



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Influência da Lixeira Municipal do Bairro Padeiro na Cidade de Quelimane na
Qualidade de Água Subterrânea.**

Autor:

Nilton Florêncio Nhantumbo

Quelimane, Outubro 2017



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Influência da Lixeira Municipal do Bairro Padeiro na Cidade de Quelimane na
Qualidade de Água Subterrânea.

Autor:

Nilton Florêncio Nhantumbo

Supervisor:

Lúcio José Tomas Jasse (Msc)

Quelimane, Outubro 2017

Dedicatória

Dedico este trabalho:

Em memória do meu pai, Florêncio Nhantumbo e do grande amigo Nelson Constantino.

A minha Família e a todos que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos da vida, pois, para mim constituíram uma fonte inesgotável de inspiração.

Agradecimentos

A Deus, por me ter dado a oportunidade de estar neste mundo e pela sua protecção;

Ao meu Supervisor Lúcio José Tomas Jasse, pela confiança, orientação, apoio, dedicação, preocupação e cumplicidade para a realização do presente trabalho, com todas minhas forças agradeço do fundo de coração;

A minha mãe Maria Amélia Massango Madaugy, que sem ela não teria conseguido chegar até onde estou, o apoio, amor, instinto protector e pelas orações que me tem dado;

Aos técnicos do laboratório do FIPAG, Oliveira Lembrança e Cláudio Brajae pela ajuda mútua nos ensaios laboratoriais;

Agradeço ao Gulamo Bonga, Joaquim Manguengue e Octávio Machava por terem me ajudado na abertura de poços e colecta das amostras;

Ao senhor Chanfo Norte e Flávio Gumias por disponibilizarem o seu espaço para abertura de poços;

Ao senhor Eugénio Kolete, por disponibilizar chapas de zinco para a protecção dos poços e controlar para que não fossem destapados;

A minha gratidão é extensiva ao Abdul Mugabe, Jerminio Massango, Rafael Soto e Roda Madala, pela cumplicidade, paciência e por terem disponibilizado o seu tempo para me ajudarem na execução deste trabalho;

À minha prima Lucrécia Nataniel por me ter emprestado o telefone para obtenção das imagens do trabalho de campo;

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para o sucesso desta monografia.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente trabalho de monografia é resultado da minha investigação pessoal, com auxílio do meu supervisor, nunca foi e não será apresentado em qualquer outra instituição de ensino para obtenção de qualquer grau académico, as contribuições dos outros autores neste trabalho foram citados e referenciados.

Autor

(Nilton F. Nhantumbo)

Quelimane, Outubro de 2017

Resumo

A lixeira municipal da cidade de Quelimane situa-se no bairro Padeiro na zona baixa da cidade. Estimando-se que em média por dia, na cidade produz-se pouco mais de 60 toneladas de resíduos sólidos urbanos e que são depositados ao céu aberto (no solo) podendo deste modo ameaçar a qualidade da água subterrânea uma vez que a recarga das águas no subsolo é na maioria dos casos, devido à infiltração da água no solo. Portanto o objectivo geral desse trabalho, foi avaliar a influência da lixeira municipal na qualidade de água subterrânea, por meio de parâmetros físico-químicos de qualidade da água subterrânea. Foram feitas abertura de três poços para a colecta das amostras, onde para a sua caracterização baseou-se no método de observação directa. As amostras para análise dos parâmetros físico-químicos foram colectadas no dia 23 de Maio e 23 de Junho e analisados no laboratório do FIPAG Para a análise da condutividade eléctrica e de sólidos totais dissolvidos utilizou-se condutivímetro digital e para amónia e nitrato usou-se o Espectrofotometro Portátil DR900. Os resultados mostraram que o nível do lençol freático nos poços estudados está muito próximo à superfície com uma profundidade média de 1,40m. Para os parâmetros analisados de qualidade da água subterrânea verificou-se o máximo de 20,9 e mínimo de 17,6 valores médios de nitrato, para médias de amónia 0,37 a 0,26 e para condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos 1009,3 e 541,3 a 1005,8 e 539,5 respectivamente, onde as concentrações de nitrato, condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos registaram um aumento, tendo em conta a normalidade destes parâmetros nas águas subterrâneas que geralmente apresentam concentrações baixas. Sendo assim, a lixeira municipal influencia na alteração da qualidade de água subterrânea resultante na infiltração da parte solúvel dos resíduos sólidos e da matéria orgânica decomposta.

Palavras-chave: Lixeira municipal. Qualidade de água subterrânea.

Abstract

The municipal wastebasket of the city of Quelimane is located in the district Baker in the downtown area. Estimating that on average a day in the city produces little more than 60 tons of urban solid waste and that they are deposited in the open sky (in the ground) being able to threaten the quality of the groundwater once the water recharge underground is in most cases due to infiltration of water into the soil. Therefore, the general objective of this work was to evaluate the influence of the municipal wastewater in the quality of groundwater, through physicochemical parameters of groundwater quality. Three wells were opened for the collection of the samples, where their characterization was based on the direct observation method. The samples for physical-chemical parameters analysis were collected on May 23 and June 23 and analyzed in the FIPAG laboratory. For the analysis of electrical conductivity and total dissolved solids, a digital conductivity meter was used and the DR900 Portable Spectrophotometer was used for ammonia and nitrate. The results showed that the groundwater level in the studied wells is very close to the surface with an average depth of 1.40m. For the analyzed parameters of groundwater quality, a maximum of 20.9 and a minimum of 17.6 average values of nitrate were verified, for ammonia averages 0.37 to 0.26 and for electrical conductivity and of total dissolved solids 1009.3 and 541.3 to 1005.8 and 539.5, respectively, where nitrate, electrical conductivity and total dissolved solids concentrations increased, taking into account the normality of these parameters in groundwater with generally low concentrations. Thus, the municipal wastebasket influences the alteration of groundwater quality resulting in the infiltration of the soluble part of the solid waste and decomposed organic matter.

Keywords: Municipal trash. Groundwater quality.

Índice

Capítulo I	1
Introdução	1
Problematização	2
Hipóteses	3
Justificativa	3
Objectivos	4
Geral	4
Específicos	4
Capítulo II	5
Revisão Bibliográfica	5
Descrição da Água Subterrânea	5
Formação da água subterrânea: infiltração no solo	5
Factores que influenciam na infiltração da água no solo	5
Tipos de reservatórios da água subterrânea (Aquíferos)	6
Composição da água subterrânea	7
Processos que influenciam na qualidade da Água Subterrânea	7
Contaminação da água subterrânea	8
Parâmetros físico-químicos da qualidade da água subterrânea e Métodos de determinação.	10
Parâmetros físicos	10
Parâmetros químicos	11
Relação entre os parâmetros de qualidade de água em estudo	13
Capítulo III	14
Metodologia	14
Área de estudo	14
Amostragem	15
Abertura de poços	15
Recolha de amostra	15

Caracterização dos poços _____	16
Procedimentos e análise Laboratorial de amostras de água Subterrânea _____	16
Determinação de Condutividade Eléctrica e sólidos totais dissolvidos _____	16
Determinação de nitrato e amónio _____	16
Análise de dados _____	16
Resultados e Discussão _____	17
Caracterização dos poços _____	17
Determinação dos parâmetros físicos químicos da qualidade da água subterrânea _____	18
Capítulo V _____	20
Conclusão e Recomendações _____	20
Referencias Bibliográficas _____	22
Anexos__ _____	25
Apêndices _____	27

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração da área de estudo	2
Figura 2: Esquematização do processo de contaminação da água subterrânea	7
Figura 3: Ilustração da área de estudo.	14
Figura1: A: Determinação de Condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos	28
Figura1: B: Ilustração na determinação de amónio e nitrato.	28

Lista de Tabelas

Tabela 1: Ciclo de Nitrogénio nas águas subterrâneas	12
Tabela 2: Localização geográfica de pontos de Amostragem	15
Tabela 3: Profundidade dos poços de colecta das amostras em metros.	17
Tabela 4: Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos das amostras da água	18
Tabela 5: Padrões físicos e organolepticos da qualidade da água	25
Tabela 6: Padrões Químicos da qualidade da água	26

Capítulo I

1. Introdução

Historicamente na civilização humana, o solo tem sido utilizado para deposição dos resíduos gerados nas actividades quotidianas. Entretanto, com o aumento da população a quantidade e a composição dos resíduos e efluentes gerados foram alterados em grandes proporções nas últimas décadas, sendo que a capacidade do solo em reter os poluentes tem sido ultrapassada (CETESB, 2017b). Estima-se que em média por dia, na cidade de Quelimane produz-se pouco mais de 60 toneladas de resíduos sólidos urbanos e que são depositados a céu aberto (no solo) no bairro Padeiro zona baixa da cidade (Achar, 2014).

Neste Bairro, a preocupação é maior visto que, a população tende cada dia que passa se aglomerar ao redor desta lixeira enfrentando muitos problemas pois cada vez mais a deposição de resíduos sólidos urbanos tem aumentado, apesar da maioria do material depositado na lixeira sofrer a decomposição, porém estes nos períodos chuvosos são escoados para as casas vizinhas, posteriormente infiltrados devido a água da chuva em excesso no solo atingindo o lençol freático, posto que a construção dos poços tem aumentado para assegurar as actividades domésticas praticadas, assim sendo, a qualidade desta água é afectada.

Uma vez esta água comprometida a sua recuperação é de carácter irreversível, posto que se os contaminantes dissolverem-se nas águas subterrâneas se moverão junto com a água afectando os locais distantes da lixeira, assim sendo é preferível sua protecção para garantir a utilização futura para os diversos fins.

Devido à disponibilidade limitada, a deterioração progressiva da qualidade, o aumento da demanda e a reposição limitada, a protecção da qualidade de água subterrânea vem se tornando um importante elemento de estudo e estratégia em todo o mundo (Menezes, 2012).

As águas subterrâneas têm um importante papel na manutenção da vida, uso doméstico e no equilíbrio do ciclo hidrológico, porém a mesma deve ser devidamente controlada por meio de parâmetros físico-químicos da qualidade de água de modo que não ofereça nenhuma ameaça as entidades competentes no controlo dos recursos hídricos e que esteja sempre regularizada nos padrões recomendados.

Portanto o presente trabalho teve como objectivo principal avaliar a influência da lixeira Municipal do bairro Padeiro na cidade de Quelimane na qualidade da água subterrânea.

1.1. Problematização -

A lixeira municipal da cidade de Quelimane situa-se no Bairro Padeiro na zona baixa da Cidade de Quelimane, ocupando uma área de aproximadamente 650 m² e é possível observar que não existe nenhum sistema de tratamento, apenas a queima dos resíduos, de tal modo não oferece segurança ao meio ambiente. Ao seu redor, a pouco menos de 50 m, localiza-se uma zona residencial. Adicionalmente observa-se a ocorrência de vários cursos de águas superficiais (paradas) e a situação é mais agravante nos períodos chuvosos, onde há escoamento do material presente na lixeira para estes cursos e, posteriormente, a infiltração dos mesmos atingindo o lençol freático.



Figura 1: Ilustração da área de estudo, à esquerda consta o mapa da Cidade de Quelimane e à direita a Lixeira Municipal da mesma urbe.

O nível do lençol freático para este Bairro encontra-se em profundidades menores que 1,60 m, isto em épocas menos chuvosas, onde a recarga das águas subterrâneas ocorrem em maioria das vezes devido à infiltração da água de chuva que fica acumulado em excesso no solo. A deposição de resíduos sólidos urbanos neste solo ameaça a qualidade da água subterrânea e constitui um atentado à saúde dos moradores. Assim sendo coloca-se a seguinte questão de pesquisa: até que ponto a lixeira municipal pode influenciar na qualidade da água subterrânea?

1.2. Hipóteses

- ✓ H_0 -- A deposição de resíduos sólidos na lixeira municipal do bairro Padeiro influencia a qualidade da água subterrânea.
- ✓ H_1 -- O solo da lixeira Municipal adsorve os resíduos sólidos depositados não afectando deste modo a qualidade da água subterrânea.

1.3. Justificativa

A infiltração da água no solo é importante para a recarga dos aquíferos e para a manutenção do fluxo subterrâneo, sendo muito relevante para a qualidade da água subterrânea. Muitos dos problemas relacionados à baixa qualidade da água subterrânea são afectados pela infiltração de resíduos sólidos depositados no solo, pois quanto maior a capacidade do solo de adsorver poluentes/contaminantes, maior será a qualidade da água subterrânea, proporcionando, assim, uma maior disponibilidade de água de boa qualidade para o desenvolvimento e manutenção da vida (Bertoni & Lombardi, 1990, p. 355).

A população do Bairro Padeiro é dependente do sistema de abastecimento público de água potável da rede do Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água (FIPAG), sendo que esta recorre ao uso das águas subterrâneas de modo a minimizar a distância e os custos na busca deste líquido. Uma vez preservada e controlada é considerada a fonte mais segura, sendo de fácil acesso e fundamental para o desenvolvimento das actividades da população presente e futura, esta necessita de cuidados, tratamentos especiais e uso sustentável da mesma.

O presente trabalho servirá como fonte de dados que poderão ser utilizados em campanhas educativas e como base de consulta para programas de saneamento e saúde pública, dando ênfase a protecção das águas subterrâneas a fim de minimizar problemas de contaminação que possam ocasionar problemas de saúde para a população.

1.4. Objectivos

1.4.1. Geral

- ✓ Avaliar a influência da lixeira Municipal do bairro Padeiro na cidade de Quelimane na qualidade da água subterrânea.

1.4.2. Específicos

- ✓ Caracterizar os poços de colecta da água subterrânea;
- ✓ Determinar os parâmetros físico-químicos (*Condutividade eléctrica, amónia, nitrato e sólidos totais dissolvidos*) da qualidade da água subterrânea;
- ✓ Verificar a influência da lixeira sobre a qualidade da água subterrânea.

Capítulo II

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Descrição da Água Subterrânea

A água subterrânea corresponde à 97% da água doce disponível na terra, sendo a parcela mais lenta do ciclo hidrológico e constitui a principal reserva de água. As águas subterrâneas ocorrem preenchendo espaços formados entre os grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos (Tundisi, 2003).

2.1.1. Formação da água subterrânea: infiltração no solo

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra nas camadas superficiais do solo, se move para baixo através dos espaços vazios pela acção da gravidade, até atingir uma camada impermeável, formando um lençol de água, isto é, quanto maior for o nível de infiltração da água no solo, maiores deverão ser as reservas subterrâneas hídricas (Antenor, 2004).

2.1.1.1. Factores que influenciam na infiltração da água no solo

A infiltração da água no solo pode ser rápida ou lenta e com isso pode agravar ou minimizar o processo de contaminação. Segundo Antenor (2004) a quantidade de infiltração dependerá de seguintes factores:

- Porosidade do solo, a presença de argila no solo diminui sua permeabilidade, não permitindo uma grande infiltração;
 - Cobertura vegetal, um solo coberto por vegetação é mais permeável do que um solo desmatado;
 - Inclinação do terreno, em declividades acentuadas a água corre mais rapidamente, diminuindo a possibilidade de infiltração;
 - Tipo de chuva, chuvas intensas saturam rapidamente o solo, ao passo que chuvas finas e demoradas têm mais tempo para se infiltrarem.
- .

2.1.2. Tipos de reservatórios da água subterrânea (Aqüíferos)

Formação geológica subterrânea que armazena água e permite a sua circulação de forma que a água possa ser extraída pelo homem em condições economicamente rentáveis e sem impactos ambientais negativos (Najovite et al, 2011). Estas formações dividem-se em 2 tipos de aquíferos principais:

Aquífero livre

Formação geológica limitada na base por uma camada permeável (ex. camada de argila), permitindo o armazenamento da água. A água dos aquíferos livres atravessa várias camadas que são:

- Zona de aeração ou zona não saturada, é a parte do solo que está parcialmente preenchida por água. Nesta zona, pequenas quantidades de água distribuem-se uniformemente, sendo que as suas moléculas se aderem às superfícies dos grãos do solo (Tucci & Cabral, 2003).
- Zona de saturação, é a região abaixo da zona não saturada onde os poros ou fracturas da rocha estão totalmente preenchidos por água. Nesta zona, a água corresponde ao excedente de água da zona não saturada que se move em velocidades muito lentas (Tucci et al, 2007).
- Franja de capilaridade, é a região mais próxima ao nível de água do lençol freático, onde a humidade é maior devido à presença da zona saturada logo abaixo (Tucci & Cabral, 2003).

Neste tipo de aquífero a água está à pressão atmosférica, ou seja em contacto com o ar podendo este ser designado por aquífero superficial ou subsuperficial, o que é vantajoso pois a sua exploração e recarga é mais fácil embora a sua contaminação também o seja pois as zonas de recarga correspondem às zonas superficiais (Tucci & Cabral, 2003).

Aquífero confinado ou cativo

Formação geológica completamente saturada de água, onde tanto na base como na parte superior a formação é impermeável. Esta é delimitada em todo o seu redor por material rochoso, não estando exposto a uma pressão atmosférica, sendo a sua pressão superior à da atmosfera fazendo com que seja mais fácil a extracção da água, onde se esta for captada através de furos a água subirá rapidamente até atingir o seu nível freático devido à diferença de pressão de uma zona para a outra (CETESB, 2017b). Neste tipo de aquíferos as recargas são feitas mais lentamente, pois esta não é feita da mesma forma que a dos aquíferos livres onde a sua recarga é feita a partir das zonas sobrejacentes onde a água é armazenada, e circula sendo feita a recarga lateralmente (CETESB, 2017b). O nível em que a água está acumulada em baixo do solo é chamado de nível freático. Quando ele é baixo, é necessária a realização de uma intervenção mais profunda para a obtenção de água, mas quando ele se eleva, o acesso torna-se mais fácil (Tundisi, 2003).

2.1.3. Composição da água subterrânea

As águas subterrâneas apresentam características diferentes que variam de zona para zona, dependendo dos materiais geológicos em volta dos aquíferos. As águas presentes nos aquíferos nunca são puras, contendo estas substâncias dissolvidas, muito diluídas em virtude do contacto das águas com os materiais geológicos onde ocorre a desmineralização do mesmo provocando a saturação das águas (França et al, 2013). As rochas magmáticas, metamórficas, e sedimentares fornecem águas de boa qualidade para o consumo doméstico dissolvendo apenas minerais em poucas quantidades, que não são prejudiciais. Porém existe uma excepção que são as rochas sedimentares evaporíticas, como é o exemplo do sal-gema que é imprópria para consumo devido á sua salinidade. As águas mais profundas são as mais ricas em sais, pois o seu percurso até á sua extracção é maior (Feitosa, 2011).

2.1.4. Processos que influênciam na qualidade da Água Subterrânea

Segundo ABAS (2007), as águas subterrâneas são geralmente de boa qualidade, porém, existem muitos processos que influênciam na sua qualidade nomeadamente: Poços mal construídos e/ou abandonados, deposição de resíduos sólidos no solo, esgotos e fossas, actividades agrícolas, mineração, contaminação natural e a super exploração, de tal modo, neste trabalho focou-se na deposição de resíduos sólidos no solo, onde nestas áreas, a água de chuva e o líquido resultante do processo de degradação dos resíduos orgânicos, tendem a se infiltrar no solo, contendo substâncias potencialmente poluidoras. Ver a figura 2.



Figura 2: Esquematisação do processo de contaminação da água subterrânea por resíduos sólidos depositados no solo.

Fonte: (FEAM, 2010)

2.1.4.1. Processos químicos que afectam na alteração dos resíduos sólidos

O principal processo que afecta na alteração dos resíduos sólidos é a decomposição, sendo o processo de transformação da matéria orgânica em minerais, e a decomposição dos resíduos depende do tipo de material, portanto a maioria do material presente na lixeira municipal do Bairro Padeiro tem duração máxima de seis meses para a sua decomposição. Podemos entender a decomposição da matéria orgânica como sendo um processo natural de reciclagem da matéria feito principalmente por microrganismos como bactérias e onde a natureza transforma as substâncias originais em gases ou produtos que posteriormente serão reintegrados aos diferentes ciclos de vida sendo alguma parte escoada e infiltrada no solo. Pelo facto de matérias orgânicas possuírem composições químicas diferentes, quando um determinado resíduo fica exposto, a decomposição aeróbia acontece na superfície e a anaeróbia acontece no interior do animal. A medida que o mesmo perde massa, seu interior vai ficando exposto ao oxigénio do meio ambiente e a decomposição aeróbia acontece em maior parte. Estes processos dependem do tipo de substrato, a humidade, temperatura e outros. Gases são comumente liberados em toda decomposição, sendo o hidrogénio, nitrogénio, sais minerais carbónico, enxofre e metano (Cerri, 2008).

2.1.5. Contaminação da água subterrânea

As águas subterrâneas podem ficar contaminadas quando a água superficial que infiltra no solo absorvem substâncias perigosas que alteram a sua qualidade original de tal forma que a mesma torna-se menos adequada para uso pelo homem (ABAS, 2007). O Potencial da contaminação da água subterrânea depende:

Das características, da quantidade e da forma de lançamento do poluente no solo

Quanto maior for a persistência ou menor for a capacidade de degradação e maior a sua mobilidade no meio solo e água subterrânea, maior será o potencial de poluição. Aliado a isso, uma pequena quantidade de poluentes em regiões muito chuvosas, pode transportar rapidamente as substâncias para as águas subterrâneas, mesmo considerando a capacidade do solo em atenuar os efeitos (CETESB, 2017b).

Da vulnerabilidade intrínseca do aquífero

A vulnerabilidade de um aquífero pode ser entendida como o conjunto de características que determinam o quanto ele poderá ser afectado pela carga de poluentes. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível de água, e as características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e litologia de argila a cascalho (CETESB, 2017b).

2.1.5.1. Factores que controlam o retardamento da infiltração dos resíduos para o lençol freático

Os processos de acumulação e transporte de contaminantes através do solo dependem da natureza do contaminante e do tipo do solo em questão. Os processos de contaminação no solo ocorrem lentamente e, frequentemente, sem consequências trágicas imediatas, porém em longo prazo, podem ter efeitos sérios e possivelmente irreversíveis (Dyminski, 2006). A migração de contaminantes em solos é controlada por diversos factores que são:

- **Advecção**

“É o mecanismo de transporte ocasionado pelo fluxo de água, uma vez que com o deslocamento da água, os contaminantes (soluto) presentes na mesma se movem na direcção das linhas de fluxo” (Roberta, 2014, pp. 18-35).

- **Difusão**

“Transporte que ocorre mesmo que a água estivesse parada. A substância tende a migrar das regiões de maiores concentrações para as de menores concentrações” (Dyminski, 2006, pp. 2-5).

- **Dispersão**

“Substância percorre uma distância com a velocidade média da água e além disso se espalha, porque a velocidade da água não é sempre igual à média” (Roberta, 2014, pp. 18-35).

- **Adsorção**

Este processo é resultante no fenómeno de retardamento da frente de contaminação, devidas às características dos solos em reter substâncias. Isto ocorre principalmente em solos argilosos, pois estas partículas possuem grande superfície específica e capacidade de atracção de iões. A Taxa de retenção diminui com o tempo (Dyminski, 2006, pp. 2-5).

- **Absorção**

“Processo pelo qual ocorre a retenção de substâncias nos poros do solo” (Dyminski, 2006, pp. 2-5).

2.2. Parâmetros físico-químicos da qualidade da água subterrânea e Métodos de determinação.

Conforme Cremonese (2014) a caracterização das águas subterrâneas através de parâmetros físico-químicos torna-se indispensável para a definição da qualidade da água subterrânea, bem como inferir a fonte poluidora e o nível de alteração da qualidade de água do local. Cita-se como parâmetros físico-químicos importantes na caracterização de águas subterrâneas: temperatura, condutividade eléctrica, turbidez, oxigénio dissolvido, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos na água, cloreto, amónia, nitrato, fluoreto, sulfato e sódio.

2.2.1. Parâmetros físicos

Temperatura

A temperatura exerce um papel importante, pois as reacções químicas são por ela governadas, em altas temperaturas, por exemplo, há maior desagregação mineral e os fenómenos reprodutivos dos microrganismos são intensificados. Naturalmente, este parâmetro pode ser afectado pela incidência de luz solar, sombreamento das árvores, profundidade da coluna de água (Pedrozo & Kapusta, 2010).

Condutividade Eléctrica (C.E)

A condutividade de uma água traduz-se pela capacidade da mesma para conduzir corrente eléctrica, resultante do teor de iões dissolvidos na água. A condutividade depende da quantidade de iões dissolvidos na água (Mendes & Oliveira, 2004). A origem dos referidos iões pode resultar de processos de percolação dos solos (cloretos, nitratos, cálcio, entre outros), ou podem também resultar de resíduos sólidos. Embora em concentrações admissíveis não representa por si só um problema a saúde pública (Mendes & Oliveira, 2004). A determinação da condutividade eléctrica é feita através do método electrométrico, utilizando-se para isso um condutímetro digital, medida da condutância entre dois eléctrodos (Santos, 2011).

Turbidez

A turbidez define a quão turva esta a água, pode ter relação directa com a quantidade de sólidos totais, que dificulta a passagem do feixe de luz (Brasil, 2006a). Águas turvas são naturalmente rejeitadas pela população em geral para o consumo, inclusive é um dos únicos parâmetros juntamente com o gosto que a população julga ser importante para o consumo (Cremonese, 2014). A determinação da turbidez é feita através o método nefelométrico utilizando o turbidímetro digital.

2.2.2. Parâmetros químicos

Sólidos suspensos na água

Segundo Von Sperling (2005) citado por Pedrozo & Kapusta (2010), diz que estes podem reter bactérias e resíduos orgânicos promovendo a decomposição anaeróbia na água ou até mesmo, servir de abrigo para microrganismos patogénicos impedindo o tratamento eficaz. A determinação de sólidos suspensos na água, é feita através do método gravimétrico.

Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

Sólidos totais dissolvidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece em solução após a filtração (Silva A. , 1997). A parte solúvel dos resíduos sólidos que pode ser encontrada nas lixeiras infiltra no solo contaminando deste modo as águas subterrâneas (Gasparotto, 2011). A determinação de sólidos totais dissolvidos é feita através do método electrométrico (Santos, 2011).

Oxigénio dissolvido

O oxigénio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização de efeitos da poluição por resíduos sólidos, isto porque a decomposição da matéria orgânica é um dos 24 principais processos de decomposição de consumo de OD (Brasil, 2006a). No entanto, especificamente para águas subterrâneas as concentrações de OD são normalmente baixas visto que não existe o contacto da água com o oxigénio atmosférico (Silva A. , 1997).

Cloreto

Cloretos está presente em todas as águas naturais, este facto pode estar associado naturalmente a geologia do local, normalmente é proveniente de processos associados às rochas sedimentares e ígneas. Em águas subterrâneas geralmente encontram-se teores abaixo de 100mg/L. No entanto, teores fora do comum podem estar associados à contaminação por água do mar, disponibilidade de resíduos sólidos (Cremonese, 2014).

Amónia

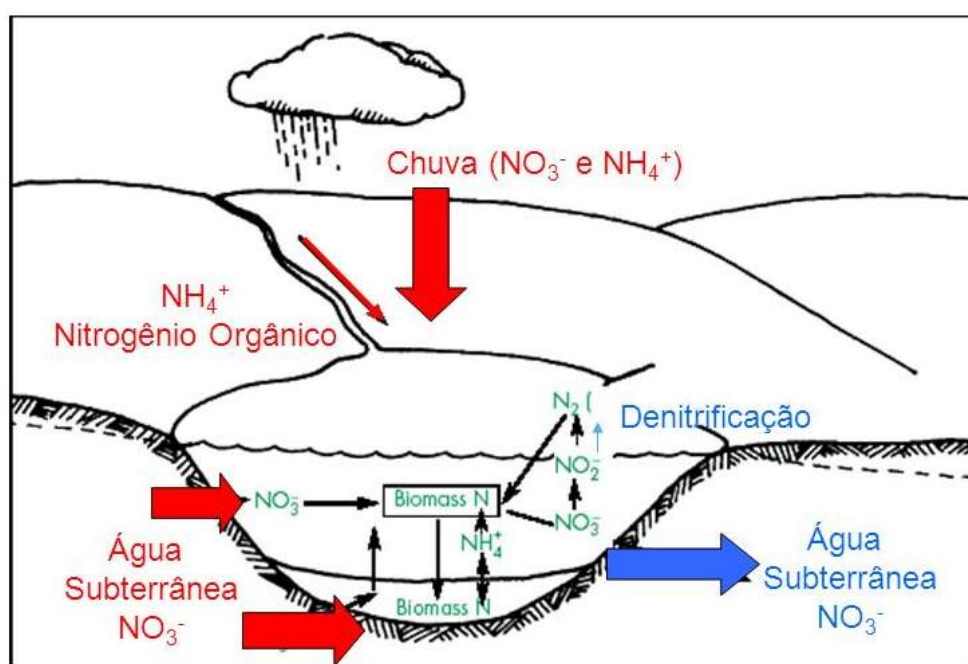
Amónio nas águas subterrâneas é quase ausente com valor máximo de 1.5m/L. Nas lixeiras resulta na decomposição de matéria orgânica, onde a presença desta em elevadas concentrações indica uma contaminação recente (CETESB, 1987a). A determinação de amónio é feita através de espectrofotometria, possibilita portanto, a passagem de um feixe de luz através de uma amostra e, por meio deste processo, realiza a medição exacta da intensidade da luz a atingir o detector (Pedrozo & Kapusta, 2010).

Nitrato

Nitrato nas águas subterrâneas apresentam-se em concentrações menores que 5mg/L. Em Elevadas concentrações mostra uma possível contaminação (APHA, 1999). Nas lixeiras, o nitrato resulta do último estágio da oxidação da matéria orgânica proveniente da deposição inadequada de resíduos sólidos e é altamente móvel nas camadas de solo podendo chegar até ao lençol freático. Elevados valores de nitrato mostram uma contaminação antiga (Feitosa & Manoel 2011). A determinação de nitrato é feita através de espectrofotometria (Pedrozo & Kapusta, 2010).

Ciclo de nitrogénio nas águas subterrâneas

Tabela 1: Ciclo de Nitrogénio nas águas subterrâneas



Fonte: Resende (2013)

As águas subterrâneas no ciclo de nitrogénio são afectadas pela perda de nitrogénio por meio de infiltração da água de chuva no solo sendo os nitratos e amónias aniões altamente móvel nas camadas do solo. Os compostos nitrogenados são em geral, rapidamente decompostos em substâncias por organismos que vivem nos solos gerando a primeira substância do ciclo do nitrogénio, amónia, sendo este processo denominado amonificação onde amónia produzida neste processo é dissolvida na água do solo, e as bactérias encontradas nos solos são capazes de oxidar a amónia em nitrito sendo conhecida como nitrificação e a forma sob a qual quase todo o nitrogénio se move do solo para o interior é conhecida por nitrato (Gallo & Basso, 2013). A desnitrificação

consiste na redução biológica dos Nitratos ou Nitritos a Azoto molecular em ambiente anóxico (Neto, 2011, pp. 6-11).

Fluoreto

O Fluoreto, são frequentemente encontrados em pequenas concentrações nas águas subterrâneas e a principal fonte prove de rochas ígneas. A concentração de fluoreto geralmente varia de 0,1 a 1,5mg/L (Cremonese, 2014).

Sulfato

A presença de *sulfatos* na água subterrânea está associada à percolação de compostos sulfatados (espécies que se originam a partir do ácido sulfúrico) e da oxidação do enxofre que compõe as rochas. As águas subterrâneas geralmente apresentam os teores abaixo de 100mg/L (Cajaseiras, 2007).

Sódio

Sódio é considerado um dos metais mais abundantes e importantes nas águas subterrâneas. A concentração de sódio em águas subterrâneas varia de 0,1 a 100mg/L (Borges, 2015).

2.2.3. Relação entre os parâmetros de qualidade de água em estudo

Nas águas subterrâneas a amónia é quase ausente, pois é rapidamente convertido a nitrato pelas bactérias. Pequeno teor de amónia é sinal de poluição orgânica recente e os de nitrato mostram uma contaminação antiga (CETESB, 1987a).

Cremonese (2014), diz que os iões de amónia, nitrito e nitrato, devem ser indispensáveis nos estudos da qualidade da água influenciada pela deposição de resíduos sólidos principalmente a parte da matéria orgânica depositado no solo sendo estes a maior preocupação em águas subterrâneas por ser altamente solúvel em água.

A condutividade eléctrica fornece informações sobre as condições da disponibilidade de fontes poluidoras e como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos que é estimado pela medida de condutividade eléctrica (Cajaseiras, 2007). Quanto maior for a quantidade de iões dissolvidos, maior será a condutividade eléctrica da água.

Capítulo III

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na lixeira Municipal do Bairro Padeiro localizado nas coordenadas 17° 49' 19.77" S e 36° 54' 20.60" E, situada na Cidade de Quelimane, Província da Zambézia na zona baixa da cidade.

Para a delimitação da área de estudo utilizou-se o programa de ArcGis versão 10.1 e para a obtenção das coordenadas geográficas de cada poço usou-se o GPS de marca Garmin.

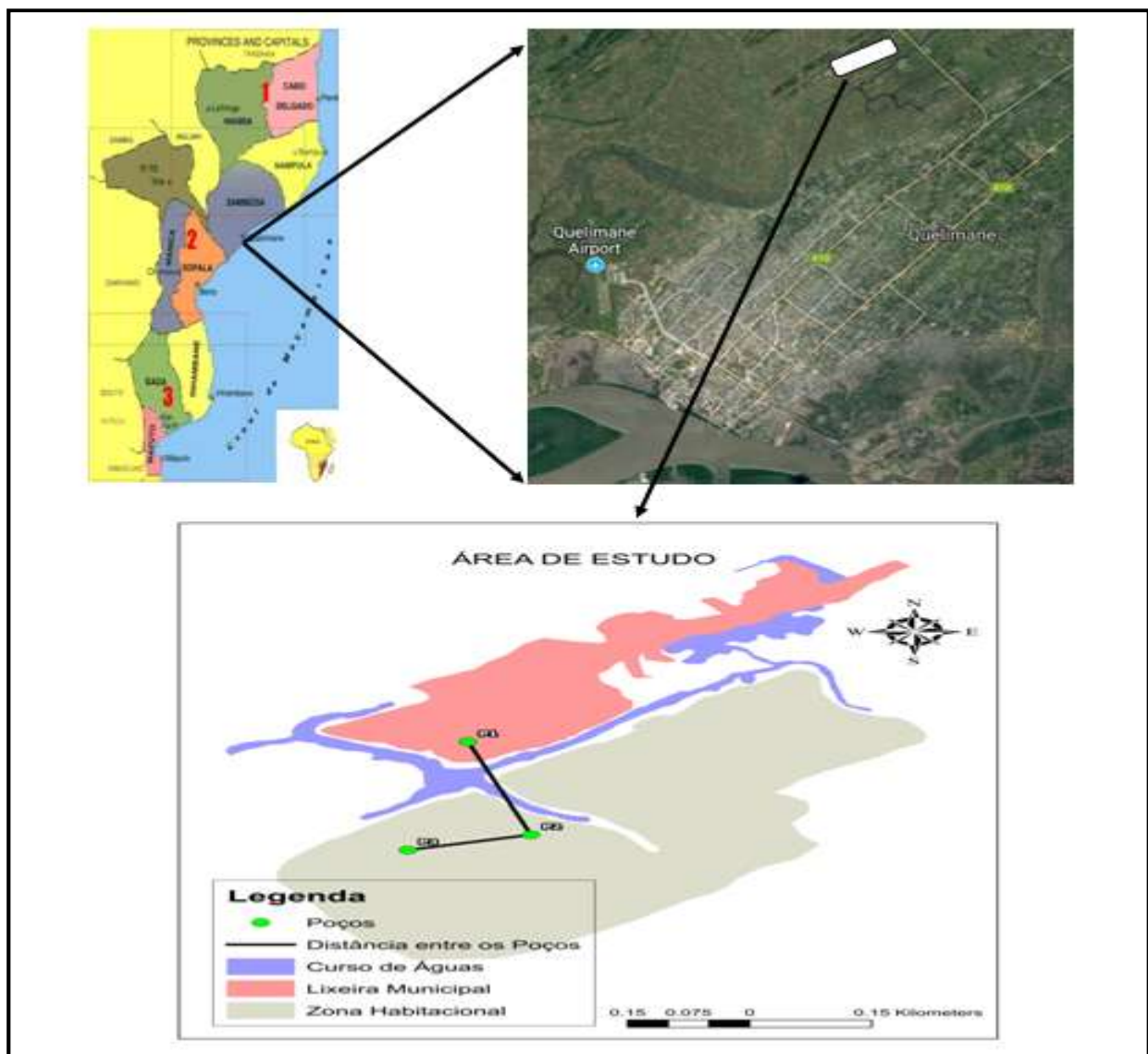


Figura 3: Ilustração da área de estudo.

Fonte: Google Earth (2017)

3.2. Amostragem

O trabalho foi conduzido em duas saídas de campo no mês de Maio e Junho de 2017. Na qual a primeira etapa consistiu no reconhecimento, descrição da área em estudo e na definição dos três poços, nos pontos mais representativos em termos de localização da lixeira em relação as casas circunvizinhas e foram posicionadas de acordo com a topografia do terreno e considerando-se a possível direcção do fluxo de água subterrânea na qual a selecção dos pontos foi aleatória.

Tabela 2: Localização geográfica de pontos de Amostragem

Pontos	Descrição de pontos de amostragem	Distância da lixeira	Latitude	Longitude
Poço 1	Lixeira Municipal	-----	17 ⁰ 49'38.8"S	36 ⁰ 55'01.7"E
Poço 2	Zona Intermédia	250m	17 ⁰ 49'47.5"S	36 ⁰ 55'03.5" E
Poço 3	Jusante	350m	17 ⁰ 49'48.8"S	36 ⁰ 54'58.6" E

Fonte: Google Earth, (2017)

3.2.1. Abertura de poços

A segunda etapa foi a abertura dos poços com objectivo de obter a água subterrânea, que foi feita usando técnicas manuais que consistem em uso de materiais caseiros, onde primeiro limpou-se a área de escavação dos poços, para retirar a camada de solo vegetal, posteriormente começou-se a escavação e, na à medida que o poço se tornava profundo usou-se um balde para retirar o material escavado de dentro do poço até se atingir o lençol de água. Depois de alcança-lo, retirou-se a primeira água que aparentava estar turva estes procedimentos estão disponíveis no (manual técnica, para a implementação de projectos de abastecimento de água e saneamento rural, 2012).

3.2.2. Recolha de amostra

A terceira etapa consistiu na colecta de seis (6) amostras três (3) no mês de Maio e três (3) de Junho, para análise dos parâmetros físico-químicos, a amostra foi armazenada em frascos plásticos de 500ml e foram devidamente etiquetados: número da amostra, data e hora da colecta, na qual a colecta da água dos poços foi feita 1h depois de se atingir o lençol freático de cada poço na primeira colecta e depois protegeu-se os poços com um plástico e chapas de zinco para a segunda colecta, de modo a se evitar a intervenção de factores externos. As amostras foram transportadas logo após a colecta, para a realização das análises no laboratório de FIPAG segundo as recomendações de (Metod analitic perleaque Roma, 1977).

3.3. Caracterização dos poços

Para a caracterização dos poços baseou-se no método de observação directa que consistiu em descrever o material que compõe cada poço, medir a profundidade, o nível de saturação do solo (observando as partículas de solo que estão mais húmidas entre os poços) e o tempo em que cada poço levou para o seu reabastecimento sendo que guião de observações esta apresentada no Apêndice A.

3.4. Procedimentos e análise Laboratorial de amostras de água Subterrânea

Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água: condutividade eléctrica, sólidos totais dissolvidos, amónia e nitrato.

3.4.1. Determinação de Condutividade Eléctrica e sólidos totais dissolvidos

Para a determinação da condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos usou-se o condutivímetro CON200 Lovibond onde primeiramente, ligou-se o instrumento por aproximadamente 30 minutos antes da sua utilização, e calibrou-se o condutivímetro conforme instruções recomendados por Santos, 2011. Após a calibração do condutivímetro lavou-se o sensor de condutividade com água destilada. Em seguida mergulhou-se a célula na água da amostra com movimentos rotativos para retirar as bolhas de ar e efectuou-se a leitura directa no aparelho para a condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos.

3.4.2. Determinação de nitrato e amónio

Para a determinação dos dois parâmetros acima mencionados usou-se o Espectrofotómetro Portátil DR900. Foi adicionado 10 mL da amostra de água em análise para curvete, posteriormente adicionou-se um pacote de reagente de Nitrato e Amoníaco, respectivamente para nitrato e amónio em seguida agitou-se a amostra a fim de dissolver o reagente e calibrado o instrumento a zero automaticamente no Espectrofotómetro, fez-se a leitura de nitrato usando o programa 361 HR AV e amónio 388N- Amoníaco livre.

3.5. Análise de dados

Após a obtenção de dados, estes foram digitados e compilados com auxílio da folha de cálculo *Microsoft Excel 2007* e a partir deles organizou-se considerando-se as variáveis físico-químicas de parâmetros analisados e foram processados em forma de tabelas e gráficos.

Capítulo IV

4. Resultados e Discussão

4.1. Caracterização dos poços

Tabela 3: Profundidade dos poços de colecta das amostras em metros.

Poço	Profundidade (m)
Poço 1	1,22
Poço 2	1,55
Poço 3	1,40

A altura média dos poços de observação foi de 1,40 m e um raio de 50cm como ilustra a figura 4 e a recarga da água do lençol freático nos poços, foi lenta no poço 1 enchendo uma espessura de 30cm em 30 minutos para os outros dois poços foi rápida 50 cm em 30 minutos. Esta diferença de tempo deve-se à saturação do solo, em que os dois poços 2 e 3 estavam mais saturados em relação ao poço 1. A diferença na profundidade dos poços deve-se a topografia do terreno



Figura 4: Perfil vertical dos Poços

Adicionalmente na camada superficial apresenta solo escuro composto por matéria orgânica numa espessura que se estende até 30cm, abaixo desta espessura, todos os poços apresentam mesmas características de solo que é composto por uma camada argilosa acinzentada e amarelada (solos

com baixa permeabilidade e baixos teores de retenção dos contaminantes na época chuvosa). E não se identificou nenhuma partícula indesejada no solo como exemplo (plásticos, latas e ferros) durante a abertura dos poços como mostra a figura 4.

4.2. Determinação dos parâmetros físicos químicos da qualidade da água subterrânea

Através das análises realizadas os valores encontrados para os dois meses estão apresentados na tabela 2, bem como, os valores estabelecidos no Diploma Ministerial n.180/2004 pelo Ministério de Saúde para o consumo humano em Moçambique, onde todos parâmetros analisados estão dentro do padrão estabelecido.

Tabela 4: Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos das amostras da água subterrânea.

Parâmetro medido	Valores dos parâmetros analisados									Valor padrão	Unidade
	Poço 1			Poço 2			Poço 3				
	Maio	Junho	Média	Maio	Junho	Média	Maio	Junho	Média		
Amónia	0,25	0,44	0,35	0,49	0,25	0,37	0,40	0,12	0,26	1,5	mg/L
Nitrato	21,9	19,9	20,9	22,4	15,6	19	19,9	15,3	17,6	50	mg/L
C.E	1013	1003,5	1008,3	1003,5	1008	1005,8	1012,5	1006	1009,3	50-2000	µS /cm
TDS	540	543	541,5	513,5	566,5	540	557	521,9	539,45	1000	mg/L

Do poço 1 a poço 3 verifica-se a diminuição nos valores médios do teor de amónia e nitrato, com a excepção do poço 2 para amónia. A diferença entre os valores, está relacionada com a distância entre os poços, na qual o poço 1 sofre influência directa na infiltração dos resíduos que sofreram a decomposição. Por outra nota-se uma variação muito menor entorno das médias dos parâmetros no poço 1 e 2, este facto deveu-se ao escoamento superficial das águas paradas provenientes da lixeira que posteriormente infiltraram-se. Já no poço 3 verificou-se uma redução nos valores médios pelo facto deste se encontrar mais distante da lixeira e por apresentar uma topografia elevada em relação ao poço 2, fazendo com que não haja maior escoamento dos resíduos.

Cremonese (2014), ao avaliar a qualidade da água de poços localizados próximos as áreas de deposição de resíduos sólidos do município de Ji-Paraná, encontrou uma média de 11.60mg/L de nitrato, este autor não determinou as concentrações de amónia. As baixas concentrações de amónia, encontradas no presente trabalho podem estar relacionadas ao facto de amónia ser rapidamente convertida em nitrato por bactérias, segundo as normas da (CETESB, 1987a). Em águas

subterrâneas os teores de nitrato estão normalmente abaixo de 5mg/L, no entanto, sendo que neste trabalho observou-se o aumento nos teores de nitrato indicando uma alteração na qualidade da água, tendo sido influenciado pela decomposição dos resíduos sólidos urbanos provenientes da lixeira e pela proximidade do lençol freático com a superfície.

As concentrações de sólidos totais dissolvidos e condutividade eléctrica não apresentaram diferenças significativas nas suas médias em todos os poços. Sendo que a primeira colecta verificou-se valores elevados sendo que este facto esteve relacionado com maior ocorrência da chuva e a pequena variação verificada na segunda colecta comparando com a primeira mostra que não houve variação no nível do lençol freático. Para Cremonese (2014) encontrou valor médio de 77,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a condutividade eléctrica e 41,2 mg/L para sólidos totais dissolvidos. Martins (2011) ao avaliar a qualidade da água subterrânea em área de influência da lixeira inactiva no bairro Boa Esperança (Ji-Paraná) encontrou uma média de 98,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de condutividade eléctrica este autor não determinou os sólidos totais dissolvidos.

No entanto, o presente estudo apresentou valores muito elevados sendo o máximo das médias 1009,3 para condutividade eléctrica e 541,5 sólidos totais dissolvidos quando comparados com os resultados obtidos por Cremonese (2014) e Martins (2011), assim sendo, a grande diferença verificada esteve relacionada com a profundidade dos poços, na qual variou de 9,17 m a 6,93 m e para este trabalho variou de 1,55 m a 1,22 m, deposição de resíduos sólidos e por ser um local costeiro que sofre processos estuarinos. Conforme Helbel, (2011), diz que valores mais altos nos períodos menos chuvosos podem ser atribuídos a proximidade do nível de lençol freático com a superfície, sendo que o tempo de infiltração dos sólidos é muito reduzido e por isso, a condutividade se torna mais elevada.

Capítulo V

5. Conclusão e Recomendações

5.1. Conclusão

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que todos os parâmetros analisados apresentaram valores dentro do padrão estabelecido no diploma ministerial n.180/2004 pelo Ministério de Saúde para o consumo humano. Sendo que registou-se o aumento nas concentrações de nitrato, condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos, tendo em conta a normalidade destes parâmetros nas águas subterrâneas que geralmente apresentam concentrações baixas. Nitrato abaixo de 5mg/L e condutividade eléctrica abaixo de 100µS/cm que é determinado a partir do teor de sais dissolvidos. Com este aumento pode se concluir que a lixeira municipal influencia na alteração da qualidade de água subterrânea.

O nível do lençol freático por estar próximo a superfície influencia no aumento das concentrações dos parâmetros, este resultado demonstra que a infiltração da água de chuva tem um tempo reduzido para ter contacto com o lençol freático.

Devido a variação muito menor dos parâmetros registada no poço 1 a 2 e do poço 2 a 3 pode se concluir que a lixeira municipal influencia pouco á pouco na alteração da qualidade de água subterrânea, isto mostra que não houve a variação do nível de lençol freático, sendo que a influência da lixeira nos pontos distantes resultou do escoamento superficial das águas que posteriormente infiltraram-se.

Neste trabalho, também pode se concluir que a condutividade eléctrica e os sólidos dissolvidos totais apresentaram variações semelhantes nos dois meses de amostragem sendo que estes têm uma relação directa a medida que a concentração dos sólidos totais dissolvidos aumenta a condutividade eléctrica aumenta.

Cremonese (2014) ao avaliar a qualidade da água de poços em duas épocas chuvosa e seca, concluiu que a concentração dos parâmetros analisados neste trabalho diminui na época seca, sendo esses influenciados pela fraca precipitação da chuva e pelo aumento da profundidade do nível do lençol freático na época de seca.

5.2. Recomendações

Apesar dos resultados obtidos para os meses de Maio e Junho estarem dentro do padrão estabelecido pois, estes resultados foram observados no período menos chuvoso. Portanto, recomenda-se que sejam feitas mais estudos na época chuvosa e seca.

Sendo que os poços distantes da lixeira sofrem influência do escoamento superficial das águas paradas, recomenda-se ao município que crie uma vedação ao redor da lixeira de modo a evitar o escoamento destes resíduos e visa garantir a qualidade futura das águas subterrâneas.

6. Referencias Bibliográficas

- Abas. (2007). *Águas Subterrâneas, Um Recurso A Ser Conhecido E Protegido*. Brasília: Associação Brasileira De Águas Subterrâneas De Petrobas.
- Achar, J. (16 De Maio De 2014). *Zambézia - Quelimane Lixo Periga Saúde Pública*. Obtido Em 27 De Julho De 2017, De Jornal Noticias Online: [Http://Www.Jornalnoticias.Co.Mz](http://Www.Jornalnoticias.Co.Mz)
- Antenor, B. J. (2004). *Elementos De Hidrologia Aplicada. Infiltração*.
- Apha. (1999). *Standard Methods For The Examination of Water And Waste Water*. Washington Dc: Awwa.
- Bertoni, J., & Lombardi, F. (1990). *Conservação do Solo*. São Paulo p.355.
- Borges, P. G. (2015). *Estudo Hidroquímico Das Águas Subterrâneas Do Município De Catu-Bahia*. Monografia Para Obtenção do Título de Bacharel em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Brasil. (2006). *Manual De Procedimentos De Vigilância Em Saúde Ambiental Relacionada À Qualidade Da Água Para Consumo Humano*. Brasília: Ministério Da Saúde. Secretaria De Vigilância Em Saúde.
- Cajaseiras, C. (2007). *Qualidade E Uso Das Águas Subterrâneas E A Relação Com Doenças De Veiculação Hídrica, Região De Crajubar/Ce*. Programa De Pesquisa E Pós-Graduação Em Geologia, Universidade Federal Do Ceará, Departamento De Geologia, Fortaleza/Ce.
- Cerri, C. E. (2008). *Compostagem*. Escola Superior De Agricultura Luiz De Quieroz, Piracicaba – São Paulo.
- Cetesb. (1987a). *Guia De Coleta E Preservação De Amostras De Água*. São Paulo.
- Cetesb, .. (2017b). *Poluição Da Água Subterrânea - Meio Ambiente Pro Br*. Obtido Em 19 De Setembro De 2017, De Águas Subterrâneas: [Http://Aguassubterraneas.Cetesb.Sp.Gov.Br](http://Aguassubterraneas.Cetesb.Sp.Gov.Br)
- Cremonese, E. R. (2014). *Avaliação Da Qualidade Da Água De Poços Localizados Próximos As Áreas De Deposição De Resíduos Sólidos Do Município De Ji-Paraná (Ro)*. Universidade Federal De Rondônia Campus Ji-Paraná, Departamento De Engenharia Ambiental, Ji-Paraná.
- Dyminski, A. (2006). *Contaminação Dos Solos E Águas Subterrâneas*. Ufpr - Tc pp. 2-5.

- Feitosa, F. A. (2011). *Hidrogeologia – Conceitos E Aplicações*. Fortaleza: Cprm/Refo.
- França Et Al, A. M. (2013). *Implicações Hidroquímicas Da Condutividade Elétrica E Do Íon Cloreto Na Qualidade Das Águas Subterrâneas Do Semiáridocearense*. Universidade Estadual Do Ceará, Faculdade De Educação De Crateús, Altamira.
- Gallo, L. A., & Basso, L. C. (2013). *Metabolismo Do Nitrogenio Ciclo Do Nitrogenio*. Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz- Usp, Ciências Biológicas, Sao Paulo.
- Gasparotto, F. A. (2011). *Avaliação Ecotoxicológica E Microbiológica Da Água De Nascentes Urbanas No Município De Piracicaba-Sp*. Piracicaba: Universidade De São Paulo.
- Helbel L, A. F. (2011). *Análise Da Qualidade Das Águas Subterrâneas No Perímetro Urbano De Jiparaná / Ro – Brasil*. Universidade Federal De Rondônia, Departamento De Engenharia Ambiental, Ji-Paraná.
- Martins, I. A. (2011). *Avaliação Da Qualidade Da Água Subterrânea Em Área De Influência Do Lixão Inativo No Bairro Boa Esperança (Ji-Paraná/Ro)*. Universidade Federal De Rondônia, Departamento De Engenharia Ambiental, Ji-Paraná.
- Mendes, B., & Oliveira, J. (2004). *Qualidade Da Água Para Consumo Humano*. Lisboa.
- Menezes, J. (2012). *Influência Do Uso E Ocupação Da Terra Na Qualidade Da Água Subterrânea E Sua Adequação Para Consumo Humano E Uso Na Agricultura*. Programa De Pós-Graduação Em Produção Vegetal, Universidade Federal Do Espírito Santo, Centro De Ciências Agrárias, Alegre.
- Metod Analitic Perleaque Roma, .. (1977). Irsh.
- Najovite Et Al, A. (Junho De 2011). *Agua Subterraneas*. Obtido Em 19 De Sembro De 2017, De Tipos De Reservatórios :: Águas Subterrâneas: [Http://Bg11ano-Afa.Webnode.Pt/](http://Bg11ano-Afa.Webnode.Pt/)
- Neto, I. F. (2011). *Estudo Dos Processos De Nitrificação E Desnitrificação Numa Estação De Tratamento De Águas Residuais*. Universidade Nova De Lisboa pp.6-11.
- Pedrozo, C. D., & Kapusta, S. C. (2010). *Indicadores Ambientais Em Ecossistemas Aquáticos*. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Rio Grande Do Sul, Porto Alegre-Rs.
- Roberta. (2014). *Transporte De Contaminantes pp. 18-35*.

Santos, M. M. (2011). *1º Relatório Da Aula Prática Referente As Técnicas De Determinações Analíticas De Potencial Hidrogeniônico - Ph, Condutividade Elétrica, Cor E Turbidez Em Amostra De Água*. Universidade Federal De Alagoas, Maceió.

Silva, A. (1997). *Turismo E Impactos Sócio - Ambientais No Litoral Sul De João Pessoa*. Argentina.

Tucci Et Al, C. E. (2007). *Hidrologia: Ciência E Aplicação*. Porto Alegre: Ufrs/Abrh.

Tucci, C. E., & Cabral, J. J. (2003). *Qualidade Da Água Subterrânea*.

7. Anexo

Anexo A

Parâmetros físicos e organolepticos.

Tabela 5: Padrões físicos e organolepticos da qualidade da água para o consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Parâmetro	Limite máximo admissível	Unidades	Riscos para a Saúde Pública
Cor	15	TCU	Aparência
Cheiro	Inodoro		Sabor
Condutividade	50-2000	µhmo/cm	
pH	6,5-8,5		Sabor, corrosão, irritação da pele
Sabor	Insípido		
Sólidos totais	1000	mg/l	Sabor, corrosão
Turvação	5	NTU	Aparência, dificulta a desinfecção

Fonte: Diploma Ministerial n. 180/2004 do ministério de saúde.

Parâmetros Químicos

Tabela 6: Padrões Químicos da qualidade da água para o consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Parâmetro	Limite máximo admissível	Unidades	Riscos para a Saúde Pública
Amoníaco	1,5	mg/l	Sabor e cheiro desagradável
Alumínio	0,2	mg/l	Afecta o sistema locomotor e causa anemia
Arsénico	0,01	mg/l	Cancro da pele
Antimónio	0,005	mg/l	Cancro no sangue
Bário	0,7	mg/l	Vasoconstrição e doenças cardiovasculares
Boro	0,3	mg/l	Gastroenterites e eritemas
Cádmio	0,003	mg/l	Vasoconstrição urinária
Cálcio	50	mg/l	Aumenta a dureza da água
Chumbo	0,01	mg/l	Intoxicação aguda
Cianeto	0,07	mg/l	Bócio e paralisia
Cloretos	250	mg/l	Sabor desagradável e corrosão
Cloro residual total	0,2-0,5	mg/l	Sabor e cheiro desagradável
Cobre	1,0	mg/l	Irritação intestinal
Crómio	0,05	mg/l	Gastroenterites, hemorragias e convulsões
Dureza total	500	mg/l	Depósitos, corrosão e espumas
Fósforo	0,1	mg/l	Aumenta a proliferação dos microorganismos
Ferro total	0,3	mg/l	Necrose hemorrágica
Fluoreto	1,5	mg/l	Afecta o tecido esquelético
Matéria orgânica	2,5	mg/l	Aumenta a proliferação dos micro-organismos
Magnésio	50	mg/l	Sabor desagradável
Manganês	0,1	mg/l	Anemia, afecta o sistema nervoso
Mercúrio	0,001	mg/l	Distúrbios renais e neurológicos
Molibdénio	0,07	mg/l	Distúrbios urinários
Nitrito	3,0	mg/l	Reduz o O ₂ no sangue
Nitrato	50	mg/l	Reduz o O ₂ no sangue
Níquel	0,02	mg/l	Eczemas e Intoxicações
Sódio	200	mg/l	Sabor desagradável
Sulfato	250	mg/l	Sabor e corrosão
Selénio	0,01	mg/l	Doenças cardiovasculares
Sólidos totais dissolvidos	1000	mg/l	Sabor desagradável
Zinco	3,0	mg/l	Aparência e sabor desagradáveis
Pesticidas totais	0,0005	mg/l	Intoxicações e distúrbios de vária ordem
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	0,0001	mg/l	Sabor desagradável, intoxicações e distúrbios de vária ordem

Fonte: Diploma Ministerial n. 180/2004 de Ministério de Saúde.

8. Apêndice

Apêndice A

Guião de observações para a caracterização dos poços

Qual é a direcção do escoamento das águas presentes ao redor da lixeira ____?

Qual é o material encontrado na parte superficial no local da abertura do poço _____?

Qual é o material que existe ao longo do perfil vertical do poço _____?

Qual é a profundidade do poço _____?

Qual é o tipo do solo que compõe a camada vertical do poço _____?

Qual é o poço que está mais saturado (solo que possui mais água) _____?

Em 30 minutos, que profundidade a recarga do poço atingiria _____?

Apêndice B

Procedimentos das análises laboratoriais



Figura1: A: Ilustração das análises na determinação de Condutividade eléctrica e sólidos totais dissolvidos.



Figura1: B: Ilustração na determinação de amónio e nitrato.

Apêndice D

Material usado para a realização do presente trabalho

Colecta de dados

- Balde;
- Fita Métrica;
- Frascos plásticos de 500ml de água mineral; e
- Pá.

Instrumentos de medição

- Condutivímetro;
- Espectrofotômetro Portátil DR900; e
- GPS de marca GARMIN

Material Laboratorial

- Balões de Erlenmeyer 100ml;
- Bureta de 250ml;
- Pipetas graduadas de 1 a 10 ml;
- Pipetas volumétricas de 25 a 100ml; e
- Proveta de 250ml.

Reagentes usados

- Amônia; e
- Nitrato