



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Escola Superior e Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

Tema:

**Avaliação Da Influência Dos Efluentes Municipais na Química do
Estuário dos Bons Sinais-Quelimane**

Autora:

Celência Rafael Ndlhalane



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

**Avaliação Da Influência Dos Efluentes Municipais na Química Do
Estuário Dos Bons Sinais-Quelimane**

Autora:

Celência Rafael Ndhalane

Supervisora:

Msc: Yolanda Mula

Quelimane, Maio de 2018

CERTIFICADO

O abaixo-assinado certifica que a supervisora leu e recomenda para aceitação pela Universidade Eduardo Mondlane uma monografia intitulada: **Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais-Quelimane** em cumprimento dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Química Marinha.

Supervisora:

(Yolanda Narciso Mula)

Data ___/___/ 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Rafael Alberto Ndlhalane e Argentina António Mucavele, os meus primeiros e melhores mestres.

E aos meus irmãos, Delicio António Rafael, Adalberto Rafael, Aunezia Inácio e Lígia Rafael,

Amo vocês...

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente trabalho é da minha autoria e resulta da investigação por mim realizada e da contribuição da minha supervisora, com base em material a que ao longo do mesmo foi referenciado. É de referir que as ideias contidas nele são de inteira responsabilidade da autora.

Quelimane, Maio de 2018

.....

(Celência Rafael Ndlhalane)

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a Deus pelo dom da vida e por ter me assegurado a cada momento durante todo meu percurso.

De seguida endereço os meu agradecimento a toda minha família de modo especial aos meus pais Rafael Alberto Ndlhalane e Argentina António Mucavele, que contribuíram bastante no sucesso da minha formação, pelo apoio, força e confiança que sempre depositaram em mim e por sempre acreditar que eu era capaz. Amo vocês

Agradeço de forma especial a minha supervisora Msc. Yolanda Narciso Mula por orientar-me durante a realização deste trabalho.

A todos representantes do corpo docentes, em especial ao Msc. Noca Furaca, Msc. Inocência Paulo, Msc. Vicente Ernesto e a todos trabalhadores da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras (ESCMC).

A FIPAG por ter permitido a realização das análises químicas e biológicas, que sem eles não teria sido possível a realização deste trabalho.

As irmãs do instituto religiosas sagrado coração de Maria, que receberam me nesta cidade e por cuidarem de mim durante o tempo de estudo.

A todos os colegas ingressos em 2014, em especial ao Fernando Cachepe, Jesimiro Moisés, Abacar Daniel, Norton Cossa, António Guzias, Edson e José Xieo, Atalia Bombe, Marla Pestana, Feliz Sodasse, vocês foram mais do que colegas, os irmãos da academia.

A vós, Deolinda Milocas, Menalda Pedro, Luís Alves, Olga Fernandes Givirais, Celso Júlio e Esperante Moreira vai o meu profundo agradecimento pela amizade, carinho, força e palavras de incentivo que sempre depositaram em mim.

A todos que participaram na minha formação, quero manifestar o meu agradecimento pela disponibilidade e interesse demonstrado.

E por fim, agradecer a todos que de uma forma directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho foi realizado no distrito de Quelimane para investigar a influência dos efluentes municipais na química do estuário dos Bons Sinais. Teve uma saída ao campo, durante vazante da maré viva (dia 24/07/2017) durante o período da manhã. As amostras da água foram colhidas em três estações de amostragem nomeadamente: Hospital Provincial, Emose e Alif Química, sendo considerados 3 pontos para cada estação P0 (dentro do canal de drenagem), P1 (na fronteira entre o estuário e canal de drenagem) e P2(dentro do estuário), no local foi medido a concentração do oxigénio dissolvido

As amostras de água foram analisadas no laboratório da empresa FIPAG (Fundo de investimento e património para abastecimento de água) usando-se um fotómetro portátil de referência DR900 usados métodos 388N-Amóniaco livre, 361 N-Nitrato HR AV do manual do fotómetro DR 900 e a DBO foi determinada cinco dias após a incubação das amostras.

Com as análises feitas observou-se que as águas do estuário dos Bons Sinais estão dentro dos limites permissíveis para o uso, sendo que as maiores concentrações dos nutrientes assim como dos coliformes totais foram observadas no ponto P1 das estações de amostragem, excepto ao nitrato em relação aos outros pontos, tendo-se encontrado a máxima concentração de amónio no ponto P1 na fronteira entre o canal de drenagem com estuário, que foi de 0.50 mg/l na Alif-química e a concentração mais baixa foi de 0.25 mg/L na mesma estação. O nitrato teve a máxima concentração de 12.1 mg/L na alif química e a mínima de 4.5 mg/L na estação do hospital provincial.

O valor mais alto de DBO foi observado na tendo atingido a máxima concentração de 2.5 mg/l e o mínima de 0.2 mg/L.

Palavras-chaves: Estuário dos Bons Sinais, Amónio, Nitrato Coliformes totais

Abstract

The present work was carried out in the district of Quelimane to investigate the influence of municipal effluents on the chemistry of the Goods Signs estuary. The he had a field trip, during low tide of the tide (07/24/2017) during the morning. The water samples were collected at three sampling stations, namely: Provincial Hospital, Emose and Alif Quimica, with 3 points being considered for each station P0 (within the drainage channel), P1 (at the border between the estuary and drainage channel) and P2 (within the estuary), at the site was measured the concentration of dissolved oxygen.

The water samples were analyzed in the laboratory of the company FIPAG (Fund of investment and heritage for water supply) using a portable photometer reference DR900 used methods 388N-Ammonia free, 361 N-Nitrate HR AV of the DR 900 photometer manual and the BOD was determined five days after the incubation of the samples. With the analysis made, it was observed that the waters of the Bons Sinais estuary are within the limits permissible for the use, and the highest concentrations of nutrients as well as total coliforms were observed at the P1 point of the sampling stations. the maximum ammonium concentrations at point P1 at the border between the drainage channel with estuary, which was 0.50 mg / l in Alif-chemistry and the lowest concentration was 0.25 mg / l in the same station. The nitrate had the maximum concentration of 12.1 mg / l in the chemical alif and the minimum of 4.5 mg / L in the provincial hospital station the highest BOD value was observed when it reached the maximum concentration of 2.5 mg / l and the minimum of 0.2 mg/L.

Key Words: Estuary of the Good Signs, Ammonium, Nitrate Total Coliforms

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo

Figura 2: Localização das estações de amostragem

Figura 3 : Ilustração de um fotómetro usado nas análises

Figura 4: Variação das concentrações de Nitrato nas estações de amostragem

Figura 5: Variação das concentrações de Amónio nas estações de amostragem

Figura 6: Variação das concentrações da Demanda Bioquímica de oxigénio nas estações de amostragem

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Limites dos parâmetros de qualidade da água de classe 2

Tabela 2: Valores de coliformes totais nas estações de amostragem durante o período de estudo

Tabela 3: Ilustração das coordenadas de cada estação de amostragem

LISTA DE ABREVIATURAS

Símbolo	Designação
O	Oxigénio
NO-	Nitrato
NH+	Amónio
DBO	Demanda bioquímica de Oxigénio
TBT	Tributilestanho
mg/l	Miligramas por litro
Hcl	Acido clorídrico
N	Normal
P0	Ponto de colecta dentro do esgoto
P1	Ponto de colecta na fronteira entre o estuário e o esgoto
P2	Ponto de colecta dentro do estuário
FIPAG Água	Fundo de investimento e património para o abastecimento de Água
INAHINA	Instituto nacional de hidrologia e navegação
NMP	Numero mais provável

**Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons
Sinais-Quelimane**

Índice

CAPITULO I	1
1. Introdução.....	1
1.1. Problematização.	2
1.2 Justificativa	3
1.3 Objectivos	4
1.3.1. Geral:	4
CAPITULO II.....	5
2. Revisão de Literatura.....	5
2.1Poluição	5
2,1,1Classificação da poluição quanto a fonte.....	5
2.1.2 Poluição pontual.....	5
2.1.3 Poluição Difusa	5
2.1.4 Poluição Mista.....	6
2.2 Características dos Esgotos Domésticos	6
2.3 Características do Esgoto Industrial	6
2.4 Descrição dos nutrientes	7
2.4.1 Oxigênio dissolvido (OD).....	7
2.4.2 Demanda Bioquímica de oxigénio (DBO)	7
2.4.4 Nitrato	8
2.5 Parâmetros microbiológicos	8
2.7 Enriquecimento por nutrientes, eutrofização e efeitos sobre produção primária.....	10
CAPITULO III.....	11
3.METODOLOGIA	11

**Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons
Sinais-Quelimane**

3.1.Área de Estudo	11
3.2.Amostragem.....	12
3.3. Procedimento laboratorial.....	13
3.3.1 Análises Químicas.....	13
3.3.2 Determinação da demanda bioquímica do oxigénio	14
3.3.3 Determinação dos coliformes totais	14
CAPITULO IV	16
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1.Resultados.....	16
4.1.1. Concentrações de Amónio, Nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigénio	16
4.1.2. Concentrações de nitrato.....	16
4.1.2. Concentração de amónia.....	17
4.1.3. Concentração de demanda bioquímica de oxigénio	18
4.1.4. Parâmetros microbiológicos da água.....	19
4.2.Discussão	19
4.2.1.Concentrações de Amónio, Nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigénio.	19
4.2.2.Parâmetros microbiológicos da água.....	22
CAPITULO V.....	23
5.CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	23
5.1 Conclusão	23
5.2 Recomendações.....	24
6. Referências Bibliográficas.....	25
.....	25
Apendices	

**Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons
Sinais-Quelimane**

CAPITULO I

1. Introdução

Os estuários são corpos semi-fechados que têm uma conexão livre com o mar e nos quais a água do mar se dilui de forma mensurável, com a água doce de origem continental (Pritchard, 1967).

Os estuários apresentam características ambientais únicas que resultam em elevada produtividade biológica, esses ecossistemas desempenham papéis ecológicos importantes, como exportadores de nutrientes e matéria orgânica para águas costeiras adjacentes, são habitats vitais para espécies de importância comercial, além de gerarem bens e serviços para comunidades locais (Martins, 2005)

Por formarem áreas protegidas ao longo da costa estes ambientes, são ideais para o assentamento humano bem como o estabelecimento de portos comerciais. Desta forma, estas regiões constituem um importante meio de vida para a população que vive ao longo das suas margens e que retira dele o seu sustento. Entretanto, actualmente, a maioria dos estuários recebe uma grande quantidade dos rejeitos produzidos nos centros urbanos e industriais sem tratamento adequado, o que vem modificando as condições ambientais destes locais (Barroset *al.*, 2009).

A presença de portos comerciais também têm contribuído de maneira significativa para a introdução de vários tipos de contaminantes nas regiões estuarinas, tais como esgotos domésticos, o agente biocida tributilestanho (TBT – presente na composição de tintas anticrustantes), metais, nutrientes em excesso, que contribuem para a degradação ambiental (Bione*etal.*, 2009).

Dentre todas estas fontes de esgotos (hospitalares, domésticos e industriais), os esgotos domésticos são considerados, hoje em dia, o maior problema de poluição marinha a nível global, tanto devido aos problemas de saúde pública que causam, quanto ao volume de material depositado no ambiente marinho (; Barroset*al.*, 2009). Este problema vem sendo acentuado nas últimas décadas, uma vez que o desenvolvimento económico associado ao crescimento urbano tem aumentado de forma bastante significativa a sua a produção.

O estuário dos bons Sinais é mais um exemplo típico de região estuarina impactada pela acção das actividades desenvolvidas pelo homem, pois recebe a influência de diversos tipos de fontes de poluentes, de carácter orgânico e inorgânico, que devido à sua grande importância, este Estuário tem sido alvo de muitas pesquisas, em sua grande maioria com o objectivo de avaliar a qualidade

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

dos seus compartimentos (água, sedimento e organismos) e quantificar os níveis dos contaminantes presentes no mesmo.

O presente estudo tenciona compreender a acção que os nutrientes inorgânicos dissolvidos provenientes dos diversos esgotos da cidade nomeadamente amónia e nitrato exercem sobre o sistema estuarino do Bons Sinais.

1.1. Problematização.

O rápido crescimento populacional que tem-se verificado contribui para o aumento da quantidade dos efluentes depositados no estuário dos bons sinais, provavelmente sem o prévio tratamento portanto, estas águas quando descarregadas no ecossistema estuarino causam poluição e como efeito poderá culminar na danificação da biota aquática e posteriormente danos aos níveis tróficos subsequentes.

Com os altos níveis de descargas provenientes de efluentes municipais, há predominância da matéria orgânica, que de certo modo contribui para o crescimento dos seres aquáticos dos primeiros níveis tróficos pois carrega com ele vários nutrientes (nitratos, fosfatos, etc.) em concentração não conhecidas mas essenciais para as actividades metabólicas dos seres aquáticos, quando em excesso, podem levar à reprodução de algas unicelulares e floração de bactérias, que consomem a maior parte do oxigénio dissolvido na água.

Como consequência disso, os organismos aquáticos podem morrer, sendo que a decomposição de seus restos orgânicos produzem ácido sulfídrico e amónia que são altamente tóxicos e que podem posteriormente desencadear o fenómeno de eutrofização, causando não só efeitos adversos aos organismos aquáticos, bem como aos seres vivos que habitam perto deste estuário que usam a água lá presente para realizar as suas actividades domésticas diárias.

Vários estudos realizados com enfoque na concentração de nutrientes nesse local não evidenciam concertações das substâncias que podem danificar o ecossistema estuarino sendo que enfocam nos benefícios que elas trazem. Deste modo, a pergunta que vêm em torna neste trabalho é:

Até que ponto os efluentes municipais influenciam a química do Estuário?

1.2. Justificativa

O facto da maior parte da população da cidade de Quelimane viver na zona costeira e depender directamente das actividades exercidas no estuário e com isso sofrer directamente as perturbações que ocorrem no meio ambiente causadas pelas substâncias poluidoras. Pois muitas vezes não se trata de uma acção directa da substância sobre os organismos aquáticos que habitam na água, mas sim de uma acção indirecta que, modificando as condições químicas da água, afecta a acção de outros factores ecologicamente importantes.

Estes fatos demonstram a necessidade de aprofundar estudos sobre o impacto gerado pelo lançamento desses efluentes no ambiente, de modo a subsidiar a acção pública dos órgãos municipais.

Portanto resultados deste trabalho poderão auxiliar na definição de futuras medidas específicas de controlo, prevenção de poluição hídrica no Estuário dos Bons Sinais, bem como nas acções governamentais direccionadas ao controle de poluição urbana, gestão dos conflitos ambientais entre a preservação do estuário e as actividades exercidas ao longo das margens do estuário, bem como na sensibilização da comunidade em reduzir o lançamento desses efluentes in natura os quais afectam a qualidade de vida da comunidade e a qualidade do próprio recurso hídrico.

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral:

- Contribuir com conhecimento sobre a influência dos efluentes municipais na química do estuário dos Bons Sinais-Quelimane.

1.3.2. Específicos:

- Determinar as concentrações de Amónio, Nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigénio;
- Quantificar o níveis de coliformes presentes na água.

CAPITULO II

2. Revisão de Literatura

2.1 Poluição

É introdução pelo homem de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários), acarretando em efeitos deletérios, como danos aos recursos vivos, à saúde humana e obstáculos às actividades marinhas incluindo pesca e lazer, ocasionando uma redução da qualidade de vida (Souza, 2009).

Toda vez que a água é utilizada, ela adquire um ou mais contaminantes e sua qualidade diminui. Sempre que qualquer recurso é processado ou consumido, parte dele se transforma em lixo e é descartado no meio ambiente.

2.1.1. Classificação da poluição quanto a fonte

2.1.2. Poluição pontual

Refere-se àquela onde os poluentes são lançados em pontos específicos dos corpos de água e de forma individualizada, as emissões ocorrem de forma controlada, podendo-se identificar um padrão médio de lançamento (Pereirra.2004).

Geralmente a quantidade e composição dos lançamentos não sofrem grandes variações ao longo do tempo.

Exemplos típicos de fontes pontuais de poluição são as indústrias e estações de tratamento de esgotos.

2.1.3. Poluição Difusa

É aquela que se dá quando os poluentes atingem os corpos de água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo o seu controle é bastante difícil em comparação com a poluição pontual (Pereira.2004)).

Ex.: lançamentos das drenagens urbanas, escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas e acidentes com produtos químicos ou combustível.

2.1.4. Poluição Mista

As fontes mistas são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas (Pereira, 2004).

Cada uma das fontes de poluição citadas determina um certo grau de poluição no corpo hídrico atingido, que é mensurado através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, que por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos) (Pereira, 2004).

2.2. Características dos Esgotos Domésticos

O esgoto doméstico geralmente tem características conhecidas, variando apenas em concentrações de carga orgânica e, na presença ou não de substâncias químicas (Costódio, 2003).

Ao ser lançado na água, o esgoto doméstico carrega consigo um grande número de microrganismos (bactérias, fungos e protozoários), tanto natural quanto aqueles presentes no aparelho digestivo dos seres humanos e que permanecem presentes nas fezes. Muitos deles são imprescindíveis para mineralização da matéria orgânica, porém alguns são prejudiciais a saúde humana (Costódio, 2003).

As águas do esgoto doméstico são compostas basicamente por proteínas (40-60%), carboidratos (25-50%), gorduras e óleos (10%), ureia derivada da urina, e um grande número de traços orgânicos, no qual incluem pesticidas, surfactantes, fenol e outros poluentes (Costódio, 2003).

2.3. Características do Esgoto Industrial

Os esgotos industriais são aqueles que provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares (Martins, 2005).

As componentes dos efluentes industriais são substâncias que se encontram no ambiente em concentrações baixíssimas como metais pesados, hidrocarbonetos e elementos radioativos, ou são compostos por substâncias artificiais introduzidas pelo homem como PCBs, DDTs e fontes locais (Costódio, 2003).

2.4. Descrição dos nutrientes

2.4.1. Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio é um elemento de essencial importância para organismos aeróbicos, o gás mais abundante na água depois do nitrogênio e também o mais importante. Durante a estabilização aeróbica da matéria orgânica, as bactérias decompositoras fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, podendo diminuir sua presença no meio (Pereira 2012).

Dependendo da intensidade com que esse oxigênio é consumido e da taxa de aeração do ambiente e pode vir a morrer diversos seres aquáticos devido a sua ausência (Pereira 2012).

Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se condições anaeróbicas do ambiente e a geração de condições redutoras, aumentando a toxicidade de muitos elementos químicos, que assim tornam-se mais solúveis (Perreira 2006).

Altas concentrações de oxigênio dissolvido são indicadores da presença de vegetais fotossintéticos e baixos valores indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente originada de esgotos), ou seja, alta quantidade de biomassa de bactérias aeróbicas decompositoras (Perreira2012).

2.4.2. Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)

É a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar (oxidar) a matéria orgânica biodegradável presente na água, através da respiração aeróbica de microrganismos (bactérias, protozoários), num período de 5 dias e a 20°C (Pereira, 2004).

Se a quantidade de matéria orgânica for baixa, as bactérias decompositoras necessitarão de pequena quantidade de oxigênio para decompô-la, então a DBO será baixa, Valores de DBO alta significa presença de poluição através da matéria orgânica proveniente de fontes pontuais ou difusas de origem doméstica ou industrial(Pereira,2004).

Segundo Matos (2004), a determinação da DBO em águas superficiais tem sido utilizada com o intuito de se ter uma ideia do grau de poluição orgânica dos corpos hídricos, sendo uma das variáveis mais importantes na determinação da qualidade da água. Em ambientes naturais, não poluídos, a concentração de DBO deve ser baixa (1 a 10 mg/L), caso o corpo de água receba poluição orgânica, os valores de DBO devem ser bem mais elevados.

2.4.3. Amónio

O amónio ocorre naturalmente nas águas de superfície e em águas residuais, pois a amónio é o principal produto de excreção dos organismos aquáticos.

O amónio apresenta-se em duas formas dissolvidas: amónia não-ionizada NH_3 e o ião amónio NH_4^+ , cujas proporções dependem do pH, da temperatura, e da salinidade presentes no ambiente (Pereira, 2004).

O amónio não ionizada é mais tóxica, as concentrações de NH_4^+ podem se elevar sem que sua toxicidade seja crítica, se o pH e a temperatura se mantenha dentro de certos limites. Altos valores do ião são encontrados em ambientes anóxicos, onde ocorre uma intensa mineralização anaeróbica da matéria orgânica, e em locais próximos a efluentes urbanos.

O amónio é considerado ótimo segundo Ferreira (2009) quando estiver entre 0.4mg/L à 5mg/L e os organismos fitoplanctónicos usam o amónio (NH_4^+) como fonte de nitrogénio, pois os custos energéticos para a assimilação do nitrogénio são menos (Silva, 2007).

2.4.4. Nitrato

O nitrato é a forma mais estável do nitrogénio, um dos principais nutrientes dos produtores Primários. É regenerado por via bacteriana a partir do nitrogénio orgânico, que pela decomposição da matéria orgânica se transforma em amónia, a sua produção resulta da oxidação bacteriana da amónia, tendo o nitrito como intermediário (Pereira, 2004).

2.5 Parâmetros microbiológicos

Os parâmetros microbiológicos são fundamentais para definir a qualidade sanitária de uma água, de um solo, de uma cultura ou outro elemento, o grupo constitui-se de espécies comensais (não patogénicas) presentes no intestino do homem e de animais de sangue quente e são eliminadas nas fezes em números elevados: 10⁶-10⁹ gramas de fezes, em águas onde há contaminação fecal, é provável que bactérias patogénicas estejam presentes (Farias 2006).

As fezes humanas contem cerca de 200 bilhões de coliformes que são eliminadas diariamente e geralmente, lançadas nos rios em forma de esgoto (De Farias 2006).

A *Escherichia coli* (*E. coli*) e os coliformes fecais (ou termotolerantes) constituem um subgrupo das bactérias coliformes totais, a maioria das bactérias coliformes não são patogénicas, sendo no entanto aceites como indicadores de contaminação microbiológica em virtude da sua persistência,

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais-Quelimane

facilidade de detecção e correlação significativa com a presença de microrganismos indicadores de contaminação fecal como é o caso da *E.coli* (Comissão Especializada de Qualidade da Água, 2012).

O padrão vigente para análises microbiológicas tolera, em relação ao NMP/100ml, no máximo 20.000 coliformes totais e até 4.000 coliformes de origem fecal.

Tabela. 1 Limites máximos permissíveis dos parâmetros de qualidade da água CONAMA

Parâmetro	Limite máximo permitido	Unidade
DBO	10	(mg/L)
Amónia	5	(mg/L)
Nitrato	10	(mg/L)
Coliformes totais	1000	NMP/100mL

2.6 Influência das águas residuais na qualidade da água

Os efluentes são uma importante fonte de matéria orgânica com forte entrada de nitrogénio e fósforo, bem como uma fonte de bactérias heterotróficas cuja actividade causa depleção de oxigênio a jusante do ponto de descarga do efluente (Mocuba, 2010).

Segundo (Mocuba, 2010) as águas residuais compreendem uma mistura dos resíduos líquidos transportados pela água removidos da residência, instituições, estabelecimentos comerciais e industriais, águas subterrâneas, superficiais e águas pluviais, onde geralmente as águas residuais industriais originam se em zonas de desenvolvimento ou em países em via de desenvolvimento com inúmeras indústrias de pequena escala e em áreas residenciais.

A dispersão de esgotos tornou-se um grande problema da população urbana devido ao aumento da urbanização populacional humana e do estabelecimento industrial. A semelhança do problema relacionado com o esgoto em todas as áreas costeiras do mundo é significativa, uma vez que estas áreas são habitadas por mais de 60% da população humana (Nergis, Shariq, Chaudhry, Hassan , Bull, 2012)

Consequentemente, as descargas de efluentes domésticos e industriais são consideradas uma das mais significativas do mundo costeiras, os efeitos ambientais associados às descargas de águas residuais domésticas são geralmente locais com implicações transfronteiriças em algumas áreas (Nergis *et al*, 2012)

As águas costeiras enfrentam uma variedade de pressão que afecta o ecossistema e a saúde humana, as descargas de efluentes de esgoto e os processos de descarte que podem levar à introdução de altas cargas de nutrientes, substâncias químicas perigosas e patógenos que causam doenças (Mocuba,2012)

As descargas de efluentes de esgotos municipais com poluentes altamente contaminados para o ambiente aquático são de grande preocupação para todos os habitantes, sob certas condições ambientais, poluições como por compostos orgânicos persistente, nutrientes e metais pesados podem acumular a uma concentração tóxica e causar danos ecológicos (Nergis *et al*, 2012)

2.7 Enriquecimento por nutrientes, eutrofização e efeitos sobre produção primária

Uns dos principais efeitos da disposição de efluentes urbanos em águas costeiras são a contaminação microbiológica com seus consequentes riscos à saúde pública, o acréscimo de matéria orgânica, o incremento da concentração de nutrientes, cujo aumento excessivo pode levar à eutrofização (Obess *et al*, 2012).

Segundo Obess *et al* (2012) a eutrofização é o aumento excessivo da produção de matéria orgânica, ou seja, com o aumento de nutrientes dissolvidos, ocorre um consequente aumento da biomassa fitoplanctónica e da matéria orgânica, que levam às modificações em toda a teia trófica. Em estágios mais avançados e em regiões com circulação restrita, ocorre diminuição dos teores De oxigénio dissolvido, devido à decomposição da matéria orgânica produzida, levando à morte dos organismos.

A particularidade do processo de eutrofização reside no facto de se tratar de um processo natural, cujos efeitos ecológicos, nos seus estágios iniciais, se tornam difíceis de distinguir de uma normal variação, fruto da dinâmica natural dos estuários, como consequência, a eutrofização é só geralmente reconhecida quando se encontra numa fase do processo onde os efeitos ecológicos são já óbvios e dramáticos (Saraiva, 2001).

O fenómeno da eutrofização é, deste modo, um fenómeno natural, não sendo necessariamente negativo (Saraiva, 2001).

CAPITULO III

3.METODOLOGIA

3.1.Área de Estudo

O Estuário dos Bons Sinais localiza-se na parte leste de Moçambique, cidade Quelimane, Chuabo Dembe (lat. 17°52'25,67''Sul; long. 36°51'25,67''Este) como ilustra a figura1, onde predomina um clima tropical húmido seco e duas épocas de estação do ano distintas, a época seca (inverno) de (Março Agosto) e época chuvosa(verão) de (Setembro-Abril). Tem cerca de 30 km de extensão e 2 km de largura desde a boca até a confluência.

O ambiente circundante consiste em dois rios principais (Licuári e Cuácua) e outros canais secundários que contribuem no transporte de massa de água para a boca do estuário, onde a água oceânica é a responsável pela renovação da água no interior do estuário, alimentada por efeitos de marés (Paulo, 2012). Ocorre o tipo de maré semi-diurna com uma amplitude média de 4 m, as alturas variam de 4,5 m (preia-mar) e 0,5 m (baixa-mar) em períodos da maré viva (INAHINA, 2015). É cercado por florestas de mangais, onde o interior é dominado por pântanos de água doce, arbustos esparsos e várias espécies de répteis, mamíferos e aves. Existem dunas de areia em baixos níveis intercaladas com água doce dos pântanos, onde os recursos naturais explorados neste habitat incluem peixes, crustáceos e aves (Paulo, 2012).



Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais-Quelimane

3.2. Amostragem

Para a realização do presente estudo foi realizada uma saída de campo durante a vazante da maré viva, no dia 24 de Julho de 2017 no período da manhã, em 3 estações de descarga (Alif química, Emose e Hospital provincial) (figura 2), onde as suas respectivas coordenadas podem ser verificadas na (tabela 3) em anexo, considerando-se três pontos para cada estação, P0 dentro do esgoto, P1 na fronteira entre o esgoto e o estuário e P2 dentro do estuário. Foram colectadas 3 amostras de água na superfície em cada ponto usando garrafas plásticas de capacidade de 500 mL que foram usadas para a determinação de Amónio e Nitrato, e frascos de vidro de capacidade de 250 mL que foram usadas para a determinação da DBO e Coliformes totais.

Os materiais usados para a colecta da água foram previamente mergulhados em solução de HCl á 0,1N, lavados com água destilada e posteriormente foi percolada a água do efluente sobre os materiais de colecta, e contudo as amostras foram etiquetados usando um marcador (dia, hora, mês, ano e o local de colecta). Para efectuar as análises microbiológicas (coliformes totais) primeiramente os frascos foram preparados com solução de detergente neutro, lavados abundantemente com água destilada, filtrada e conservados em estufa á 50° C até o seu uso. Após a colecta da água foi adicionada o formol 0,4% como conservante para preservação das células.

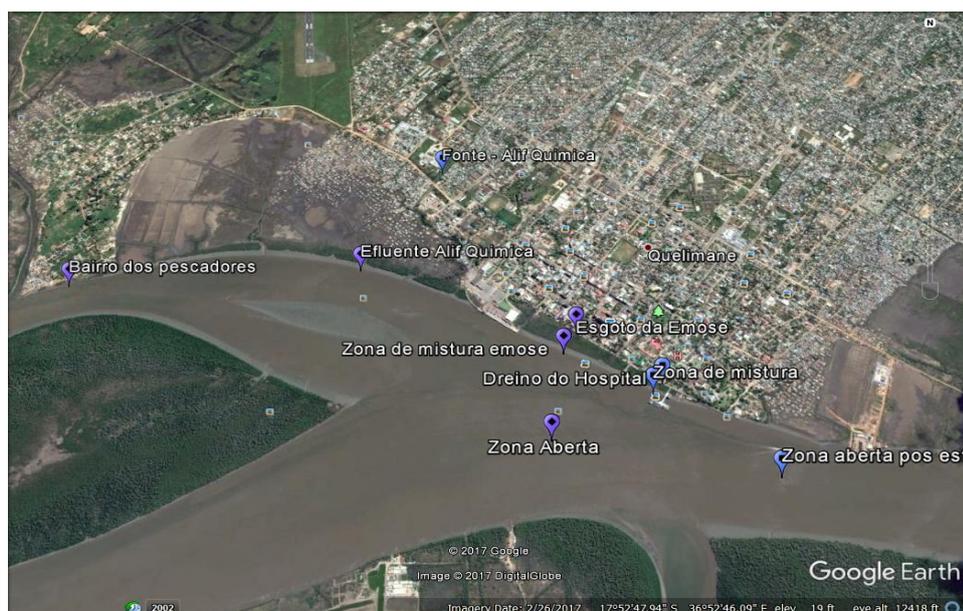


Figura 2: Localização geográfica das estações de amostragem. **Fonte:** Google Earth (2017).

3.3. Procedimento laboratorial

Após colecta, as amostras foram conservadas em um colmam contendo gelo de modo a preservar as suas propriedades e em seguida encaminhadas ao laboratório da empresa (FIPAG) *Fundo de Investimento e Património de Abastecimento de água*, onde foram filtradas para retirar a matéria orgânica e os sólidos em suspensão para determinação dos nutrientes (Amónia e Nitrato). Para a determinação da demanda bioquímica do oxigénio as amostras de água foram conservadas em uma maleta e cobertas com plástico preto para evitar a interferência do sol.

3.3.1 Análises Químicas

As concentrações dos nutrientes foram determinadas com ajuda de um fotómetro portátil (Multiparametro HachDR900), moderno controlado por microprocessadores, onde a análise fotométrica é baseada principalmente na medição da intensidade de cor. A luz de uma lâmpada incandescente é passada através de um tubo de ensaio contendo a amostra, e a luz detectada pela célula fotoeléctrica exibido como uma resposta digital. O visor mostra a taxa de transmitância (% T) - a intensidade da luz incidente que atinge a foto célula. O sistema fotómetro MultiparametrosDR900 é usado para medir a cor produzida na presença de reagentes na amostra. (Www.lovibond.com).



Figura 3 :Ilustração do fotómetro usado para as análises

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

As concentrações dos nutrientes foram analisadas com os itens para a análise 388N-Amoniacado livre, 361 N-Nitrato HR AV, para amónia e nitrato respectivamente. Em uma cuvete de 25mL mediu-se 10ml da água da amostra e colocou-se em outra cuvete e de seguida foi colocada no orifício de medição do fotómetro, premiu-se o botão ZERO para calibrar o aparelho. Depois de calibrado o aparelho retirou-se a cuvete do orifício de medição. Numa outra cuvete contendo 10 ml da amostra foi adicionada o reagente em pó e de seguida fechou-se com a tampa de enroscar, agitou-se até obter uma mistura homogénea, colocou-se no orifício de medição e premiu-se o botão ENTER. A medição realizou-se automaticamente e durou aproximadamente 3 minutos, terminado o tempo de medição o resultado foi exibido no visor em mg/L.

3.3.2. Determinação da demanda bioquímica do oxigénio

O Cálculo da Demanda Bioquímica de oxigénio(DBO)foi realizada através de incubação da água em temperatura controlada (20°C) durante 5 dias, determinada pela diferença entre as concentrações iniciais de oxigénio com as de 5 dias depois da encubação das amostras em (mg/L).

Usando a fórmula:

$$DBO_5 = OD_{inicial} - OD_{final}$$

Sendo:

OD _{inicial}	Oxigénio dissolvido inicial (medido no local da amostragem)
OD _{final}	Oxigénio dissolvido final (medido 5dias depois da encubação)
DBO _{final}	Demanda Bioquímica após 5 dias

3.3.3. Determinação dos coliformes totais

Para a determinação dos coliformes totais usou-se o método de PITERFILM (**aoac international and U.S. Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual**), que consiste na retirada de 1 ml da água da amostra com um tubo volumétrico e esta foi colocada em placas que chegam ao laboratório devidamente preparadas, denominadas membranas lactosadas, que são o meio de enriquecimento das bactérias do grupo coliformes, e foram incubadas numa estufa a temperatura de 37°C por um período de 24 horas. Terminado o tempo de incubação as placas foram retiradas para a contagem das bactérias.

3.4. Tratamento dos Dados

Após a realização das análises, os dados foram digitalizados em palmilhas Excel para realização dos cálculos das concentrações totais. Foram elaborados gráficos de distribuição espacial, temporal e testes de correlação para todos os parâmetros.

CAPITULO IV

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.Resultados

4.1.1. Concentrações de Amónio, Nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigénio

4.1.2. Concentrações de nitrato

No ponto P0 da Alif-Química não foi possível determinar as concentrações da amónia bem como do nitrato devido a impossibilidade do equipamento em determinar a concentração destes nutrientes em águas bastante turvas provenientes do esgoto desta indústria.

O valor máximo do nitrato foi de 12.1 mg/L encontrado na estação da Alif-química no ponto P1 e o mínimo foi registado no ponto P0 que atingiu o valor de 4.5 mg/L do hospital. As concentrações de Nitrato foram sempre baixas no Ponto P0 isto é, dentro dos esgotos para todas as estações de amostragem

Os valores da concentração de nitrato são descritos na (figura 4) abaixo, no qual compreende-se uma variação espacial deste.

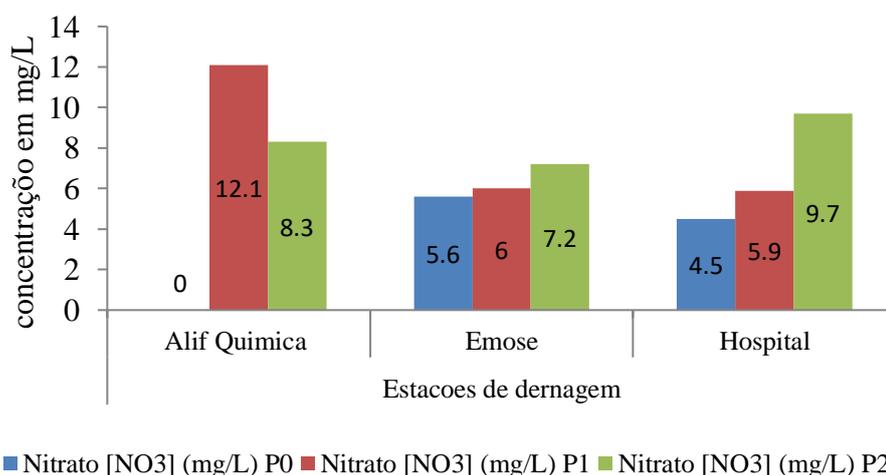


Figura 4: Variação das concentrações de Nitrato nas estações de amostragem

4.1.2. Concentração de amónia

As maiores concentrações da amónia foram observadas no ponto P1 de todas as estações de drenagem, onde a máxima e mínima concentração foi registada na Alif-química na fronteira entre a água proveniente do esgoto e o estuário e foi de 0,50 e 0,25 mg/L respectivamente.

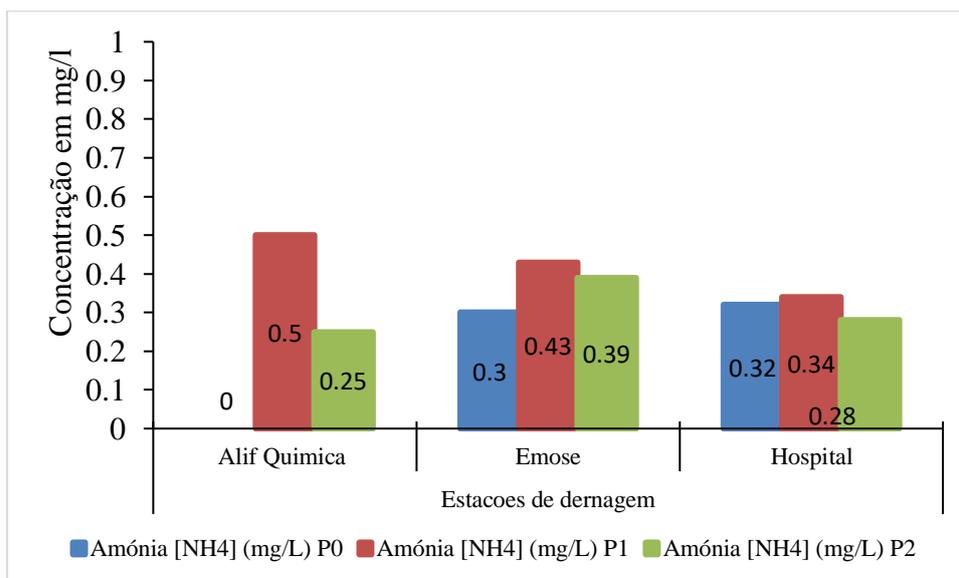


Figura 5: Variação das concentrações de Amónio na estação de drenagem.

4.1.3. Concentração de demanda bioquímica de oxigénio

Para o caso da DBO o valor máximo registado foi de 2.5 mg/L observado no ponto P1 da Alif Química e o mínimo de 0.2 mg/l na mesma estação. Os valores mais baixos de DBO foram registados nos pontos P1 tanto da Alif Química bem como na Emose, facto esse que deve a presença de pouca matéria orgânica no local e deste modo as bactérias consumiram uma pequena parcela de oxigénio para a decomposição.

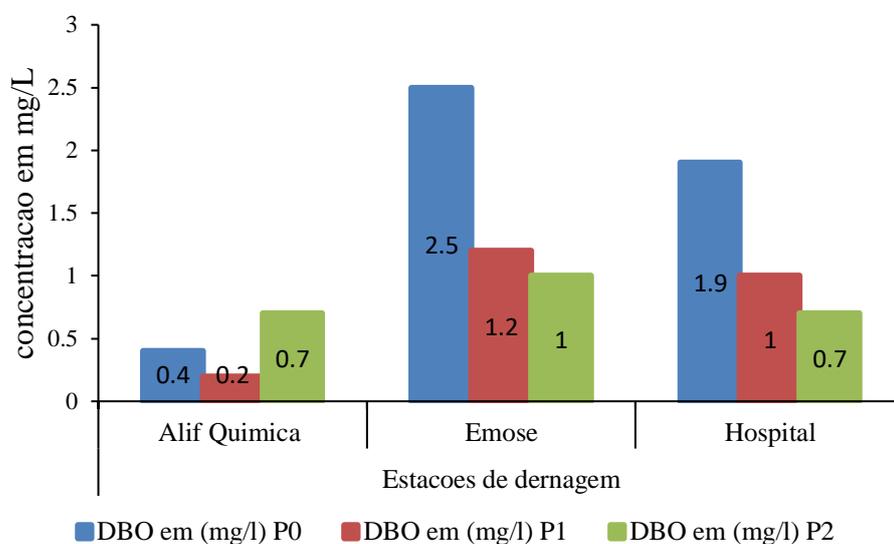


Figura 6: Variação das concentrações de DBO na estação de drenagem

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais-Quelimane

4.1.4. Parâmetros microbiológicos da água

Tabela 4: Valores de coliformes totais nas estações de amostragem durante o período de estudo

Die(24/07/2017)

Coliformes totais (NMP)

Estação de drenagem	P0	P1	P2
Alif Química	Ausente	> 100	3
Emose	>100	>100	26
Hospital Provincial	>100	>100	6

Analisando a tabela, pode-se observar que das 9 amostras examinadas, todas apresentaram-se dentro do padrão vigente. O referido padrão estabelece que em relação ao NMP/100ml, valores de até ≤ 1000 coliformes totais.

As bactérias do grupo coliformes totais foram observadas na maior parte dos pontos amostrados, com exceção do ponto P0 (dentro do dreno), na estação de drenagem da Alif Química. O ponto P1 (na fronteira entre o estuário e dreno) foram observadas maiores números coliforme totais, com contagem acima de 100 NMP/100mL em relação aos restantes pontos. Para o ponto P2 foram encontradas baixas quantidades das bactérias, com maior contagem no estação da Emose que foi de 26 NMP/100mL.

4.2. Discussão

4.2.1. Concentrações de Amónio, Nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigénio.

Compreende-se que no ciclo do nitrogénio, o nitrato participa como o principal elemento de suporte ao desenvolvimento fitoplanctónica, o qual é regenerado pelas bactérias, a partir da oxidação de formas orgânicas nitrogenadas. Em função disso, a sua velocidade de regeneração é inferior a sua velocidade de utilização e, por isso, os iões nitrato podem tornar-se um factor limitante ao crescimento das algas.

Analisando os dados obtidos nas águas do estuário dos Bons sinais para esses nutrientes, observa-se que seus valores estão dentro da concentração estimada para o ambiente aquático, cujo a demanda bioquímica de oxigénio é considerada ótima, e característica de ambiente não poluídos.

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

Os valores das concentrações de amónio apresentados na (figura 5) não indicam influências prejudiciais para o estuário, pois a concentração máxima de amónio (0.5 mg/L) esta dentro do valor indicado por (Ferreira, 2009), que é 5mg/L. Este resultado provavelmente deve-se ao facto do nutriente ter sofrido uma degradação biológica para formar nitrato, como também pode ter sofrido uma forte influência das correntes quando atingi a porção interna do estuário onde foi verificado uma decréscimo das suas concentrações nos pontos P2, pois a amostragem foi realizada na vazante da maré viva, tanto como os processo de diluição no estuário e outra parte ser incorporada para o produtividade primária.

Sendo que em um estudo similar realizado por (Pereira, 2006), afirma que a maior concentração do amónio no período seco possivelmente se dá devido ao menor escoamento superficial e também pode ser explicada pela contribuição das águas intersticiais, apartir do processo de difusão dos sedimentos.

Em relação ao parametro amonio esteve acima do estabelecido pela resolução CONAMA/2000 que recomenda valores na ordem de 0.02 mg/l, ao, isso deve-se provavelmente ao facto da quantidade de nutrientes encontrados ao longo da linha da costa ter influenciado uma vez que é a zona de descargas dos efluente, os resultados obtidos no presente estudo diferem significativamente obtidos por Tauro (2015) e em um estudo similar realizado no estuário dos Bons Sinais, onde a concentração máxima de amónio observada foi de 4,3mg/L contra o valor máximo de 0.5 mg/L, a diferença registada deve-se ao período de amostragem terem sidos diferentes, oque pode ter contribuído de maneira significativa para as baixas concentrações de amónio encontrado nos pontos amostrais.

Além disso, e possível que a quantidade de matéria orgânica disponível no local tenha sido menor visto que amónia está directamente relacionada com a decomposição da matéria orgânica, cuja degradação libera o amónia ao meio.

Segundo (Souza *et al* 2009) a diluição da água do mar pode ser a principal responsável pela redução na concentração de nutrientes observada nos pontos P2 ao longo do *continuum* rio estuário-mar, visto que as maiores concentrações observadas no ponto P1 deve-se ao processo de mistura das águas do estuário com o material derramado pelo esgoto.

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

Durante o período de estudo, sendo a colecta feita em período de seca houve predominância de nitrato em todos os pontos que coincide com uma diminuição nos valores de amónio sugerindo a ocorrência de um aumento nos processos de nitrificação.

Segundo Costodio (2003) outro fator que pode ter influenciando as altas concentrações de Nitrato no ambiente durante o período de estudo é a contaminação por esgotos de origem doméstica.

Para a demanda bioquímica de oxigênio os valores 0.2-2.5mg/l obtidos, estão dentro do recomendado pela resolução CONAMA nº 274/ 2000, que estabelece valores ≤ 3 mg/l para o DBO, sendo este parâmetro associado directamente com a actividade de organismos decompositores, Sousa (2009), diz que nos meses de estiagem a elevada DBO sugere grande actividade bacteriana, de decomposição de matéria orgânica, desta compreende-se que os resultados amostrados sugerem que o período em análise e o elevado tempo de residência da água pode, ter contribuído para maior disponibilidade de matéria orgânica no sistema o que resultou nessas concentrações elevadas de DBO (Figura 6).

Por conseguinte Essumaila (2011), ao determinar a DBO no estuário dos Bons Sinais encontrou valores acima dos obtidos no presente estudo na ordem de, 2.28 e 3.11 mg/l, ao que essa ligeira diferença deve-se ao facto das medições terem sido feitas em águas de superficiais de área muito pequena e pode ser assumido que não há nenhuma variação significativa dos factores externos que influenciam o oxigénio dissolvido como pressão atmosférica, temperatura de ar, velocidade de vento, circulação e marés.

O decréscimo da DBO nos pontos P1 e P2 das estações Alif-química e Emose como ilustra a (figura 6) pode ter sido em resposta do fluxo de água doce no sistema que promoveu a renovação do sistema, associado com as baixas concentrações salinidade que ocorrem no período da manhã antes da elevação da temperatura da água, associados com elevada descarga de água no estuário, sugerem que matéria orgânica disponível para actividade bacteriana foi originada da bacia de drenagem.

Assim, a diminuição de oxigénio dissolvido durante o período pode ser explicado pelo aumento da temperatura, uma vez que a temperatura não só afecta o oxigénio dissolvido reduzindo a solubilidade mas também aumenta a velocidade de desarranjo de matéria orgânica e consequentemente influenciara a concentração de oxigénio dissolvida na água (Kaiser *et al* 2006).

Os valores baixos obtidos na demanda bioquímica de oxigénio, provavelmente pode ser uma indicação que as águas do porto de Quelimane são razoável limpas, por terem águas com demanda bioquímica de oxigénio abaixo que 4 mg/L (Sadharan *et al.*, 2005) e águas seriamente poluídas tem demanda bioquímica maior que 10mg/L que é um indicativo de alta concentração de matéria orgânica degradante (Wahid *et al.*, 2007; Prandi Rosa e Farache Filho, 2002).

4.2.2. Parâmetros microbiológicos da água

Quando analisados separadamente, os resultados obtidos para os pontos de amostragem, observa-se que no ponto P0 (dentro do dreno) na estação da Alif-Química, não verificou-se presença das bactérias do grupo coliformes totais, isto deve-se provavelmente a ausência de material fecal neste esgoto, pois o sistema de lançamento de esgoto utilizado pela empresa é da superfície (drenagem). A contagem das bactérias foram observadas nos pontos seguintes P1, com contagens acima de 100 NMP/100mL mas não superiores a 1000 NMP/100mL estabelecidos pela resolução CONAMA (2000), sugerindo que a estação de amostragem na Alif -Química, esta sobe influência directa da comunidade local ao redor da drenagem, que prática fecalismo a céu aberto.

As baixas quantidades de bactérias observadas no ponto P2 em todas estações de drenagem deve ter sido influenciado pelas correntes, como também pela salinidade do meio, pois segundo Custódio (2003), diz que a salinidade actua como um bactericida para alguns tipos de bactérias como por exemplo os coliformes, além do que a entrada da água do mar também ajuda a diluir ou dispersar a biomassa de coliformes. O autor ressalta ainda a forte actuação do sol durante o período de verão, o qual apresenta um importante efeito bactericida, seja pela radiação UV seja pelo efeito indirecto sob a fotossíntese, produzindo oxigénio e limitando o crescimento de enterobactérias.

Por sua vez Ucolor (2017) no estudo realizado a longo do estuário dos bons sinais, relata valores médios de 650 NMP/100 mL, ao que corabora com os resultados obtidos no presente, cujos valores são superiores a 100 NMP/100 mL, assume-se porém que a presença de coliformes totais são indicadores da flora bacteriana na água, podendo ser de origem de água natural, residuais domesticas e no intestino do homem.

CAPITULO V

5.CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusão

Tendo por base os resultados obtidos durante o estudo conclui-se que: o Estuário dos Bons Sinais encontra-se em boas condições, não indicaram influências prejudiciais ao meio e os valores dos parâmetros estudados são desejáveis para a manutenção de vida os organismos aquáticos.

Sendo que as maiores concentração de amónio foi observadas no ponto P1 na fronteira entre o canal de drenagem com estuário, onde o valor máximo foi de 0.50 mg/l na estação da alif química e a com concentração mais baixa foi de 0.25 mg/l. O nitrato teve a máxima concentração de 12.1 mg/l e a mínima de 4.5 mg/L, e para a DBO a concentração máxima e mínima registadas foram de 2.5 e 0.2 mg/L respectivamente.

As maiores concentrações de coliformes totais foram verificadas nos pontos P0 e P1 para todas as estações de amostragem, excepto na ponto P0 da Alif -Química onde os coliformes foram ausentes.

5.2. Recomendações

A fim de dar continuidade ao trabalho, sugere-se:

Que estudos regionais e até mesmo os pontuais, possam ser incentivados, com o intuito de que esses, somados, além de alimentar e actualizar as informações, venham a contribuir para o esclarecimento dos mais importantes processos oceanográficos, que ocorrem em toda a costa Moçambicana, os quais podem influenciar os níveis de produtividade primária e consequentemente o potencial pesqueiro.

6. Referências Bibliográficas

- Abess, D. M. S., *et al* (2012) Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos
- Barros, C.N. et al.(2009) Coliformes na água e no molusco bivalve *Anomalocardia brasiliensis* (GMELIN,1791) da Bacia do Pina, Recife, PE. JORNADA DE ENSINO,PESQUISA E EXTENSÃO, IX, **Anais...** Recife.
- Bione, M.A.A. et al.(2009) Poluição do Rio Capibaribe por esgoto doméstico. In:jornada de ensino, pesquisa e extensão, ix, **anais...** Recife.
- Comissão Especializada de Qualidade da Água (2012)Bactérias Coliformes
- Costódio, P. F. S., (2003) Distribuição de nutrientes Inorgânicos e bactérias no estuário Do rio camboriú/sc. Florianópolis.
- Essumaila A. M. (2011), Determinação da Demanda bioquímica de Oxigênio no Estuário de Bons sinais-Quelimane. Trabalho de Licenciatura em Química Marinha – ESCMC-UEM.
- Farias, M. S. S. de. (2006) Monitoramento da qualidade da água na bacia Hidrográfica do rio cabelo. Campina grande estado da Paraíba
- Ferreira, A. P *et al* (2009). Contribuições para o desenvolvimento da capacidade Previsão de um modelo de qualidade da água.
- Inahina (2015). Tabela de marés.87 pp. Moçambique
- Kaiser M.J., Attrill M.J., Jennings S., Thomas D.N., Barnes D.A., Brierley A. A., Polunin N., V.C., Raffael D.G, and Williams P.J., le Be (2005). Marine ecology: Process, System, and Impact. Oxford, Universty Press.
- Martins, A. G. L., (2005). Efeitos da emissão dos efluentes Domésticos na proliferação de *Aeromonas* sp. Em águas de superfície e Pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/ Maranhão
- Matos, A. T de. (2004) Práticas de qualidade do meio físico e ambiental. Viçosa: AEAGRI,.64 p. (Série Caderno Didático n. 34).
- Mocuba, J. J.,(2010), Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand in the Waters close to the Quelimane sewage discharge School of Marine and Coastal Sciences, Eduardo Mondlane University –Quelimane
- Nergis, Y., Sharif, M., Choudhry, A. F., Hussain, A.,& Butt, J. A.,(2012) Impact of Industrial and Sewage Effluents on Karachi Coastal Water and Sediment Quality

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

- Nóbrega, A. S. C., (2011) Fontes de contaminação no estuário dorio capibaribe, Pernambuco Recife
- Paulo, I. A. (2012). Tidal Nitrate and Silicate fluxes in the Bons Sinais **Estuary**. Dissertation Submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Sciences in Applied Oceanography. School of Marine and Coastal Sciences, Eduardo Mondlane University-Quelimane.
- Pereira, C. N., (2012) Avaliação da hidrodinâmica e da poluição do canal de Piaçagueira, No estuário de Santos – São Vicente (S.P) a partir de informações ambientais e modelagem numérica
- Pereira, R. S., (2004) Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista Electrónica de Recursos Hídricos, v. 1, n. 1, p. 20 - 36,
- Pereira, C.T. C., (2006) Caracterização hidrogeoquímica do estuário do rio curuçá (município de curuçá – ne do Pará) Belém Universidade Federal do Pará.
- Pritchard, D.W. Observations of circulation coastal plain estuaries. Estuaries, vol.18, pp.37-44, 1967.
- Saraiva, A. S. C., (2001) Produção primária de biomassa no Estuário do Tejo- Estudo da variabilidade das descargas, Lisboa volume I n.º43423.
- Sadhuram Y., Sarma V.V., Ramana Murthy T. V., and Prabhakara Rao B. (2005). Seasonal Variability of physico-chemical characteristics of the Haldia channel of Hooghly estuary. India, J. earth Syts. Sci 114(1)37-49
- Souza, G. F. C., (2009) Poluição Marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas, Universidade Católica do Salvador-Brasil
- Souza *et al* (2009) Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-*a* no estuário do rio cachoeira, nordeste do Brasil- Universidade Estadual de Santa Cruz,
- Silva, M. M.(2007). Biogeoquímica dos nutrientes inorgânicos dissolvidos e biomassa fitoplanctônica no Estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus- BA. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
- Tauro, M. J.(2015) Avaliação da Concentração de Amônio e Nitrato como Fonte de Poluição da Água no Estuário dos Bons Sinais, Quelimane
- Ucolor, A, A,(2017) Avaliação do Índice da qualidade de água (IQA) no estuário dos bons sinais Quelimane

Avaliação da influência dos efluentes municipais na química do Estuário dos Bons Sinais- Quelimane

ANEXOS

Tabela 3: Ilustração das coordenadas de cada estação de amostragem.

Dia(24/07/2017)		Coordenadas		
Estação	de	P0	P1	P2
drenagem	Alif Química	17°52'87"S lat.	17°52'38.8"S Lat.	17°52'32.05"S Lat.
		36°52'34.49"E Long.	36°52'34.1"E Long.	36°52'59.09"E Long
Emose		17°52'45"S Lat.	17°52'55"S Lat.	17°53'01.7"S Lat.
		36°53'0.59"E Long.	36°52'58.1"E Long	36°51'51.1"E Long.
Hospital	Provincial	17°53'0.98"S Lat.	17°53'02.5"S Lat.	17°52'05.4"S Lat.
		36°53'14.17"E Long.	36°53'12.7"E Long.	36°5'09.7"E Long.

Fotografias



Fotografia 1. A presença de coliformes totais

foi indicada pela formação dos pontinhos

Vermelhos



Fotografia 2: Estufa usada para a

incubação das Placas Piterfilm

i