Águas subterrâneas e superficiais usadas para o consumo humano em Moçambique

Avaliação da qualidade e proposta de tratamento

VOLUME I



Carlos José Domingos Alface &
Jaime Ernesto Naene
(Organizadores)

Editora

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS USADAS PARA O CONSUMO HUMANO EM MOÇAMBIQUE

Avaliação da qualidade e proposta de tratamento

CARLOS JOSÉ DOMINGOS ALFACE
JAIME ERNESTO NAENE
(Organizadores)

Volume 1

Editora Aluz

Diretora
Barbara Aline F. Assunção
Produção Gráfica
Editora Aluz
Capa
Editora Aluz
Diagramação
Editora Aluz
Revisão Técnica
Karoline Assunção
Jornalista Grupo Editorial Aluz
Barbara Aline F. Assunção, MTB 0091284/SP
Bibliotecária Responsável
Sueli Costa, CRB-8/5213

CARO LEITOR,
Queremos saber sua opinião sobre nossos livros.
Após a leitura, siga-nos no Instagram @revistarcmos e visite-nos no site revistacientificaosaber.com.br

Copyright © 2023 by Alface & Naene
Todos os direitos desta edição reservados à Editora Aluz

Rua Benedito Carlixto
11730-000 -Mongaguá– SP
Telefone: (11) 94170-2995
instagram.com/revistarcmos

Conselho Editorial
Dr. José Crisólogo de Sales Silva. São Paulo, Brasil.
Dr. Jorge Adrihan N. Moraes. Rio de Janeiro, Brasil.
Dr. Eduardo Gomes da Silva Filho. Roraima, Brasil.
Dra. Ivanise Nazaré Mendes. Rondônia, Brasil.
Dr. Ivanildo do Amaral. Assunção/PY.
Dr. Luiz Cláudio Gonçalves Júnior. São Paulo, Brasil.
Dr. Maurício Diascâneo
Dr. Geisse Martins. Flórida EUA.
Dr. Cyro Masci. São Paulo, Brasil.
Dr. André Rosalem Signorelli. Espírito Santo, Brasil.
Me. Carlos Alberto S. Júnior. Ceará, Brasil.
Me. Michel Alves da Cruz. São Paulo – Brasil.
Me. Paulo Maia. Pará, Brasil.
Me. Hugo Silva Ferreira. Minas Gerais, Brasil.
Me. Walmir Fernandes Pereira. São Paulo, Brasil.
REVISORES
Guilherme Bonfim. São Paulo, Brasil.
Felipe Lazari. São Paulo, Brasil.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Águas subterrâneas e superficiais 1. Ed – São Paulo: Editora Aluz Científica, 2023.
105p..
ISBN:
DOI 10.51473/ed.al.ass

1. Agenda Global 2. Hospitais verdes 3. I. Alface; Naene, . III. Título
CDD-378

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação
Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, que entrou em vigor no Brasil em 2009.

INTRODUÇÃO

O consumo de água imprópria, ou seja, água com elementos físicos, organolépticos, químicos e bacteriológicos acima dos limites recomendados pelo Ministério da Saúde (MISAU) e Organização Mundial da Saúde (OMS), contribui de certo modo para ocorrência de doenças de origem hídrica. Em países pobres, como Moçambique, o acesso à água potável, ainda é fraco o que reflete na saúde da população tanto urbana assim como rural.

Perante esta conjuntura, o propósito desta obra, é descrever não só o cenário da qualidade da água subterrâneas e superficiais destinadas ao consumo a partir estudos de caso em Moçambique, na Cidade da Beira, distritos de Nhamatanda e Búzi, na província (Estado) de Sofala e Distrito de Manica na província com mesmo nome, locais considerados com características diferenciadas para o estudo da água destinada ao consumo humano,assim como propor algumas estratégias de baixo custo para o seu tratamento uma vez que a implantação de sistema convencional de tratamento de água para a maior parte da população ainda levará tempo devido ao seu elevado custo.

A presente proposta faz o reconhecimento da diversidade metodológica tanto qualitativa assim como quantitativa através das pesquisas realizadas por um coletivo de sete pesquisadores moçambicanos, na sua maior parte da Universidade Licungo – Moçambique, o que permitiu coletar diversas experiências.

A obra apresenta seis capítulos, abordando a temática de água destinada ao consumo humano, sendo

que cinco primeiros abordam a vertente qualidade e uma proposta de estratégias de tratamento com vista a tornar adequada ao consumo humano.

Tendo em conta os resultados encontrados nas pesquisas, o livro é recomendado para pesquisadores de diversas áreas do saber (meio ambiente, química, biologia, etc) assim como o público em geral interessado em compreender o cenário da água destinada ao consumo humano em Moçambique.

Ótima leitura!

Carlos José Domingos Alface
Jaime Ernesto Naene
(Organizadores)

CAPÍTULO 1

Avaliação da Qualidade de águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano: estudo de caso dos Poços e Furos da Vila Municipal de Nhamatanda

Carlos José Domingos Alface
Gerre Zebedias Samo Sithole

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp1

INTRODUÇÃO

O consumo da água imprópria, ou seja, água com elementos físicos, organolépticos, químicos e bacteriológicos acima dos limites recomendados pelo ministério da saúde (MISAU) e organização mundial da saúde (OMS), contribui de certo modo para ocorrência de doenças diarreicas e outras oportunistas.

A água deve ser vista como um meio para matar a sede e também como um fator que influencia a saúde humana, visto que a sua qualidade concorre para ocorrência de doenças no organismo humano.

A pesquisa tem o propósito de avaliar a qualidade de água consumida e da saúde dos residentes da vila de Nhamatanda, decorrente do consumo desta quando não tratada segundo recomendações do MISAU e da

OMS. Ela surge por se verificar a ocorrência em número elevado de doenças de veiculação hídrica da vila de Nhamatanda como são os casos de diarreia, cólera e disenteria.

O estudo pretende determinar os agentes responsáveis pelas doenças diarreicas e apontar medidas estratégicas para mitigar a situação. Para resolver o problema, o autor propôs realizar análises laboratoriais das águas dos poços e de furos utilizados para o consumo humano na vila.

METODOLOGIA

Para materialização da pesquisa obedeceu-se os seguintes procedimentos metodológicos e técnicos:

Observação direta

O autor observou regularmente *in loco* os poços e furos existentes em todos bairros da vila com o propósito de verificar o estado de conservação, condições de cobertura, localização dos poços e furos em relação às fontes de contaminação como casas de banho, latrinas, lixeiras, etc.

Entrevista

Consistiu em entrevistar funcionários da administração do distrito de Nhamatanda, de saúde e alguns residentes da vila. Este exercício pretendia coletar informações sobre o número de bairros e residentes da vila, as doenças mais comuns associadas ao consumo da água atendidas no hospital, número de casos e ações para redução de casos de doenças a ela associadas,

saber a opinião dos moradores da vila sobre a qualidade da água por eles consumida (concretamente no que diz respeito ao sabor), tipo de tratamento anterior ao consumo e doenças mais frequentes nas suas famílias.

Método experimental

Efetuou a análise laboratorial das águas dos poços e dos furos nos laboratórios do centro de higiene ambiental e exames médicos (CHAEM). Com esse exercício se pretendia saber as características (físicas, organolépticas, químicas e bacteriológicas), grau de contaminação da água dos poços e dos furos da vila em causa.

O método experimental basicamente seguiu o seguinte roteiro:

Coleta de amostras:

Foram colhidas 24 amostras de águas, das quais 12 dos poços e 12 dos furos. Para análise desta água foram selecionados 12 pontos de coleta, sendo seis (6) poços e seis (6) furos. Das amostras colhidas, 12 foram analisadas entre outubro e a 3ª semana de novembro e as restantes 12 entre a 4ª semana de novembro e dezembro de 2008.

As análises foram realizadas no período acima descrito de modo a obter-se uma imagem da qualidade de água na época seca (Outubro a 3ª semana de Novembro) e na época chuvosa (4ª semana de Novembro a Dezembro).

O critério para a seleção para os pontos de coleta levou em consideração o fato do ponto de coleta ser de maior fluxo público e sua localização em bairros mais populosos da vila de Nhamatanda de modo a obter

uma imagem representativa da qualidade de água. Este critério está de acordo com o artigo 11 do regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano de 2003, que fala sobre a **amostragem.**

Análises laboratoriais

Todas as amostras foram submetidas a análises laboratoriais no laboratório nacional de águas e alimentos (LNHAA) da Beira.

Consulta Bibliográfica

Recolheu-se informações detalhadas sobre a qualidade da água. Com este exercício pretendia-se recolher informações sobre água, sua qualidade e técnicas para o seu tratamento. Devido a escassez de bibliografia que discute o assunto, o autor recorreu a internet para recolher informações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisa do campo

A partir das observações realizadas *in loco* aos poços e furos da vila de Nhamatanda pode-se afirmar que:

A maior parte dos furos encontram-se em condições não adequadas. Os poços não apresentam coberturas, o que facilita a água ser susceptível de contaminar-se por agentes poluentes do solo e do ar atmosférico.

Os poços são ainda mais vulneráveis à

contaminação devido a sua proximidade com as fontes de contaminação como é o caso de lixeiras, latrinas, etc. Isto mostra que durante a abertura dos poços não se leva em consideração a contaminação das águas por outras fontes ao redor.

O retorno das águas captadas dos poços deve-se ao facto de a boca deste estar ao mesmo nível que o chão. Isto facilita a entrada de contaminantes encontrados no chão. Esta situação é mais grave no período chuvoso.

Os resultados das entrevistas mostram que as entidades responsáveis pela abertura e limpeza das fontes de água são diferentes e há fraca colaboração entre elas. Tais entidades são a população que é encarregue de construir e manter a limpeza dos poços e o comité de gestão criado pela administração do distrito em parceria com algumas organizações não governamentais que é encarregue em construir e manter a limpeza dos furos. Uma hipótese provável para explicar este facto se pretende com a inexistência de pessoas no seio da comunidade, capazes de monitorar abertura e limpeza de fontes usando técnicas básicas para o efeito, e pela fraca intervenção de comité de gestão criado pela administração do distrito. Esta fraca colaboração é sustentada pela seguinte afirmação:

"*não há informação da frequência com que é feita a limpeza dos poços ...*"

Importa referir que quando a abertura e a limpeza das fontes de água for realizada sem coordenação das entidades encarregues para o efeito, alguns o farão inadequadamente ou não o farão, como resultado todos correm o risco de contrair doenças associadas

ao consumo da água.

A situação de doenças associadas com o consumo da água é preocupante visto que nos últimos dois anos (2006 e 2007) foram registrados muitos casos com particular destaque para a diarreia (infantil e aguda), cólera e disenteria. Neste período, por exemplo para a diarreia infantil e aguda no total deram entrada no hospital 23563 doentes, dos quais nove (9) resultaram em óbitos.

Apesar dos esforços que estão sendo empreendidos pelas entidades da saúde no sentido de inverter a situação, pode-se considerar que estão sendo implementadas estratégias não eficazes visto que o número de doentes continua elevado. Este facto é sustentado pela seguinte afirmação dos entrevistados da saúde:

"*Tem se procedido à distribuição à população de desinfetante, ...para o tratamento da água, mas isto só é feito quando há surto de cólera*".

Isto significa que se espera pela ocorrência de cólera para tomada de medidas, mas sabe-se que a cólera não é a única doença associada ao consumo da água.

A maior parte da população acha que a água consumida tem sabor salgado. Isto indicia a existência de certo grau de salinidade das águas subterrâneas da vila. Este facto é sustentado pela seguinte constatação:

"... (*cerca de 92%) responderam não gostar da água por apresentar um sabor desagradável (sabor salgado)*".

Há falta de hábito de tratamento da água no seio dos residentes da vila, antes do seu consumo, e este

pode ser um dos fatores que pode estar a contribuir para a elevada ocorrência de doenças associadas ao consumo da água. Esta falta de hábito é sustentada pela seguinte constatação:

"... (*cerca de 82%) responderam não tratar a água e os restantes 18% tratam...*".

Análises **laboratoriais** As análises laboratoriais de água no período seco e chuvoso podem ser resumidos nas tabelas que seguem:

FA	Parâmetros														
	Físicos e Organolépticos						Microbiológicos								
	PH1	PH2		tv1	tv2		ct1	ct2		Cf1	Cf2		ec1	ec2	
P1	7,9	7,5	+0,4	15,5	7,72	+7,78	187	243	-56	112	71	+41	A	A	(-)
P2	8	6,8	+1.,2	10,17	16,2	-6,03	155	53	+102	97	22	+75	A	A	(-)
P3	8,1	7	+1,1	90	134	-44	167	121	+46	129	23	+106	A	A	(-)
P4	8,1	7	+1,1	24,93	3,75	+21,18	144	34	+110	0	16	-16	A	A	(-)
P5	7,7	6,7	+1,0	3,78	0,54	+3,24	132	139	-7	77	8	+69	A	A	(-)
P6	7,8	6,8	+1,0	9,5	9,22	+0,28	149	2	+147	81	0	+81	A	A	(-)
F1	7,4	6,5	+0,9	0,92	0	+0.92	57	23	+34	38	12	+26	A	A	(-)
F2	7,9	6,9	+1,0	1,65	1,6	+0,05	74	4	+70	42	4	+38	A	A	(-)
F3	7,7	6,7	+1,0	0,60	0,59	+0,01	129	7	+122	101	0	+101	A	A	(-)
F4	7,4	6,4	+1,0	0,19	0,17	+0,02	194	82	+112	10	4	+6	A	A	(-)
F5	7,3	6,3	+1,0	0,18	0,16	+0,02	202	9	+193	9	0	+9	A	A	(-)
F6	7,7	6,7	+1,0	1,45	1,39	+0,04	42	29	+13	27	18	+9	A	A	(-)

PH1= PH do período chuvoso; PH2= PH do período seco; = variação do PH entre o período chuvoso e

seco= PH1-PH2; tv1= turvação do período chuvoso; tv2=turvação do período seco; =variação da turvação entre o período chuvoso e seco =tv1-tv2; ct1=coliformes totais do período chuvoso; ct2= coliformes totais do período seco; = variação de coliformes totais entre o período chuvoso e seco=ct1-ct2; cf1=coliformes fecais do período chuvoso; cf2=coliformes fecais do período seco; =variação de coliformes fecais entre o período chuvoso e seco; ec1=escherichia coli do período chuvoso; ec2=escherichia coli do período seco. Sit1/2= situação entre o período chuvoso e seco.

FA	Parâmetros Químicos																	
	Cl1	Cl2		dur1	dur2		Ca1	Ca2		Mg1	Mg2		$NO_2$1	$NO_2$2		$NH_3$1	$NH_3$2	
P1	98,6	88,6	+10	218	650	-432	70	340	-270	36,1	82,9	-46,8	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
P2	216,9	116,9	+100	208	400	-192	64	200	-136	35,1	48,8	-13,7	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
P3	84,4	42,5	+41,9	216	352	-136	68	176	+108	36,1	42,9	-6,8	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
P4	288	255,2	+32,8	210	144	+66	64	72	-8	35,6	17,6	+18	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
P5	809	886,2	-77,2	212	382	-170	66	190	-124	35,6	46,8	-11,2	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
P6	398	298	+100	3500	2500	+1000	2240	1240	+1000	307,4	307,4	0	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F1	5608,5	1777,2	+3831,3	3600	1840	+1760	2300	920	+1380	317,2	224,4	+92,8	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F2	482,8	382,8	+100	3180	2180	+1000	2080	1080	+1000	268,4	268,4	0	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F3	5963	4963	+100	3800	2800	+1000	2400	1400	+1000	341,6	341,6	0	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F4	5608,5	4608,5	+1000	4200	3200	+1000	2600	1600	+1000	341,6	390,4	-48,8	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F5	9175	8175	+1000	4200	3200	+1000	2600	1600	+1000	390,4	390,4	0	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	
F6	560,8	460,8	+100	3180	2180	+1000	2080	1080	+1000	268,4	268,4	0	>0,03	>0,03	(+)	>0,4	>0,4	

cl1= Cloretos do período chuvoso; Cl2= Cloretos do período seco; = variação do Cloreto entre o período

chuvoso e seco= Cl1-Cl2; dur1= Dureza do período chuvoso; dur2=Dureza do período seco; =variação da dureza entre o período chuvoso e seco =dur1-dur2; Ca1=Cálcio do período chuvoso; Ca2= Cálcio do período seco; = variação de Cálcio entre o período chuvoso e seco=Ca1-Ca2; Mg1=Magnésio do período chuvoso; Mg2=Magnésio do período seco; =variação de Magnésio entre o período chuvoso e seco=Mg1-Mg2; $NO_2$1=Nitrito do período chuvoso; $NO_2$2=Nitrito do período seco. Sit1/2= situação entre o período chuvoso e seco. $NH_3$1=Amônia do período chuvoso; $NH_3$2= Amônia do período seco.

CONCLUSÕES

Face aos resultados conseguidos na pesquisa pode-se concluir que:

I. As águas subterrâneas dos poços e furos utilizadas para o consumo humano na vila de Nhamatanda:

Não satisfazem as exigências de potabilidade de acordo com o regulamento de água para o consumo humano;

Apresenta elementos organolépticos, químicos e bacteriológicos em grau elevado do que o recomendado pelo MISAU/OMS, nomeadamente turvação, cloretos, dureza, cálcio, magnésio, nitrito, amoníaco, coliformes totais e fecais;

II. As condições não adequadas de cobertura de poços, a distância entre a boca dos poços e o chão e as fontes de contaminação, são fatores que contribuem para a contaminação das águas.

Referências

CORREIA, António Mendes.et al. ***Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira***, volume 1, página editora, 1998.
FELIZARDO, Ana D., ***Estudo de possibilidade de uso de produtos químicos coagulantes eficazes para o tratamento de água bruta do rio pungue***, Beira, Departamento de Química, 2001.
Gil, Antônio Carlos, ***Como elaborar projetos de pesquisa***, São Paulo, 4ª edição, editora Atlas S.A., 2002.
MISAU-DNS-DAS, Regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano, Maputo, 2003.
SIMÕES, Teresa S.; QUEIRÓIS, Maria A. e SIMÕES, Maria O. Técnicas laboratoriais de Química-Bloco III, Lisboa, Porto Editora, 1998.

Sites

-snirh.pt/juniorindex.php
-pt.wikipedia.org/wiki/água
-www.mundovestibular.com.br
-www.thalamus.org.br/zeko/dpv
-wiki.educartis.com/wiki/índex.php
-amaliagodoy.blogspot.com
-jornallivre.com.br
-pt.wikipedia.org/wiki/águas subterrâneas
-setqui.blogspot.com
-pt.wikipedia.org/wiki/indicador_de_pH
-www.snatural.com.br/UV.htm
-pt.wikipedia.org/wiki/vibrio_cholerae
-ccmm.fc.ut.pt/vnunes/ensino/tp5.pdf
-www.sfdk.com.br/ciências_coli.asp
-pt.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli
-pt.wikipedia.org/wiki

CAPÍTULO 2

Avaliação da Qualidade da Água Mineral do Monte Minhena Usada para o Consumo Humano. Estudo de Caso: Distrito de Manica

Ribeiro Neves Ribeiro
Carlos José Domingos Alface

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp2

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa versa um tema recente que levanta controvérsia na saúde por causa do uso desregrado da água mineral não processada pela população do distrito de Manica, concretamente no bairro de Nhamachato.

Em Moçambique, as águas superficiais constituem a maior fonte de água potável e destas, cerca de 216 000 milhões de metros cúbicos encontram-se disponíveis às populações. Por incrível que pareça, as reservas de água doce estão diminuindo drasticamente em detrimento da explosão demográfica e mudanças climáticas. De acordo com projeções do Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (INE), o país poderá ter uma população de aproximadamente 30 milhões de habitantes no ano de 2020, o que representará uma taxa de crescimento de cerca de 77%, relativamente ao ano de 2012 (ABOO, 2013).

A água é fundamental para o desenvolvimento sustentável dos vários países, pelo que a falta de água ou água sem qualidade diminui a qualidade de vida das populações. Calcula-se que cerca de 1000 milhões de pessoas não têm acesso à água comprovadamente potável e 2400 milhões não dispõem de saneamento básico no mundo.

As demandas da água têm vindo a aumentar com aumento da população mundial, especialmente nos países em vias de desenvolvimento, como o caso de Moçambique. Contudo, as atividades humanas diretas ou indiretamente podem reduzir a qualidade da água, tornando-a inadequada para o consumo humano e sua aplicação em outras atividades.

Sabendo-se da importância da água mineral para o consumo humano, justifica-se a realização deste trabalho ao avaliar alguns aspectos da qualidade em amostras de água mineral de monte minhena usada para consumo humano pela população do distrito de Manica, com avaliações de aspectos físicos e organolépticos físico-químicos e microbiológicos, para então obter resultados mais claros sobre a qualidade da água mineral ingerida pela população.

O objectivo principal deste trabalho foi de avaliar os parâmetros físicos e organolépticos designadamente cor, cheiro, depósitos, turvação, condutividade e pH, parâmetros químicos tais como Mercúrio, cálcio, magnésio, cloretos, Ferro e dureza total e parâmetros microbiológicos como coliformes totais, fecais e E.coli na água mineral de nascente usada para o consumo humano no distrito de Manica.

METODOLOGIA

Para a materialização da presente pesquisa o autor aplicará os seguintes métodos:

Pesquisa Bibliográfica

Quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, com o objectivo de colocar o pesquisador em contacto direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013:54).

Com método de pesquisa bibliográfica recolheu-se informação em artigos científicos, Teses, Monografias, Dissertações, Livros já publicadas, relacionados com o tema, com finalidade de ter informação semelhante e apoiar a discussão do tema.

Pesquisa de campo

Procede à observação de factos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e, finalmente, à análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado (FORTES, 2006).

O autor usou este método para ajudar a coletar amostras de água mineral do monte Minhena usada para consumo humano no distrito de Manica.

Método Comparativo

O método comparativo ocupa-se da explicação dos fenômenos e permite analisar o dado concreto, deduzindo desses elementos constantes, abstratos e gerais (LAKATOS; MARCONI, 2007:107).

Com este método se comparou os resultados obtidos nas análises laboratoriais nomeadamente cor, cheiro, depósitos, turvação, condutividade e pH, parâmetros químicos tais como Mercúrio, cálcio, magnésio, cloretos, Ferro e dureza total e parâmetros microbiológicos como coliformes totais, fecais e E.Col com o limite máximo admissível estipulado pela MISAU/ OMS.

O Método experimental

É um conjunto de procedimentos rigorosos que, desenvolvendo-se habitualmente em contexto laboratorial, procura controlar variáveis estranhas ou parasitas de modo a que os resultados se devam única e simplesmente à manipulação da variável independente, isto é, que se a esta se devam às alterações na variável dependente (ARTUR, 2010: 64).

Este método constou em Recolha de Amostras que foram adquiridas no monte minhena no distrito de Manica localidade de Marinza bairro de Nhamachato e enviada para o laboratório de controlo de qualidade (SWISSLAB) em Maputo e Laboratório de Águas Higiene e Alimentos da Beira em que se efetuaram as análises para a determinação de parâmetros físicos e organolépticos designadamente cor, cheiro, depósitos, turvação, condutividade e pH, parâmetros químicos tais como mercúrio, cálcio, magnésio, cloretos, ferro e dureza

total e parâmetros microbiológicos como coliformes totais, fecais e E. Col na água mineral de nascente usada para o consumo humano. Para isso se usou a técnica de espectrofotometria de absorção atômica para análise de mercúrio e ferro.

Método estatístico

É uma ciência exata que estuda a coleta, a organização, a análise e registo de dados por amostras. O papel do método estatístico é, essencialmente, possibilitar uma descrição quantitativa da sociedade, considerada como um todo organizado (Gil, 2008:17).

Este método consistiu na determinação da quantidade da amostra para análises e aplicação de teste para verificação das hipóteses levantadas.

No total foram colhidas 4 litros de água mineral em função dos parâmetros a analisar.

Para o teste de hipótese, foi aplicado o seguinte teste de hipótese:

Teste T: usado para comparações entre dois (02) grupos de amostras independentes. Neste caso, aplicou-se teste T para comparar os valores obtidos da análise laboratorial com o padrão estabelecido pela MISAU/ OMS. O propósito foi verificar se existem diferenças significativas nas amostras de água mineral e o padrão.

RESULTADOS

Resultados da análise laboratorial de amostras coletadas no período seco

Analisou-se a água colhida no período seco nos parâmetros físicos, organolépticos, microbiológicos e

químicos e os resultados constam nas tabelas a seguir.

Características físicas e organolépticas

A tabela abaixo apresentada ilustra resultados obtidos na análise laboratorial dos parâmetros físicos e organolépticos

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros físicos e organolépticos

Fonte	Parâmetro	Resultado
Água Mineral do monte minhena	Cor	Incolor
	Cheiro	Inodora
	Deposito	Ausente
	pH	7.8
	Turvação (NTU)	0.82
	Condutividade (S/cm)	115.3

Fonte: (LHAA, 2018).

De acordo com a tabela nota-se que os parâmetros cor, cheiro, depósitos e pH encontram-se dentro dos limites máximos admissíveis pela MISAU e os parâmetros turvação e condutividade estão abaixo do padrão estabelecido.

Análise Química

A tabela que se segue é referente aos resultados obtidos da análise laboratorial dos parâmetros químicos de amostras de água mineral do monte Minhena.

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros químicos.

Fonte	Parâmetro	Teor (mg/l)	Padrão (mg/l)
Água Mineral do monte minhena	Cloretos (Cl^-)	35,4	250
	Dureza total ($CaCO_3$)	76.0	500
	Cálcio (Ca^{2+})	26.4	50
	Magnésio (Mg^{2+})	1.5	50
	Ferro (Fe^{2+})	0.01	0.3
	Mercúrio (Hg)	0.031	0.001

Fonte: LHAA & SWISSLAB (2019).

De acordo com tabela nota-se que os parâmetros cloreto (Cl^-), dureza total ($CaCO_3$), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), ferro (Fe^{2+}) encontram-se abaixo dos limites máximos admissíveis pela MISAU/OMS e o parâmetro mercúrio (Hg) está acima do padrão estabelecido.

Análise microbiológica

A tabela que se segue é referente aos resultados obtidos da análise laboratorial dos parâmetros microbiológicos de amostras de água mineral do monte Minhena.

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros microbiológicos.

Fonte	Parâmetro	Resultado	Padrão
Água Mineral do monte minhena	**Coliformes totais**	**<3**	**-**
	Coliformes fecais	**<3**	**0-10**
	E. Col	**Ausente**	**Ausente**

Fonte: (LHAA, 2018).

De acordo com tabela nota-se que o resultado obtido para parâmetros coliformes totais é menor que 3 e comparando ao limite máximo admissível constata-se que está acima, coliformes fecais também encontra-se abaixo de 3 e em comparação com o padrão nota-se que está dentro dos limites máximos admissíveis e para E. Col está ausente e encontra-se em conformidade com o limite máximo admissível proposto pela MISAU.

Regra de Decisão para Teste de Hipótese

Para testar as hipóteses levantadas no início do presente trabalho de avaliação da qualidade da água mineral do monte Minhena, aplicou-se o teste t (t – Student) com vista a determinar a significância da diferença dos teores dos parâmetros analisados na amostra da água mineral exposto no capítulo IV do presente trabalho, que consistiu na determinação de p-valor fixando – se primeiramente o nível de significância de 5% ou 0,05 (= 5% ou 0,05).

Com base nas hipóteses levantadas de forma negativa e positiva, o teste T permitiu determinar o p-valor de modo que se possa aceitar ou rejeitar as

hipóteses com as seguintes condições:

Se o p-valor for igual ao nível de significância aplicada, a hipótese nula é aceita e rejeita-se a hipótese afirmativa. Dado que t <-4,303 e t> 4,303, concluímos que existe uma diferença significativa em um nível de 95% de confiança.

Se o valor absoluto (p-valor) do teste estatístico for igual ao valor crítico de nível de significância aplicado) ou seja (p-valor=), indica a não existência de dados estatisticamente significativos para rejeitar a hipótese nula e para a presente pesquisa foram levantadas as seguintes hipóteses:

H_0:Não existe uma diferença significativa entre a qualidade da água mineral do monte Minhena usada para o consumo humano no distrito de Manica e o recomendado pela MISAU/OMS.

H_1: Existe uma diferença significativa entre a qualidade da água mineral do monte Minhena usada para o consumo humano no distrito de Manica e o recomendado pela MISAU.

Todavia, os resultados obtidos no Teste – T (t-Student) encontram representados de forma resumida abaixo:

Os parâmetros ***cor, cheiro e depósitos analisados*** no período seco encontram-se em conformidade com o disposto pela MISAU/OMS. Portanto, este facto não coloca em risco a saúde da população a qual se destina o consumo desta água.

Amostra analisada no período seco					
Parâmetros	t(2)	P (valor)	Valor □ ou nível de significância	Aceitação de hipóteses	Parâmetros
				Hipótese H_0	Hipótese H_1
pH	−4,0415	0,05612	5% ou 0,05	x	
Turvação	-724	$1{,}9078.10^{-6}$			x
Condutividade	$1{,}9988.10^{6}$	$2{,}5029.10^{-13}$			x
Cloreto (Cl^-)	-6436	$2{,}4142.10^{-8}$			x
Dureza total ($CaCO_3$)	-1273	$6{,}1708.10^{-7}$			x
Ca^{2+}	-408,76	$5{,}9848.10^{-6}$			x
Mg^{2+}	-317,51	$9{,}9194.10^{-6}$			x
Fe^{2+}	-189,85	$2{,}7744.10^{-5}$			x
Mercurio (Hg)	30	0,0011093			x

Resultados da análise laboratorial de amostras coletadas no período chuvoso.

Os parâmetros *cor, cheiro e depósito* analisados no período seco encontram-se em conformidade com o disposto pela MISAU/OMS. Portanto, este facto não coloca em risco a saúde da população a qual se destina o consumo desta água.

As tabelas a seguir apresentam resultados das análises dos parâmetros físicos, organolépticos, microbiológicos e químicos de água colhida no período chuvoso.

Características físicas e organolépticas

A tabela abaixo apresentada ilustra os resultados obtidos na análise laboratorial dos parâmetros físicos e organolépticos.

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros físicos e organolépticos

Fonte	Parâmetro	Resultado	Padrão
Água Mineral do monte minhena	Cor	Incolor	15
	Cheiro	Inodora	Inodora
	Deposito	Ausente	Ausente
	pH	7.8	8.5
	Turvação (NTU)	1.31	5
	Condutividade (S/cm)	760.0	50-2000

Fonte: LHAA (2019).

De acordo com tabela nota-se que os parâmetros cor, cheiro depósitos e encontram-se dentro dos limites máximos admissíveis pela MISAU/OMS os parâmetros turvação, condutividade e pH estão relativamente abaixo do padrão estabelecido.

A tabela abaixo apresentada ilustra os resultados obtidos na análise laboratorial dos parâmetros químicos

Análise Química

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros químicos.

Fonte	Parâmetro	Teor (mg/l)	Padrão (mg/l)
Água Mineral do monte minhena	Cloretos (Cl^-)	21,27	250
	Dureza total ($CaCO_3$)	248.0	500
	Cálcio (Ca^{2+})	16.0	50
	Magnésio (Mg^{2+})	0.5	50
	Ferro (Fe^{2+})	0.172	0.3
	Mercúrio (Hg)	0.022	0.001

Fonte: LHAA & SWISSLAB (2019).

De acordo com a tabela acima apresentada se nota que os parâmetros cloreto (Cl^-), dureza total ($CaCO_3$), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), ferro (Fe^{2+}) encontram-se relativamente abaixo dos limites máximos admissíveis pela MISAU e o parâmetro mercúrio (Hg) está acima do padrão estabelecido.

A tabela abaixo apresentada ilustra os resultados obtidos na análise laboratorial dos parâmetros microbiológicos.

Análise microbiológica

Tabela: Resultados da análise laboratorial de parâmetros microbiológicos.

Fonte	Parâmetro	Resultado	Padrão
Água Mineral monte minhena	**Coliformes totais**	≥ □□□□	**-**
	Coliformes fecais	≥ □□□□	**0-10**
	E. Col	**Ausente**	**Ausente**

Fonte: LHAA (2019).

De acordo com tabela acima apresentada se nota que o resultado obtido para parâmetros coliformes os totais maiores que 2400 e comparando ao limite máximo admissível constata-se que está acima, coliformes fecais também é maior que 2400 e em comparação com o padrão nota-se que está acima do limite máximo admissível e para E.Col está ausente e encontra-se em conformidade com o limite máximo admissível proposto pela MISAU.

Com base nas hipóteses levantadas de forma negativa e positiva, o teste T permitiu determinar o p-valor de modo que se possa aceitar ou rejeitar as hipóteses.

Os resultados obtidos no Teste – T (t-Student) para amostras coletadas no período chuvoso se encontram representados abaixo:

Amostra analisada no período chuvoso					
Parâmetros	t(2)	P (valor)	Valor □ ou nível de	Aceitação de hipóteses	Parâmetros
			Significância	Hipótese H_0	Hipótese H_1
pH	-12,124	0,0067341	5% ou 0,05		x
Turvação	-177,26	$3,1824.10^{-5}$			x
Condutividade	$-3,4509.10^{5}$	$8,397.10^{-12}$			x
Cloreto (Cl^-)	-14974	$4,46.10^{-9}$			x
Dureza total ($CaCO_3$)	-252	$1,5747.10^{-5}$			x
Ca^{2+}	-58,89	0,00028823			x
Mg^{2+}	-857,37	$1,3604.10^{-6}$			x
Fe^{2+}	-221,7	$2,0344.10^{-5}$,			x
mercúrio (Hg)	21	0,0022599			x

CONCLUSÕES

Depois das análises laboratoriais com amostras de água mineral do monte minhena usada para o consumo humano, com o propósito de avaliar parâmetros organolépticos (cor, cheiro, pH, turvação

e condutividade), parâmetros físico-químicos como mercúrio, iões (Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}) e dureza total ($CaCO_3$) e parâmetros microbiológicos (coliformes totais, coliformes fecais e E.coli) e testando hipóteses levantadas no trabalho, fez com que o autor chegasse às seguintes conclusões:

Existe uma diferença significativa entre a qualidade da água mineral do monte Minhena usada para o consumo humano pela população do distrito de Manica e o recomendado pelo MISAU/OMS nos:

Parâmetro pH analisado na amostra de água coletada no período chuvoso, pois encontra-se abaixo do limite máximo admissível.

Turvação, condutividade, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} e dureza total ($CaCO_3$) que se encontram abaixo do valor máximo admissível estipulado pela MISAU/OMS. Isso se nota nos dois períodos de coleta (seco e chuvoso).

Parâmetro mercúrio (Hg) encontra-se acima do limite máximo admissível em amostras coletadas em ambos períodos.

Parâmetros microbiológicos (coliformes totais e fecais). Estes por sua vez encontram-se acima do limite máximo admissível em ambos os períodos da coleta.

Não existe uma diferença significativa entre a qualidade da água mineral do monte Minhena usada para o consumo humano pela população do distrito de Manica e o recomendado pela MISAU/OMS no que diz respeito a: Parâmetro cor, cheiro e pH da amostra coletada no período seco.

Conforme os resultados obtidos conclui-se que o seu consumo coloca em risco a saúde da população a que se destina o seu consumo.

REFERÊNCIAS

ABOO, Valdemiro Condelaque, ***Consumo de Águas Minerais Naturais e de Nascente – Causas e Impacte para o Meio Ambiente: Estudo de Caso da Cidade de Nampula, 2009-2011.*** Universidade do Porto, Moçambique, 2013.

ALFACE, Carlos José Domingos, ***Avaliação da qualidade de águas subterrâneas usadas para o consumo humano: Estudo de caso dos poços e furos da vila de Nhamatanda.*** Universidade Pedagógica, Moçambique, Beira (2009).

ALVES, Celina. ***Tratamento de águas de abastecimento***, 3ª Edição. Publindustria. Porto (2010).

APIAM (2001). Conheça as Águas Naturais para saber escolher –Caderno APIAM nº 3. Disponível em: http://www.apiam.pt/publicacoes/? Idsubarea=47&idtema=23 Acesso em 12 Out. 2012.

APIAM (2011). ***Águas Minerais Naturais e Águas de Nascente – Livro Branco.***

ARTUR, Sérgio Daniel, ***Manual de troco comum: Metodologia de investigação científica.*** CED, 2010

BOENING, DW***, Ecological Effects, Transport, and Fate of Mercury: a general review***. Chemosphere**.** 2000.

BRANDÃO, I. M. G. Análise da concentração de flúor em águas minerais na região de Araraquara, Brasil. Rev. Panam Saluda Pública, 1998.

CARVALHO, Murilo Ferreira, ***Avaliação da qualidade da água mineral comercializada em postos de combustíveis no município de Goiânia.*** Universidade Católica de Goiás. Goiás, 2015.

DIAS, M. F. F. ***Qualidade microbiológica de águas***

minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara-SP. Mestrado (Dissertação) em Ciência de Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Campus de Araraquara, 2008. Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/15146 Acesso em 12 Fev. 2019.

FARACHE FILHO, A. DIAS, M. F. F. LUIZ, T. F. DUQUE, J. G. ***Qualidade microbiológica em águas minerais envasadas em garrafões de 20 litros.*** Alim. Nutr. Araraquara, 2009.

FORTE, Sérgio Henrique Arruda Cavalcante – ***Manual de elaboração de tese, dissertação e monografia.*** Fortaleza: Universidade de Fortaleza. 2006.

GIL, António***. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social***. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GREC, R. H.C. MOURA, P. G; PESSAN, J. P.; RAMIRES, I. COSTA, B. BUZALAF M. A. R. ***Concentração de flúor em águas engarrafadas comercializadas no Município de São Paulo***. Rev. Saúde Pública, 2008.

GUSMÃO, I. C. C. P. ***Avaliação microbiológica, físico-química de águas minerais comercializadas em Vitória da Conquista.*** Revista Electrónica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2014.

LAKATOS. Eva; MARCONI, ***Marina. Técnicas de pesquisa***.7ªEdição. São Paulo: Atlas. 2002.

LEVY, João de Q. & CABEÇAS, Artur J. ***Resíduos Sólidos Urbanos: princípios e processos.*** Associação das empresas portuguesas para o ambiente. Lisboa. 2008.

LIMA, Alberto da Silva (2011). ***Origens do fluido e da mineralização das águas sulfúreas***.

LIMA, Alberto. ***Composição e Origem das Águas***

Minerais Naturais: Exemplo de Caldas da Saúde. AL Medina. Coimbra. 2010.
PRODANOV Cléber; FREITAS Ernâni. ***Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.*** Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul – Brasil 2013.
RIBEIRO, S. M. M, et al. ***Análise de teor de fluoretos em águas minerais comercializadas em Belém do Pará***. Ver para Me, 2009.
RICHARDSON, Roberto. ***Pesquisa social: métodos e técnicas***. 3ª Edição. São Paulo. Atlas. 1999.
SAPONOTICIAS (2014). ***Governo moçambicano encerra famosa marca de água mineral por "falta de higiene".*** SAPO notícias, 1.

CAPÍTULO 3

Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea Usada para Consumo Humano: Estudo de Caso de Poços e Furos das Escolas Primárias da Cidade da Beira

Marta Muchanga Tivane
Carlos José Domingos Alface

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp3

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a permanência do ser humano, seja para nutrição e higiene. A composição do corpo humano chega a cerca de 70 % de água. Cerca de 97,5% da água existente no mundo é salgada, o restante 2,5% é de água doce, as quais possuem sais minerais dissolvidos. Cada dia se torna mais difícil encontrar água doce que não sofreu alterações, sendo um componente de grande grau de pureza em seu estado natural. Com as características alteradas se torna um importante veículo de transmissão de inúmeras doenças (CARVALHO et al, 2009).

O consumo de água contaminada fora dos padrões de potabilidade é um fator agravante à saúde humana. A água é um veículo nocivo de peptógenos e/ou elementos químicos prejudiciais ao organismo, ocasionando doenças.

A ascensão à água potável nas comunidades aumentou consideravelmente nos últimos anos, permitindo, deste modo, a minoração da probabilidade de doenças resultantes do consumo da água imprópria e condições precárias de saneamento do meio.

O avanço deve-se por um lado ao desenvolvimento de política de água e as companhias com as organizações não-governamentais. Apesar deste progresso, em Moçambique continuam elevadas taxas de mortalidade devido ao consumo de água imprópria e saneamento do meio ineficiente. Os problemas da carência de água potável devem-se em parte ao envelhecimento e redução da capacidade dos sistemas de abastecimento de água, as mudanças climáticas, do crescimento populacional, e da poluição das águas superficiais e subterrâneas.

Sabendo-se da importância da água para o consumo humano, justifica-se a realização deste trabalho ao avaliar alguns aspectos da qualidade em amostras de água usada para o consumo humano nas escolas primárias da Cidade da Beira, com avaliações de aspectos microbiológicos e físico-químicos, para então obter resultados mais claros sobre a qualidade da água ingerida nas escolas primárias da cidade da Beira.

METODOLOGIA

Para a materialização da presente pesquisa o autor aplicará os seguintes métodos:

Pesquisa Bibliográfica

Quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, com o objectivo de colocar o pesquisador em contacto direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013:54).

Com método de pesquisa bibliográfica recolheu-se informação em artigos científicos, Teses, Monografias, Dissertações, Livros já publicadas, relacionados com o tema, com finalidade de ter informação semelhante e apoiar a discussão do tema.

Pesquisa de campo

Procede à observação de factos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e, finalmente, à análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado (FORTES, 2006).

A autora usou este método para eleição das escolas por coletar amostras e posterior a observação do estado de conservação das fontes e sua localização em relação a fontes de contaminação como lixeiras, casas de banho, etc.

Método Comparativo

O método comparativo ocupa-se da explicação dos fenômenos e permite analisar o dado concreto,

deduzindo desses elementos constantes, abstratos e gerais (LAKATOS; MARCONI, 2007:107).

Com este método a autora comparou os resultados obtidos laboratorialmente com o recomendado pelo MISAU/OMS.

O Método experimental

É um conjunto de procedimentos rigorosos que, desenvolvendo-se habitualmente em contexto laboratorial, procura controlar variáveis estranhas ou parasitas de modo a que os resultados se devam única e simplesmente à manipulação da variável independente, isto é, que se a esta se devam às alterações na variável dependente (ARTUR, 2010: 64).

Este método consistiu na recolha das amostras de água de poços e furos nas escolas e análise das mesmas no Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos (LHAA) da Beira.

RESULTADOS

Apresentação e Discussão da Observação direta

No mês de Janeiro de 2019 visitou-se a área de estudo, que consistiu em observar 2 fontes e três poços de água com a finalidade de verificar a conservação, condições de cobertura, distância entre os poços e furos em relação a fontes de contaminação. Os resultados estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 7: Conservação e cobertura dos furos e poços de água das escolas

Aspecto	Situação	% da fonte poço (n=3) furo (n=2)
Conservação dos furos	Má	0
	Razoável	100
	Boa	0
Cobertura dos poços	Sem cobertura	33,333333
	Cobertura inadequada	33,333333
	Cobertura adequada	33,333333

Fonte: Autora (2019).

Em 100% dos furos visitados encontram-se num estado de conservação razoável, fato que revela que os seus estados de conservação estão acima do mau e por consequência apresentam menos risco de contaminação.

Em 66,666% dos poços, observou-se a existência de cobertura, que além de proteger a estrutura externa evitando que a água da chuva carregue a sujeira para dentro do poço, impede também a entrada do escoamento superficial que pode, em muitos casos, provocar o desmoronamento das paredes em poços que não possuem revestimento interno.

A seguir está apresentada a tabela de resultados da distância entre poços e furos em relação às fontes de contaminação.

Tabela 8: Distância entre os poços e furos de água das escolas em relação a fontes de contaminação

Fonte de água	Distância	% de fonte de água poço (n=3) furo (n=2)
Furo	Próximo(<5 m)	0
	Relativamente distante (5 m<x<15 m	100
	Distante (>15 m)	0
Poço	Próximo(<5 m)	66,66
	Relativamente distante (5 m<x<15 m	33.33
	Distante (>15 m)	0

Fonte: Autora (2019).

Os furos visitados encontram-se relativamente distantes de fontes de contaminação, portanto, não se concentram as grandes atividades econômicas que pressionam os serviços de saneamento do meio. Por outro lado, pode se considerar que não existem agentes influenciadores como as latrinas tradicionais, fossas cépticas, balneários, lixeiras e por vezes o fenômeno do fecalismo a céu aberto.

A partir dos dados da tabela, constata-se ainda que a maior parte dos poços visitados se encontram próximos a fonte de contaminação (lixeiras).O impacto ambiental ocasionado por estes resíduos passa a ser da utilização descontrolada do consumo em grande quantidade, ocasionando por sua vez o excesso de nutrientes no solo causando, além da poluição dos recursos hídricos, grandes alterações químicas, físicas e biológicas no mesmo.

Todavia, impacto ambiental é “qualquer alteração

das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

A tabela a seguir apresenta os resultados da possibilidade de retorno das águas captadas a fontes onde foi captado.

Tabela 9: Retorno de água aos poços ou furos

Fonte	Retorno	% da fonte poço (n=3) furo (n=2)
Poço	Possível	33,33
	Impossível	66,66
Furo	Possível	0
	Impossível	100

Fonte: Autora (2019).

Os resultados mostram que na maior parte das fontes analisadas não há possibilidade da água retornar a sua fonte após a captação.

Para o caso do poço que apresenta a possibilidade de retorno da água, também se encontra suscetível a grande desconforto devido à proliferação de insectos e o mau cheiro, causado pela maior emissão de gases com alto potencial de causar efeito estufa e pelo acúmulo nos solos, devido ao alto teor de matéria orgânica e agentes patogênicos do dejeto.

A tabela a seguir apresenta resultados da distância entre a boca dos poços e o chão.

Tabela 10: Distância entre a boca dos poços e o chão

Distância (x (m))	% de poços (n=3)
X=0 m	33,33
0<x<1 m	33,33
x>1 m	33,33

Fonte: Autora (2019).

Os resultados revelam que a boca de uma fonte se encontra no mesmo nível do chão. Esta fonte fica suscetível a contaminação de diversas ordens nos períodos chuvosos. É sabido que a água da chuva quando chega à superfície, uma parte desta se infiltra e outra escorre, então, ao escoar pode arrastar consigo diversos dejetos acabando por contaminar água de poços que as suas bocas se encontram ao mesmo nível do chão.

Apresentação e Discussão dos Resultados da Pesquisa de laboratório

Após a coleta de amostras em função do recomendado pelo laboratório, realizaram-se análises laboratoriais no mês de Janeiro de 2019 no laboratório de Higiene de águas e Alimentos (LHAA) da Beira com a finalidade de determinar as características químicas e microbiológicas e grau de contaminação da água. E para este fim foram colhidas cinco (5) amostras, sendo duas de fonte (EPC Muabvie EPC Antigos Combatentes-Dondo) e três de poços (EPCMacurungo, EPC Cerâmica Terminal e EPC Cerâmica).

A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos na análise da água.

Tabela 1: Resultados obtidos no laboratório de análises de água de poços e furo das escolas primárias da Beira.

FA	Parâmetros														
	Químicos									Microbiológicos					
	Cl	Clp	ΔCl	Ca	Cap	Δca	N_H3	NH_3p	$ΔN_H3$	Ct	Ctp	sit	Cf	Cfp	sit
Pct	113,4	250	+136.6	78	50	-28	0.07	1.5	+1.43	21	-	(-)	4	0 - 10	(+)
Pmac	99.30	250	+150.7	320	50	-270	0.11	1.5	+1.39	240	-	(-)	93	0 - 10	(-)
Fac	142.0	250	+108.0	140	50	-90	0.02	1.5	+1.48	43	-	(-)	9	0 - 10	(+)
Fmou	106.4	250	+143.6	90	50	-40	0.001	1.5	+1.499	210	-	(-)	210	0 - 10	(-)
Pce	29.79	250	+220.21	132	50	-82	0.09	1.5	+1.41	240	-	(-)	240	0 - 10	(-)

Fonte: A autora (2019)

FA: fonte de água; **Cl:** cloro; ΔCl: variação de cloro; **Clp:** cloro padrão; **Ca:** cálcio; **ΔCa:** variação de cálcio; **NH_3:** amónia; **NH_3p:** amónia padrão; **ΔNH_3:** variação de amónio; **ct:** coliformes totais; **ctp**: coliformes totais padrão; **cf:** coliformes fecais; **cfp:** coliformes fecais padrão; **sit:** situação; **(-):** fora do limite máximo admissível (LMA); **(+):** dentro do limite máximo admissível (LMA); **Pct:** Poço de cerâmica terminal; **Pmac:** Poço de EPC Macurrungo; **Fac:** Furo de Antigos Combatentes; **Fmua:** Furo de EPC Muave; **Pce:** Poço de EPC Cerâmica**.**

Segundo a tabela apresentada acima, verifica-se que em todos os pontos de coleta o parâmetro cloreto (**Cl^-**) encontra-se abaixo do limite máximo admissível, fato que demonstra que cloretos não podem perigar os consumidores. O cloro é um elemento que aparece em pequenas proporções na composição química da crosta terrestre, embora se apresente em grandes

concentrações nas águas subterrâneas.

Elevadas concentrações de cloretos nas águas podem ter origem na falta de proteção dos poços, na pouca distância entre o poço e uma fossa, e em outras fontes pontuais como na deposição a céu aberto das águas usadas. E de acordo com a tabela 8 não se verificam essas condições. Relativamente aos dados da tabela, nota-se que o parâmetro cálcio (**Ca^{2+}**) está bem acima do padrão em todos os pontos da coleta das amostras. Este fato implica um risco à saúde dos consumidores. O parâmetro amônia (**NH_3**) encontra-se abaixo do limite máximo admissível em todos os pontos de coleta.

De acordo com a tabela apresentada acima quanto a parâmetros microbiológicos todas as amostras apresentam coliformes totais acima do limite máximo admissível e no que toca a coliformes fecais apenas poço da EPC de Macurrungo e furo de EPC Muabvi encontram-se dentro do limite máximo admissível, facto que revela a presença de bactérias que tem sido isolada de solos poluídos e bem como de fezes de seres humanos e animais de sangue quente.

Segundo o mundo da educação, os coliformes fecais para além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem também em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

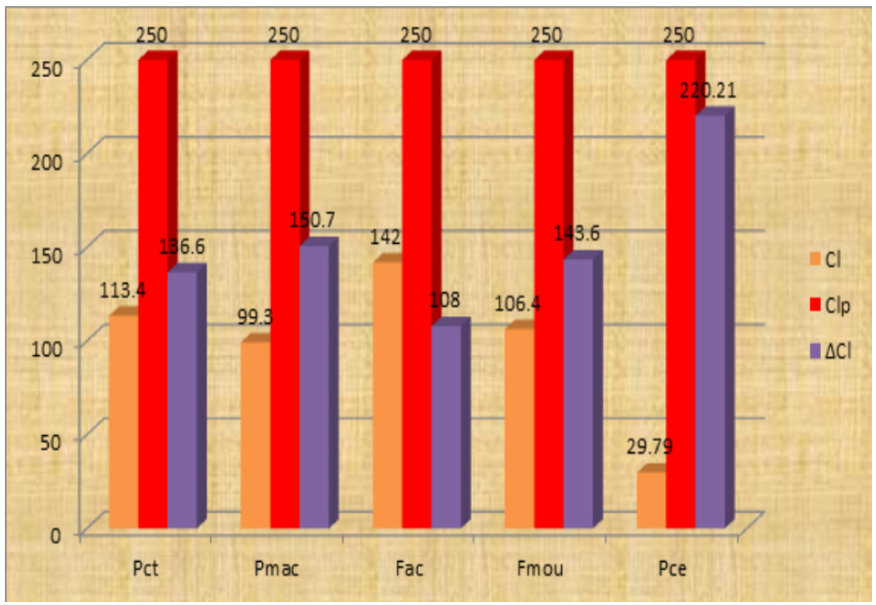
A água contaminada com coliformes fecais provenientes de dejetos pode causar nos seres humanos uma série de doenças como cólera, gastroenterites, septicemia, febre entérica e doenças causadas por

parasitas.

A OMS estabelece que em amostras individuais de água de poço sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de coliformes termotolerantes, devendo ser investigadas e tomadas as providências de caráter corretivo e preventivo. Considerando que as águas desses poços são consumidas sem nenhum tipo de tratamento prévio, a presença de bactérias em todas as amostras torna a água imprópria para o consumo humano.

O gráfico a seguir apresenta a relação entre o resultado obtido da análise do cloro e o padrão.

Gráfico 1: Relação entre resultado obtido da análise do cloro e o padrão



Fonte: A autora (2019)

O gráfico 1 apresenta os resultados descritos na

Tabela 7 para o parâmetro Cloreto. De acordo com a Legislação do Ministério da Saúde, observa-se com a que a qualidade da água no parâmetro Cloreto está abaixo do limite máximo admissível (LMA=250 mg/l) em todas as amostras analisadas.

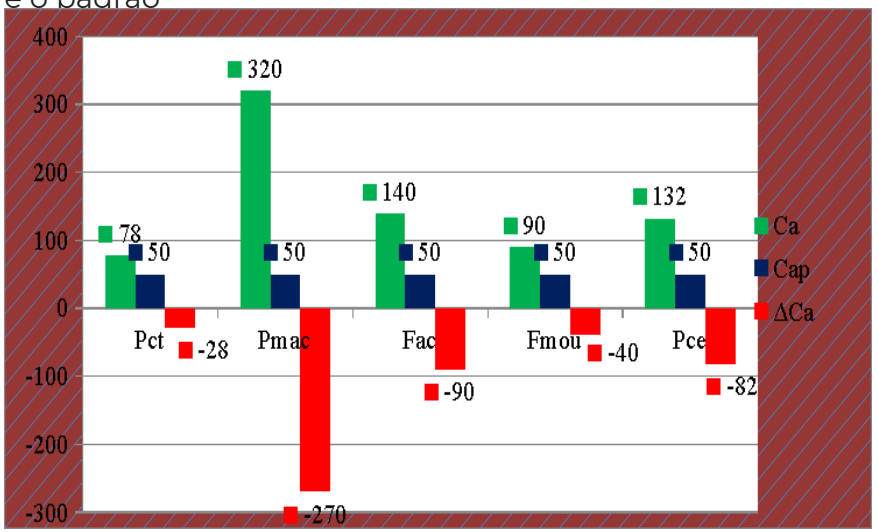
O pilar castanho é referente ao valor obtido na análise de cálcio no laboratório, vermelho é o valor padrão e o azul é a diferença entre o valor padrão e o valor obtido na análise.

O consumo de cloro, entretanto, é visto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como importante no tratamento de água, desde que em volumes seguros. Quando esses volumes são ultrapassados, o risco de intoxicação com o produto é relativamente alto. A ingestão de cloro em águas naturais pode acarretar vários riscos relacionados a esse consumo a longo prazo designadamente doenças cardiovasculares, câncer na região dos rins, desenvolvimento de bronquite e asma, irritação da pele e queda na qualidade dos fios de cabelos e unhas, irritação respiratória grave, desenvolvimento de eczema, uma doença de pele caracterizada por coceiras, ressecamento e elevação da temperatura da pele, risco de produção de hormônios tireoidianos e maior sensação de náuseas e indigestão.

Contudo, as amostras analisadas de água de poços e furos das escolas primárias da Beira não apresentam elevadas contrações, o que permite dizer que os consumidores desta não estão vulneráveis.

O gráfico a seguir apresenta a relação entre resultado obtido da análise do cálcio e o padrão.

Gráfico 2: Relação entre resultado obtido da análise do cálcio e o padrão



Fonte: A autora (2019)

O gráfico 2 apresenta os resultados descritos na Tabela 7 para os parâmetros Cálcio. De acordo com a Legislação do Ministério da Saúde, observa-se com clareza que a qualidade da água no parâmetro Cálcio está bem acima do valor máximo admissível (LMA=50 mg/l) em todas as amostras analisadas.

O pilar verde é referente ao valor obtido na análise de cálcio no laboratório, azul é o valor padrão e o vermelho é a diferença entre o valor padrão e o valor obtido na análise.

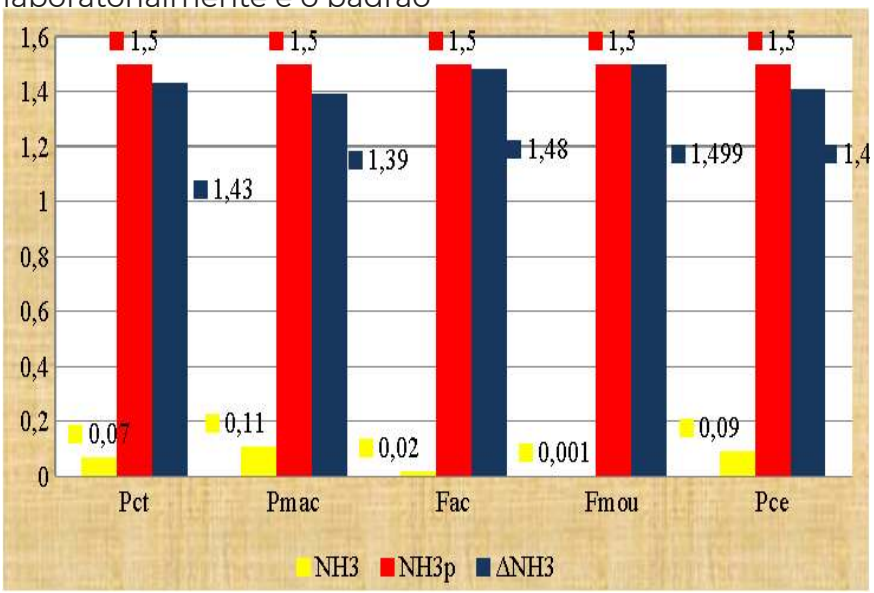
Portanto, esta água pode causar danos à saúde porque a água que apresenta elevados iões de cálcio e magnésio são consideradas de águas duras. É de salientar que íons são provenientes de depósitos subterrâneos, como calcário e dolomita que agregam a composição da água uma quantidade excessiva de cálcio e magnésio, na forma de bicarbonato, nitratos,

cloretos e sulfatos. Sabe-se que as águas subterrâneas geralmente apresentam altas concentrações de cálcio que as superficiais.

Não existem estudos científicos conclusivos relacionando o cálcio da água com problemas de saúde humana, mas há indícios de que o consumo de águas com elevada concentração de cálcio pode levar a uma maior incidência de casos de cálculo renal e as concentrações elevados de cálcio produz na água um gosto salobro e efeitos biológicos adversos, não eliminam a sede e podem ter efeitos laxativos.

O gráfico a seguir apresenta a relação entre o resultado obtido da análise da amônia e o padrão.

Gráfico 3: Relação entre os resultados de amônia obtidos laboratorialmente e o padrão



Fonte: A autora (2019)

O gráfico 3 apresenta os resultados descritos na Tabela 7 para os parâmetros amônia. De acordo com

a Legislação do Ministério da Saúde, observa-se com clareza que a qualidade da água no parâmetro amônia está abaixo do limite máximo admissível (LMA=1,5 mg/l) em todas as amostras analisadas.

O pilar amarelo corresponde ao valor obtido da análise laboratorial, o vermelho é o valor padrão e o azul é a diferença entre o padrão e o valor obtido da análise.

A amônia é um componente nitrogenado que pode estar presente naturalmente em águas subterrâneas, como resultado da decomposição da matéria orgânica em estado avançado que pode constituir um risco à saúde humana. Portanto, pode causar a hiperamonemia que é definida como transtorno metabólico, no qual é encontrado excesso de amônia na corrente sanguínea e trata-se de uma condição que representa um grande risco ao seu portador, podendo levar a encefalopatia[1] e a morte.

Todavia, por se apresentar em baixas concentrações nas amostras de água de poços e furos analisados laboratorialmente, não coloca aos consumidores vulneráveis a essa doença de veiculação hídrica.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas em amostras de águas provenientes do poço e de furos das escolas primárias da Beira sugerem as seguintes conclusões:

As águas de furos e de poços apresentam teores de catiões cálcio muito acima do padrão.

1 Encefalopatia é uma síndrome causada por distúrbios que afetam o fígado.

O cloro e amônio apresentaram valores inferiores ao limite legal estipulado.

A presença de contaminação por bactérias do grupo coliformes ocorreu em todas as amostras nas cinco fontes analisadas.

Apesar de observarmos valores inferiores ao limite legalmente estipulados por lei para os parâmetros físico-químicos (cloretos e amônio) com excepção de cálcio que é superior, podemos concluir que os dois sistemas de abastecimento das águas quer do furo quer do poço nas escolas primárias da Beira são impróprias para o consumo humano, pois que as análises microbiológicas da água revelaram altos índices de contaminação.

REFERÊNCIAS

ALFACE, Carlos José Domingos, ***Avaliação da qualidade de águas subterrâneas usadas para o consumo humano: Estudo de caso dos poços e furos da vila de Nhamatanda.*** Universidade Pedagógica, Moçambique, Beira, 2009.

ARTUR, Sérgio Daniel, ***Manual de troco comum: Metodologia de investigação científica 1,*** CED, 2010.

BRANDÃO, I. M. G. Análise da concentração de flúor em águas minerais na região de Araraquara, Brasil. Rev Panam Saluda Publica, 1998.

CARVALHO, Murilo Ferreira, ***Avaliação da qualidade da água mineral comercializada em postos de combustíveis no município de Goiânia.*** Universidade Católica de Goiás. Goiás, 2015.

DIAS, M. F. F. ***Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara-SP***. Mestrado (Dissertação) em Ciência de

Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Campus de Araraquara, 2008.

FARACHE FILHO, A.; DIAS, M. F. F.; LUIZ, T. F.; DUQUE, J. G. ***Qualidade microbiológica em águas minerais envasadas em garrafões de 20 litros.*** Alim. Nutr. Araraquara, 2009.

FORTE, Sérgio Henrique Arruda Cavalcante – ***Manual de elaboração de tese, dissertação e monografia.*** Fortaleza: Universidade de Fortaleza. 2006.

GIL, António***. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social***. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GREC, R. H.C.; MOURA, P. G.; PESSAN, J. P.; RAMIRES, I.; COSTA, B.; BUZALAF M. A. R. ***Concentração de flúor em águas engarrafadas comercializadas no Município de São Paulo***. Rev Saúde Pública, 2008.

GUSMÃO, I. C. C. P. ***Avaliação microbiológica, físico-química de águas minerais comercializadas em Vitória da Conquista.*** Revista Electrónica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2014. https://www.google.co.mz/maps/place/Beira/@19.8302457,34.868521,14z/data=!4m5!3m4!1s0x1f2a6a5f5daa047c1:0xa1d3dd2e50b3b6e6!8m2!3 [acessado em 07/Fev/18].

LAKATOS. Eva; MARCONI, ***Marina. Técnicas de pesquisa***. 7ª Edição. São Paulo: Atlas.2002.

MAVECUA, ***proposta de integração de técnicas domésticas de tratamento e potalização de água para o consumo humano no ensino de química 8ª classe***. Moçambique, Beira, 2010.

MENDES, José António, ***avaliação da qualidade de água subterrânea para o consumo humano***. Brasil, São Paulo, 2010.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. Disponível em: <http://www. opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf >.Acesso em: 6 nov. 2006b.

PRODANOV Cléber; FREITAS Ernâni. ***Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico***. Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul – Brasil 2013.

RIBEIRO, S. M. M, etall. ***Análise de teor de fluoretos em águas minerais comercializadas em Belém do Pará***. Ver para Med, 2009.

RICHARDSON, Roberto. ***Pesquisa social: métodos e técnicas***. 3ª Edição. São Paulo. Atlas.1999.

SAIDELLES, A. P. F., et al. ***Indicativo sobre possíveis problemas de potabilidade em poços no município de Alegrete-RS.*** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 n. 3 set – dez. 2014.

SANTOS, Aline Gomes da Silva. ***Qualidade da Água Subterrânea utilizada para consumo humano no entorno do cemitério do campo Santo em Salvador/BA.*** Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia, Salvador, 2014.

UFA – Universidade Federal de Alagoas; UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Princípios de hidrologia ambiental. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos. [2009?].

VALENTE (2004), Marinaldo da Silva, ***Manual prático de análise de água-Ministério da saúde*** Brasil.

CAPÍTULO 4

Avaliação do Nível de Influência do Teor de Magnésio e Cálcio do Subsolo Sobre as Águas Subterrâneas (Poços e Furos) Utilizadas para o Consumo Humano: Estudo do Caso Vila Municipal de Nhamatanda

José Da Costa Freitas
Carlos José Domingos Alface

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp4

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida na Terra. No interior dos organismos vivos, a água é o meio no qual se dão complexos processos metabólicos. Os organismos simples não podem realizar nenhuma função sem a presença de água e a privação dela causa rapidamente a morte.

A água subterrânea é poluída, direta ou indiretamente, pela contaminação de diversas substâncias que são prejudiciais à saúde dos organismos e que reduzem a sua utilidade.

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam,

guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adquiridos ao longo de seu trajeto[2].

METODOLOGIA

Para materialização da pesquisa obedeceu-se os seguintes procedimentos metodológicos e técnicos:

Método experimental

"O método experimental consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto" (GIL, 2008, p. 16).

Este método consistiu em colher as amostras de água e solo para submetê-las a análises laboratoriais. As amostras de água foram analisadas no Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos (LHAA) da Beira, com isso se pretendia conhecer as características químicas (teor de Magnésio e Cálcio) das águas dos poços e furos usada para o consumo humano no local de estudo.

Consulta Bibliográfica

"A Pesquisa bibliográfica, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc." (GIL, 2003, P. 183).

Este método consistiu em fazer-se uma recolha de informações nos livros, documentos, artigos, monografias e na internet relacionadas com o tema, que

2 www.infopedia.pt

serviram como base para a materialização da presente pesquisa. Com isso se pretendia recolher informações sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas e sua relação, sobretudo no que respeita aos parâmetros químicos Cálcio e Magnésio.

Pesquisa do Campo

"Pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de obter informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles". (LAKATOS & MARCONI, 2003, P. 186).

Este método consistiu na identificação dos poços e furos de maior afluxo populacional e na coleta de oito (8) amostras de água, sendo que quatro (4) são dos poços e outras quatro (4) dos furos e oito (8) amostras de subsolo.

As amostras de subsolo foram analisadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), situado na Cidade de Maputo.

Tanto para as amostras de água assim como para as amostras de subsolo foram analisados dois parâmetros químicos: Magnésio e Cálcio.

Método Estatístico

"Consiste na recolha, apresentação, análise e interpretação de dados numéricos através da criação de instrumentos adequados, gráficos indicadores numéricos." (REIS, 1996, P. 15).

Após as análises laboratoriais (determinação do

teor de Magnésio e cálcio) os dados foram tratados com base no método estatístico, que consistiu em efetuar o teste de hipóteses. Pela natureza da pesquisa foi aplicado o teste de Correlação simples e Regressão linear simples baseado no pacote informático Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo faz-se a discussão dos resultados laboratoriais usando a estatística de Regressão linear simples e Correlação linear.

A seguir apresenta-se a tabela que mostra os teores de cálcio no subsolo e na água dos poços.

Tabela 10: Teor de cálcio no subsolo e na água dos poços

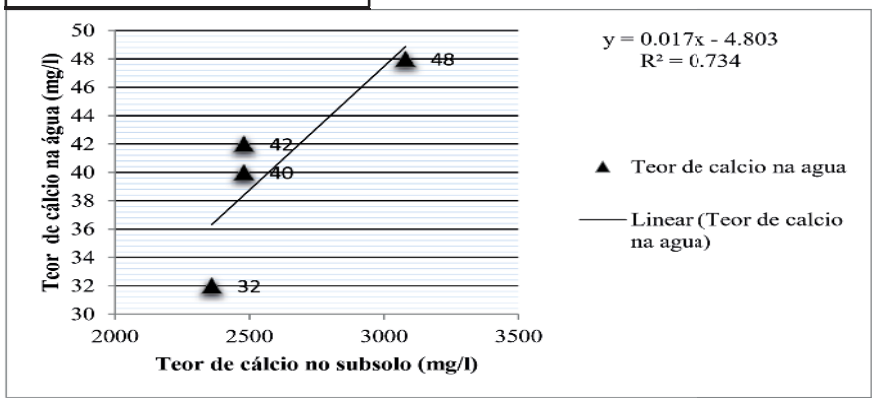
	Teor de cálcio no subsolo (mg/l)	**Teor de cálcio na água (mg/l)**
P1	2480	42
P2	2360	32
P3	3080	48
P4	2480	40

Com base na tabela acima se verifica que a concentração mais elevada de cálcio no subsolo dos poços é de 3080 mg/l que é 64.2 vezes mais elevada que a concentração mais elevada de cálcio (48 mg/l) na água dos poços.

Verifica-se também que a concentração mínima de cálcio no subsolo dos poços é de 2360 mg/l que é 73.75 vezes mais elevada que a concentração mínima de cálcio (32 mg/l) na água dos poços.

O gráfico que segue estabelece a relação entre o teor de cálcio no subsolo e na água dos poços.

F de Significância
0,143



Com a finalidade de testar a significância do modelo, levantou-se duas hipóteses:

H_1: Existe uma influência significativa do teor de cálcio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda

H_0: Não existe uma influência significativa do teor de cálcio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

Para esta análise, recorreu-se a tabela da Análise da Variância na regressão (Tabela ANOVA, vide apêndice 1), onde constatamos que o ***F de significância*** é aproximadamente ***0.143*** que é maior que o nível de significância de 0.05 (0.143> 0.05), o que mostra que não se rejeita a Hipótese nula, ou seja, não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a hipótese de que não existe uma influência significativa do teor de

cálcio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

A seguir apresenta-se a tabela que mostra os teores de magnésio no subsolo e na água dos poços.

Tabela 11: Teor de magnésio no subsolo e na água dos poços.

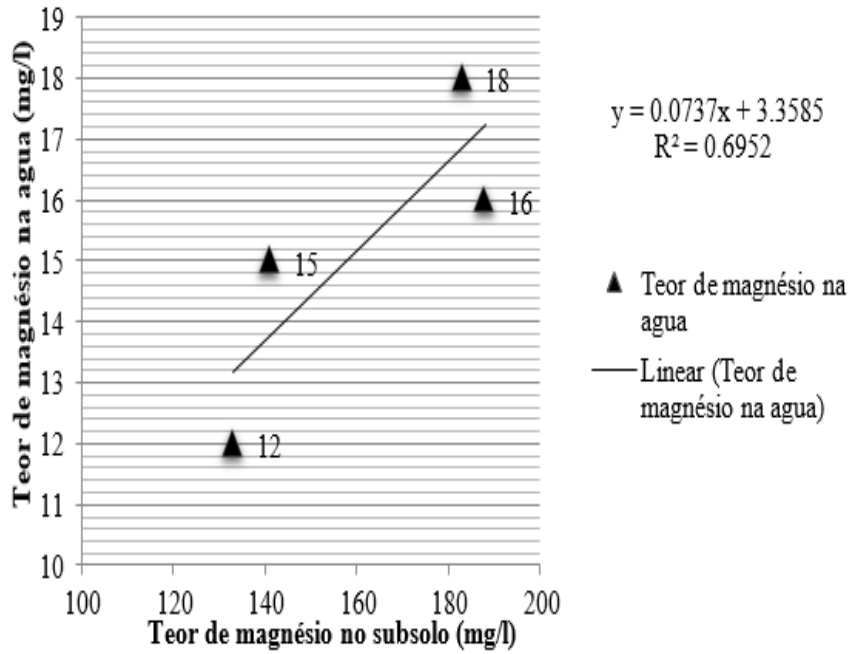
	Teor de magnésio no subsolo (mg/l)	Teor de magnésio na água (mg/l)
P1	188	16
P2	133	12
P3	183	18
P4	141	15

Com base na tabela acima se verifica que a concentração mais elevada de magnésio no subsolo dos poços é de 188 mg/l que é 10,44 vezes mais elevada que a concentração mais elevada de magnésio (18 mg/l) na água dos poços.

Verifica-se também que a concentração mínima de magnésio no subsolo dos poços é de 133 mg/l que é 11.1 vezes mais elevada que a concentração mínima de cálcio (12 mg/l) na água dos poços.

O gráfico a seguir estabelece a relação entre o teor de magnésio no solo e na água dos poços.

F de significância
0.166



Com a finalidade de testar a significância do modelo, levantou-se as seguintes hipóteses:

H1: Existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

H0: Não existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

Para esta análise, recorreu-se a tabela da Análise

da Variância na regressão (Tabela ANOVA, vide apêndice 2), onde constatamos que o ***F de significância*** é aproximadamente ***0.166*** que é maior que o nível de significância de 0.05 (0,166> 0.05), o que mostra que não se rejeita a Hipótese nula, ou seja, não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a hipótese de que não existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos poços utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

A seguir apresenta-se a tabela que mostra os teores de cálcio no subsolo e na água dos furos.

Tabela 12: Teor de cálcio no subsolo e na água dos furos

	Teor de cálcio no subsolo (mg/l)	**Teor de cálcio na água (mg/l)**
F1	3160	48
F2	1080	64
F3	1000	48
F4	1960	40

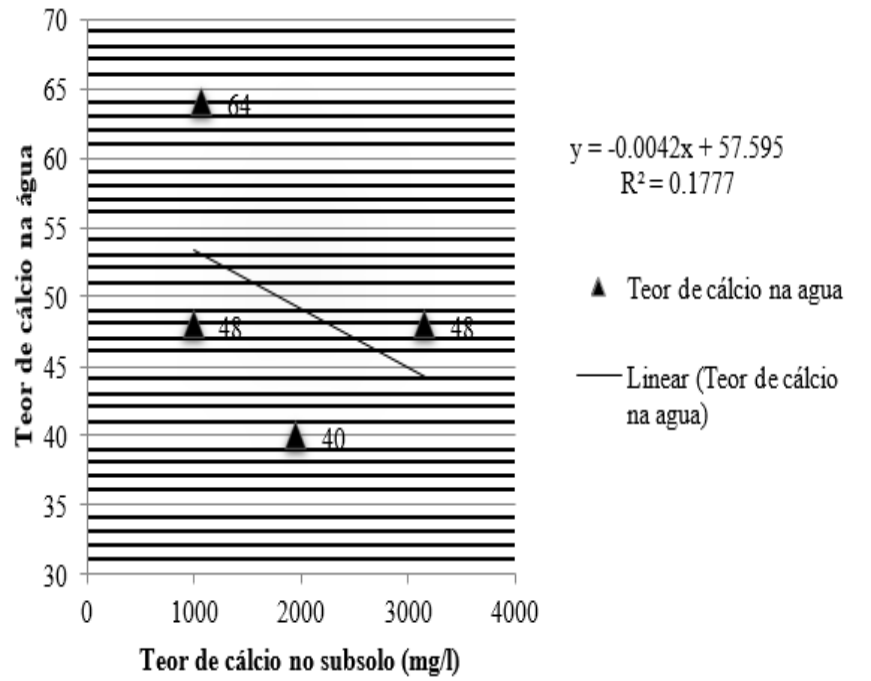
Com base na tabela acima se verifica que a concentração mais elevada de cálcio no subsolo dos furos é de 3160 mg/l que é 49.37 vezes mais elevada que a concentração mais elevada de cálcio (64 mg/l) na água dos furos.

Verifica-se também que a concentração mínima de cálcio no subsolo dos furos é de 1000 mg/l, que é 25 vezes mais elevada que a concentração mínima de cálcio (40 mg/l) na água dos furos.

O gráfico a seguir estabelece a relação entre o teor de cálcio no subsolo e na água dos furos.

Gráfico 3: Relação entre o teor de cálcio no subsolo e na água dos furos

F de significância
0,57



Com a finalidade de testar a significância do modelo, levantou-se as seguintes hipóteses:

H1: Existe uma influência significativa do teor de cálcio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

H0: Não existe uma influência significativa do teor de cálcio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

Para esta análise, recorreu-se a tabela da Análise da Variância na regressão (Tabela ANOVA, **vide**

apêndice 3), onde constatamos que o *F de significância* é aproximadamente ***0.57*** que é maior que o nível de significância de 0.05 (0.57> 0.05), o que mostra que não se rejeita a Hipótese nula, ou seja, não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a hipótese de que não existe uma influência significativa do teor de cálcio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda

A seguir apresenta-se a tabela que mostra os teores de magnésio no subsolo e na água dos furos.

Tabela 13: Teor de magnésio no subsolo e na água dos furos.

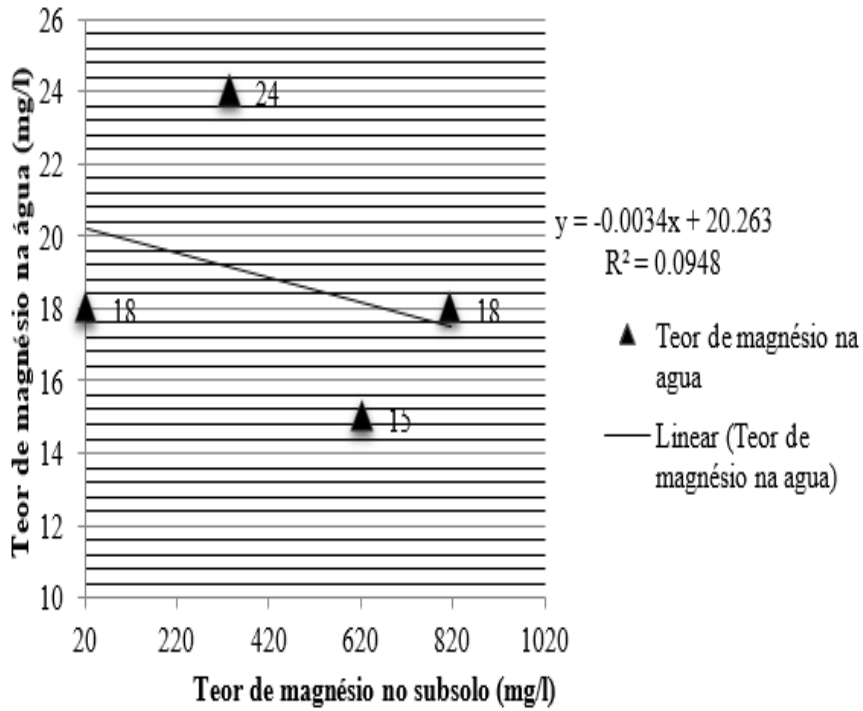
	Teor de magnésio no subsolo (mg/l)	**Teor de magnésio na água (mg/l)**
F1	816	18
F2	336	24
F3	24	18
F4	624	15

Com base na tabela acima se verifica que a concentração mais elevada de cálcio no subsolo dos furos é de 816 mg/l que é 34 vezes mais elevada que a concentração mais elevada de cálcio (24 mg/l) na água dos furos.

Verifica-se também que a concentração mínima de cálcio no subsolo dos poços é de 24 mg/l, que é 1.6 vezes mais elevada que a concentração mínima de cálcio (15 mg/l) na água dos furos.

O gráfico a seguir mostra a relação entre o teor de magnésio no subsolo e na água dos furos.

F de significância
0.69



Com a finalidade de testar a significância do modelo, levantou-se as seguintes hipóteses:

H1: Existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

H0: Não existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

Para esta análise, recorreu-se a tabela da Análise da Variância na regressão (Tabela ANOVA, **vide apêndice 4**), onde constatamos que o ***F de significância*** é aproximadamente ***0.69*** que é maior que o nível de significância de 0.05 (0.69> 0.05), o que mostra que não se rejeita a Hipótese nula, ou seja, não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a hipótese de que não existe uma influência significativa do teor de magnésio do subsolo sobre a água dos furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

CONCLUSÕES

Feito o estudo, conclui-se:

O teor de cálcio na água dos poços analisados varia de 32 mg/l a 48 mg/l e na água dos furos varia de 40 mg/l a 64 mg/l.

O teor de cálcio no subsolo dos poços analisados varia de 2360 mg/l à 3080 mg/l e no subsolo dos furos varia de 1000 mg/l a 3160 mg/l.

O teor de magnésio na água dos poços analisados varia de 12 mg/l à 16 mg/l água dos furos varia de 15 mg/l a 18 mg/l.

O teor de magnésio no subsolo dos poços analisados varia de 133 mg/l à 188 mg/l e no subsolo dos furos varia de 24 mg/l a 816 mg/l.

Não há evidências estatísticas suficientes para se rejeitar a hipótese de que não existe uma influência significativa do teor de magnésio e cálcio do subsolo sobre a água dos poços e furos utilizada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda.

Referências

1. ALFACE, Carlos José Domingos. ***Avaliação da qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano: Estudo do caso dos poços e furos da Vila de Nhamatanda.*** Universidade Pedagógica em 2009.

2. BRITES, Rui. ***Manual de Técnicas e Métodos Quantitativos (Tomo 1)***. Lisboa, 2007.

3. GIL, António Carlos. ***Métodos e técnicas de pesquisa social***. 6a ed. Atlas, São Paulo, 2008.

4. LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. ***Metodologia do Trabalho Científico,*** 5a edição, Editora Atlas, 2003.

5. MALUQUE, Agostinho Fernando. ***Avaliação do Grau de contaminação da Água de poços para fins domésticos do Posto Administrativo de Tica Sede***. Universidade Pedagógica em 2013.

6. MENEZES, João Paulo Cunha De. ***Influência Do Uso e Ocupação da Terra na Qualidade da Água Subterrânea e Sua Adequação Para Consumo Humano e uso na Agricultura,*** Universidade Federal Do Espírito Santo, 2012. Disponível: www.mundogeomatica.com.br/tesesmonografias/teses.pdf. capturado em 10 Ago. 2016

7. Ministério da Administração Estatal. ***Perfil do distrito de Nhamatanda***. Edição 2005.

8. SCORSAFAVA, Maria Anita, Et all. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinadas ao consumo humano. Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2010.

9. SILVA, Emerson Renato Maciel da ***Determinação da dureza total e das concentrações de cálcio e magnésio***

em águas subterrâneas da zona urbana de Benevides-pa. Universidade Federal Rural da Amazônia. Disponível: http://www.14epqa.com.br/areas-tematicas/meio-ambiente.pdf. capturado em 10 Ago. 2016
10. REIS, E. *Estatística descritiva*. Edições Silabo, 1996.
11. RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
12. WAYA, F. L. *Análise da qualidade da água dos poços na localidade de Metuchira – Distrito de Nhamatanda.* Universidade Católica De Moçambique. 2015.

Sites

13. http://pt.m.wikipedia.org/wiki/Nhamatanda_distrito, capturado: 21 Jan. 2017
14. http:pt.wikipedia.org, capturado em 13 Dez. 2016.
15. http://www.mundovestibular.Com.br/articles/569/1/importância-daágua, capturado em 16 Fev. 2017
16. http://www.sobiologia.com.br/conteudos/água/água5.php. capturado em 17 Fev. 2017
17. http://www.ubibliorum.ubi.pt/bitstream, capturado 11 Jan. 2017
18. http://www.abas.org/educacao.php, capturado: 03 Jan. 2017
19.http://ambientes.ambientebrasil.com.Br/água/águassubterraneas. capturado em 13 Dez. 2017
20.http://www.Passeiweb.Com/estudos/saladeaula/geografia/brasilaquifero1, capturado em 13 Dez. 2017
21. www.fernandosantiago.com.br/águasub.pdf, capturado em 13 Dez. 2017
22.www.estgv.ipv.Pt/PaginasPessoais/malva/MetodosElectro/Regressão. pdf, capturado: 15 Mar. 2017
23.https://pt.slideshare.net/JoaoAlessandro/aula-30-testes-de-hipteses-17921069 capturado em 17 mar. 2017.

CAPÍTULO 5

Análise da potabilidade das águas dos furos e poços domésticos dos bairros do distrito de Búzi, vila sede

Jaime Ernesto Naene

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp5

INTRODUÇÃO

Unicamente, 2,5% da água do planeta é doce, 31,1% desta porcentagem em forma líquida e o restante em forma sólida. De toda água na forma líquida, 96% estão em reservas subterrâneas. Portanto, há uma significativa importância ao tratar deste tema (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007, apud PRONER, ZAMPIERI, NIEVON; LUVIZÃO, 2019).

O acesso à água potável e ao saneamento seguro continua a ser um dos maiores desafios em África e em Moçambique, em particular, aplicam-se esforços para que mais pessoas tenham acesso à água potável. Embora seja encorajador, o seu progresso continua lento, basicamente nas zonas rurais (COSTA, 1987).

O distrito de Búzi apresenta uma rica hidrografia tanto em relação às águas superficiais quanto às subterrâneas, entretanto, mesmo com toda a sua abundância hídrica, a água potável não é distribuída a toda a sua população. Entretanto, devido aos custos

de tratamento, adução e distribuição para localidades distantes do centro de abastecimento de água e/ou crescimento desordenado, existem por um lado diversas comunidades afastadas do centro urbano que não recebem água tratada em suas casas e por outro lado, maior parte da população ao nível da vila também não tem acesso devido aos custos não só para abertura de contrato como também para posterior pagamento mensal, motivado pelo elevado custo de vida. A ser assim, a população recorre a soluções alternativas de abastecimento, como a construção de poços e furos domésticos para captação de água para o consumo, inclusive, nota – se a construção de fossas e casas de banho para eliminação de seus dejetos, quase sempre construídos sem nenhum critério técnico, contribuindo para a contaminação do lençol freático, e consequentemente a contaminação da própria água utilizada.

A prevalência do problema identificado pode ter consequências nefastas para a comunidade estudada, daí, a importância de seu estudo para outras pesquisas com propostas corretivas, concernentes a promoção da qualidade da água para uso às comunidades e, como forma de diminuir muitas doenças ligadas ao seu consumo fora dos padrões de potabilidade.

A pesquisa tem como objeto de estudo os furos e poços domésticos da população das comunidades da vila do Búzi, e apresenta uma amostra de 8 para furos e 2 para poços.

Assim, esta pesquisa objetiva analisar alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos furos e poços domésticos, localizados nos bairros

da vila sede do distrito de Búzi, cuja população utiliza para o seu consumo.

Para tanto, foram combinados o método bibliográfico para a revisão bibliográfica, observação direta para contemplar as condições de abertura dos furos e poços e, experimental para análise físico – químico das águas em alusão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sobre as águas subterrâneas

A água subterrânea é a água que infiltra no subsolo, acumula-se e circula nos vazios existentes nas rochas e nos solos. Estes vazios podem ser espaços intersticiais dos grãos (rochas sedimentares ou solos), fraturas ou vazios divisionários (rochas ígneas ou metamórficas), vazios de dissolução (rochas calcárias) e vazios vesiculares (rochas ígneas e vulcânicas) (POPP, 1998).

“Em sentido mais restrito, a água subterrânea é aquela que se encontra abaixo da superfície freática, ou seja, na zona de saturação” (UAMUSSE, 2015, p. 28).

A denominação atual mais frequente passou a ser “águas subterrâneas”, pois a partir da década de 1970 esta denominação passou a compreender toda a água que ocorre abaixo da superfície de uma determinada área, água do solo, água da zona não saturada, água da zona saturada, água de camadas aflorantes muito permeáveis (aquífero livre), água de camadas encerradas entre outras relativamente menos permeáveis (aquífero confinado), água de camadas

relativamente argilosas (aquitardes), água de camadas muito argilosas (aquiludes) (REBOUÇAS, 2006).

Na maioria das vezes, as águas subterrâneas não necessitam de tratamento para o seu consumo, devido ao processo de filtragem natural do subsolo (ABOO, 2013). Para tanto, sua qualidade geralmente depende de vários fatores tais como as condições do aquífero, a litologia da região onde se encontra, a sua velocidade de circulação, qualidade da água de infiltração e o movimento de substâncias transportadas pela mesma (ABOO, 2013).

Ainda, a poluição é geralmente difícil de detectar. Na maioria das vezes, a contaminação só é descoberta quando substâncias nocivas aparecem nos reservatórios de água potável, quando a poluição já se espalhou sobre uma grande área (CAPUCCI et al, 2001).

Das mais variadas fontes de contaminação das águas subterrâneas destacam-se as operações mineiras, fossas mal construídas, a sobre-exploração dos aquíferos costeiros, as lixeiras a céu aberto, os aterros sanitários de construção defeituosa, os esgotos subterrâneos, a injeção e armazenamento de resíduos perigosos no subsolo, efluentes urbanos e industriais, os adubos, fertilizantes e pesticidas usados intensivamente nas atividades agrícolas, a deposição de dejetos animais resultantes das atividades agropecuárias.

A água subterrânea poluída só pode ser descontaminada por intermédio de processos caros e demorados através de sofisticadas tecnologias. Nos piores casos, o abandono completo da sua utilização durante muito tempo é a melhor solução. Esses fatos são cada vez mais reconhecidos pela comunidade

internacional, pelo que a ciência e a tecnologia se encontram cada vez mais empenhadas em ajudar, de forma a evitar os efeitos mais nocivos. Os preciosos recursos de água subterrânea precisam, cada vez mais, de ser protegidos e bem geridos, de forma a permitir a sua utilização sustentável a longo prazo (UAMUSSE, 2015, p.34).

2.2 Parâmetros para controlo de qualidade das águas subterrâneas

Tendo em conta as características organolépticas e composição, a água pode ser classificada em potável, quando pode ser consumida pela população humana sem pôr em perigo a sua saúde, ou seja, deve ser incolor, inodora, e de bom sabor, livre de impurezas que provocam as doenças e não ter propriedades nocivas para a saúde (INGRH, 1997).

Os parâmetros químicos são os mais importantes para se caracterizar a qualidade da água, pois permitem classificar seu conteúdo mineral, determinar o grau de contaminação, caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática (MACÊDO, 2001). E, estes podem ser: o Ph, alcalinidade, dureza, cloreto, nitrogênio (sob forma de amônia, nitrito, nitrato), Sódio (Na+). Quanto aos parâmetros físicos, conta – se com cor, turbidez, sólidos dissolvidos, temperatura e condutibilidade (UAMUSSE, 2015).

2.3 Valores recomendáveis de parâmetros referentes à qualidade de água

Tabela 2: Valores limites e recomendáveis de parâmetros físico-químicos referentes à qualidade da água para o consumo.

Características	**Limite Admissível**		**Unidade**
	Mínimo	Máximo	
P^H	6,5	8,5	-
Condutibilidade elétrica	50	2000	µS/cm
Turvação	0,5	5	NTU
Depósito	-	Ausente	-
Cor	-	15	TCU
Nitratos	-	50	mg/L NO_3^-
Nitritos	-	3	mg/L NO_2^-
Cloretos	-	250	mg/L C^l-
Amoníaco como NH_4^+	-	1,5	mg/L NH_4^+
Dureza total	-	500	mg/L $CaCO_3$
Sulfatos	-	400	mg/lLSO_4
Sólidos totais dissolvidos	-	1000	mg/L
Matéria orgânica	-	3	mg/L O_2
Sódio	-	200	mg/L Na^+
Potássio	-	50	mg/L K^+
Cálcio	-	200	mg/L Ca
Magnésio	-	150	mg/LMg
Manganês	-	0,4	mg/L Mn
Ferro total	-	0.2	mg/L Fe

Fonte: Instituto Nacional de Normalização Qualidade (INNOQ)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Em Moçambique, o distrito de Búzi localiza-se na região sul da Província de Sofala, dista cerca de 180 km da Cidade da Beira. O distrito tem uma superfície de 7.160Km2, encontra-se localizado na parte sudoeste da Província de Sofala, entre as coordenadas geográficas de 19° 34’ 08’’ e 20°33’ 09’’ de latitude Sul e 34° 46’ 57’’ e 33°53’ 07’’ de longitude Este e tem os seguintes limites: Norte – Distritos de Dondo e Nhamatanda; Sul – Distritos de Machanga e Chibabava; Leste – Oceano Índico, junto do estuário do Rio Búzi e Púngue e Oeste – Distrito de Chibabava.

3.2 Coleta

Neste estudo foram avaliados 10 (dez) pontos (num total de 8 bairros) que veio a compor as 10 amostras, dos quais se procederam as coletas de água de maneira que a amostra A1 ao A7 foram retirados dos furos (F), e de A8 a A9 foram retirados dos poços (P). A cada ponto foi coletado 1250 mL de amostra, sendo estes furos e poços residenciais da comunidade da vila do Búzi, no dia 26 de julho de 2022, entre 09:00 h e 15:00 h. As amostras de água foram coletadas, armazenadas, transportadas e submetidas às análises físicas e organolépticas, química e microbiológica no Laboratório de Higiene de Água e Alimentos, do Serviço Provincial de Saúde de Sofala. A figura 1 e 2 a seguir, referem – se a imagem do F3 e P1, respectivamente.

Figura 1: furo número 3 – F3 **Figura 2:** poço número 1 – P1



Fonte: Autor, 2022



Fonte: Autor, 2022

3.3 Parâmetros e métodos de análise laboratorial escolhidos

Tabela 3: dados referentes a parâmetros e métodos de análise usados

Parâmetro analisado	**Método usado**
pH	pH – metro
Turvação (NTU)	Turbidímetro
Condutividade (µS/cm)	Condutímetro
Cloretos (mg/L de Cl^-	Titulação com $AgNO_3$
Coliformes totais (NMP/100mL)	Tubos múltiplos
Coliformes fecais (NMP/100mL)	Tubos múltiplos

Fonte: Autor, 2022

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 4: Resultados de parâmetros físicos e organolépticas, químicos e microbiológicos analisados.

A	pH	Turvação (NTU)	Condutividade (µS/cm)	Cloretos (mg/L de Cl^-	Coliformes totais (NMP/100mL)	Coliformes fecais (NMP/100mL)
F1	7,44	1,64	5200	1595, 3	93	9
F2	7,03	0,60	383	70,9	23	9
F2.1	7,02	0,40	1460	340,3	93	9
F3	7,28	6,68	192,8	63,8	93	15
F4	6,93	1,15	2,63	921,7	23	23
F5	7,48	1,12	13130	4963,0	≥ 2400	15
F6	7,45	0,21	355	35,5	1100	14
F7	7,11	7,97	1055	152,4	240	15
P1	7,22	0,69	192,3	31,9	11	11
P2	7,39	57,2	508	63,8	≥ 2400	23

Fonte: Autor, 2022

N.B: **A** – Amostra; **pH** – potencial hidrogeniônico; **F** – furo; **P** - poço

Com relação ao valor do pH encontrado para esse estudo, todas as amostras (furos e poços) atenderam aos padrões estipulados, mínimo (6,5) e máximo (8,5) conforme o Instituto Nacional de Normalização Qualidade (INNOQ) de Moçambique. Pois, os valores variaram de 6,93 a 7,45 (Tabela 3). Provavelmente, isso é devido a diminuição da profundidade dos furos e poços, onde o oxigênio não é consumido pelas reações com a matéria orgânica e o CO2 não passa a ser o gás dissolvido predominante (PEREIRA et al. 2010).

Metade das amostras (F1, F2, F4, F5 e P1) apresentaram turbidez dentro do limite, enquanto F2.1

e F6 apresentam valores abaixo do valor de 0,5 NTU, estando, portanto, fora do padrão mínimo de turbidez, estipulado. Neste parâmetro, o F3, F7 e P2 apresentam valores acima de 5 NTU.

Dentro do limite, a condutividade elétrica das águas dos furos variou de 2,68 a 1460 µs/cm, com excepção dos furos F1 (5200 µs/cm) e F5 (13130 µs/cm) que apresentaram valores acima de 2000 µs/cm, enquanto da água dos poços variou de 192,3 a 508 µs/cm.

Os cloretos foram determinados pelo método de Mohr, que usa como titular a solução de AgNO3. Assim, metade das amostras das águas dos furos (F1, F2.1, F4 e F5) apresentaram valores fora do limite máximo permitido de cloretos (250 mg/L Cl^-), enquanto o resto de amostra das águas dos furos, incluindo amostra das águas dos poços (P1, P2) apresentaram valores dentro do limite permitido, de acordo com o INNOQ.

Um dos parâmetros para considerar uma água potável para consumo humano, de acordo com a PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 (Brasil), é considerar como 0 (zero) o número mais provável (NMP) para cada 100 ml de amostra. Neste estudo foram analisadas 10 (dez) amostras nos parâmetros de coliforme totais e fecais, todas as amostras (furos e poços) indicaram a presença do microrganismo. De acordo com PRONER, et al, (2019), isso representa para coliformes totais que a água em questão entrou em contato com matéria orgânica em decomposição, portanto, é considerada inapta ao consumo humano, enquanto para coliformes fecais, pode ser que o fato deles estarem localizados em meio a uma área de cultivo de produtos agrícolas, ou

em áreas destinadas à pecuária, ou seja, o solo destas áreas possui contato direto com material fecal, o qual pode infiltrar através do solo e fendas do aquífero até encontrar a água que os furos e poços coletam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em conta o objectivo principal do presente trabalho sobre análise de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos furos e poços domésticos, localizados nos bairros da vila sede do distrito de Búzi, cuja população utiliza para o seu consumo, permitiu chegar às seguintes considerações finais:

Todas as amostras apresentaram um pH básico dentro dos padrões limites, variando de 7,02 a 7,48 com excepção de uma amostra que apresentou pH ácido (6,93) não fora dos padrões estipulados;

Metade das amostras – 50% (num total de 10 que inclui furos e poços) apresentaram turbidez dentro do limite, e outros 50% apresentaram valores fora dos padrões estipulados de turbidez.

Não fora do limite, a condutividade elétrica para maioria (75%) das amostras das águas dos furos (num total de 8) variou de 2,68 a 1460 µs/cm, enquanto da água dos poços variou de 192,3 a 508 µs/cm, correspondendo a 100% (num total de 2);

Metade das amostras das águas dos furos – 50% apresentaram valores fora do limite máximo permitido de cloretos (250 mg/L Cl^-), enquanto as amostras das águas dos poços apresentaram valores dentro do limite permitido de acordo com o INNOQ;

Em relação a análise microbiológica foi averiguado em todas as amostras a presença de Escherichia coli, considerado como um indicador de contaminação fecal nos ambientes aquáticos e a presença de coliformes totais.

Conclui-se que a água dos furos e poços em estudo não é recomendada para fins domésticos até que todos os parâmetros a serem analisados estejam em seus limites estabelecidos. A ser assim, como limitação, não foi possível realizar análise de parâmetros como dureza, CO_3^{2-}, HCO_3^-, NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+ e Na^+, pois, o Laboratório de Higiene de Água e Alimentos dos Serviços Provinciais de Saúde de Sofala não realiza análise para estes parâmetros.

Mesmo assim, recomenda-se ao governo local, realizar o trabalho constante de intervenção para o tratamento da potabilidade das águas dos poços e furos ao mesmo nível, por forma a evitar problemas relacionados à saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABOO, V. C. (2013). Consumo de Águas Minerais Naturais e de Nascente - Causas e Impacte para o Meio Ambiente: Estudo de Caso da Cidade de Nampula, Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. pp 17, 20

CAPUCCI, E; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001

COSTA, M. (1987). Métodos de Análise de Água. Editor Ministério da Saúde, LNHAA. p A01, A02, B02, B03, B04, B12, C05, C06, C09, C10, C13, C16, C17 e C20.

INGRH - Manual da Qualidade de Água (1997), 1ª Edição, Cabo Verde. p.165

MACEDO, A.; BRANCO, Z. C. (2001) Água – tratamento e qualidade, USID, Rio de Janeiro, 465 p.

MISAU- Ministério da Saúde (2004). Regulamento sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano, Unicef, Moçambique, pp 26-31.

PEREIRA, S. F. P. COSTA, A. C.; CARDOSO, E. S. C. CORRÊA, M. S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de Potabilidade da Água Consumida pela População de Abaetetuba-Pará. Revista de Estudos Ambientais (online), v. 12, n. 1, p.50-62, 2010.

PRONER, Luiz Paulo et al. GEORREFERENCIAMENTO E ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS POÇOS SEMI-ARTESIANOS DO MUNICÍPIO DE LACERDÓPOLIS–SC.

UAMUSSE, Avelino Júlio. Estudo da qualidade de água dos poços e furos para fins domésticos no distrito de Chigubo, província de Gaza. 2015.

CAPÍTULO 6

Aplicação de tecnologias de baixo custo para o tratamento de água dos poços e furos utilizados para o consumo humano: estudo de caso da vila municipal de Nhamatanda

Carlos José Domingos Alface
Antonio Inacio Comando Suluda

DOI 10.51473/ed.al.ass.cp6

INTRODUÇÃO

Um dos desafios que muitos países enfrentam na atualidade é o provimento de água potável à sua população, havendo aqueles que apresentam taxas de cobertura longe de poderem ser consideradas satisfatórias. É o caso de Moçambique, cuja cifra não ultrapassa, ainda, os 50 por cento por falta de recursos financeiros[3].

O último grande inquérito realizado pelo INE indica que a cobertura do abastecimento de água no país se situa em 43%, sendo 36% para o abastecimento de água rural e 70% para o abastecimento de água urbana. São estes os dados que parecem estar mais próximos da realidade e que levaram os peritos das Nações Unidas a afirmar que Moçambique faz parte

3 http://www.jornalnoticias.co.mz/index.php/ciencia-e-ambiente/8072abastecimento-de-água-tecnologias-debaixo-custo-favorecerao-comunidades. Acessado em 01 Jan. 2015

do grupo dos países que não alcançarão as metas do milênio nesta área.

Os atuais níveis de cobertura, embora esteja ainda aquém do desejável, representam um esforço importante realizado no país nos últimos anos. Em 1975, altura da independência nacional, apenas 5% da população tinha acesso a um abastecimento adequado de água no país. Com o fim da guerra civil em 1992 e a consequente estabilidade política, econômica e social, o país iniciou uma série de investimentos com vista a providenciar cada vez mais serviços básicos aos cidadãos, sendo assinaláveis os progressos que foram registados na área de abastecimento de água.

Existem disparidades entre as províncias do ponto de vista de cobertura (as províncias de Nampula e Zambézia são as que têm as coberturas mais baixas). Dentro de cada província, existem disparidades entre os distritos e o mesmo se passa nos níveis sucessivos até ao nível da comunidade. Os insistentes apelos para a melhoria da situação de abastecimento de água, principalmente nas zonas rurais, só podem ser justificados por estas disparidades, existindo províncias com níveis de cobertura elevadas, mas com distritos que registaram uma escassez profunda[4].

A presente pesquisa procura discutir a possibilidade de aplicação de tecnologias para tratamento da água dos poços e furos com vista a melhoria da sua qualidade e consequente redução de doenças associadas ao seu consumo, e melhoria da qualidade de vida dos munícipes da Vila Municipal de Nhamatanda e da população em geral.

4 http://www.iese.ac.mz/lib/publication/livros/Descent/IESE_Descentralizacao_4.2.GstDes.pdf acessado em 05 Jan. 2015

METODOLOGIA

Para materialização da pesquisa obedeceu-se os seguintes procedimentos metodológicos e técnicos:

Pesquisa Bibliográfica

Consistiu em obter informações detalhadas sobre as tecnologias limpas, recorrendo às seguintes fontes: internet, artigos científicos, jornais, monografias, dissertações, teses, etc. que abordam temas relacionados ao que foi pesquisado.

Observação Direta

Na presente pesquisa, no período compreendido entre Março a Novembro de 2014 foi realizada na Vila Municipal de Nhamatanda a observação direta a qual tinha o propósito de verificar ***"in loco"*** as características dos poços e furos (capim, betão, fontes de contaminação prováveis próxima das fontes). Para o efeito foram observadas 20 fontes de água, sendo 10 poços e 10 furos ao nível dos bairros da Vila Municipal de Nhamatanda, com base no critério de maior densidade populacional.

Pesquisa Experimental

A pesquisa experimental teve duas fases, cuja **primeira** consistiu em construir um modelo aquecedor solar a baixo custo, filtro caseiro e preparação das sementes de moringa para o tratamento da água dos poços e furos com o objectivo de comprovar a viabilidade de aplicação das tecnologias limpas e de baixo custo. A **segunda fase** consistiu em efetuar análises laboratoriais de parâmetros físicos, organolépticos, microbiológicos

e químicos antes e depois do tratamento da água com tecnologias limpas e de baixo custo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 20 poços observados constatou-se que a maior parte poços, cerca de 85% (correspondente a 17 poços) não apresentam cobertura, cerca de 10% (correspondente a 2 poços) apresentam cobertura não adequada e, cerca de 5% (correspondente 1 poço) apresenta cobertura adequada.

Constatou-se também que a maior parte dos poços e furos de água encontram-se distantes ou relativamente distantes das fontes de contaminação como lixeira, latrinas, capim, áreas de pastagem, capoeiras, etc.

Figura 1: Imagem do poço de água da Vila de Nhamatanda (2014).



Esta situação mostra que a questão de cobertura e distância entre os poços e furos de água com as fontes

de contaminação da água na Vila continua crítica, visto que nestas condições a água torna-se vulnerável a contaminação, o que de certo modo contribui para a ocorrência de doenças de veiculação hídrica como são os casos de diarreias, cólera, disenteria, febre tifoide, etc.

Estes aspectos observados entram em contradição com a pesquisa realizada por PITE-MADEIRA (2007), que diz, para o caso de furos estes devem estar protegidos por uma infraestrutura de alvenaria, e esta infraestrutura deve ter uma cobertura inclinada que permita o escoamento das águas pluviais.

Para o caso dos poços, ainda de acordo com PITÉ-MADEIRA (2007), devem cumprir as seguintes condições:

Ser sempre coberto, preferencialmente com uma laje de betão armado e elevada pelo menos 0,30 m acima do nível do solo;

As alvenarias do poço devem ser revestidas inteiramente por argamassa hidráulica de areia e cimento com 0,02 m de espessura e até uma profundidade de 2 a 3 m, e este revestimento deve ser interior e exterior.

Ser construída numa zona em que a inclinação permita a drenagem rápida das águas susceptíveis de se acumularem na superfície.

Resultados das análises antes do tratamento

Com o propósito de avaliar a qualidade atual da água do poço e furo usada para o consumo humano ao nível da Vila sede Municipal de Nhamatanda foram coletadas sete (7) amostras de água, sendo 4 do poço

e três (3) do furo. O critério para seleção das fontes de colheita teve a ver com o maior fluxo de pessoas, como recomenda o Regulamento Sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano de 2004.

Os resultados das análises laboratoriais dos parâmetros físicos e organolépticos (pH e turvação) e microbiológicos (coliformes fecais) mostraram o seguinte:

Todas amostras analisadas apresentaram pH dentro limite máximo admissível dos parâmetros padrões recomendados pelo MISAU e OMS;

A maior parte das amostras analisadas apresentaram turvação dentro do limite máximo admissível pelo MISAU, apenas duas amostras apresentaram turvação acima do limite admissível nomeadamente do poço 1 e 3 (P1 e P3).

A maior parte das amostras apresentaram coliformes fecais acima do limite máximo admissível, onde os níveis mais elevados se registaram nos poços 3 e 4 (P3 e P4), com 150 e 28 colônias por 100 ml, respectivamente. Os níveis mais baixos foram registrados nos furos 1 e 3 (F1 e F3) com menor que 3 colônias por 100ml.

Em relação aos parâmetros pH e turvação correspondem aos requisitos de potabilidade, e daí que estes parâmetros não colocam em risco a saúde pública.

Contrariamente aos parâmetros pH e turvação, o parâmetro microbiológico – coliformes fecais, torna a água imprópria para o consumo humano uma vez que a maior parte das amostras analisadas (cerca de 5 amostras o equivalente a 71,43%) apresentam coliformes fecais acima do limite máximo admissível pelo MISAU.

Tendo em conta o risco que este cria a saúde pública pode-se afirmar que ele poderá estar a contribuir significativamente para a ocorrência de doenças gastrointestinais ao nível da vila e do distrito. Pode-se afirmar também que o poço 3 localizado no 5º Bairro, é o mais crítico com 150 colônias por 100 ml, sendo este um dos poços de elevado fluxo público. Podemos afirmar que muita gente pode estar a contrair doenças diarreicas, e consequentemente elevado número de óbitos. Contrariamente a esta situação os furos 1 e 3, localizados no 1º e 4º bairro respectivamente, são os menos críticos em relação ao parâmetro de coliformes fecais.

Os resultados das análises laboratoriais dos parâmetros químicos constatou o seguinte:

-a maior parte das amostras analisadas (cerca de 4) apresentam teores de cloreto e dureza total acima do limite máximo admissível pelo MISAU, enquanto que a menor parte das amostras (cerca de 3) apresentam teores de cloreto e dureza total abaixo do limite. Dentre as que apresentam teores destes parâmetros acima do limite, três são dos furos e um do poço, ao passo que dois (2) furos contém cloretos, dureza total e cálcio e dois (2) poços contém dureza total. Destes, os mais críticos são os furos 1 e 2 (F1 e F2) para os parâmetros em referência.

Isto mostra que as águas dos furos tem elevado teor de cloretos e dureza em relação aos dos poços o que contribui para o sabor desagradável da água, depósitos, corrosão e espumas. Os furos 1 e 2 localizados no 1º Bairro são os mais críticos de todas fontes analisadas, pois apresentam teores de cloreto

e dureza total na ordem de 1276,2 mg/L e 1453,45 mg/L de cloretos o equivalente a 5,8 e 5,1 vezes e, 1070 mg/L e 1320 mg/L o equivalente 2,14 e 2,64 vezes para dureza total, respectivamente. De referir que um dos furos encontra-se no Centro Internato da Escola Secundária Geral de Nhamatanda, o qual abastece água os alunos e a comunidade circunvizinha, e outro se encontra na Escola Primária Heróis Moçambicanos que também abastece as crianças que ali frequentam e a comunidade circunvizinha. Isto significa que os alunos correm grandes riscos de contrair doenças e ter baixo desempenho escolar. Esta situação mostra que a água dos furos da Vila Sede Municipal de Nhamatanada são salubres que as do poço, pois estão acima do limite máximo admissível pelo MISAU.

Todas as amostras analisadas apresentam teores de cálcio acima do limite máximo admissível pelo MISAU que é de 50 mg/L. As fontes mais críticas são os furos 1 e 2, e as menos críticas são os poços 3 e 4.

Os furos 1 e 2 são mais críticos pois os teores de cálcio estão na ordem 520 e 700 mg/L o que corresponde a 10,4 e 14 vezes acima do limite, o que pode estar a contribuir para colocar em risco a saúde pública dos consumidores devido a elevados teores de cálcio o que aumenta a dureza da água criando corrosão e espumas de acordo com o Regulamento sobre a Qualidade da Água para o Consumo Humano de 2004.

Estes resultados mostram que prevalece a problemática da qualidade da água para o consumo humano, perante um olhar impávido das autoridades locais de tutela.

Resultados das análises após o tratamento

Com o propósito de comprovar a viabilidade de aplicação das tecnologias limpas e de baixo custo foram aplicadas diversas técnicas para tratamento da água, nomeadamente o uso do aquecedor solar, uso das sementes de moringa e aplicação do filtro caseiro.

Dentre as fontes previamente selecionadas para o estudo foram escolhidas um (1) poço (P1) e um (1) furo (F3) com base no critério de maior fluxo público, localizados no 1º e 4º bairros respectivamente. Para cada uma das técnicas acima foi testada água do poço e do furo e resultou em 14 análises laboratoriais, sete (7) para água do poço e sete (7) para água do furo.

Os resultados das análises após o teste das técnicas vêm na tabela seguinte:

Tabela: Análise comparativa dos resultados das análises laboratoriais dos parâmetros físicos, organolépticos e microbiológicos de amostras de água do poço 1 não tratada e tratada por diversas técnicas.

Técnica aplicada		Parâmetros							
		Físicos e Organolépticos					Microbiológicos		
	pH1	pH2	ΔpH	tv1	tv2	Δtv	cf1	cf2	Δcf
A	7,6	8,3	+0,7	11,7	2,8	-7,78	15	12	-3
M	7,6	7,9	+0,3	11,7	14,7	+2,5	15	11	-4
F	7,6	7,8	+0,2	11,7	4,2	-7,5	15	13	-2
AM	7,6	7,6	0,0	11,7	13,3	-1,6	15	4	-11
AF	7,6	8,1	+0,5	11,7	2,7	-9,0	15	4	-11
MF	7,6	7,7	+0,1	11,7	8,1	-3,6	15	3	-12
AMF	7,6	7,5	-0,1	11,7	8,0	-3,7	15	4	-11

Fonte: Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos da Beira, 2014.

Estes dados mostram que a as técnicas combinadas (AM, AF, MF e AMF) foram mais eficazes que as técnicas de tratamento isoladas (A, M e F) uma vez que elas reduzem em grande escala a quantidade de coliformes fecais na água. As técnicas isoladas também reduzem a quantidade de coliformes fecais mas com pouca incidência. De um modo geral todas técnicas aplicadas contribuíram para melhoria da qualidade de água para o consumo humano e consequente redução de doenças gastrointestinais. Para os parâmetros químicos vide os resultados nas tabelas a seguir:

Tabela 2: Análise comparativa dos resultados das análises laboratoriais dos parâmetros químicos de amostras de água do poço nº1 não tratada e tratada por diversas técnicas.

Técnica aplicada	Parâmetros Químicos								
	Cl1	Cl2	ΔCl	dt1	dt2	Δdt	Ca1	Ca2	ΔCa
A	212,7	176	-36,7	560	280	-280	110	30	-80
M	212,7	190	-22,7	560	540	-20	110	102	-8
F	212,7	191,1	-21,6	560	500	-60	110	100	-10
AM	212,7	202	-10,7	560	540	-20	110	110	0
AF	212,7	170	-42,7	560	300	-260	110	90	-20
MF	212,7	198	-14,7	560	500	-60	110	94	-16
AMF	212,7	212,7	0	560	400	-160	110	104	-6

Fonte: Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos da Beira, 2014

Tabela: Análise comparativa dos resultados das análises laboratoriais dos parâmetros físicos, organolépticos e microbiológicos de amostras de água do furo nº3 não tratada e tratada por diversas técnicas.

Técnica aplicada	Parâmetros								
	Físicos e Organolépticos						Microbiológicos		
	pH1	pH2	ΔpH	tv1	tv2	Δtv	cf1	cf2	sit.
A	8,4	7,4	-1,0	11,7	1,7	-10,0	15	<3	>12
M	8,4	6,4	-2,0	11,7	1,4	-10,3	15	<3	>12
F	8,4	7,6	-0,8	11,7	1,48	-10,22	15	6	-9
AM	8,4	7,5	-0,9	11,7	1,3	-10,4	15	7	-8
AF	8,4	7,5	-0,9	11,7	1,3	-10,4	15	6	-9
MF	8,4	7,9	-0,5	11,7	5	-6,7	15	8	-7
AMF	8,4	8,1	-0,3	11,7	1,62	-10,08	15	9	-6

Fonte: LHAAB, 2014

Da pesquisa feita ao nível da literatura constatou-se que estes resultados vêm a confirmar um estudo realizado por PINTO e HERMES (2006), sobre ***"Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi – Árido do Brasil"*** o qual chegou a resultados semelhantes a estes, quanto aos parâmetros físicos e microbiológicos, ao passo que em relação aos parâmetros químicos esta constitui um estudo inicial.

CONCLUSÕES

Face aos resultados alcançados chegamos às seguintes conclusões:

Há inobservância de regras de construção e conservação dos poços e furos de água na Vila Municipal de Nhamatanada;

A água dos poços e furos que está sendo usada para o consumo humano na Vila Municipal de Nhamatanda não corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Sobre Qualidade de Água para o Consumo Humano;

O uso do aquecedor solar, das sementes de moringa, do filtro caseiro, e a respectiva combinação destas técnicas constituem alternativas de baixo custo para tratamento de água na Vila Municipal de Nhamatanada, pois diminuiu os teores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água tanto poço assim como do furo;

A diminuição dos teores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos elucida a melhoria da qualidade da água tanto do poço assim como do furo, o que poderá contribuir para redução de ocorrência de doenças associadas ao consumo de água imprópria;

Tanto para o uso das técnicas simples, assim como da combinação das mesmas, não provocaram alterações significativas no valor pH para água do poço e do furo;

Todas técnicas combinadas (AM, AF, MF e AMF) foram mais eficazes na redução dos teores de coliformes fecais em relação às técnicas simples, ao passo que a técnica AF foi a mais eficaz na redução de teores de turvação, cloreto e dureza total;

A técnica do uso do aquecedor solar (A) foi a técnica simples que reduziu com maior impacto os teores de coliformes fecais, cloreto, dureza e cálcio.

A difusão das tecnologias decorreu e ainda decorre satisfatoriamente com envolvimento dos alunos e da comunidade local.

REFERÊNCIAS

1.CORREIA, António Mendes. et al., ***Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira***, Volume 1, Página Editora, 1998.

2.DOS SANTOS et al., ***Estudo do Tratamento e Clarificação de Água com Torta de Sementes de Moringa oleifera Lam,*** Brasil, 2011.

3.INE, ***Estatísticas do Distrito de Nhamatanda***, Maputo, 2012.

4.GIL, António Carlos, ***Métodos e técnicas de pesquisa social***, São Paulo, 4ª ed., Editora Atlas S. A. 1989.

5.GIL, Antônio Carlos, ***Como Elaborar Projectos de Pesquisa***, São Paulo, 4ª edição, Editora Atlas S. A., 2002.

6.LAKATOS, E.M., MARCONI, M.A. ***Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados***.7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

7.MADEIRA, Ana C.& ABREU, Maria M. ***Comunicar em Ciências: Como redigir e Apresentar Trabalhos Científicos***, Lisboa, Escolar Editora, 2004.

8.MISAU-DNS-DSA, ***Regulamento Sobre a Qualidade de Água para o Consumo Humano***, Maputo, 2004.

9.MOPH-FIPAG, ***Estudos Ambientais e Sociais para o Sistema de Abastecimento de Água do Grande Maputo***, Maputo, 2012.

10.PINHEIRO, Nilcéia A. M., et al., ***Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio,*** Brasil, 2007. Disponível em http://www.rieoei.org/

rie44a08.htm. Acesso em: 29.01.2015.
11.PINTO, Nyara de Oliveira & Hermes, Luiz Carlos, ***Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil***, São Paulo, 2006.
12.SAMPIERI, Roberto Hernández, et al. ***Metodologia de Pesquisa***, 3ª edição, McGraw – Will, São Paulo, 2006.
13.SIMÕES, Teresa S.; QUEIRÓIS, Maria A. e SIMÕES, Maria O. ***Técnicas Laboratoriais de Química-Bloco III***, Lisboa, Porto Editora, 1998.
14.PITÉ-MADEIRA, Cândida M., ***Orientações Técnicas: Sistemas Particulares de Abastecimento de água Destinadas a Consumo Humano***, Portugal: Setúbal, 2007.
Universidade Pedagógica (UP) - Moçambique. ***Regulamento Acadêmico para os Cursos de Graduação e de Mestrado***, Maputo, 2010.
Sites
www.finep.gov.br/prosab/index.html

SOBRE OS AUTORES

Antonio Inacio Comando Suluda, é Doutor em Meio Ambiente Escola Técnica Superior de Engenheiros Civis, Canais e Portos (UPM) da Universidade Politécnica de Madrid. Email para contato: suluda@gmail.com

Carlos Jose Domingos Alface, é mestre em Ensino de Química pela Universidade Pedagógica de Maputo (UPM). Doutorando em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). E-mail para contato: carlosalface9@gmail.com

Gerre Zebedias Samo Sithole, é Doutor em Educação: Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Email para contato: gzebedias@gmail.com

Jaime Ernesto Naene, é graduado em Ensino de Química pela Universidade Pedagógica de Maputo. Pós-graduando em Química Ambiental. Mestre em Educação pela Universidade Europeia do Atlântico (UNEATLANTICO). E-mail para contato: jaimenaene@gmail.com

José da Costa Freitas, é licenciado em Ensino de Química com habilitações em Gestão de Laboratórios pela Universidade Licungo – Moçambique. E-mail para contato: josedacostafreitas16@gmail.com

Marta Muchanga Tivane, é licenciada em Ensino de Química pela Universidade Licungo–Moçambique. E-mail para contato: martamuchanga@gmail.com

Ribeiro Neves Ribeiro, é licenciado em Ensino de Química com habilitações em Gestão de Laboratórios pela Universidade Licungo – Moçambique. E-mail para contato: ribeironeves84@gmail.com

Esta obra foi composta em fonte Montserrat pela Editora Científica Aluz em março de 2023.



Editora