ao seu alto custo de construção e normalmente sua grande capacidade de produção de água (CISAM/AMVAP, 2006). Um poço profundo é dito artesiano jorrante, quando a água que sai dele jorra acima da superfície do solo, sem necessidade de bombeamentos (CISAM/AMVAP, 2006).

C.1.3.) Desinfecção de poços

Todo poço deve ser desinfectado, este trabalho é realizado quando:

- As obras do poço são concluídas;
- Forem efetuados quaisquer reparos;
- For comprovada alguma contaminação da sua água.

Quando a desinfecção for feita com uma solução de Cl_2 deve ser precedida de limpeza, com escovas, de todas as superfícies do poço, paredes, face interna da tampa e tubo de sucção. As amostras para o exame bacteriológico devem ser colectadas depois que as águas não apresentarem nenhum odor ou sabor de cloro. O exame bacteriológico é feito em laboratórios especializados e é quem vai descobrir se há micróbios na água. A desinfecção de um poço elimina a contaminação presente no momento, mas não tem nenhuma acção sobre o lençol propriamente dito, cuja contaminação pode ocorrer antes, durante e após essa desinfecção (CISAM/AMVAP, 2006).

2.4. Qualidade de água

A qualidade da água é definida por sua composição química, física e bacteriológica, ou seja, é aquela que atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pelos órgãos responsáveis, contudo as características desejáveis de uma água dependem de sua utilização (SOUSA, s/d).

2.4.1. Parâmetros de qualidade de água

Segundo MISAU (2004), constituem parâmetros de qualidade aplicáveis obrigatoriamente à água destinada ao consumo humano os parâmetros microbiológicos (coliformes totais, coliformes fecais), parâmetros físicos e organolépticos (cor, cheiro, condutividade, ph, sabor, sólidos totais, turvação) e parâmetros químicos (cobre, ferro, manganês, STD, OD.) (ver anexo 3).

a) Turvação

Água turva é aquela que contém matérias em suspensão, os quais interferem na passagem da luz através na água, conferindo uma aparência turva á mesma, não traz inconvenientes sanitários directos, porem, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogénicos. A turvação pode ser causada por uma enorme variedade de matérias em suspensão, de origem orgânica ou inorgânica, as quais variam desde partículas coloidais até sólidos de certas dimensões (DE SOUSA, 2001). A turvação é expressa em NTU (*Nepheelometric Turbidity Units*) (NORMA MOCAMBICANA, 1987).

b) pH

Potencial de hidrogénio, representa a concentração de hidrogénio H^+ (em escala antilogaritimica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, não tem implicação em termos de saúde pública a menos que os valores sejam demasiados baixos ou elevados a ponto de causar irritação na pele ou nos olhos (VON SPERLING, 2005).

c) Bactérias coliformes

Denomina-se de bactérias do grupo coliforme bacilos gram negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose a 35-37°C, em um prazo de 24-48 horas. A razão

da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes factores: estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; sua presença na água possui uma relação directa com o grau de contaminação fecal (NORMA MOÇAMBICANA, 1987). Os coliformes fecais ou coliformes termo tolerantes são bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44° C em 24 horas (BETTEGA, 2006).

d) Cor

A origem da cor apresentada pelas águas naturais deve-se, isoladamente ou em conjunto, às seguintes causas: origem natural inorgânica (devido à presença de compostos metálicos, principalmente de ferro e de manganês), origem orgânica (animal ou vegetal), origem industrial (devido à descarga de efluentes industriais). É usual definir dois tipos de cor: a aparente e a verdadeira. A cor aparente é a coloração da água tal como ela se apresenta, isto é, com todas as matérias em suspensão. A cor verdadeira é aquela que a água apresenta uma vez removida as matérias em suspensão. O facto de uma água não se apresentar límpida, não significa que ela esteja isenta de produtos tóxicos ou perigosos (DE SOUSA, 2001). Segundo (VON SPERLING, 2005) a cor é responsável pela coloração da água, não representa risco directo à saúde mas consumidores tendem a questionar a sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco.

e) Cheiro e Sabor

A existência de cheiro e de sabor numa água pode ser, como no caso da cor, um sinal de poluição ou da presença de matéria orgânica em decomposição. Qualquer destas características são subjectivas e, conseqüentemente, difíceis de medir (DE SOUSA, 2001). Segundo (VON SPERLING, 2005) o sabor é a interacção entre o gosto (salgado, doce, azedo e amargo) e cheiro (sensação olfactiva), não representa risco à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade e buscar águas de maior risco, valores especialmente elevados podem indicar a presença de substâncias potencialmente perigosas. Uma das causas responsáveis pelo cheiro e sabor da água pode estar associado a presença de sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e gases. Podendo ser de origem natural (matéria orgânica em decomposição, microrganismos) e de origem antropogênica. Esses parâmetros representam a maior causa de reclamação dos consumidores quando aparecem fora dos padrões recomendáveis.

f) Condutividade

A condutividade eléctrica da água permite avaliar, de uma forma rápida e global, o seu grau de mineralização. Este facto resulta da relação existente entre o teor em sais minerais dissolvidos na água e a resistência que ela oferece à passagem da corrente eléctrica (Mendes *et al*, 2004). Os íons presentes na água transformam-na num electrólito capaz de conduzir a corrente eléctrica. A água quimicamente pura tem uma condutância eléctrica muito baixa. É, pois, um bom isolante. Basta porém, uma pequena quantidade de mineral dissolvida para torná-la condutora, se esse se dissocia em cátions e ânions. Quanto mais íons presentes, maior será a condutância (OLIVEIRA, s/d).

g) Ferro e Manganês

O ferro e o manganês estão presentes nas formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}) numa grande quantidade de solos. Na ausência de oxigénio dissolvido (ex.: água subterrânea ou fundo de lagos e represas), eles se apresentam na forma solúvel reduzida (Fe^{2+} e Mn^{2+}), caso a água contendo as formas reduzidas seja exposta ao ar atmosférico, o ferro e o manganês voltam a se oxidar as suas formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}) que precipitam, o que pode causar cor na água, além de manchar roupas durante a lavagem (VON SPERLING, 2005).

Os elementos ferro e manganês, por apresentarem comportamento químico semelhante, podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente. Muito embora esses elementos não apresentem inconvenientes a saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas ou em vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água (BRASIL, 2006).

h) Oxigénio Dissolvido

O oxigénio dissolvido (OD) é de total importância para os organismos *aeróbicos* (que vivem na presença de oxigénio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigénio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenómeno podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigénio seja consumido totalmente tem-se condições anaeróbicas (ausência de oxigénio). Quanto a sua origem pode ser natural (dissolução de oxigénio atmosférico, produção pelos organismos fotossintéticos) ou de origem antropogénica (introdução de aeração artificial, produção pelos organismos fotossintéticos em corpos de água

eutrofizados). É um parâmetro importante pois um dos principais papéis é o da caracterização dos efeitos da poluição da água por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2005).

Em temperatura ambiente, a água em contato com o ar fica geralmente saturada com oxigênio. O OD pode ser acrescido pelo O₂ produzido pelas plantas aquáticas durante a fotossíntese. Um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura das águas se eleva ou quando ocorre eutrofização do corpo hídrico (CLESCERI *et al*, 1999) citado por (PARRON, 2011).

i) Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Sólidos totais dissolvidos (STD) é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. Mede a concentração de substâncias iônicas e é expressa em mg/L. A principal aplicação da determinação dos STD é de qualidade estética da água potável e como um indicador agregado da presença de produtos químicos contaminantes (PARRON, 2011).

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição da Área de Estudo

a) Localização Geográfica

O trabalho foi realizado na vila sede do distrito de Vilankulo (concretamente nos bairros 5º Congresso, Alto Macassa). O Município da Vila de Vilankulo é limitado a norte pelo povoado Chigamane a Sul pelo Povoado Chiruala, a Oeste pelo Povoado Faiquete e a Este é banhada pelo Oceano Índico.

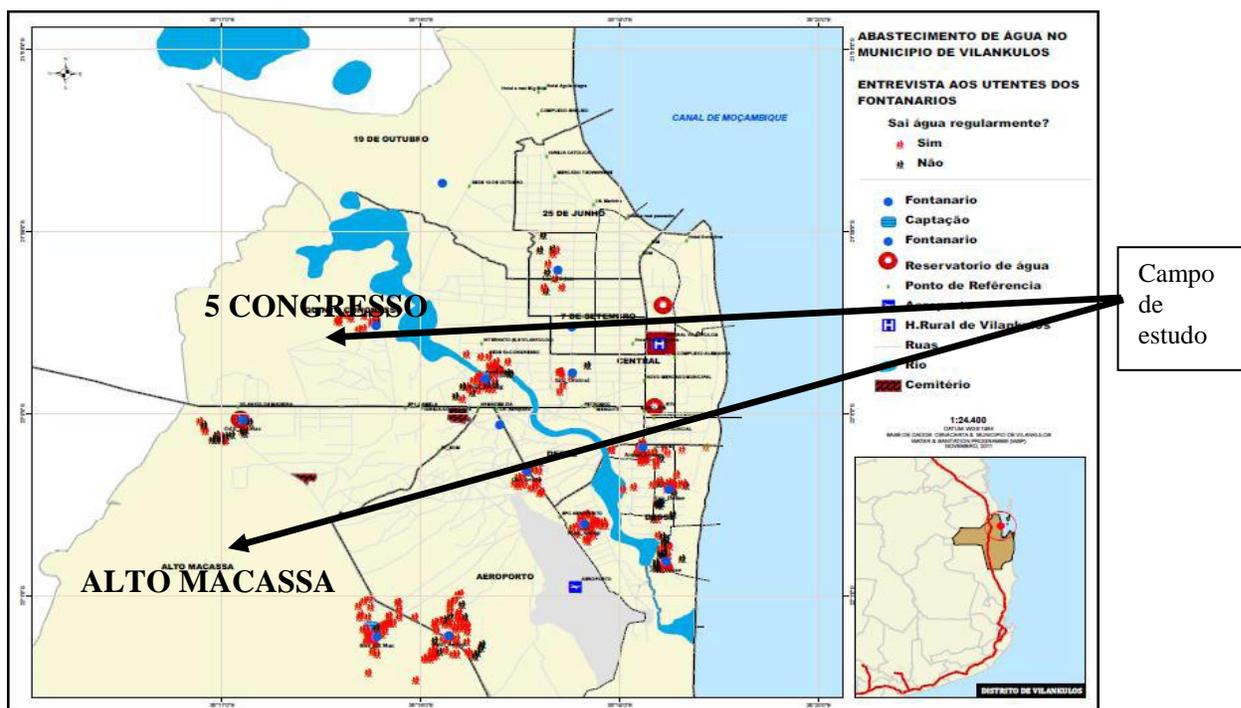


Figura 5: Mapa de localização da vila sede de Vilankulo

Fonte: (Water and Sanitation Programme–WSP, 2011)

b) Características físicas – naturais

• Clima & Hidrologia

Vilankulo é caracterizado por um clima tropical seco, com uma precipitação anual de 733,9 ml, os meses mais quentes vão de Novembro à Março, sendo os restantes meses frescos e secos. A Temperatura Média anual é de 24,50°C, a média máxima é 28,60°C e a média mínima é 19,90°C. A Evaporação total anual é de 1.135,1 ml, e a velocidade do vento é de 14,9 km/hr, a pressão atmosférica média anual é de 1.014,3 Hectopascals e a insolação total é de 2.955,5 h. A

pluviosidade desta região está sujeita à secas cíclicas, este facto faz com que o clima tenha tendência a classificar-se como um clima do tipo tropical seco (CMVV, 2007).

- **Hidrografia**

O rio Govuro é única bacia hidrográfica, em que uma das nascentes localiza se na região de Mapinhane, e desagua no Mar na zona de Bartolomeu Dias. A vila é atravessada pelo rio Chicome afluente do rio Guvuro que é um rio intermitente que ficou completamente inundando nas últimas cheias que derivaram das intensas chuvas que assolaram o País nos primeiros meses de 2000. O nível freático ao longo das dunas do litoral é bastante alto, tornando se mais profundo à medida que se avança para o interior (CMVV, 2007).

- **Solos**

Os solos são na sua maioria arenosos, de fertilidade muito baixa e de baixa retenção da água, exceptuando se os solos ao longo do rio Govuro e os das baixas (machongos) nas zonas de chixocane e Macunhe que se classificam como solos fluviais de alta fertilidade, onde as vezes há um excesso de água e ocorrência de altos índices na salinidade, principalmente nos períodos de estiagem (CMVV, 2007).

c) Vegetação & Fauna

A vegetação no litoral é predominantemente de Brenha Costeira e Mangal, no interior há florestas abertas de folha larga, pradarias e terras cultivadas. As áreas de mangais existentes tanto no litoral como nas ilhas, constituem um importantíssimo ecossistema que alberga valiosas espécies de aves sobretudo flamingos e vários crustáceos. Não obstante o potencial para actividade pecuária, a região é afectada pela mosca tsé-tsé (CMVV, 2007).

Nas águas do litoral, pescam-se variadíssimas espécies de peixe e mariscos de grande valor (Baleias, Golfinhos, Tartarugas Marinhas, Lagostas, Conchas, Ostras, Caranguejo e Mexilhão, entre outros) (CMVV, 2007).

d) População

A população do Município da Vila de Vilankulo é estimada em cerca de 50000 habitantes. Trata-se de uma população predominantemente jovem, representando cerca de 43% de Jovens com idades inferiores a 15 anos e a proporção de idosos é de 4%, comportamento que tem

relativa semelhança com os valores da província, as mesmas faixas etárias que são de 43,1% e 5.2% respectivamente (ANDREA & ASSO, 2015; CMVV, 2007).

A exploração do mega projecto do Gás do Pande, pela empresa nacional de Hidrocarbonetos e a sua conseqüente canalização através do gasoduto para Vilankulo permitiu que se instalassem na vila uma central para a produção de energia eléctrica que por enquanto beneficia um reduzido número da população (CMVV, 2007).

A vila de Vilankulo não dispõe de actividade industrial significativa, verificando se apenas a existência de pequenas indústrias como Moageiras, Cerrações (CMVV, 2007).

e) Estado Do Ambiente Urbano

A gestão adequada do ambiente urbano é um desafio inadiável para as sociedades modernas. Com efeito a complexidade e a gravidade dos problemas relacionados com a gestão de resíduos reveste-se em todo mundo de uma magnitude que não é possível aos Estados corresponder a constituição que lhes confia no sentido de defender a natureza e o ambiente (CMVV, 2007).

A urbanização no Município de Vilankulo não obedeceu inteiramente, aos planos de desenvolvimento urbanístico antes definido. Como consequência disso verifica-se uma ocupação espontânea de grandes áreas importantes para habitação em algumas situações, de zonas ecologicamente frágeis (CMVV, 2007).

No Município de Vilankulo a maior parte da população vive na zona sub- urbana e peri-urbana e uma parte na zona rural em situação económica extremamente débil exposta a problemas ambientais tais como Deficiente saneamento do meio, Abastecimento de água, Ocupação desordenada do espaço (CMVV, 2007).

3.2. Metodologia Empregue

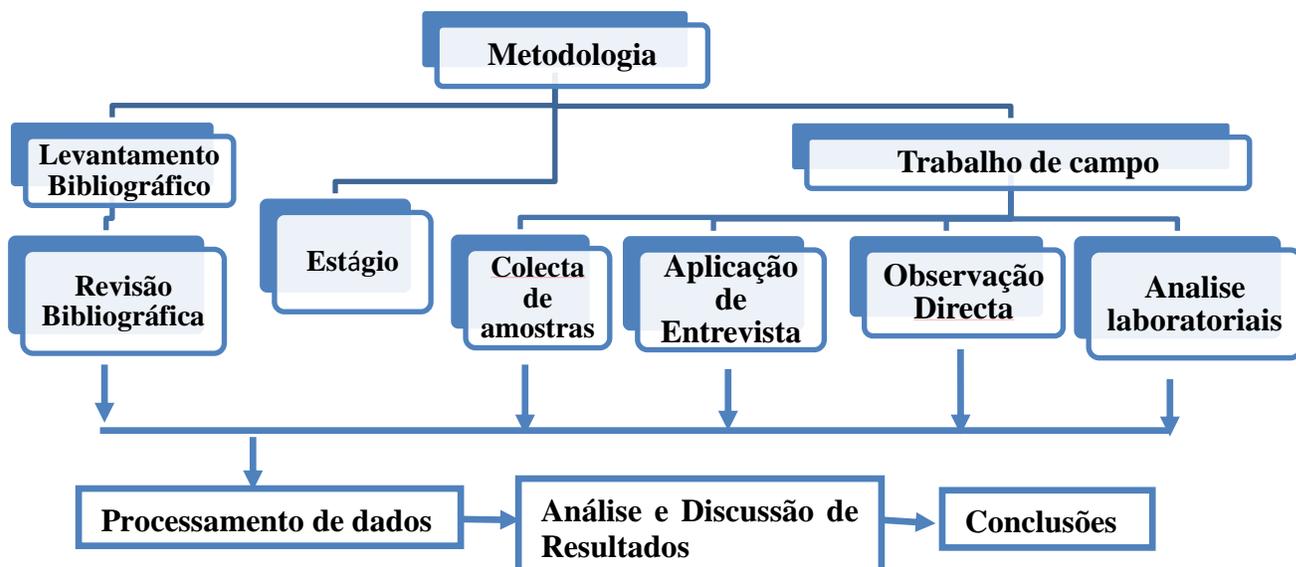


Figura 6: Esquema Metodológico

Fonte: Autor

a) Definição da Amostra

O trabalho foi realizado na vila municipal de Vilankulo, nos seguintes bairros: 5º Congresso e Alto Macassa. O município possui 50 mil habitantes distribuídos pelos 9 bairros, com cerca de 8711 residentes no bairro 5º Congresso e 4997 no bairro Alto Macassa, da população existente no distrito 41.2% é servida pelo aqueduto público (possui água canalizada da EMA) (ANDREA & ASSO, 2015). A escolha dos bairros (5º Congresso e Alto Macassa) deveu-se ao facto que muitas famílias recorriam ao uso de poços tanto públicos como privados para a recolha de água segundo um estudo realizado pela WSP (2011).

Para definir o tamanho da amostra, empregou-se a amostragem intencional (não probabilística), que é uma forma de amostragem por conveniência em que os elementos da população são seleccionados com base no julgamento do pesquisador. Este, exercendo seu julgamento ou aplicando sua experiência, escolhe os elementos a serem incluídos na amostra (KORZENOWSKI, 2010). Para avaliar a qualidade da água dos poços e os níveis de serviços de saneamento das residências foram consideradas as seguintes medidas.

- Localizar casas com poços, das mesmas foram seleccionadas intencionalmente 20 casas em cada bairro.

b) Técnicas de Colecta de Dados

Os dados foram colectados aplicando-se os seguintes métodos:

Revisão Bibliográfica - esta técnica de colecta de dados restringe-se à análise de documentos (SÁ- SILVA *et al.*, 2009). Segundo HEERDT (s/d), a pesquisa bibliográfica consiste na recolha de dados através de fontes Primárias e Secundárias. O mesmo autor afirma que os dados secundários são os dados que já se encontram disponíveis, pois já foram objecto de estudo e análise (livros, teses, etc.), e os dados primários dados que ainda não sofreram estudo e análise.

Para o presente trabalho consultou-se livros, periódicos, publicações científicas, relatórios, dissertações, boletins da república, sítios electrónicos e outros documentos relacionados com o tema.

Aplicação de Entrevista - empregando a metodologia de SILVEIRA (2010), segundo a qual é uma técnica de colecta de dados primários directamente da fonte, ou que ainda não sofreram estudo ou análise. Estas foram feitas a 40 famílias entrevistadas, sendo 20 por cada bairro, relativos a qualidade de água e questões de saneamento.

Observação directa - empregando a metodologia do MARCONI & LAKATOS (2003), segundo a qual é uma técnica de colecta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar factos ou fenómenos que se desejam estudar. A observação ajudou na compreensão parcial da situação da água para o consumo humano (nos poços) e saneamento nas residências.

3.3. Métodos de Análise e Interpretação de Dados

Os dados foram analisados e interpretados utilizando-se os modelos qualitativos de acordo com JUNG (2009), os modelos qualitativos são aqueles formulados a partir de observações, percepções e interpretações do pesquisador acerca de dados colectados cientificamente, com finalidade de representar as relações para a formulação de um modelo explicativo de uma realidade complexa, neste caso a análise foi realizada no laboratório para análise de água para o consumo humano na EMA. Foram analisadas as seguintes variáveis qualitativas físicas (pH, turvação, sabor, cheiro, condutividade) e microbiológicas (coliformes totais e coliformes fecais). Depois de obtidos os valores da colecta de dado das variáveis qualitativas físicas químicas e microbiológicas da água, os dados foram processados através do MS- *Excel*.

Estágio é a prática profissional que um estudante realiza para por em prática os seus conhecimentos e as suas competências (RODRIGUES, sd). Para a realização da presente pesquisa foi feito um estágio profissional de conciliação da teoria e prática em que foi realizado num período de três (3) meses no laboratório de análise de água para o consumo humano na EMA.

- **Colecta de amostras**

As amostras foram colhidas em garrafas *Duran* e PET (com volumes de 500 ml, 1L, e 1.5 L e 2 L) que eram cuidadosamente rotulados com as seguintes indicações: identificação do local da colheita, data e hora da colheita. A cada residência onde era retirada a amostra, para além de preenchidos os frasco seguindo a recomendação dos técnicos do laboratório para controle das fontes, foram anotados em caderno as informações relativas à fonte, como (o codinome dado a fonte), altura, o ano de fabricação, número de famílias que usavam a fonte, horários de uso da mesma, possíveis formas de tratamento da mesma, (Apêndice 1). Os mesmos Após a colecta foram acondicionadas em caixa térmica e transportadas para o laboratório (laboratório de água para o consumo humano na EMA) como determina a NORMA MOCAMBICANA (1987) para rebaixar a temperatura das amostras e evitar a alterações das características das mesmas, de salientar que os frascos não se devem encher completamente, devem estar até 2 -3 cm da tampa.



Figura 7: Garrafas *Duran* usadas para à colecta de amostra

Fonte: Autor

Em paralelo com a colecta de amostras, foram feitas entrevistas aos proprietários dos poços em relação a aspectos ligados a qualidade da água captada, dos poços e questões do saneamento básico. Em que parte das perguntas (ver apêndice 1 & 2), as resposta eram fechadas e outras abertas.

As amostras colectadas no campo foram colhidas nos bairros 5º Congresso e Alto-Macassa na vila sede de Vilankulo em duas fases distintas, sendo que a primeira fase decorreu nas seguintes datas 7 de Novembro, 5 e 6 de Dezembro de 2016, sendo que no dia 7 de Novembro foram colectadas 10 amostras no bairro (5º Congresso), no dia 5 de Dezembro foram colectadas 10 amostras em cada bairro (5º Congresso e Alto-Macassa) e no dia 6 foram colectadas 10 amostras no bairro Alto-Macassa e submetidas à análises físicas (cor, turbidez, condutividade, Cheiro, sabor, pH), e microbiológicas (coliformes fecais e totais). Foram retiradas 20 amostras de água de poço em cada bairro perfazendo um total de 40 amostras respectivamente. De referir que todas amostras foram colectadas no período da manhã em frascos de vidro neutro de 250 ml e 500ml, previamente esterilizados em autoclave durante 45 min a 121°C cedidos pelo Laboratório Municipal De Análises De Água Para Consumo Humano de Vilankulo onde foram posteriormente analisadas.

A segunda fase decorreu nos dias 10,11, 14, 15, e 16 de Maio de 2017 em que foram escolhidos 14 poços dos 40 da primeira fase, sendo sete (7) para cada bairro em que para a escolha dos mesmos teve como principal pressuposto os poços com os valores de turvação e condutividade eléctrica máximos, mínimos e médios. Na qual a intenção foi medir a variação dos parâmetros durante o período da manhã e o período da tarde para observar se os valores eram influenciados com estado do dia e comparar com os valores da primeira fase. Para tal foram medidos os seguintes parâmetros físicos (pH, Condutividade eléctrica, Turvação) e químicos (Ferro, Sólidos Totais Dissolvidos, Oxigénio Dissolvido, Manganês, Cobre). Os poços analisados no bairro 5º Congresso foram os seguintes poços: B, D, E, I, K, L. No Alto Macassa foram poços 1, 4, 6, 9, 14, 16, 20.

a) Análise Física

Condutividade: A metodologia utilizada foi a medição directa, utilizando na primeira fase o condutímetro modelo COND 70 e na segunda o potenciómetro modelo PCD650 (ver figura abaixo), em que colocou se 100ml da amostra num copo (tubo) *nessler* para submergir completamente o eléctrodo já previamente calibrado, depois analisar e efectuar a leitura directamente no instrumento e os resultados são expressos em $\mu\text{mho/cm}$. A condutividade (ou condutibilidade eléctrica específica) de uma solução aquosa mede a capacidade da solução transmitir uma corrente eléctrica. Esta medida depende da concentração total das substâncias iónicas dissolvidas na água e da temperatura em que a medição foi feita. Fisicamente a

condutividade é definida como o inverso da resistência eléctrica específica (resistência por unidade de comprimento) e é medida em micromho/cm ($\mu\text{mho/cm}$) ou $\mu\text{S/cm}$. Pode-se efectuar a leitura directa da condutividade conforme as características do instrumento (NORMA MOÇAMBICANA, 1987).



Figura 8: Condutímetro

Fonte: Autor

Turvação: A turvação da água é definida como a redução da transparência devido à presença de substâncias em suspensão. Este método baseia-se na comparação das intensidades da luz difundidas nas mesmas condições, pela amostra e pela *solução standard* de turvação. Quanto maior for a intensidade da luz difundida maior será a turvação. As leituras são feitas com um nefelómetro conforme as indicações do aparelho, exprimindo-se os resultados em NTU (*Nephelometric Turbidity Units*) (NORMA MOÇAMBICANA, 1987). No presente trabalho foi usado um turbidímetro modelo TB1 *Turbidimeter* marca VELP SCIENTIFICA (figura 10), em que foram colocadas 10ml da amostra num recipiente de vidro previamente esterilizado e a máquina calibrada para a detecção do valor da turvação.



Figura 9: Turbidímetro

Fonte: Autor

Sabor: Não existem métodos instrumentais capazes de fornecer uma avaliação absoluta. O método é baseado na apreciação do sabor da água em pesquisa e na definição da sensação que nos dá. O método depende portanto da sensibilidade do operador (NORMA MOÇAMBICANA, 1987).

Para obtenção dos resultados deve-se agitar a amostra 3-4 vezes num copo. Pôr uma pequena quantidade de água na boca, passando-a de um lado para o outro e depois cuspi-la. Para aumentar a precisão é necessário, antes da pesquisa, enxaguar a boca com água sem sabor. Os resultados são expressos segundo a natureza do sabor detectados, na expressão dos resultados é indicada também a sensibilidade do operador.

pH: A determinação baseia-se na calibração do sistema de eléctrodos (eléctrodos de vidro e eléctrodos de referencia) com soluções tampões de pH conhecido e na sucessiva determinação de pH da amostra em pesquisa. Uma vez calibrado o aparelho, o pH é dado directamente pelo valor que se lê no ph-metro sem necessidade de cálculos sucessivos. Tendo em conta que o pH varia com a temperatura, é necessário anota-lo na altura da análise (NORMA MOÇAMBICANA, 1987). O modelo usado para a medição do pH foi pH HEP na primeira fase e o potenciómetro PCD650 na segunda.



Figura 10: ph metro

Fonte: Autor

Cor: A metodologia empregue será o método por diluição, o método destina-se a uma determinação rápida e grosseira da intensidade da cor, através da comparação visual entre uma série de diluições da amostra e água destilada. Conforme na diluição à qual a cor não é mais perceptível em comparação com água destilada (NORMA MOÇAMBICANA, 1987).

b) Análise Microbiológica

A metodologia utilizada tanto para coliformes totais como fecais foi o método de membranas filtrantes, em que são filtrados 100ml da amostra através de um filtro de nitrocelulose com poros de 0.45µm de diâmetro. A membrana filtrante é colocada assepticamente sobre um

substrato nutritivo e selectivo, devidamente incubado. O número de colónias contadas sobre a membrana filtrante corresponde directamente ao número de bactérias coliforme em 100ml da amostra (NORMA MOÇAMBICANA, 1987). No caso dos coliformes totais para se fazer a contagem correcta das colónias deve escolher-se membranas contendo até 80 colónias, no entanto, podem ser lidas membranas com um máximo de 200 colónias.

- Se as duas membranas, correspondentes, à mesma amostra, contiverem mais de 200 colónias deve repetir-se a análise após diluição conveniente da amostra.
- Se apenas uma das amostras contiver mais de 200 colónias, esta não deve ser considerada. Os resultados são calculados com a contagem feita na outra membrana.
- Se as duas membranas contêm menos de 200 colónias calcula-se o resultado segundo a expressão:

$$\text{N}^\circ \text{ total de coliformes} / 100\text{ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colonias contadas} \times 100}{\text{ml de amostra filtrada}} \quad (1)$$

Para coliformes fecais, para se fazer a contagem correcta das colónias deve escolher-se membranas contendo até 60 colónias. O resultado é calculado usando a seguinte expressão.

$$\text{N}^\circ \text{ total de coliformes} / 100\text{ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colonias contadas} \times 100}{\text{ml de amostra filtrada}} \quad (2)$$

Onde:

- N° de colónias contadas, é a soma das colónias das duas placas;
- ml de amostra filtrada, é a soma do volume das duas porções de amostra.

Para o preparo de meio de cultura para os coliformes totais e fecais, foram usados caldo Tergitol-7-Agar e m-FC Agar respectivamente. Os meios de cultura foram preparados usando a prescrição do fabricante quanto as quantidades de diluição. Primeiramente pesou-se o caldo numa balança em que o caldo era colocado num copo Erlenmeyer de 250ml após isso colocou-se numa garrafa Duran onde adicionou-se água destilada seguindo posológia do mesmo em 54,15g esta para 1 litro de água destilada. Depois colocar a garrafa no banho-maria deixar entrar em ebulição para dissolver completamente, esterilizar por autoclavagem a 121°C durante 15 min, após isso deixar arrefecer a 50°C, com uma pipeta graduada e estéril retirar 10ml do meio de cultura e colocar em uma placa de Petri deixar o conteúdo homogeneizar. Para o caldo m-FC Agar o

procedimento é quase similar retirando a parte da esterilização por autoclavagem e a posologia para o caldo m-FC Agar é 52g para 1 litro. De salientar que o meio de cultura pode ser conservado no prazo máximo de 4 dias a temperatura de 2 – 10 °C.



Figura 11: Reagente e meio de cultura

Fonte: Autor

Para a análise dos coliformes totais como fecais, assepticamente colocar com uma pinça esterilizada a membrana filtrante sobre o porta-filtro, cuidadosamente colocar o funil, verificar se o tubo de borracha de vácuo esta devidamente ligado ao balão *Erlenmeyer* e á bomba de vácuo. Filtrar 100ml da amostra sob vácuo parcial, cada amostra deve ser analisada duas vezes seguindo o mesmo processo para se obter resultado duplicado. Retirar o funil e com pinça remover a membrana filtrante colocando-a sobre o disco absorvente previamente embebido no caldo (meio de cultura), quando se presume que a amostra é bastante contaminada é necessário proceder a sua diluição. Procede-se com a incubação com as placas invertidas contendo as membranas filtrantes entre 35 a 38°C durante 22 a 24 horas para coliformes totais e 44 a 46°C durante 24 a 26 horas para coliformes fecais.



Figura 12: Filtração e resultado após incubação das amostras

Fonte: Autor

Após a incubação segue se a fase da contagem das colónias usando o microscópio ou lupa de ampliação, as colónias de coliformes fecais são de cor azul (varias tonalidades) e de coliformes totais são de cor rosa à vermelha com superfície metálica brilhante.

c) Parâmetros químicos

Para os parâmetros químicos a sua medição foi directa e todos parâmetros químicos fora medidos na segunda fase da colecta de dados sendo que os parâmetro, Cobre, Ferro e Manganês foram medidos usando o colorímetro Orion AQ400 e os restantes parâmetro Oxigénio dissolvido (OD), Salinidade e Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foram medidos com o pH metro PCD650



Figura 13: Colorímetro

Fonte: Autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Serviços de saneamento

- **Acessibilidade**

Em todas 40 casas inquiridas (20 no bairro 5º Congresso e 20 no bairro Alto-Macassa) tem existência de latrinas, o que em termos percentuais pode se afirmar que 100% da amostra tem latrinas, independentemente da localização, e 0% para fecalismo a céu aberto nas residências inqueridas. De salientar que só foram inqueridas neste aspecto residências contendo poços rasos de captação subterrânea.

Na acessibilidade é onde se procura indicações sobre o número de latrinas por agregado familiar distância entre as latrinas e os agregados familiares, de referir que no bairro 5º Congresso as latrina têm uma distância entre a 1 – 5 m de distância das famílias com 40% (sendo que dessa percentagem 30% as latrinas encontram se no interior da casa e 10% no quintal), e na sua maioria 50% com distância nos intervalos entre 6 - 15 m e 10 % para distância > 15 m. Quanto ao tipo de latrinas 65% é do tipo tradicional (fossas seca, com base permeável) (apêndice 7a e 7b), 35% são do tipo melhorado (fossa séptica, com impermeabilidade de base), sendo 20 casas inqueridas no bairro 60% das residências tem duas casas de banho (uma tradicional no quintal e uma melhorada no interior da casa) (apêndice 7c).

Para o Bairro Alto-Macassa, 30% das latrinas distam entre 1 - 5 m das famílias (sendo que dessa percentagem 10% as latrinas encontram-se no interior da casa e 20% no quintal), 55% distam entre 6 - 15 m e 15% para distância maior que 15 m. Quanto ao tipo de latrinas 50% é do tipo tradicional (fossas seca, com base permeável) (apêndice 7a e 7b), 50% são do tipo melhorado (fossa séptica, com impermeabilidade de base), sendo 20 casas inqueridas no bairro 30% das residências tem duas casas de banho (uma tradicional no quintal e uma melhorada no interior da casa) (apêndice 7c).

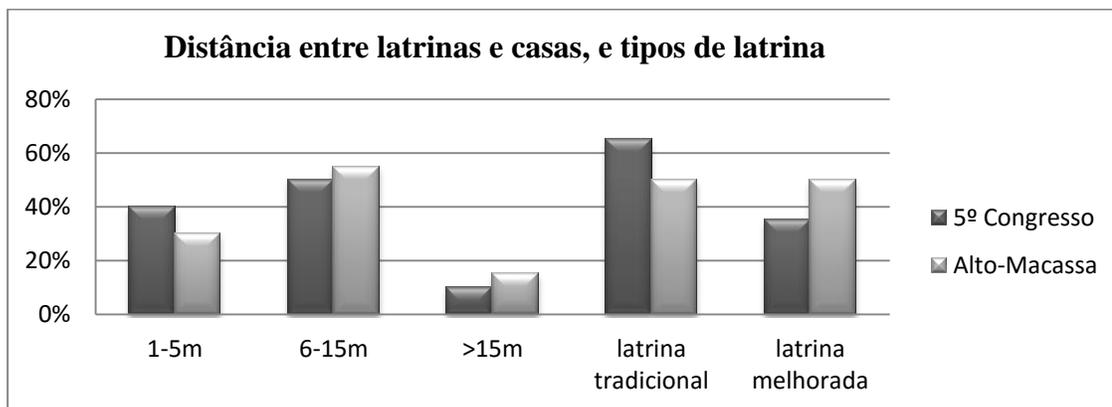


Gráfico 2: Acessibilidade (Distância entre as latrinas e as casas, e tipos de latrinas)

Fonte: Autor

- **Utilidade**

Na utilidade indica-se o uso da latrina se o mesmo é colectivo ou restrito na mesma família. De referir que 100% da população inquerida em ambos os bairros (5º Congresso e Alto-Macassa, nas casas em que só há uma latrina) todos membros da casa usam a mesma latrina, e 60% dos inqueridos nas residências em que possuem duas latrina (sendo uma no interior da casa e outra no quintal) todos membros da família usam sem restrição as latrinas e 40% somente algumas pessoas da família usam a latrina no interior da casa ou a mesma só pode ser usada durante a noite por toda família, quanto a latrina do quintal todos usam sem restrições. E salientar que para cada família, tem pelo menos uma latrina como foi já mencionado antes.

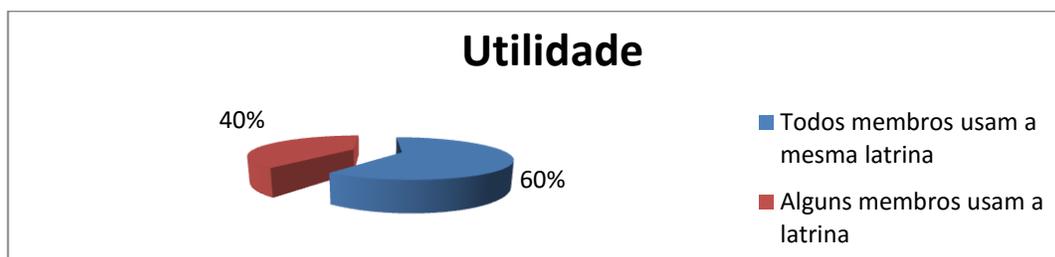


Gráfico 3: Utilidade

Fonte: Autor

- **Fiabilidade**

Neste parâmetro, vai-se estudar o da existência de manutenção das latrinas em uso. De acordo com alguns autores, para saber sobre a fiabilidade, deve se ter em conta, a informação

sobre o uso se uma determinada família usa a mesma casa de banho desde a sua estadia em uma determinada residência ou não, e para outros, informação crucial seria apenas a manutenção.

No bairro 5º Congresso 75% da população inquirida está a usar a mesma latrina desde que se tornou residente naquele bairro, e 25% já trocou pelo menos uma vez a latrina. E no que diz respeito a manutenção, 70% da população não faz manutenção nas suas latrinas desde que começou a usa-la, e volta de 30% da população faz manutenção não frequente. No que concerne ao bairro Alto-Macassa 60% da população inquerida está a usar a mesma latrina desde que se tornou residente do bairro e 40% já trocou ao menos uma vez a sua latrina, quanto a manutenção 60% não faz manutenção nas suas latrinas desde que começou a usa-las, 30% faz mas não frequentemente e 10% faz frequentemente (vide gráfico 4).

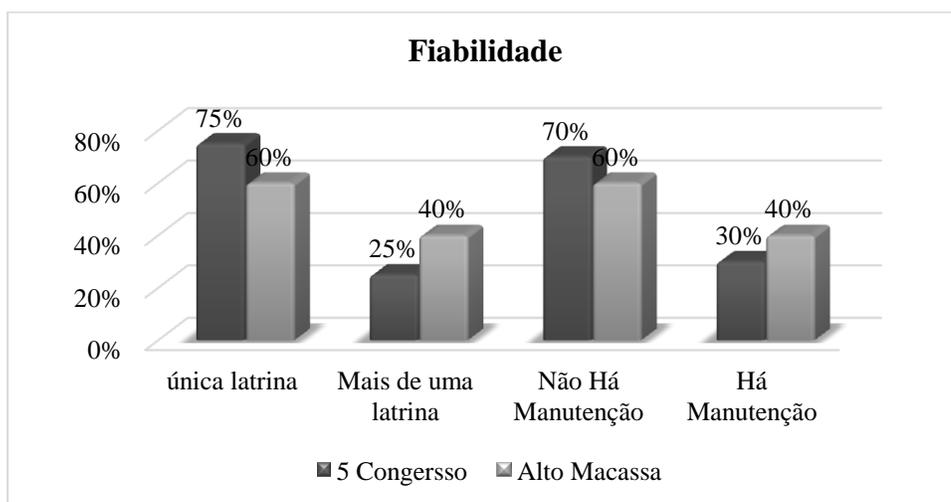


Gráfico 4: Fiabilidade

Fonte: Autor

- **Protecção ambiental**

A distância entre os poços e as latrinas das famílias inqueridas no bairro 5º Congresso em termos percentuais, 30% das residências tem as latrinas a uma distancia inferior a 10m, 60% para distância entre 10 a 20 m e 10% para distâncias maiores que 20m. Para o bairro Alto-Macassa 35% das latrinas estão a uma distância inferior a 10m dos poços e 65% distam entre 10 a 20 m e 0% para maiores que 20 m.

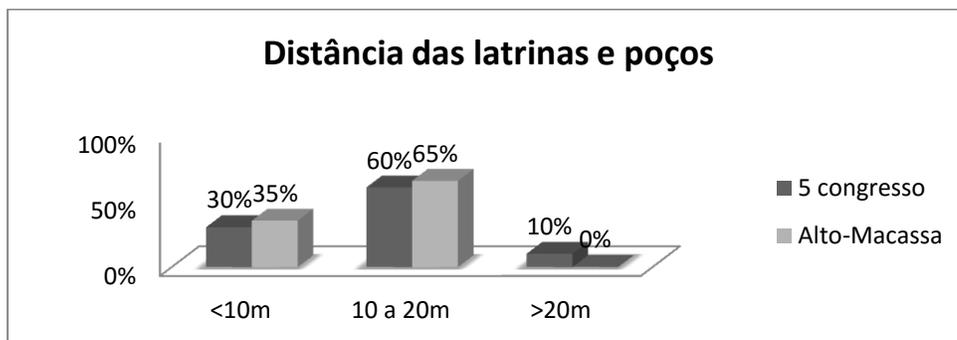


Gráfico 5: Protecção ambiental (distância entre latrinas e poços de captação de água)

Fonte: Autor

Quanto a deposição de resíduos sólidos e líquidos (águas brancas), no bairro 5º Congresso 80% dos inqueridos faz deposição directa nos resíduos no solo (cova) ou queima sem tratamento prévio e 20% faz acondicionamento para posterior recolha pelo município, isso para resíduos sólidos, quanto aos resíduos líquidos 60% fazem deposição directa e 40% usam sistemas de drenos. No entanto no bairro Alto-Macassa quanto a deposição dos resíduos sólidos apresenta mesma percentagem que o outro bairro 80% dos inqueridos faz deposição directa nos resíduos no solo (cova) (ver figura 14) ou queima sem tratamento prévio e 20% faz acondicionamento para posterior recolha pelo município, para resíduos líquidos 50% fazem deposição directa e 50% usam sistemas de drenos.



Figura 14: Exemplo de covas para deposição de resíduos sólidos e líquidos

Fonte: Autor

Os principais problemas ambientais detectados nos bairros em estudo foram também verificados por um estudo feito pelo CMVV (2007), em que deu maior ênfase ao deficiente sistema de saneamento do meio, deficiente sistema de gestão de resíduos sólidos, deficiente sistema de drenagem das águas pluviais e residuais, erosão costeira, vias de acesso, ocupação desordenada do espaço, poluição.

Perante aos resultados obtidos em ambos bairros, nos parâmetros (Acessibilidade, Fiabilidade, Utilidade, Protecção Ambiental) acima ilustrados graficamente, pode afirmar-se que de 50% das famílias inquiridas apresentam um nível de serviço de saneamento limitado, sendo que 20% apresentam serviço inexistente, 25% apresentam um serviço básico e os restantes 5% serviço melhorado, segundo o IRC (2012).

4.2. Características dos poços analisados

Em relação a forma de captação da água nos poços, é feito por meio de auxílio de uma corda em que uma das extremidades esta amarrado um balde e a outra extremidade fica amarrada do lado de fora do poço a uma estaca ou pedra, em alguns casos com uma roldana adaptada para facilitar na captação do líquido, dos 40 poços residenciais analisados, 65% das residências, os poços constituíam a única forma de aquisição de água, e em 35% a aquisição também era feito pela rede pública isso no bairro 5º Congresso. No entanto para o bairro de Alto-Macassa, 75% das residências os poços são a única forma de abastecimento de água, e em 25% o abastecimento também era feito pela rede pública dados similares observados por WSP (2011).

Tabela 3: Características dos poços analisados

		Bairro 5º Congresso	Bairro Alto-Macassa
Características		Percentagem (%)	Percentagem (%)
Abastecimento domiciliar	Poço	65	75
	Poço e rede Publica	35	25
Tipo de perfuração	Escavação manual	100	100
	Escavação mecanizada	0	0
Formas de Captação	Manual com balde	40	65
	Manual com Balde e roldana	60	35
Profundidade do poço	Até 10m	20	0
	De 11 a 20m	70	70
	21 a 30m	10	30

Parede externa acima do solo (cm)	0 a 50 cm	20	10
	>50 cm	80	90
Tampa	Sim	50	45
	Não	50	55
Calçada ao redor do poço	Sim	55	65
	Não	45	35
Distância do poço a fossa séptica mais próxima (m)	<10	30	35
	10 a 20	60	65
	>20	10	0
Revestimento interno	Sim	85	95
	Não	15	5

Fonte: Autor

Quanto a forma de captação de água dos poços no bairro 5º Congresso, 40%, a captação é feita manualmente com balde, e em 60% é manual com balde e auxílio de roldana, para o bairro Alto-Macassa foram 65% para captação manual com balde e de 35% para captação com auxílio de roldana como é ilustrado na figura 16. De referir que neste procedimento pode ocorrer contaminação da água pela inadequação das condições de higiene do colector, que normalmente é um balde que fica exposto e não é higienizado antes de ser usado. Dos quarenta poços estudados 100% são do tipo raso escavados, dos quais 20% com até 10 m de profundidade, 70% entre 11 a 20 m, e 10% para poços com profundidade superior de 21 a 30 m, no 5º Congresso, no Alto-Macassa 70% com profundidade entre 11 a 20 m, e 30% para poços com profundidade superior de 21 a 30 m, sendo que a media de altura é de 14.1 m com a altura máxima de 25 m e mínima de 8 m no bairro 5º Congresso, quanto ao bairro Alto Macassa a media de alturas é 18.7 m sendo a máxima de 29 m e a mínima de 12 m.



Figura 15: Captação de água manual com balde

Fonte: Autor

Segundo OLIVEIRA *et al.* (s/d) a profundidade dos poços é uma das características que podem estar relacionada à qualidade da água. Entende-se que a profundidade pode reduzir a possibilidade de contaminação por substâncias que possuem baixa mobilidade no solo. Conseqüentemente quanto menor for a profundidade, maior é o risco de contaminação das águas por fossas, deposição inadequada de lixo e de água servida a céu aberto OLIVEIRA *et al.* (s/d).

4.3. Resultados dos Parâmetros Físicos e Organolépticos da 1ª Fase

- **Cor**

Das análises feitas das amostras verificou-se que 20% das mesmas do bairro 5º Congresso apresentavam se coradas (algumas com a cor tendendo a esbranquiçado) isso nos seguintes poços: B, G, H e S. Para o bairro Alto-Macassa 15% é que não passaram nos padrões de potabilidade pois apresentava se coradas.

Em suma 80% das amostras para 5º Congresso e 85% para Alto-Macassa estão dentro dos padrões de potabilidade segundo o MISAU (2004) que a água deve ser incolor ou conter até 15 TCU, resultados similares encontrados por SINALO (2015), em que maior parte das amostras por ele analisado em Vilankulo estavam dentro dos padrões de potabilidade de acordo com MISAU.

- **Cheiro e Sabor**

Para o bairro 5º Congresso 80% das amostras, os resultados estavam dentro dos padrões para o sabor (insípido) e 20% fora (pouco salubre) e 100% dentro dos parâmetros para o cheiro (inodoro), quanto ao bairro Alto-Macassa 75% das amostras apresentaram resultados dentro dos padrões para o sabor (insípido) e 25% fora (pouco salubre) e 100% dentro dos parâmetros para o cheiro (inodoro) (ver apêndice 4).

- **Condutividade**

As análises de condutividade foram realizadas logo à chegada das amostras ao laboratório, tendo-se verificado que a condutividade varia de entre 120 a 220 μ S/cm (ver apêndice 3,a) onde esses valores (mínimo e máximo) foram verificados nos poços B, e L, com a média de 162.35 μ S/cm no bairro 5º Congresso e de 110 a 200 μ S/cm (ver apêndice 3,b) no bairro Alto Macassa valores esses verificados nos poços 11 e 14, com média de 153.35 μ S/cm (ver tabela 4), sendo que 100% dos valores obtidos das amostras de ambos os bairros estão dentro padrões de potabilidade segundo MISAU (2004) que defende que os valores admissíveis para água destinada ao consumo humano fornecida por fontes de abastecimento sem tratamento devem estar entre 50 a 2000 μ S/cm, resultados aproximados que também foram verificados por SINALO (2015).

- **Turvação**

No bairro 5º Congresso, 30% das amostras analisadas encontram-se fora dos padrões admissíveis pelo MISAU, sendo que no global os valores variam de 0.26 a 22 NTU a média é de 5.852 NTU, para o bairro Alto-Macassa 25% das amostras analisadas estão fora do padrão sendo que variam de 0.46 a 18.3 NTU o valor médio é de 4.505 NTU (ver tabela 4). De acordo com MISAU (2004), o valor da turvação não deve exceder os 5NTU, valores acima desse são considerados fora do padrão. Nesse parâmetro houve uma mínima similaridade com os resultados obtidos por SINALO (2015), dado que 100% dos valores por ele obtidos estão dentro dos padrões recomendáveis.

- **Potencial de Hidrogênio (pH)**

De acordo com MISAU (2014) os valores de pH deve estar no intervalo de 6.5 a 8, contudo os poços analisados no bairro 5º Congresso 40% estão abaixo dos limites admissíveis e 35% dos poços analisados no bairro Alto Macassa também estão abaixo dos limites admissíveis. Sendo que os valores variaram de 5.6 a 7.8 com a média de 6.63 para o bairro 5º Congresso e 5.6 a 8.1, com o valor médio de 6.73 no bairro Alto Macassa (ver tabela 4). Uma particularidade também verificada por SINALO (2015), em que parte dos poços apresenta pH abaixo do recomendável, isso segundo CORDEIRO (2008) citado por SINALO (2015) esse factor pode advir pelo contacto da água subterrânea com rochas calcárias.

Tabela 4: Resultados (valores max. Med e min) de condutividade, turvação e pH

Bairro	Condutividade			Turvação			pH		
	Max	Méd.	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min
5congresso	220	162.35	120	22	5.852	0.26	7.8	6.63	5.6
Alto Macassa	200	153.35	110	18.3	4.505	0.46	8.1	6.73	5.6

Fonte: Autor

4.3. Parâmetros Microbiológicos

- **Coliformes Fecais e Totais**

Em termos percentuais no bairro 5º Congresso, 30% das amostras o resultado de ausente para coliformes totais como coliformes fecais e 70% presente para ambos coliformes analisados, para o bairro Alto-Macassa deu 40 % ausente para ambos coliformes e 60% presente, similaridade verificada por MUMUANE (2014). De acordo com MISAU (2004) água sem tratamento pode conter até dez colónias de coliformes totais, mas zero de coliformes fecais foi nesses termos que se obtiveram os resultados abaixo demonstrados graficamente.

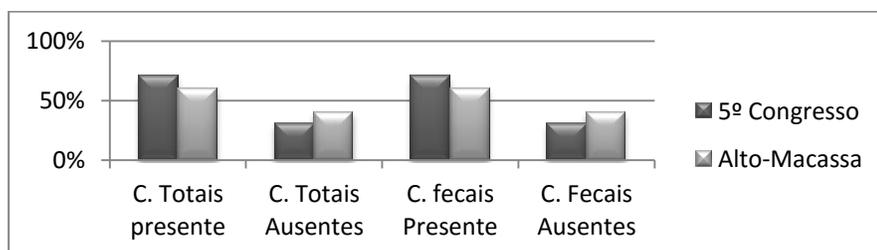


Gráfico 6: percentagem de coliformes

Fonte: Autor

4.4. Resultados dos Parâmetros Físicos e Químicos da 2ª Fase

As amostras foram colhidas no período da manhã e da tarde, com a finalidade de verificar se há variação dos parâmetros com estado do tempo ou não. Outro dado que importa referir é o facto da colecta ter sido feita uma semana em que houve precipitação (chuva).

Tabela 5: Resultados de valores da segunda fase

Bairro	Condutividade			Turvação			ph			STD			OD		
	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min
5° Congresso	404.9	362.25	317.5	24.4	12.95	0.55	7	6.5	6	397.9	347.91	302	9.7	8.6	5
Alto Macassa	317.67	220.63	116.67	17.19	8.3	0.32	7.0	6.7	6	364.56	211.824	114.933	11	10	4

Fonte: Autor

- **Condutividade**

Quanto aos resultados obtidos houve uma grande variação sendo que no bairro 5° Congresso a condutividade varia 317.5 a 404.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ com a média de 362.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no bairro Alto Macassa os valores variam de 116.67 a 317.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ com a média de 220.63 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ver tabela 5). Contudo todos valores ainda elevados prevalecem dentro dos parâmetros estabelecidos pelo MISAU. Entretanto a variação dos valores podem estar relacionados com o facto da chuva, pois segundo OLIVEIRA *et. al.* (s/d) a água quimicamente pura tem uma condutância elétrica muito baixa, basta porém, uma pequena quantidade de mineral dissolvida para torná-la condutora, se esse se dissocia em cátions e ânions, quanto mais íons presentes, maior será a condutância. Para a potabilidade, não existem critérios definidos de condutividade elétrica, sendo seus valores influenciados por outros parâmetros como turbidez, salinidade e temperatura por exemplo OLIVEIRA *et. al.* (s/d).

- **Turvação**

Os valores obtidos variam de 0.55 a 24.4 NTU com uma média de 12.195 NTU no bairro 5° Congresso, e no bairro Alto Macassa variam de 0.32 a 17.19 NTU com média de 8.3 NTU (ver tabela 5), sendo que 28.4% no bairro 5° Congresso e 14.2% no bairro Alto Macassa é que se encontram dentro dos padrões de potabilidade segundo o MISAU e a OMS (Organização Mundial da Saúde), definem que o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 NTU. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando

entram em contato com o oxigênio do ar, principalmente no período de chuva facto também verificado por OLIVEIRA *et. al.* (s/d).

- **Potencial de Hidrogênio (pH)**

Os valores de pH não tiveram uma variação considerável sendo que no bairro 5° Congresso o máximo foi 7 e o mínimo 6.1 com o valor médio de 6.5, enquanto no bairro Alto Macassa o pH variou de 6.35 a 7.09 com a média de 6.73 (ver tabela 5). Pode se concluir que a variação do pH no local do estudo pode ser afectada por outros factores não sendo com o estado do tempo.

- **Sólidos Totais Dissolvidos**

Segundo o MISAU com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o limite máximo permissível na água é de 1000 mg/L. Os valores de STD no bairro 5° Congresso variaram de 302.6 a 397.9mg/L com a média de 347.917mg/L, no bairro alto Macassa tiveram uma variação de 114.933 a 364.567 mg/L com o valor medio de 211.824 (ver tabela 5). De acordo com OLIVEIRA *et. al.* (s/d) as águas com demasiado teor de minerais dissolvidos devem ser encaradas como potencialmente corrosivas para os filtros e outras partes da estrutura dos poços, mesmo abstraindo-se outras características das águas,

- **Oxigênio dissolvido**

Os valores de OD variam de 5.32 a 9.71 mg/L com a média de 8.62 no bairro 5° Congresso e 4.12 a 11.85 mg/L com o valor médio de 10.02 mg/l no Alto Macassa (ver tabela 5), sendo os valores máximos admissíveis de OD segundo a OMS é de 9.2 mg/L.

Segundo PIVELI (s/d) valores elevados de OD pode ser causado por poluição da água por decomposição dos compostos orgânicos. O OD pode ser acrescido pelo O₂ produzido pelas plantas aquáticas durante a fotossíntese. Um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura das águas se eleva ou quando ocorre eutrofização do corpo hídrico (CLESCERI *et al.*, 1999) citado por (PARRON, 2011).

Tabela 6: Valores obtidos de Ferro e Manganês

Bairro	Ferro (mg/L)			Manganês (mg/L)		
	Max	Med	Min	Max	Med	Min
5° Congresso	2.2133	0.455	0.0253	12.2367	2.8367	0.6057
Alto Macassa	0.2087	0.0394	0	1.324	0.3296	0

Fonte: Autor

- **Ferro**

Segundo o MISAU os valores máximos admissíveis do teor ferro na água potável deve ser de 0.3 mg/L, para o bairro 5° Congresso os valores obtidos variam de 0.0253 mg/L a 2.2133 mg/L sendo que 16,7% dos valores estão fora dos padrões admissíveis e a média é de 0.455 mg/L, no bairro Alto Macassa os valores variam de 0 a 0.2087mg/L e a média é de 0.0394 mg/L (ver tabela 5), sendo que todos os valores (100%) estão dentro dos parâmetros admissíveis. O facto de no bairro Alto Macassa ter registado valores dentro dos parâmetros, segundo OLIVEIRA *et. al.* (s/d) isto pode ser explicado pelo fato de que neste bairro os poços se encontrarem a uma profundidade considerável e está captando água de uma Formação aquífera com menores concentrações de ferro do que a formação que alimenta os outros poços do bairro 5° Congresso.

- **Manganês**

Os valore de manganês obtidos no bairro 5° Congresso varia de 0.6057 mg/L a 12.2367 mg/L com média de 2.8367 mg/L sendo que 100% dos valores obtidos estão fora dos limites admissíveis, entretanto no bairro Alto Macassa 42.86% é que se encontram fora dos limites admissíveis sendo que os valores vão de 0 a 1.324 mg/L com a média de 0.3296 mg/L (ver tabela 5). Segundo MISAU os valores máximos admissíveis para o manganês para água de consumo humano é de 0.1 mg/L.

5. CONCLUSÃO

Todas famílias inqueridas tem pelo menos uma latrina, sendo que grande parte das mesmas ainda usam latrinas do tipo tradicional (via seca), no que concerne aos resíduos sólidos a pratica mais comum é a deposição directa no solo (cova) ou queima sem nenhum tratamento prévio ou segregação dos resíduos, de salientar que essa pratica pode alterar as características da qualidade da água e promover uma possível contaminação perigando assim saúde, visto que por vezes os resíduos são depositados em distancias menores em relação a localização dos poços. Já para os resíduos líquidos (águas brancas) o processo é idêntico com os sólidos, onde a deposição é feita directamente no solo salvo algumas residências em que tem sistema de drenos, a prática de reuso é quase inexistente, de salientar que parte dos resíduos líquidos é depositado no solo contendo resíduos de substâncias químicas usados no tratamento de cabelos, na lavagem de loiça e roupa. Ambos os bairros apresentam um nível de serviço de saneamento básico.

De acordo com todos parâmetros de qualidade de água analisados apenas 5% da amostra no bairro 5º Congresso e 15% no bairro Alto-Macassa possuem água potável, ou seja, apresentam todos parâmetros dentro dos padrões de potabilidade. Onde pode verificar-se que o maior índice de parâmetro fora dos padrões, é nos parâmetros microbiológicos (tanto para coliformes totais como fecais), isso pode estar relacionado com o facto de alguns poços terem sido construídos sem observar as normas de distância com as latrinas, e muitos dos poços tem uma profundidade no intervalo de 8m a 20m o que é facilmente contaminável. O Segundo parâmetro com índice elevado fora dos padrões é o pH em que grande parte das amostras apresentou um pH ácido (abaixo de 6.5 que é o mínimo recomendável), tal facto pode estar associado as características geológicas do solo, mas para tal recomenda se que se faça um estudo acerca desse fenómeno.

Em suma podemos aceitar a hipótese nula dois (H_0 ; 2), que diz que a qualidade de água é influenciada directamente pelas condições de saneamento do meio principalmente no que diz respeito ao parâmetro microbiológico.

5.1. RECOMENDAÇÕES

Para ESUDER

- Que os laboratórios estejam funcionais e com facilidade de acessibilidade para os estudantes.
- Que crie parceria com o Laboratório de Água para o Consumo Humano de Vilankulo, com a finalidade de troca de experiências e trabalhos conjuntos para o desenvolvimento do município no que concerne a qualidade de água.

Para o laboratório

- Que se crie condições de reparação do espectrofotómetro
- Em coordenação com a Direcção distrital da Saúde e a ESUDER, promovam palestras nos bairros sobre os riscos de consumo de água sem tratamento, independentemente do tipo de captação e saneamento do meio.

Para os estudantes

- Que façam estudos do género nos restantes bairros do município e em outras localidades do país, incluindo furos também.
- Que façam estudos de parâmetros químicos, a fim de verificar, se tem alguma influência em certos aspectos da qualidade e das conclusões tiradas no presente trabalho.

Para os Residentes

- Que sigam os regulamentos básicos de aberturas de poços rasos e condições de conservação e preservação da estrutura.
- Que melhorem o tipo de latrinas usadas para uma melhor higiene individual e colectiva.

6. BIBLIOGRAFIA

- ANDREA, C. & ASSO, L. (2015). Condições de Empoderamento Para a Boa Governança da Água um Modelo Financeira e Economicamente Sustentável. Acque Del Chiampoo. Comissao Europeia.
- BETTEGA, J. M. P. R. *et al.* (2006). Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (2004). Manual de Saneamento. Brasília.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (2007). Manual de saneamento. 3. ed. Brasília,;
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, (2006). Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. (2009). Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. - Brasília:
- CAPUCCI E. *et al.* (2001). Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB (2009). Qualidade Das Águas Interiores No Estado De São Paulo
- CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CISAM / AMVAP. (2006). Manual de Saneamento Rural. Brasil
- CONSTANTINO. H (2016): Análise da gestão dos resíduos infecciosos produzidos no Hospital Rural de Vilankulo, Escola Superior de Desenvolvimento Rural- Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique
- COSTA C. C.DA & GUILHOTO J. J. M. (2014). Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. Artigo Técnico Brasil
- DE SOUSA, E. R. (2001). NOÇÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA - PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DE UMA MASSA DE ÁGUA. LISBOA. IST
- FERNANDES, Â. M. F. (2011). Diagnóstico Da Qualidade Da Água Subterrânea Em Propriedade Rural No Município De Planalto, RS. Ijuí/RS. UNIJUI
- FERREIRA, J. M. *et al.*, (2012). Manual de Boas Práticas para Execução e Exploração de Furos de Captação de Águas Subterrâneas. Instituto Português da Qualidade

- FORUM DA SOCIEDADE CIVIL PARA OS DIREITOS DA CRIANÇA – ROSC (2014). O Direito a Água e ao Saneamento como um Pilar Chave para o Desenvolvimento Humano
- FUNASA. Manual de Saneamento, Normas e Diretrizes. Brasília. 2007
- GÁLVEZ, J. J. O. (2011). Cartilla Técnica: Águas Subterrâneas - Acuíferos. LIMA – PERÚ
- HAGEMANN, S. E. (s/d). Avaliação Da Qualidade De Agua Da Chuva E Da Viabilidade De Sua Captação E Uso. Santa Maria. RS. Brasil
- HERCULANO, L. M. L. (2012). IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO COMO FORMA DE GARANTIR ÁGUA DE QUALIDADE, QUANTIDADE E HIGIENE NO SEMIÁRIDO MOÇAMBICANO: CASO DO DISTRITO DE FUNHALOURO. Porto Alegre
- HIPÓLITO, J. R. & VAZ, Á. C. (2011). Hidrologia e Recursos Hídricos, IST Press, 1ª ed.
- INSTITUTO TRATA BRASIL (2012). O Manual do Saneamento Básico. Brasil
- IRC INTERNATIONAL WATER AND SANITATION CENTRE-IRC (2012) Avaliando os níveis dos serviços de saneamento. 2 ed. IRC-WASHCost Mozambique,
- JUNG, C. F. (2009). Metodologia Científica e Tecnológica. Material para Fins Didáticos. Brasil.
- MARCONI, M. DE A. & LAKATOS, E. M. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo. Editora Atlas s.a.5ª ed.
- MENDES, BENILDE *et al.* (2004). Qualidade da água para consumo humano, Lisboa.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2002). Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico. Rio de Janeiro
- OLIVEIRA, D. A. *et al.* (2003). Avaliação Do Teor De Ferro Em Águas Subterrâneas De Alguns Poços Tubulares, No Plano Director De Palmas-To. São Paulo.
- OLIVEIRA, A. V. *et al.* (s/d). ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA COLETADA DE POÇOS RASOS E POÇOS ARTESIANOS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RORAIMA
- OMS/ UNICEF (2000). Informe sobre la evaluación mundial delabastecimiento de aguaen 2000.
- PARRON, LUCILIA MARIA. (2011). Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo : Embrapa Florestas,.

- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE, MINISTERIO DAS OBRAS PUBLICA E HABITAÇÃO, (2007). Política de água; Maputo;
- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE, MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL. (2005). Perfil Distrital de Vilankulo. Província de Inhambane. Maputo.
- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. CONSELHO MUNICIPAL DA VILA DO VILANKULO (CMVV). (2007). Plano Municipal de Gestão Ambiental de Vilankulos
- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. MINISTÉRIO DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO - DIRECÇÃO NACIONAL DE ÁGUAS (MOPH-DNA), (2003). Manual Técnico: Para a Implementação de Projectos de Abastecimento de Água e Saneamento Rural. Moçambique
- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. NORMA MOÇAMBICANA. (1987). PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA
- REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. Regulamento de Pesquisa e Exploração de Águas Subterrâneas – RPEAS. Decreto n.º 18/2012 de 5 de Julho
- SÁ- SILVA, J. R. (2009). Pesquisa Documental: Pistas Teóricas e Metodológicas. Revista Brasileira de História e Ciências Sociais.
- SCURACCHIO. P. A. (2010). Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de são carlos - sp. Universidade estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”
- SILVA, F. C. (2005). SANEAMENTO BÁSICO - ABASTECIMENTO DE ÁGUA IMPORTÂNCIA DA ÁGUA EM SAÚDE PÚBLICA. Portal de Saúde Pública,
- SILVA, W. T. L. DA. (2014) Saneamento básico rural Brasília, DF: Embrapa.
- SILVEIRA, L. A. (2010). Metodologia da Investigação Científica. Material de aula de MIC. Universidade do Minho. Portugal.
- SINALO, J. C. (2015). Avaliação dos Parâmetros Físico-Químicos da Água Abastecida pela Empresa Moçambicana de Água (EMA) no Município de Vilankulo. UEM-ESUDER
- SOUSA, T, G. S. (s/d). Água Potável Garantia De Qualidade De Vida. UFPI
- TSUTIYA, M. T. (2006). Abastecimento de Água. Departamento Da Engenharia Hidráulica E Sanitária Da Escola Politécnica Da Universidade De São Paulo. São Paulo
- VON SPERLING, M. (2005). Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de esgotos. 3ª ed, Belo Horizonte Brasil

- WATER AND SANITATION PROGRAM - WSP (2011). A COBERTURA DE FONTANÁRIOS EM VILANKULOS, Estatísticas.
- WATERAID MOÇAMBIQUE, (2002). Notas sobre Saneamento, Saúde e Higiene e Higiene dos Pontos de Abastecimento de Água; Maputo;
- YAMAGUCHI, M. U. *et al.*, (2013). Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. O Mundo da Saúde, São Paulo;

APÊNDICE E ANEXOS

Apêndice 1. Modelo do questionário aplicado para residências com poços



Escola Superior De Desenvolvimento Rural

Departamento de Engenharia Rural

Licenciatura em Engenharia Rural com especialização em água e saneamento

Álvaro Panguana estudante da Universidade Eduardo Mondlane – Escola Superior de Desenvolvimento Rural pretendo realizar um estudo sobre qualidade de água e níveis saneamento, Assim, agradeço pela sua participação. Como parte do inquérito, gostaria de lhe fazer algumas perguntas. As informações que irão nos providenciar serão estritamente confidenciais e as suas respostas são muito importantes.

Questionário: Casa n° _____ Amostra n° _____. Data: ____/____/2016.

Bairro _____

Qual a idade do poço? _____

Qual é a profundidade do poço? _____

A tampa do poço estar nivelada ou acima do solo? _____

O poço esta em um nível mais alto ou que o da latrina? Sim (___) Não (___)

Qual é distância do poço para a latrina? _____

A tampa do poço é vedada (tem tampa)? Sim (___) Não (___)

Quando chove o córrego transborda e inunda o poço? Sim (___) Não (___)

É adicionada alguma substância para a purificação da água do poço? Sim (___) Não (___)

Você tem conhecimento sobre a distância mínima necessária entre o poço e a fonte de contaminação (casa de banho ou fossa)? Sim (___) Não (___)

Quantas famílias usam a mesma fonte ____ e em que condições todos dias__ ou alguns__

O poço é a única fonte de abastecimento ____ se não qual é a outra ____

Outras observações: _____

Apêndice 2: Modelo de questionário sobre índices de Saneamento

1. Onde deposita o lixo
 - a) Céu aberto___ b) Na cova___ c) O município vem recolher _____
2. Tem latrina em casa
 - a) Sim___ b) Não___
- 2.1. Que tipo d latrina usa
 - a) Melhorada ___ b) via seca (não precisa de água) ___
- 2.2. Qual é a distância da latrina para a casa
 - <5m___ b) 5 -10m___ c) 10 – 15m___ d)>15m___
- a. Qual é a distância da latrina em relação ao poço
 - b) <5m___ b) 5 -10m___ c) 10 – 15m___ d)>15m___
- a. Qual é a distância da latrina em relação ao local onde é depositado o lixo
 - c) <5m___ b) 5 -10m___ c) 10 – 15m___ d)>15m___
3. Como faz a limpeza da latrina
 - a) Vare___ b) Cinza___
4. Quem usa a latrina
 - a) Algumas pessoas___ b) Todos___
5. A latrina em uso é a mesma desde que começaram a residir nessa casa ou já foi trocada
R_____
6. Quem usa a latrina todos membros da casa ___ ou alguns ___ e em que circunstâncias usam _____
7. A Latrina é partilhada com vizinhos? R_____
8. Outras observações: _____

Apêndice 3: Tabela de Resultados

FP – Fora dos Padrões; DP – Dentro dos Padrões; NPT- não potável; PT- potável

	C. TOTAIS	C. FECAIS	pH	Turbidez	Condutividade	Cor	Sabor	Cheiro	Juízo
<i>5º Congresso</i>									
P.A	FP	FP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.B	FP	FP	DP	FP	DP	FP	DP	DP	NPT
P.C	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.D	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.E	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.F	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.G	FP	FP	DP	FP	DP	FP	FP	DP	NPT
P.H	FP	FP	DP	FP	DP	FP	DP	DP	NPT
P.I	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.J	FP	FP	DP	FP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.K	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.L	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.M	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.N	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.O	DP	DP	DP	DP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.P	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.Q	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.R	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.S	FP	FP	DP	FP	DP	FP	FP	DP	NPT
P.T	DP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	PT
<i>Alto Macassa</i>									
P.1	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.2	FP	FP	DP	DP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.3	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.4	FP	FP	FP	FP	DP	FP	DP	DP	NPT

P.5	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.6	DP	PT							
P.7	DP	PT							
P.8	FP	FP	FP	DP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.9	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.10	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.11	DP	DP	DP	FP	DP	FP	FP	DP	NPT
P.12	FP	FP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.13	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.14	FP	FP	DP	DP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.15	DP	PT							
P.16	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.17	FP	FP	FP	DP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.18	DP	DP	FP	DP	DP	DP	FP	DP	NPT
P.19	DP	DP	DP	FP	DP	DP	DP	DP	NPT
P.20	DP	DP	DP	FP	DP	FP	DP	DP	NPT

Apêndice 4: Valores de condutividade eléctrica

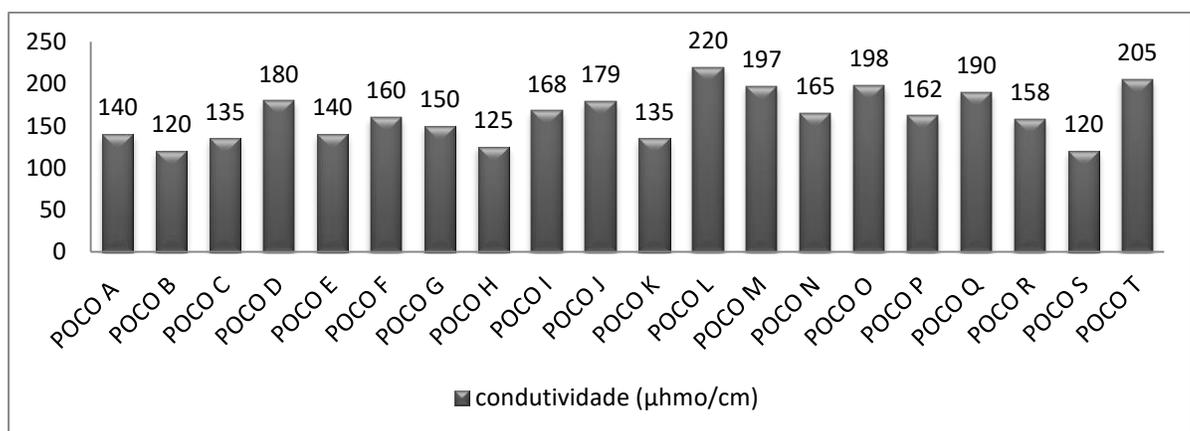


Gráfico 4: Valores de condutividade eléctrica no bairro 5º Congresso

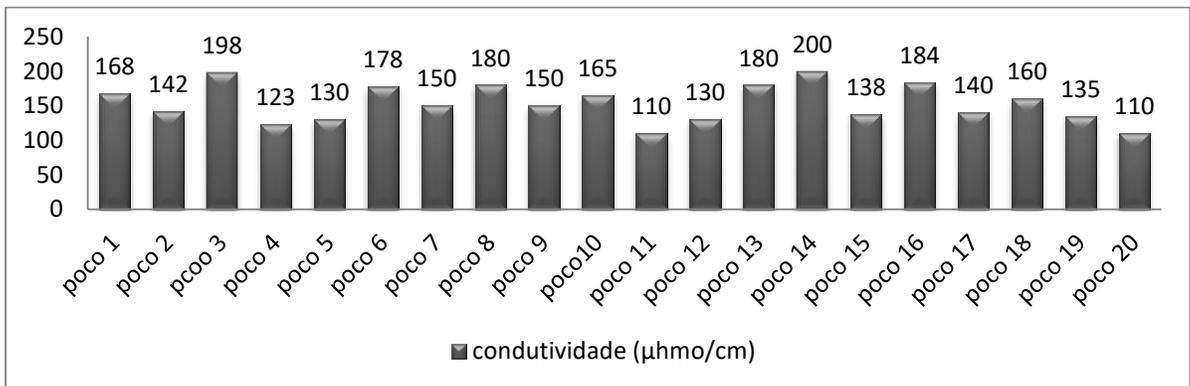


Gráfico 5: Valores de condutividade eléctrica no Bairro Alto-Macassa

Apêndice 5: Valores da Turvação no Bairro

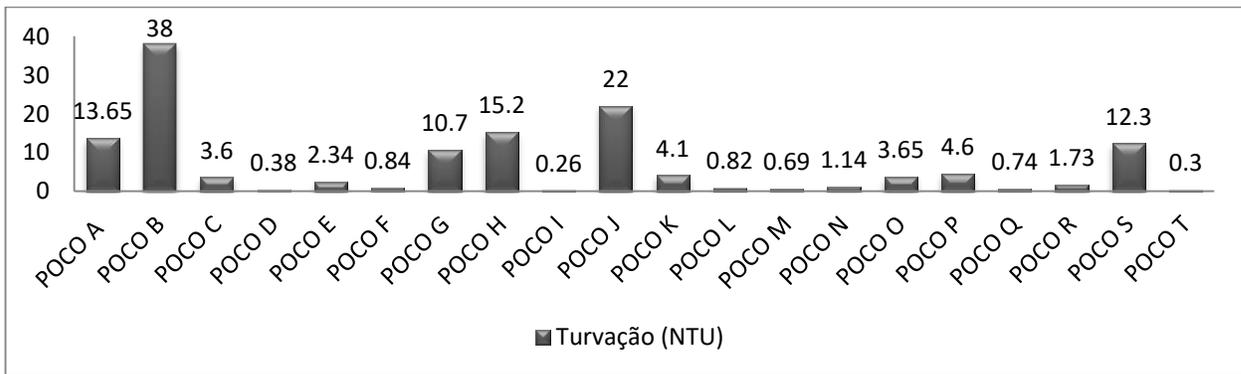


Gráfico 6: Valores da Turvação no Bairro 5º Congresso

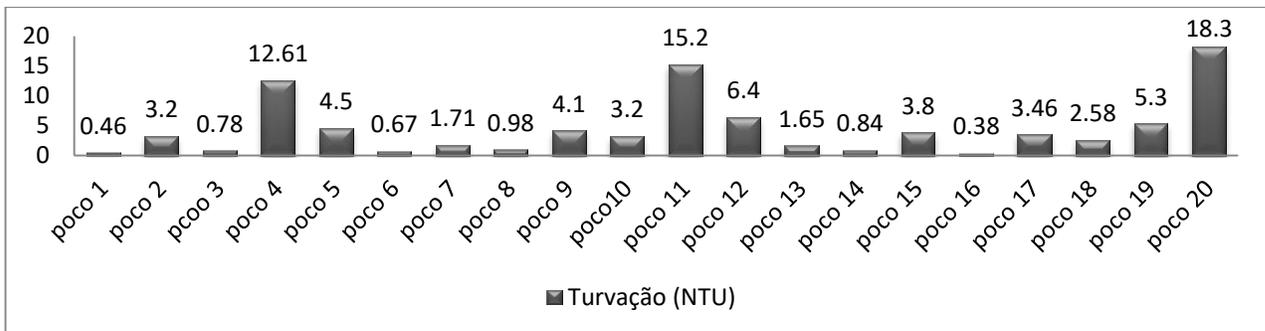


Gráfico 7: Valores da Turvação no Bairro Alto-Macassa

Apêndice 6: valores de pH

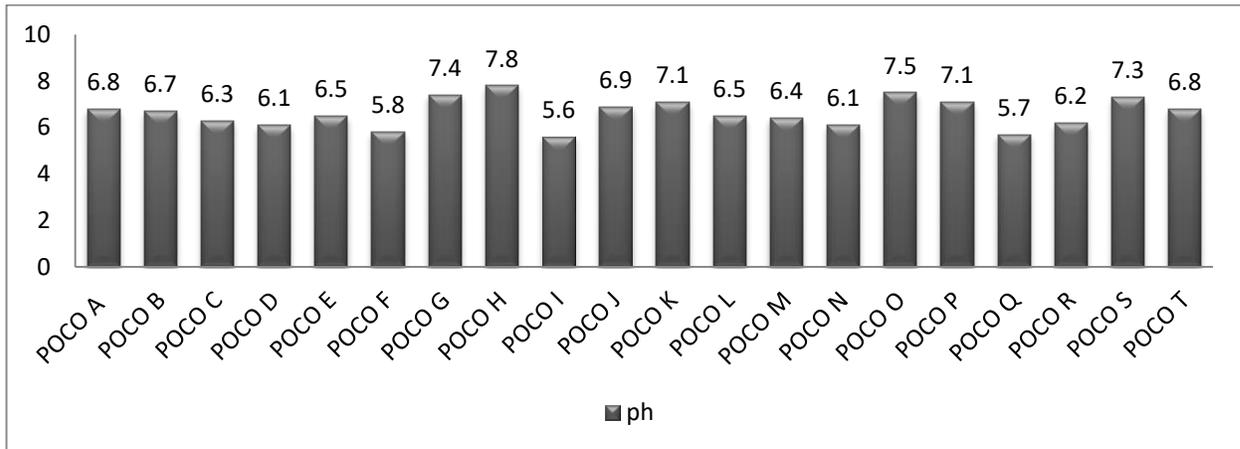


Gráfico 8: valores de pH no bairro 5º Congresso

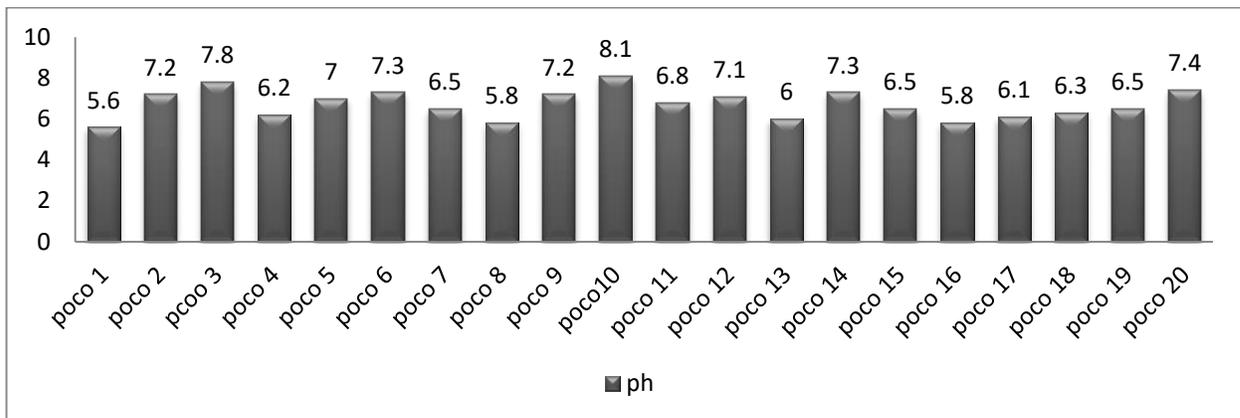
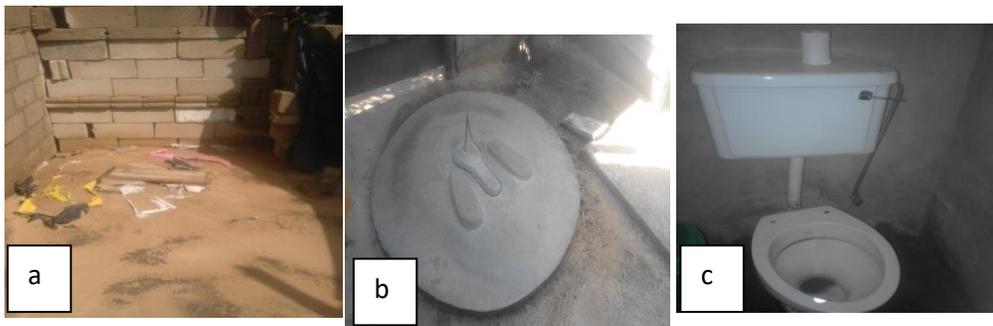


Gráfico 9: valores de pH no bairro Alto Macassa

Apêndice 7: Tipos de latrinas



Apêndice 8: Tabela de resultados da segunda fase

5º Congresso							
Poços	D	I	B	L	K	E	
ph	6.1267	6.41	6.96667	6.4333	6.71	6.7433	
Turvação	0.55	1.88	24.4	16.55	21.5	8.29	
Cond	345.933	404.9	.17.5	396.867	357.167	351.133	
OD	9.37667	9.27667	9.21	5.23	8.8433	9.71	
MN	0.6057	1.47433	12.2367	0.99333	0.81933	0.891	
Ferro	0.02533	0.08867	2.2133	0.08	0.245	0.07767	
TDS	334.267	397.9	312.133	389.833	350.8	302.567	
Alto Macassa							
Poços	1	4	6	9	14	16	20
pH	6.3533	7.09	6.83667	6.69	6.78667	6.6733	6.6533
Turvação	7.24	12.09	0.32	6.31	6.01	17.79	8.29
Cond	151.887	282	275.4	371.667	143.967	202.833	116.667
OD	11.6467	11.8533	11.31	4.12667	10.17	10.4	10.6867
MN	0.08833	0.077	0	1.324	0	0.42	0.39733
Ferro	0.018	0.013	0	0.20867	0	0.01267	0.0235
TDS	116.067	276.767	270.5	364.567	141.467	198.467	114.933

ANEXOS

Anexo 1. Padrões de saneamento

Tabela 7: Padrões de saneamento

	Sistema	Nº de pessoas	Drenagem	Gestão de resíduos sólidos
Norma	Latrina tradicional melhorada	Uma família	Drenagem coberta	Sistema de colecta de eliminação enterrar ou queimar
Mínimo	Latrina tradicional	Partilhada	Drenagem descoberta	Colecta parcial
Não servidos	Defecação a céu aberto	Partilhada	Drenagem descoberta	

Fonte: IRC. 2012

Anexo 2: Escada de Serviços de Saneamento para Resíduos Sólidos

Tabela 8: Escada de Serviços de Saneamento para Resíduos Sólidos proposta pela WASHCost

	Contenção	Colecta	Eliminação	Tratamento	Reutilização
Serviço altamente melhorado	Organização de fontes Contentores separados para papel, vidro, etc. Contentor seguro protegido das moscas, animais Domésticos	Recolha mecanizada Gestão comunitária com sistema que evita dispersão	Eliminação segura em locais protegidos Contenção de lixo	Incineração Reciclarem Compostagem	Reutilização sistemática e produtiva (composto, energia, etc)
Serviço Melhorado	Contentor seguro protegido de	Gestão comunitária	Eliminação segura em	Reciclagem Compostagem	Reutilização produtiva não

	moscas e animais domésticos		locais protegidos		sistematizada ou nula
Serviço Básico	Contentor seguro protegido	Individual (membro do agregado familiar encarregue da recolha)	Eliminação em lixeiras específicas	Sem tratamento	Reutilização produtiva problemática ou nula
Serviço inexistente ou inaceitável	Sem contentor	Não há recolha	Sem tratamento	Sem tratamento	Não há reutilização

Fonte: (IRC, 2012)

Anexo 3: Parâmetro de qualidade destinada ao consumo humano e seus riscos para a saúde pública

Tabela 9: Limites admissíveis de parâmetro microbiológico segundo MISAU

Parâmetro	Limite máximo admissível	Unidades	Risco para a saúde Pública
Coliformes totais	-	NMP/ 100ml Nº de colónias/100ml	Doenças gastrointestinais
Coliformes fecais	0-10	NMP/ 100ml Nº de colónias/100ml	Doenças gastrointestinais

Tabela 10: Limites admissíveis de parâmetro físicos e organolepticos segundo MISAU

Parâmetro	Limite máximo admissível	Unidades	Risco para a saúde Pública
Cor	15	TCU	Aparência
Cheiro	Inodoro		Sabor
Condutividade	50-2000	µhmo/cm	

pH	6.5-8.5		Sabor, corrosão, irritação da pele
Sabor	Insípido		
Turvação	5	NTU	Aparência, dificulta a desinfecção

Fonte: (MISAU, 2004)

Tabela 11: Limites admissíveis de parâmetros químicos segundo MISAU

Parâmetros	Limite máximo admissível	Unidades	Riscos para a saúde pública
Cobre	1.0	mg/L	Irritação intestinal
Ferro	0.3	mg/L	Necrose hemorrágica
Manganês	0.1	mg/L	Anemia, afecta o sistema nervoso
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)	1000	mg/L	Sabor desagradável

Fonte: (MISAU, 2004)

Anexo 4: Tipos de poços Rasos



Fonte: HERCULANO (2012)