



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE

Albertina A. A.NHAVOTO<sup>1</sup>; António GUERNER DIAS<sup>2</sup>; Daniel AGOSTINHO<sup>3</sup>; Nivaldo A.J. ZANDAMELA

<sup>1</sup>Doutoranda em Energias e Meio Ambiente, Universidade Pedagógica de Moçambique e Universidade do Porto; [betynha1976@gmail.com](mailto:betynha1976@gmail.com)

<sup>2</sup>PhD. Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal, [agdias@fc.up.pt](mailto:agdias@fc.up.pt)

<sup>3</sup>PhD. Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Pedagógica de Moçambique, [agostinho.daniel@hotmail.fr](mailto:agostinho.daniel@hotmail.fr)

<sup>4</sup>Graduado em ensino de Biologia, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Pedagógica de Moçambique, [nivaldozandamela92@gmail.com](mailto:nivaldozandamela92@gmail.com)

### Resumo

Este trabalho teve como objectivo analisar a qualidade microbiológica das águas dos poços do Bairro da Cerâmica no Município da cidade da Beira. Foi analisada a qualidade da água de seis poços residenciais durante o período de Abril a Outubro de 2017. Com esta análise procurou-se verificar possíveis contaminações por coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio cholerae*, no período seco (Abril e Maio) e chuvoso (Outubro), bem como as condições de saneamento do meio em redor dos poços e a localização destes em relação às fossas e latrinas. Para identificação dos poços, cada um foi numerado de 1 a 6, e foram colectadas três amostras em meses diferentes, correspondentes aos meses de Abril, Maio e Outubro, em cada poço, o que totalizou dezoito amostras. Estas amostras foram analisadas no Laboratório de Higiene da Água e Alimentos (LHAA) pertencente ao Ministério da Saúde, para verificação dos parâmetros: coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio cholerae*. As amostras para análise de coliformes totais e de coliformes fecais seguiram a técnica dos Tubos Múltiplos e os resultados são apresentados em Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais (NMP/100mL). A análise do *Vibrio cholerae* foi feita pelo método directo (método de membrana filtrante) onde as amostras foram colocadas num meio de enriquecimento (água peptonada alcalina) durante 8 horas. Com os resultados obtidos concluiu-se que o período da época das chuvas é mais propício à contaminação dos aquíferos. Assim, devido ao elevado índice de contaminação das águas subterrâneas na cidade da Beira, para diminuir a ocorrência de doenças relacionadas com o consumo da água contaminada pela população dos bairros suburbanos, é urgente determinar a vulnerabilidade dos aquíferos à poluição e implementar medidas para a protecção das águas subterrâneas.

**Palavras-chave:** água subterrânea, poços de captação, contaminação por coliformes, origem da contaminação, medidas de protecção.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é necessidade essencial para a vida, recurso natural indispensável para todos os seres vivos. É utilizada para o consumo humano e para as atividades socioeconómicas, tendo como origem, se for água superficial, os rios, lagos ou represas e, se for água subterrânea, os aquíferos, tendo influência direta sobre a saúde.

Para que a água garanta, efetivamente, a manutenção da vida na terra é extremamente importante que sejam observadas todas as condições em termos da sua qualidade. A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a sua potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química ou física, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (Scuracchio, 2010).

O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de valores de parâmetros microbiológicos, organoléticos e físico-químicos que lhe confere qualidade própria para o consumo humano (Ministério da Saúde, 2004). Os padrões da qualidade da água possuem a finalidade de assegurar a saúde humana e qualidade nomeio ambiente, disciplinando a sua utilização.

O abastecimento de água potável para as necessidades humanas é um dos problemas mais acentuados de muitos países em desenvolvimento, visto que estes não possuem recursos suficientes para fornecer água potável para todas as suas comunidades. Contudo, o problema existente ao nível desses países não se restringe apenas à escassez de água e à sua necessidade pelo ser humano, mas também ao nível da sua qualidade.

A World Water Vision (2000), em Zaporozec (2002), reportou que 1,2 biliões de pessoas, ou 1/5 da população mundial, não tem acesso a água potável, enquanto metade da população mundial não possui saneamento adequado.

Segundo Ayach et al (2012) estima-se que cerca de 80% de todas as doenças humanas estejam relacionadas, directa ou indirectamente, com a água não tratada, com saneamento precário e com falta de conhecimentos e informações básicas sobre higiene e sobre mecanismos de transmissão das doenças.

Tucci (2002), em Ayach et al (2012), afirmou que o desenvolvimento urbano envolve duas actividades conflitantes: o aumento da procura de água com qualidade e a degradação dos mananciais urbanos por contaminação provocada pelos resíduos urbanos e industriais.

De acordo com a Donnaire (2007) a qualidade das águas da Terra – rios, lagos naturais e represas, em particular – dos ecossistemas e da vida, em geral, vem sendo degradada de uma maneira alarmante, podendo este processo ser irreversível, sobretudo nas áreas mais densamente povoadas dos países emergentes.

Ainda de acordo com a mesma autora, a crise da água é uma ameaça permanente à humanidade e à sobrevivência da biosfera como um todo, pondo em risco a espécie humana, impondo dificuldades no desenvolvimento socioeconómico e aumentando a tendência de ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

A contaminação das águas subterrâneas é quase sempre resultado de atividades humanas. Em áreas de elevada densidade populacional, como é o caso dos Bairros suburbanos das grandes cidades, as águas subterrâneas são vulneráveis à contaminação.

Colvara et al (2009) afirmaram que as fontes da contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogénicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas, geralmente tem como origem o esgoto doméstico em fossas e tanques sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem de viaturas e a modernização da agricultura com uso cada vez mais intensivo de fertilizantes químicos.

No meio rural e nas zonas suburbanas as principais fontes de abastecimento de água são os rios e os poços. Geralmente essas fontes não estão totalmente protegidas da contaminação e, muitas vezes, a qualidade da água é imprópria para consumo humano por estar poluída.

Para Ayach et al (2012) a perfuração dos poços deve obedecer a critérios adequados de construção e localização. Os mesmos autores fazem, ainda, referência às águas que são captadas em poços com muito tempo de uso, poços relativamente superficiais, ou poços localizados próximo de fossas e de escoamento de esgoto doméstico, aumentando a probabilidade de contaminação de suas águas.

Se o poço estiver localizado próximo de uma fonte de contaminação, este corre risco de ser contaminado. Quando as águas subterrâneas são contaminadas, é difícil a sua recuperação e caro o seu tratamento.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças infecciosas causadas por bactérias, vírus e protozoários, constituem o mais frequente risco de saúde associado ao consumo da água. O uso da água subterrânea captada em poços rasos sem tratamento, desconhecendo-se a sua qualidade bacteriológica e físico-química, pode vir a tornar-se um fator de risco para os seres humanos que a utilizam, pelo seu potencial de transmitir doenças causadas pela presença de bactérias patogénicas (Ayach et al, 2012).

Para determinação da contaminação microbiológica da água recorre-se à identificação dos microrganismos em que a sua presença na água são indicadores de existência de matéria de origem fecal. Os principais indicadores da contaminação fecal são os coliformes totais e os coliformes fecais.

Segundo Capp et al (2012) a presença de coliformes totais e coliformes fecais na água não representa por si só um perigo para a saúde humana, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde. As bactérias do grupo coliforme, por exemplo a *Escherichia coli*, representam contaminação fecal recente e indicam a possível presença de bactérias patogénicas, vírus entéricos ou parasitas intestinais (Amaral et al, 2005 em Capp et al (2012)).

Nos bairros periféricos da cidade da Beira, a rede de abastecimento da água tratada ainda é deficitária o que faz com que a população recorra à água dos poços artesanais para o seu consumo. Por essa razão, o objetivo deste trabalho é analisar a qualidade microbiológica da água dos poços do Bairro da Cerâmica, na cidade da Beira em Moçambique.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Localização e caracterização da área de estudo**

A cidade da Beira localiza-se no centro de Moçambique a cerca de 1200km da capital Maputo, na costa do Oceano Índico. Tem limite a Norte e Oeste com o distrito de Dondo, a leste com o Oceano Índico e a Sul com o distrito de Búzi. Está situada entre latitude 19° 50' 36" S e longitude 34° 50' 20" E. A cidade da Beira possui cerca de 533825 habitantes segundo o Censo Populacional de 2017. É constituída por cinco Postos Urbanos divididos em 26 Bairros. Beira localiza-se numa zona pantanosa e com um nível freático muito próximo da superfície.

De acordo com Daud et al (2014), as características geológicas, hidrogeológicas e geomorfológicas da cidade da Beira tornam-na vulnerável à poluição antrópica e dificultam a definição da localização geográfica e da profundidade de níveis com água mineralizada e imprópria para consumo humano.

Para esta pesquisa escolheu-se o Bairro da Cerâmica, que é um dos bairros com déficit no fornecimento de água da rede pública e com muita gente a recorrer a água dos poços para consumo e outros fins.

### **2.2. Metodologia de amostragem e análise da água**

Foram coletadas dezoito amostras em seis poços, numa amostragem realizada nos meses de Abril, Maio e Outubro. As amostras foram coletadas em frascos de vidro com capacidade de 500 mL, de boca larga e tampa de plástico bem ajustada, fornecidos pelo Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos (LHAA) da cidade da Beira. A obtenção da amostra de água foi feita com o recipiente usado pelas famílias para o efeito.

Em seguida as amostras foram colocadas na caixa isotérmica com gelo, de forma adequada para que não ocorressem perdas durante o transporte. A quantidade de gelo foi suficiente para manter as amostras refrigeradas entre 3°C e 10°C, tendo sido levadas ao laboratório no mesmo dia. As amostras foram coletadas no Bairro da Cerâmica, um bairro que tem, como principais fontes de captação da água poços e fontanários. A maior parte da população do Bairro da Cerâmica utiliza água dos poços para consumo e outros fins, porque o acesso a água do abastecimento público é deficitária.

As amostras foram analisadas no LHAA, pertencente ao Ministério da Saúde, para verificação dos parâmetros: coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio cholerae*. As amostras para análise de coliformes totais e termotolerantes seguiram a técnica dos Tubos Múltiplos e os resultados são em Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais (NMP/100 mL). Inocularam-se seis tubos de ensaio contendo: a) caldo lactosado de concentração dupla com 10mL da amostra; b) caldo lactosado de concentração simples com 1mL de amostra; c) caldo lactosado de concentração simples com 0,1mL de amostra. Este procedimento permitiu obter as diluições 1:1, 1:10 e 1:100 que, em seguida, foram homogeneizadas por agitação. Para o teste presuntivo as amostras foram incubadas a 37°C durante um período de 48h. Foram considerados positivos os testes que apresentaram formação de gás dentro dos tubos de Durham e turbidez do meio. Com estes resultados, foi ainda realizada a prova confirmativa para coliformes totais e coliformes fecais,

utilizando o caldo lactosado bile verde brilhante a 2% de concentração. Estas amostras foram incubadas a 37°C durante um período de 48h para coliformes totais e em banho-maria a 37°C durante um período de 24h para os coliformes fecais.

A análise do *Vibrio cholerae* foi feita pelo método direto (método de membrana filtrante) onde as amostras foram colocadas num meio de enriquecimento (água peptonada alcalina) durante 8h. A partir do caldo de enriquecimento, retirou-se uma pequena porção que foi colocada em estrias de desenvolvimento numa placa Tiosulfato-Citrato-Bile-Sacarose (T.C.B.S.) Agar, de superfície seca, sendo incubadas a 37°C durante 24h.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características dos poços analisados

As condições das edificações higiênico-sanitárias e a localização dos poços constituem fatores importantes que estão diretamente ligados à saúde das pessoas que consomem a água, especialmente as crianças que são mais vulneráveis às doenças de veiculação hídrica.

Os poços analisados são escavados manualmente, com um diâmetro de aproximadamente um metro e uma profundidade de até três metros, sem qualquer medida de proteção sanitária como, por exemplo, cimentação na envolvente, laje e tampa. Para evitar o desmoronamento dos solos durante a execução da captação de água, nalguns casos, coloca-se um pneu usado, sem nenhuma proteção ou com uma tampa não segura.

A figura 1 mostra as condições de um poço com pneus como meio de proteção, a tampa é em chapa de zinco e este localiza-se próximo de um tanque séptico.



**Figura1:** Poço sem proteção adequada

A água é captada através de um balde, salientar que neste procedimento pode ocorrer contaminação da água pela inadequação das condições de higiene do balde coletor, que normalmente fica exposto e não é higienizado antes de ser usado.

Silva e Araújo (2003) afirmaram que o aumento do número de colónias de coliformes fecais estava associado, muitas vezes, a poços com até 10 metros de profundidade e captação manual da água com recurso a um balde.

A figura 2 mostra as condições de alguns poços em que, neste caso, o poço é cimentado, mas sem tampa:





**Figura2:** Poço com a borda cimentada mas sem proteção.

### 3.2. Qualidade da água dos poços analisados

Todas as amostras dos seis poços analisados apresentaram coliformes. Os resultados das amostras analisadas nos meses de Abril e Maio mostraram que a água era própria para o consumo, de acordo com o Regulamento sobre a Qualidade da Água para o Consumo Humano, Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro. Em cinco dos poços, os coliformes fecais estiveram abaixo de 3 NMP/100mL e no poço número 1 com cerca de 9NMP/100 mL. Sendo o limite máximo admissível de 10 NMP/100mL, a água do poço 1 poderia ser considerada como água imprópria para consumo, uma vez que se encontra muito próximo do limite. De salientar que os meses de Abril e Maio são meses da época seca e de inverno.

Segundo o Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Drinking and Groundwater(2016), as bactérias são apenas um dos vários contaminantes que podem afetar a água de um poço. Mesmo que os resultados dos testes dos coliformes totais e coliformes fecais sejam negativos, o que significa que não há contaminação bacteriana da água do poço, esses resultados não significam, necessariamente, que a água esteja livre de contaminação química, tais como nitratos e pesticidas.

Nos resultados das amostras colhidas em Outubro, período chuvoso de verão, veio a verificar-se que a água dos poços analisados era imprópria para o consumo humano, dado que os coliformes fecais e os coliformes totais estavam acima do limite admissível. Em todas as amostras não se identificou o *Vibrio cholerae*.

Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises microbiológicas da água dos poços referentes às épocas seca e chuvosa:

**Tabela1:** Resultados das análises microbiológicas da água dos poços do Bairro da Cerâmica –Beira

	Inverno		Verão		Método
	Col. Totais	Col. fecais	Col. Totais	Col. fecais	
<b>Poço 1</b>	23	9	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos
<b>Poço 2</b>	23	< 3	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos
<b>Poço 3</b>	4	<3	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos
<b>Poço 4</b>	43	< 3	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos
<b>Poço 5</b>	<3	<3	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos
<b>Poço 6</b>	9	<3	≥2400	≥2400	Tubos múltiplos

Fonte: Pesquisa laboratorial

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1 a água dos poços do Bairro da Cerâmica na cidade da Beira, é imprópria para o consumo humano, principalmente na época chuvosa. Embora as amostras analisadas no período do inverno tenham mostrado que a água é própria para consumo, de acordo com os limites estabelecidos pelo Regulamento sobre a Qualidade da Água para o consumo Humano, que é parte integrante da Lei n.º 16/91 de 03 de Agosto, Lei de Águas, é sempre necessário o tratamento desta antes do seu consumo.

O Regulamento sobre a Qualidade da Água para Consumo Humano, no seu Anexo I parte B, estabelece os parâmetros microbiológicos e físico-químicos, bem como os seus limites admissíveis, a que a água destinada ao consumo humano deve obedecer, quando esta é captada em fontes de abastecimento público sem tratamento.

O poço 1 apresentou coliformes fecais, 9NMP/100 mL, no período de inverno (período seco), o que indica que há contaminação fecal e a água deve ser considerada inadequada para consumo humano.

As bactérias patogénicas intestinais têm a sua presença indicada pela determinação do subgrupo coliformes fecais, ou termotolerantes, e a sua deteção indica que houve poluição fecal proveniente de fezes humanas ou de animais de sangue quente (Ayach et al, 2012).

No período chuvoso (período de verão) a água subterrânea é vulnerável à contaminação, pois as chuvas facilmente arrastam os contaminantes para os poços. Os resultados obtidos nas amostras analisadas em Outubro (Verão) apresentaram um número elevado de coliformes totais e coliformes fecais.

Observou-se, ainda, que todas as amostras analisadas na época chuvosa apresentaram um índice elevado de contaminação, o que deve estar relacionado com as condições do saneamento. Os poços são rasos, localizados próximo de fossas sépticas e sem as melhores condições de proteção. Com a ocorrência das chuvas os contaminantes facilmente são transportados para as águas subterrâneas.

A contaminação das águas dos poços não pode ser considerada um fator isolado, mas antes um fenómeno de proporções generalizadas por se tratar de poços localizados em áreas urbanas. Segundo Ayach et al (2012) muitos estudos mostram que o número de amostras de água de poços que apresentam contaminação de bactérias do grupo coliformes é elevado.

Muchimbane (2010) analisou águas em 26 poços rasos e tubulares no Distrito Urbano 4, da cidade de Maputo em Moçambique, onde 57,69% dos poços estavam contaminados por bactérias do grupo coliformes.

Nhavoto (2010) obteve 100% de contaminação por coliformes em 70 amostras de água dos poços do Bairro de Inhamudima na cidade da Beira. Estes resultados mostram que as águas dos poços da cidade da Beira não apresentam qualidade adequada para consumo humano.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os poços analisados no Bairro da Cerâmica na cidade da Beira, para lá de características hidrogeológicas locais, não apresentam as melhores condições de proteção o que os torna muito vulneráveis à contaminação. São poços localizados próximo de fossas ou mesmo de latrinas.

Os resultados obtidos levam-nos a apresentar as seguintes considerações:

- O período da época das chuvas é mais propício à contaminação dos aquíferos;
- A água das chuvas atravessando fossas e latrinas, arrasta potenciais contaminantes para as águas subterrâneas;
- As condições de execução dos poços, com 2 a 3 metros de profundidade, torna-os muito vulneráveis aos agentes contaminantes;
- A localização dos poços, muitas vezes próximo de fossas e latrinas, é fracamente inadequada.

Assim, devido ao elevado índice de contaminação das águas subterrâneas no Bairro da Cerâmica, cidade da Beira, para diminuir a ocorrência de doenças relacionadas com o consumo da água contaminada pela população dos bairros suburbanos, é urgente a necessidade de se implementar medidas para a proteção das águas subterrâneas. Para isso, devem ser acionadas medidas que permitam:

- i) Determinar a vulnerabilidade à poluição/contaminação das captações existentes;
- ii) Determinar a vulnerabilidade à poluição/contaminação dos aquíferos locais; e
- iii) Definir perímetros de proteção que condicionem as atividades que se desenvolvam na envolvente das captações.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) pelo apoio, e ao Laboratório de Higiene de Água e Alimentos (LHAA), em Moçambique, por ter facilitado a realização de análises de água.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayach L. R., de Lima Guimarães S. T., Cappi N., Ayach C. (2012). Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos . Caderno de Geografia, 37(22).

Capp N., Ayach L. R., Santos T. M. B., de Lima Guimarães S. T ( 2012). Qualidade da água e factores de contaminação de poços rasos na area urbana de Anastácio (MS). Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental. Geografia Ensino & Pesquisa 16(3), 77-92.

Colvara J. G., Lima A. S., Silva W. P. (2009). Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY. IISSA, 11-14

Daudi E., Ramalho E., Fernandes J., Batista M. J., Quental L., Dias R., Milisse D., Ussene U., Oliveira T., Cune G., Balate G., Manhiça V. (2014). Geofísica aplicada à gestão da água subterrânea e ao ordenamento do território da cidade da beira. Em 2º Congresso Nacional de Geologia (CoGeo02) e 12º Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa (12CGPLP). Maputo, República de Moçambique.

Donnaire, R. P. (2007). Tratamento de água subterrânea contaminada com BTEX utilizando fotocatalise Heterogénea.Tese de Doutorado em Ciências. Universidade de campinas. Campinas, 101p.

Ministério da saúde (2004). Regulamento Sobre a Qualidade da Água para o consumo Humano. MISAU- DNS. Moçambique

Moçambique. Lei nob16/91 de 03 de Agosto, Lei das águas. Boletim da República, 2º Suplemento, 1991.

Muchimbane, A. b. (2010). Estudo dos Indicadores de Contaminação das Águas Subterraneas por Sistemas "in situ" - Distrito Urbano 4 de Maputo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 144p.

Nhavoto, A. A. (2010). Uso de Radiação solar no Tratamento de Água para consumo Humano. Dissertação de Mestrado em Educação/ Ensino de Química. Universidade Pedagógica de Moçambique. Maputo, 109p.

Scuracchio, P. A. (2010). Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos. Dissertação de Mestrado em Nutrição. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, 59.

Silva R. d., Araújo, T. M. (2003). Qualidade de água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciência e Saúde Colectiva 8(4), 1019-1028.

Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Drinking and Groundwater. (2016). Bacteriological contamination of Drinking Water Wells. *Pub-DG-003-2016*

Zaporozec, A. (2002). Groundwater Contamination inventory. A Methodological Guide. IHP-VI, series on Groundwater nº 2. *UNESCO*