



AValiação DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO

ASSESSMENT OF NEGATIVE SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF CHIMOIO PROVINCIAL HOSPITAL

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES NEGATIVOS PROVOCADOS POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO

João Manuel Uaciquete¹, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa², Gervásio Castro Morais Magaia³, Castigo Mateus Tivane⁴, Assucena Francisco Jane⁵

e5105732

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i10.5732>

PUBLICADO: 10/2024

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo, avaliar os impactos socioambientais negativos causados pela Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) do Hospital Provincial de Chimoio (HPC). O estudo foi realizado entre os meses de Fevereiro a Maio de 2024. Para a materialização do estudo, se utilizou a metodologia de pesquisa exploratória, implementada por meio de estudo de caso, utilizando-se para tal, a identificação dos pontos para a coleta das amostras de águas e posterior análise laboratorial dos parâmetros (físicos, químicos e microbiológicos), assim como diagnóstico da atual situação socio-ambiental do bairro com a ETAR operando. A avaliação do impacto ambiental (AIA) propriamente dita, fez-se por meio do método de matriz de Leopold. Os resultados obtidos nas análises laboratoriais dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, mostraram que o tratamento de efluente realizado pela ETAR não tem sido eficiente, isto porque a maior parte dos valores obtidos nas análises laboratoriais das amostras colhidas em campo não vão de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA 357/05. Os resultados das análises da DQO, concentração de Nitrato, NMP de coliformes totais e os demais parâmetros aferidos nas amostras situaram-se fora dos limites máximos e mínimos estabelecidos pela norma. Por fim, feita a avaliação de impacto ambiental (AIA), constatou-se que a actividade de tratamento de águas residuais do HPC realizada pela ETAR cita no Bairro Chinfura, gera impactos ambientais significativos e merecem uma atenção por partes das entidades responsáveis pela mesma.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuais. Tratamento. AIA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the negative socio-environmental impacts caused by the Wastewater Treatment Plant of the Chimoio Provincial Hospital. The study was carried out between February and May of the year 2024. To materialize the study, the exploratory research methodology was used, implemented through a case study, using for this purpose the resources of bibliographical research, identification of points for collecting water samples and subsequent laboratory analysis of the parameters (physical, chemical and microbiological), as well as diagnosis of the current socio-environmental situation of the neighborhood with the WWTP operating. The environmental impact assessment (EIA) itself was carried out using the Leopold matrix method. The results obtained in laboratory analyzes of physical, chemical and microbiological parameters showed that the effluent treatment carried out by the WWTP has not been efficient, this is because most of the values obtained

¹ Mestre em Gestão Ambiental e dos Recursos Hídricos pela Universidade Zambeze, Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.

² Mestre em Planeamento Territorial e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Zambeze, Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.

³ Mestrando em Recursos Naturais na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Brasil), Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.

⁴ Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Baía (Brasil), Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.

⁵ Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa, Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

in laboratory analyzes of samples collected in the field do not comply with the established in CONAMA Resolution 357/05. Therefore, the results of the analyzes of COD, Nitrate concentration, MPN of total coliforms and other parameters measured in the samples were outside the maximum and minimum limits established by the standard. Finally, after carrying out the environmental impact assessment (EIA), it was found that the HPC wastewater treatment activity carried out by the WWTP in the Chinfura neighborhood generates significant environmental impacts and deserves attention from the entities responsible for it.

KEYWORDS: Residual Waters. Treatment. EIA

RESUMEN

El objetivo de este fue evaluar los impactos socioambientales causados por la Planta de Tratamiento de Águas Residuales (PTAR) del Hospital Provincial de Chimoio (HPC). El estudio se realizó entre los meses de febrero y mayo de 2024. Para materializar el estudio se utilizó la metodología de investigación exploratoria, implementada a través de un estudio de caso, utilizando para ello los recursos de la investigación bibliográfica, identificación de puntos para la recolección de muestras de agua y posterior análisis de laboratorio de parámetros, así como el diagnóstico de la situación socioambiental actual del barrio con la PTAR en funcionamiento. La evaluación de impacto ambiental (EIA) se llevó a cabo utilizando el método de la matriz de Leopold. Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio demostraron que el tratamiento de efluentes realizado por la PTAR no ha sido eficiente, esto se debe a que la mayoría de los valores obtenidos en los análisis de laboratorio de las muestras recolectadas en campo no cumplen con lo establecido en la Resolución CONAMA 357/05. Los resultados de los análisis de DQO, concentración de Nitratos, NMP de coliformes totales y otros parámetros medidos en las muestras estuvieron fuera de los límites máximos y mínimos establecidos por la norma. Finalmente, luego de realizar la evaluación de impacto ambiental (EIA), se constató que la actividad de tratamiento de aguas residuales HPC realizada por la PTAR en Bairro Chinfura genera impactos ambientales significativos y merece atención por parte de las entidades responsables de la misma.

PALABRAS CLAVE: Águas residuales. Tratamiento. AIA.

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem natural de extrema importância para os seres humanos, pois apresenta diversas funções em nosso organismo tais como a regulação da temperatura corporal e a manutenção do funcionamento normal de órgãos, vísceras, entre outras (Ratti *et al.*, 2011). Nos hospitais e postos de saúde, há uma constante geração de resíduos, um consumo elevado de água e o consequente descarte de efluentes que necessitam de uma destinação adequada, porque estes podem constituir um perigo a saúde pública e a contaminação ambiental (Ahmad, T.; Ahmed, K.; Jawaid, 2020). Os problemas associados às águas residuais hospitalares têm sido motivo de preocupação internacional devido ao grande potencial de propagação de doenças e aos riscos de contaminação ambientais, causados pela ausência de tratamento adequados desses efluentes e a existência de um sistema de saneamento deficitário (Arend; Henkes, 2013).

Saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o seu bem-estar físico, mental ou social (Organização Mundial da Saúde, 1948). Para se obter um saneamento adequado é necessário contemplar uma ampla variedade de atividades básicas, tais como: abastecimento de água, destino das águas residuais e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

dos dejectos, destino do lixo, controle de animais vectores (mosquitos, baratas, entre outros) de doenças etc. (Motta, 1993). Nos países em via de desenvolvimento, como é o caso de Moçambique, os efluentes hospitalares na sua maioria não recebem um tratamento adequado e, assim, atingem e contaminam os cursos de água que são importantes recursos e indispensáveis a existência e sobrevivência dos seres humanos (Frank, 2008).

Durante grande parte do século XX, a percepção das Estações de Tratamento de águas residuais era de que elas representavam uma medida mitigadora da rede coletora de esgotos, focando na redução de poluentes e na melhoria da qualidade da água, pouco se considerava os impactos sociais, ambientais e de saúde pública associados à operação dessas instalações, pois não era feito a avaliação dos impactos causados as populações vizinhas ou a jusante (Lens, 2010). De acordo com Britto (2007), os impactos ambientais causados por uma Estação de Tratamento de Águas Residuais, de uma maneira geral, estão relacionados com o descaso no descarte dos seus resíduos e no não atendimento as normas previstas em leis, devido a baixa eficiência de tratamento. No entanto, é indiscutível que o tratamento do esgoto bruto na ETAR traz benefícios ambientais, mas como toda indústria de transformação, os processos utilizados podem impactar o ambiente, de modo positivo e/ou negativo, mesmo quando objectivo é a conservação da qualidade dos recursos hídricos da região entendida (La Rovere *et al.*, 2002).

A cidade de Chimoio é exemplo disto, pois, possui uma Estação de Tratamento de Águas Residuais que é destinada exclusivamente ao tratamento das águas residuais provenientes do HPC de Chimoio, e desde que entrou em operação efectiva há aproximadamente 20 anos, e até então, ela ainda possui apenas duas etapas de tratamento dos efluentes hospitalares que recebe, a saber a filtração e decantação. Diante disso, este estudo visa avaliar os impactos socioambientais negativos causados pela ETAR do Hospital Provincial de Chimoio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área de Estudo

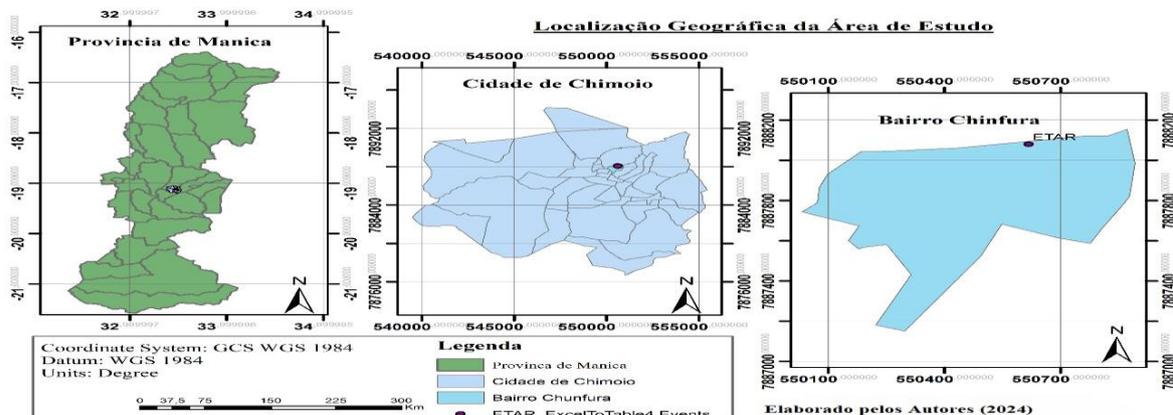
A ETAR do Hospital Provincial de Chimoio, localiza-se no Bairro Chinfura, na Cidade de Chimoio, província de Manica, na região centro de Moçambique, e ocupa uma área de 4854 m², situa-se entre as latitudes 550567 e longitudes 7888079, possui um reservatório com 64 m² e 7,5 metros de profundidade, com capacidade de tratar 77,3 litros de esgoto por segundo, o que representa uma carga de 6678,72m³/dia (Malope, 2014).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Figura 1: Mapa de localização geográfica da área de estudo ETAR do HPC



Fonte: Autores (2024)

2.2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi de carácter exploratório, implementada por meio de estudo de caso, utilizando-se para tal, os recursos da pesquisa bibliográfica, coleta das amostras de água do efluente hospitalar (água bruta) na entrada da ETAR, o efluente tratado (água tratada) na saída da ETAR e amostras de água no curso d'água (rio) que recebe o efluente da ETAR. Além disso, foi realizado o diagnóstico dos impactos socioambientais causados pela operacionalização da ETAR por meio de entrevistas aos moradores que vivem nos arredores da ETAR. E por fim, fez-se a Avaliação dos Impactos Ambientais usando o método de matriz de interação, mais conhecido por Matriz de Leopold. A pesquisa foi realizada num período de 4 meses, entre os meses de Fevereiro a Maio do ano de 2024. A metodologia para a colecta e análise de água foi baseada no Manual Prático de Análise de Água, que são técnicas preconizadas no *Methods for the Examination of Water and Wastewater*, publicação da *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation*. Quanto a natureza da pesquisa, foram empregues dois tipos de metodologias, uma de natureza qualitativa e outra quantitativa sobre as condições do serviço na ETAR.

2.3. Colecta das Amostras

As amostras de águas foram colectadas no mês de Março do ano em curso. Para a colecta foram seleccionados três (3) frascos com volume de 500 ml, devidamente higienizados com água destilada e rotulados, de boca larga para facilitar a colecta e sua limpeza. Já no local antes da colecta das amostras de águas, os frascos foram passados três (3) vezes com a água a analisar e foram enchidos até três (3) cm da boca.

A colecta das amostras da água na ETAR e no rio, foi feita por meio de imersão directa do frasco num local afastado das margens. A boca do frasco destapada no momento da colheita, dirigida



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

em sentido contrário ao da corrente. Após a colecta das amostras, os frascos foram perfeitamente selados e acondicionados, para evitar quebras e contaminação, em seguida foram transportadas ao laboratório da Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais (FEARN). Durante o transporte, as amostras foram preservadas em gelo numa temperatura de 4º C num período inferior a 7 horas entre o transporte do ponto de colecta ao laboratório de modo a preservar as características físicas, químicas e biológicas das amostras em curto prazo.

Foi realizada entrevista, dirigindo um formulário de 5 questões à um número de 10 famílias vizinhas, que vivem nos arredores da Estação de Tratamento de Águas Residuais do Hospital Provincial de Chimoio, com o intuito de captar as informações inerentes aos impactos socioambientais da ETAR, e as perturbações que vem causando aos moradores deste bairro.

2.4. Análises das Amostras de Água

Ao todo, foram realizadas 24 análises, sendo 4 para cada um dos 6 parâmetros descritos a seguir: Oxigénio dissolvido (OD), Demanda Química de Oxigénio (DQO), pH, sólidos totais dissolvidos (STD), Nitrato e Coliformes totais. Foram realizadas as análises do carácter físico-químico com o objectivo de identificar e quantificar os elementos e espécies iónicas presentes nesses compostos e associar os efeitos de suas propriedades às questões ambientais, permitindo a compreensão dos processos naturais ou alterações no ambiente e quanto ao carácter microbiológico visa a caracterização da presença de coliformes totais e *Escherichia coli* microrganismos patogénicos.

2.5. Processamento e Compilação dos Dados

Os dados da entrevista e os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, foram organizados em tabelas e com o auxílio do Microsoft Excel, fez-se a análise estatística (geração de gráficos de barra e gráficos circulares). As abordagens inerentes aos limites máximos e os padrões admissíveis para a emissão de efluentes líquidos foi feito sobre duas perspectivas: com referência a legislação moçambicana –Decreto nº 18/2004, de 2 de junho – Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes e a legislação brasileira (Resolução CONAMA nº 357/2005). Como ferramentas para a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) gerados durante os procedimentos operacionais regulares da ETAR, foi utilizado como base a metodologia da matriz de Leopold (Leopold *et al.*, 1971, p. 4). A referida técnica foi escolhida por ser considerada a melhor matriz de interação conhecida além de atender satisfatoriamente a maioria dos projectos (MMA, 1995; Costa *et al.*, 2005). Outras vantagens mencionadas são: a excelente relação entre causa efeito, a forma como os resultados são exibidos, a simplicidade de elaboração e o baixo custo.

Embora a matriz de Leopold tenha sido utilizada como base neste trabalho, algumas modificações foram propostas para que a referida técnica estivesse mais adaptada a presente



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

situação (avaliação dos impactos ambientais em ETAR). Os valores que são atribuídos a cada um dos aspectos ambientais são obtidos a partir do cruzamento entre os impactos ambientais considerados (linhas da tabela) e os parâmetros (extensão, periodicidade, intensidade, distribuição espacial- para magnitude) e (ação, ignição e criticidade – para importância). Na matriz de Leopold os parâmetros acima mencionados recebem valores que variam de 0 a 2 de acordo com a sua intensidade (a exceção é o parâmetro extensão que pode variar de 0 a 10, e os parâmetros ação, que pode variar de 0 a 3) a magnitude e a importância recebem notas de 1 a 10. Tais notas são geradas a partir do somatório dos valores atribuídos aos parâmetros acima mencionados.

Na matriz proposta no presente trabalho o parâmetro extensão foi excluído, tendo em vista a sua semelhança com o parâmetro distribuição espacial bem como, a possibilidade de contribuição desproporcional aos demais parâmetros, já que sozinho mesmo, pode variar de 0 a 10. Outra mudança proposta foi a alteração dos pesos, que na matriz utilizada o menor valor possível considerado foi o 1, e o maior 3 (com exceção do parâmetro ação cuja nota máxima é 4 e da intensidade). A proposta destas alterações se deve ao entendimento de que mesmo o menor impacto previsto deve ser mensurado a fim de que contribua no somatório total.

O parâmetro Intensidade também sofreu modificações, nossa proposição é que o supracitado parâmetro receba uma maior importância no cálculo do impacto, bem como a maior diversificação de pesos. Esta modificação se justifica pelo facto da intensidade representar uma quantificação da ação impactante, e, portanto, não está relacionada a características intrínsecas de cada aspecto ambiental, ao contrário do que acontece com os demais parâmetros, por isso, um mesmo aspecto ambiental poderá causar impactos diferentes, devido a sua intensidade, dependendo do tipo de processo utilizado na ETAR. Um exemplo que pode ser utilizado para elucidar esta justificativa se refere ao lançamento de fármacos e de nutrientes através do efluente de uma ETAR. O impacto qualitativo de fármacos possivelmente apresenta um maior valor do que o impacto causado pelo lançamento de nutrientes, isso se deve as suas características intrínsecas como bioactividade etc. No entanto, do ponto de vista quantitativo, o lançamento de nutrientes é muito maior tendo em vista os frequentes casos de eutrofização em nossos corpos hídricos.

Na matriz de Leopold existem vários aspectos ambientais (97 no total) bem como, diversos impactos ambientais (88 no total), possibilitando até 8.536 interações possíveis. Na matriz proposta para este trabalho, foram selecionados 7 aspectos ambientais e 8 impactos ambientais divididos em 4 factores ambientais (água, atmosfera, solo e biota), que possibilitam até 56 interações. Tais modificações já são previstas na própria metodologia (Leopold *et al.*, 1971, p. 5). A tabela 3, mostra com mais detalhes os aspectos e impactos ambientais escolhidos bem como, compara estes parâmetros com a matriz de Leopold.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Tabela 1: Comparação entre aspectos e impactos ambientais disponíveis na matriz de Leopold com os aspectos propostos pela matriz utilizada no trabalho

Matriz de Leopold		Matriz proposta
Aspectos ambientais	97	7 [Geração de gases do efeito estufa (metano, dióxido de carbono e óxido nítrico), Liberação de micropoluentes (produtos de limpeza e cosméticos, fármacos, interferentes endócrinos), Liberação de nutrientes (nitrogénio e fósforo), Liberação de sólidos (orgânicos e inorgânicos), Liberação de agentes patogénicos, Geração de gás sulfúrico e Geração de aerossóis]
Impactos ambientais	88	8 [Contaminação dos recursos hídricos, Eutrofização, contaminação do solo, Aquecimento global, Geração de maus odores, Poluição atmosférica, Proliferação de vectores e Desequilíbrio da fauna].
Máximo de cruzamentos	8.536	56

Fonte: Autores (2024)

A média total foi determinada a partir da média aritmética (excluindo-se zero) dos valores atribuídos a cada impacto ambiental. A média total é referente a cada factor ambiental.

Os valores referentes aos totais reais (x) foram obtidos a partir do somatório dos valores da média total de todos os aspectos ambientais para cada um dos 4 factores ambientais (água, solo, atmosfera e biota). Os valores totais reais foram utilizados, na variável (x), da equação do grau de deterioração (y).

O grau de deterioração real (y) é obtido a partir da equação da recta:

$$y = a \cdot x + b \quad [\text{Eq.1}]$$

Onde:

y – é o grau de deterioração em %

x – Valor dos totais reais

a e b – são os valores encontrados no cálculo do grau de deterioração.

O grau de deterioração foi calculado para a magnitude e para a importância, referente a cada um dos factores ambientais (água, solo, atmosfera e biota) através da Eq.1. O grau de deterioração (y) varia de 0% a 100% de deterioração.

A metodologia aplicada na tabulação dos dados e no preenchimento das tabelas encontra-se detalhada em Leopold *et al.*, (1971). Outra modificação proposta está relacionada com a identificação de impactos positivos e negativos. Na matriz de Leopold são considerados os impactos ambientais positivos e negativos. Tal distribuição entre os impactos se faz necessário em situações onde a viabilidade do empreendimento é analisada. Em estações de tratamento de esgotos esta



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

análise não se faz necessária tendo em vista que a implementação de um ETAR sempre terá como objectivo final a solução de impactos negativos de grande magnitude (liberação de esgoto não tratado, propagação de doenças etc.) de forma que a implementação do empreendimento sempre será de carácter positivo. Por isso, na presente matriz só foram avaliados os impactos negativos.

3. RESULTADOS

3.1. Análises da qualidade física, química e microbiológica das amostras de águas da ETAR e do corpo receptor/ rio

Após a realização das análises físicas, químicas e microbiológicas das amostras de água da ETAR e do corpo de água, foram obtidos os seguintes apresentados na tabela 2, a seguir: **Tabela**

Tabela 2: Resultados das análises laboratoriais das amestras de água da ETAR e o corpo receptor

Local	Tipo de água	pH	STD [mg/l]	DQO [mg/l]	OD [mg/l]	Nitrato [mg/l]	C. Totais [NMP]
P ₁	Efluente antes do tratamento	6,2	372	168	1,89	46,5	1830
P ₂	Efluente depois do tratamento	7,18	301	98,7	6,3	41,9	1440
P ₃	Água do rio, antes da mistura com o efluente tratado pela ETAR	7,73	86,4	17,4	14,7	11,8	170
P ₄	Água do rio, depois da mistura com o efluente tratado pela ETAR	7,39	212,8	36,8	10,9	33,4	497

Fonte: Autores (2024)

As águas da ETAR do HPC não dispõem de uma classificação quanto a sua classe. Sendo assim, de acordo com a resolução CONAMA 357/05, em seu capítulo VI Artg. 42 “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”. Portanto, utilizou-se esta classificação para o presente estudo, com a finalidade de analisar as condições em que se encontra o corpo hídrico estudado.

3.1.1. pH

O pH nas amostras colectadas variou de 6,2 a 7,73 sendo a mínima para o ponto 1 e a máxima para o ponto 3, respectivamente (Figura 5). O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os iões presentes (Filho, 2018). De acordo com os dados obtidos, observa-se que a mostra de água do ponto 1 da ETAR apresenta um valor de pH baixo, indicando para um potencial ácido, provavelmente devido a composição do efluente, pois é um efluente hospitalar pode estar misturado



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

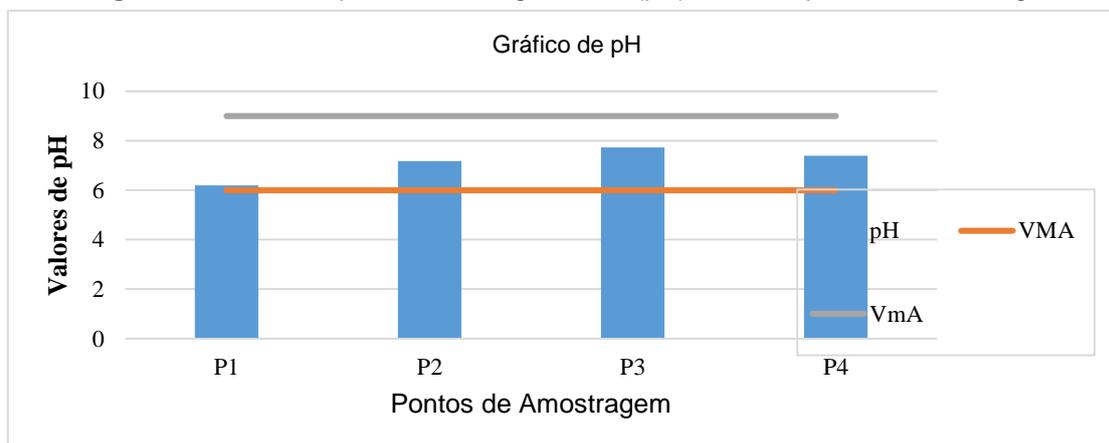
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

com fezes e/ou urina, que segundo Naime (2009), são factores que contribuem para a redução dos níveis de pH.

Os demais pontos de amostragem, apresentam níveis de pH acima da neutralidade conferindo assim as amostras de água um potencial básico, que segundo Naime (2009), pode ter sido influenciado pelas características do litotipo da área.

Segundo a Resolução CONAMA 357/05, os valores permitidos para o pH em cursos de água classe 2 estão entre 6.0 e 9.0, assim sendo, através dos resultados obtidos neste trabalho observou-se que, em nenhum momento os valores de pH situaram-se fora dos limites, não havendo qualquer alteração decorrente de factores indesejáveis, que pudessem alterar significativamente esse parâmetro.

Figura 2: Gráfico do potencial hidrogeniônico (pH) em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

Em comparação com o estudo realizado por MALOPE (2014), na mesma ETAR. Verifica-se que não existe uma diferença significativa entre os valores encontrados, no que concerne a variação do pH, pois a mínima encontrada por MALOPE, foi de 6,79 e para o presente estudo foi de 6,2. A máxima encontrada por MALOPE, foi de 7,43 e para o presente estudo 7,73. A diferença faz-se sentir apenas nas decimas, porém em ambos os casos, os valores de pH situaram-se dentro dos limites estabelecidos por lei.

3.1.2. Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos nas amostras de águas colectadas variaram entre 86,4 mg/l no ponto 3 a 372,0 mg/l no ponto 1, sendo que o ponto 3 se distinguiu claramente dos demais pontos analisados (Figura 9). Embora não tenha sido determinada a cor, sabe-se que elevados valores de STD podem elevar a cor e, em menor proporção a turbidez das águas. Conforme Braga (2003), maiores valores de cor e turbidez trazem implicações tanto para o ecossistema aquático, onde dificulta a penetração dos raios solares desfavorecendo a fotossíntese diminuindo a concentração de



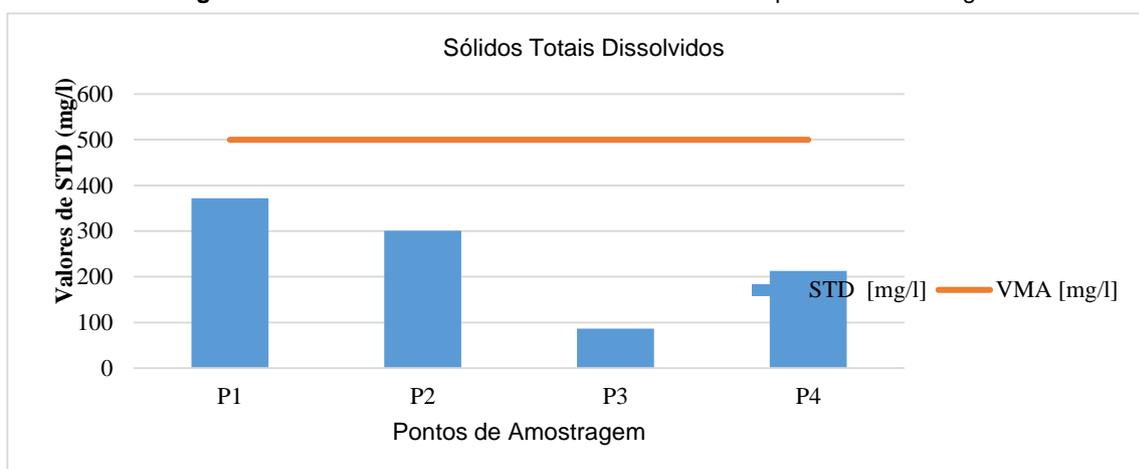
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

oxigênio dissolvido nas águas e outros agravantes, quanto para o tratamento e abastecimento público. Richter (2005), cita que águas com elevadas concentrações na cor, turbidez e sólidos dissolvidos, aumentam os custos de tratamento, diminui a vida útil dos filtros nas estações de tratamento.

A Resolução CONAMA 357/05 aponta que para cursos de água Classe 2, o nível máximo permitido de sólidos totais dissolvidos tem que ser inferior ou igual a 500 mg/l. Portanto, ficou evidente que em todos os pontos as amostras ficaram com níveis dentro do estabelecido pelas exigências da norma.

Figura 3: Gráfico de Sólidos totais dissolvidos em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

Em comparação com o estudo realizado por Malope (2014), na mesma ETAR. Verifica-se que não existe uma diferença significativa entre os valores encontrados, no que concerne a variação do pH, pois a mínima encontrada por MALOPE, foi de 6,79 e para o presente estudo foi de 6,2. A máxima encontrada por MALOPE, foi de 7,43 e para o presente estudo 7,73. A diferença faz-se sentir apenas nas decimas, porém em ambos os casos, os valores de pH situaram-se dentro dos limites estabelecidos por lei.

3.1.3. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os resultados da DQO foram muito variados. No ponto (1), foi obtido o maior valor de 168 mg/l, no ponto (2), 98,7 mg/l, no ponto (3) foi registrado o menor que foi de 17,4 mg/l e por fim no ponto (4), 36,8 mg/l (Figura 4). A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites para esse parâmetro de qualidade da água para classe 2, tendo-se recorrido aos limites preconizados pela norma para classe 1.

A Resolução CONAMA 357/05 estipula que os cursos de água Classe 1 devem apresentar DQO entre 3 a 5 mg/l, assim sendo, através dos resultados obtidos neste trabalho observou-se que,

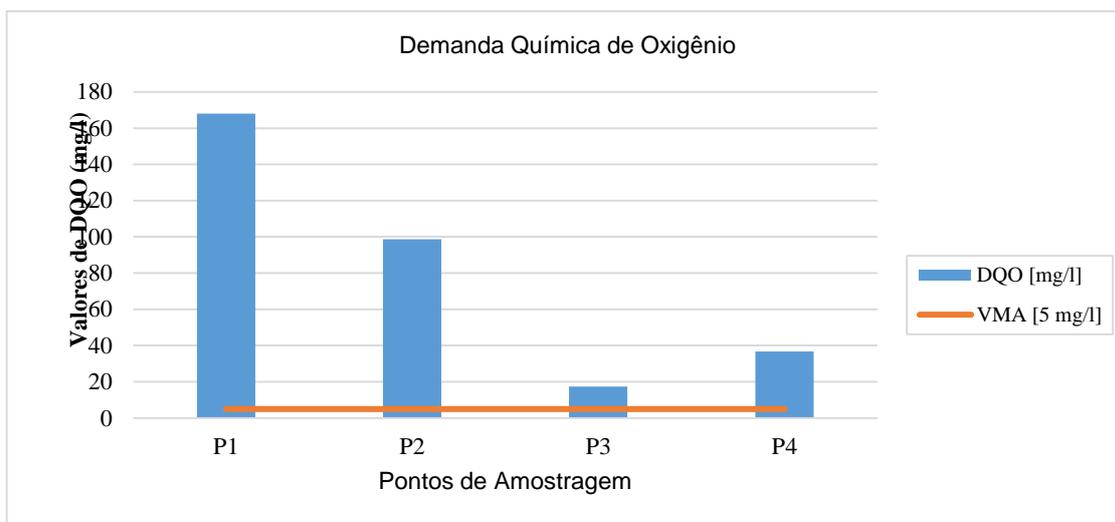


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

em todos momentos os valores de DQO situaram-se fora dos limites estabelecidos. As amostras apresentaram grande quantidade de material orgânico, que pode levar ao comprometimento de corpos hídricos naturais quando descartada, o que se pode traduzir em prejuízos enormes para toda a comunidade aquática existente.

Figura 4: Gráfico da demanda química de oxigênio em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

Malope (2014), em um estudo similar a este, que objectivava a avaliação da eficiência da mesma ETAR, aferiu a Demanda Bioquímica de Oxigênio e encontrou valores muito acima do admissível por lei. Tendo registado uma variação de 9 a 35,8 mg/l, tendo assim em todos os pontos extrapolado o limite máximo estabelecido por lei que é de 5 mg/l. Porém, diferentemente do estudo realizado por Malope (2014), no presente estudo, não foi aferido este parâmetro (Demanda Bioquímica de Oxigênio), mas foi aferido um outro semelhante a este, que é a Demanda Química de Oxigênio. Ambos os parâmetros objectivam determinar a extensão da poluição orgânica em sistemas aquáticos, os quais afectam negativamente a qualidade das águas. E os valores encontrados não se diferem aos do estudo anterior, pois os valores encontrados em todas as amostras situaram-se acima do limite máximo admissível por lei.

3.1.4. Oxigênio Dissolvido (OD)

Nas amostras colectadas, o oxigênio dissolvido variou de 1,86 a 14,7 sendo a mínima registrada no ponto 1 e a máxima no ponto 3, respectivamente (Figura 6). Esses valores comprovam o aumento da concentração de matéria orgânica ao longo do trajecto da ETAR, o que leva a um aumento da decomposição, processo que consome oxigênio, reduzindo-o na água. A baixa



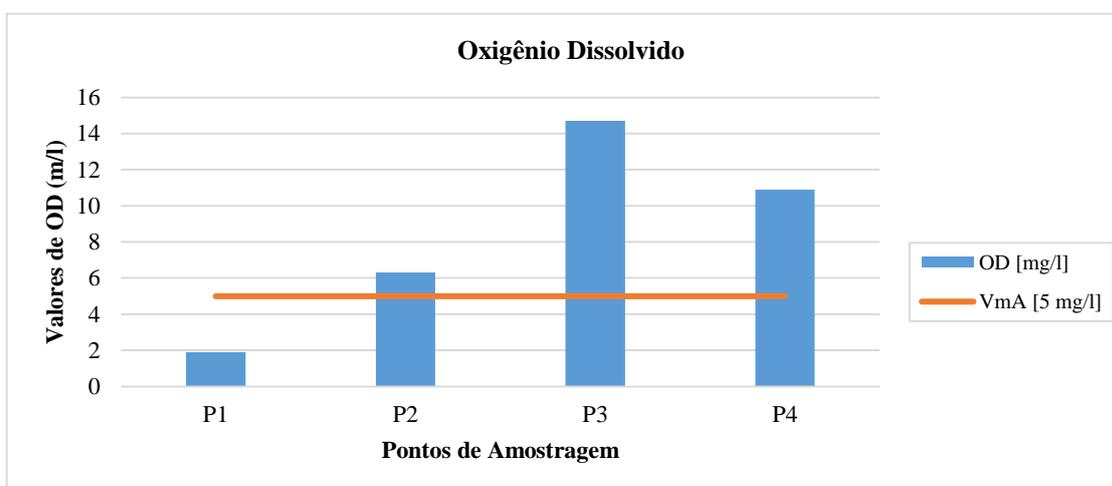
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

concentração de OD no ponto 1 pode estar relacionada a elevados níveis de actividade microbiana na deposição de matéria orgânica proveniente do efluente hospitalar.

Segundo a Resolução CONAMA 357/05, em cursos de água de classe 2, o nível de OD deve ser maior ou igual a 5 mg/l, assim sendo, conclui-se que apenas a amostra de água do ponto 1 da ETAR é que se encontra fora do estabelecido pela norma, presumindo-se que o valor apresentado de OD seja directamente afectado por esgoto bruto vindo do HPC.

Figura 5: Gráfico do potencial hidrogeniônico (pH) em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

De acordo com Kubitza (2000), quando esta concentração de OD, chega a valores abaixo de 2 mg/l pode ocorrer excessivo estresse e mortalidade de peixes no ambiente aquático. O oxigênio dissolvido no estudo realizado por Malope (2014), variou no intervalo de 0,97 a 11,53 mg/l enquanto no presente estudo, o OD variou de 1,86 a 14,7 mg/l. O autor indicou o aumento da matéria orgânica ao longo do trajecto da ETAR como sendo o principal factor que ocasionou a redução do oxigênio dissolvido no meio aquático. Isto porque, com o aumento da matéria orgânica, maior é a actividade microbiana que consiste na decomposição da matéria orgânica e neste processo ocorre o consumo do oxigênio dissolvido (OD).

3.1.5. Nitrato

O nitrato é uma substância química derivada do nitrogênio que, em baixas concentrações, se encontra de forma natural na água e no solo, e é um parâmetro muito importante, pois quando encontrado em águas minerais é associado ao risco de duas doenças graves como a metahemoglobinemia, conhecida como síndrome do bebê azul e o câncer gástrico (Foster; Hirata, 1988). As concentrações de nitrato nas amostras de água colectadas, variaram no intervalo de 11,8 mg/l a 46,5 mg/l, sendo a mínima registrada no ponto 3 e a máxima no ponto 1 (Figura 7). A Resolução CONAMA 357/05 aponta que para cursos de água de classe 2, a concentração máxima

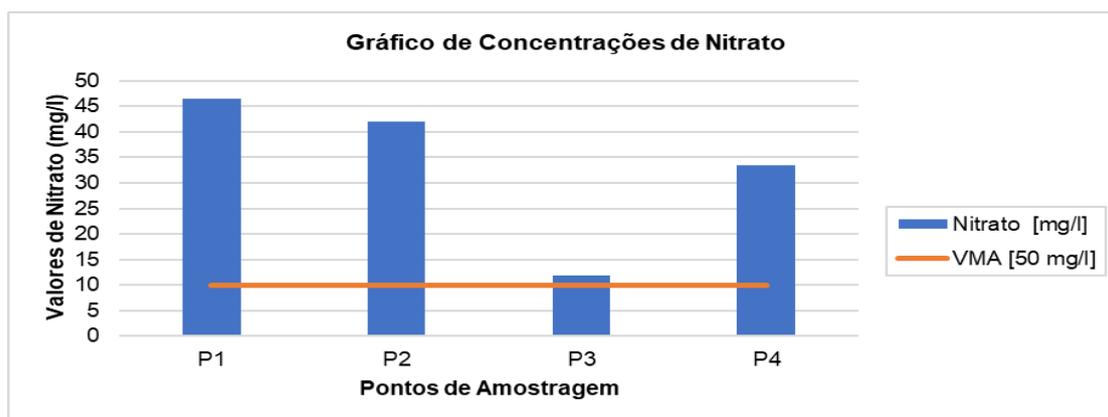


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

permitida de nitrato é de 10 mg/l. Assim, constata-se que as amostras de água de todos os pontos colectados estão fora do permitido pela norma. Os pontos 1, 2 e 4 apresentam concentrações muito mais elevada que a permitida, refletindo uma pura ineficiência do sistema de tratamento, o que representa altos riscos à saúde e segurança pública.

Figura 6: Gráfico de concentrações de Nitrato em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

3.1.6. Coliformes Totais

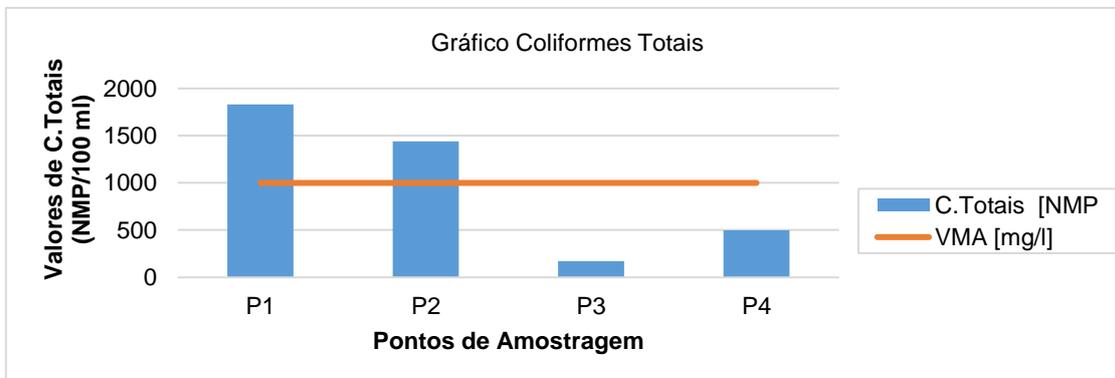
Em todas as amostras colectadas, foram observados a presença de coliformes totais, com maiores valores de NMP de coliformes totais no ponto 1 e 2 (Figura 7). De acordo com Magalhães Jr. (2007), visando a saúde pública, a análise do grupo de bactérias coliformes, é indispensável em estudos dessa natureza, pois esse grupo de microrganismos é óptimo indicador de contaminação fecal e mostram o potencial de contaminação da água através de organismos patogénos. De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, para cursos de água de classe 2, os valores de coliformes totais não devem exceder 1.000 coliformes por 100 ml de água em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras. Diante disto, pode-se notar que, nos pontos 1 e 2, são os que apresentaram valores acima do estabelecido pela norma. O que indica uma provável existência de microrganismos patogénos, constituindo assim um perigo a saúde pública e a vida aquática no corpo receptor.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Figura 7: Gráfico de NMP de coliformes totais em cada ponto de amostragem



Fonte: Autores (2024)

Diferentemente do estudo realizado por Malope (2014), no presente estudo foi aferido o NMP de coliformes Totais. Este parâmetro também é ótimo indicador de contaminação fecal e mostram o potencial de contaminação da água através de organismos patogênicos.

3.2. Análise da Entrevista e Diagnósticos dos Aspectos Socioambientais da área de Estudo

Em campo, após a identificação dos pontos de amostragem e a colecta das amostras de água na ETAR e no rio, a autora inquiriu um total de dez (10) moradores que vivem nos arredores da ETAR, dirigindo-lhes um formulário semiestruturados, com um conjunto de nove (9) questões, das quais algumas serão arroladas a seguir.

Composição e perfil das famílias casualmente afectadas pela ETAR

A composição, o tempo de residência e o perfil das famílias entrevistadas, foi um dos dados relevantes da pesquisa, pois por meio dele, foi possível estimar e ter em mente o número de pessoas afectadas e o tempo em que elas veem sofrendo com problema causado pela ETAR.

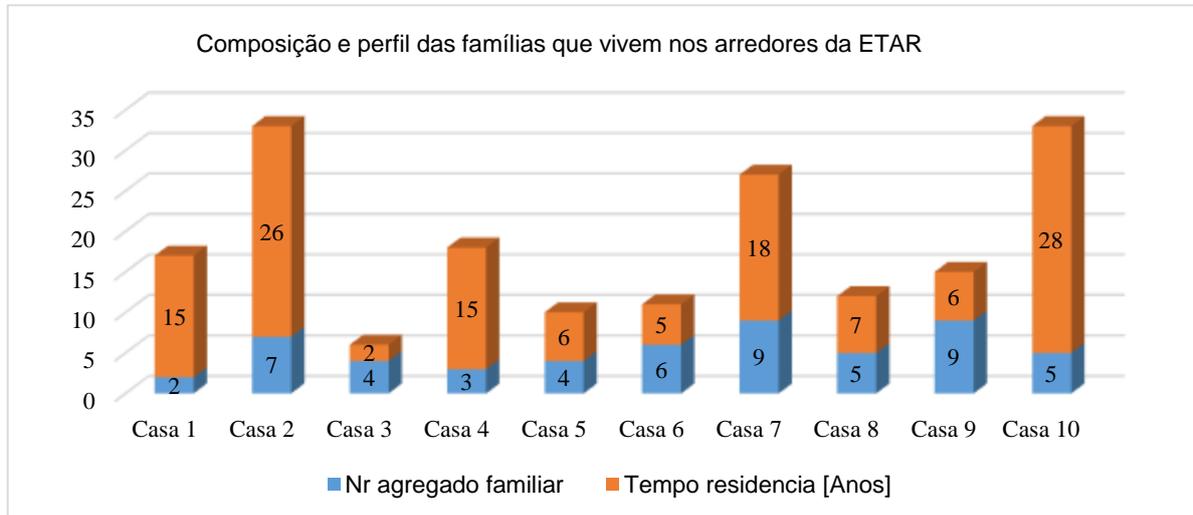
Na figura 8, é apresentado o gráfico da composição e perfil das famílias que vivem nos arredores da ETAR.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Figura 8: Gráfico da composição e perfil das famílias vizinhas da ETAR

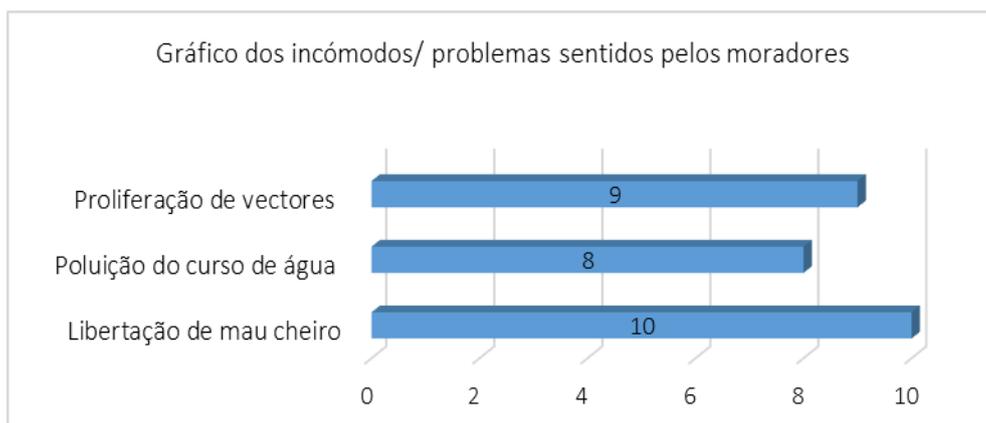


Fonte: Autores (2024)

Aspectos da qualidade de vida dos moradores que vivem próximas a ETAR

A maior parte dos moradores que vivem nos arredores da ETAR, apontam a ETAR como sendo a principal fonte dos demais problemas socioambientais que eles vêm enfrentado. Problemas estes tais como: libertação de mau cheiro, poluição do curso de água, proliferação de vectores (baratas e mosquitos) e etc.

Figura 9: Gráfico do número de indicações dos incómodos/ problemas sentidos pelos moradores



Fonte: Autores (2024)

De acordo com os moradores, um dos principais problemas com maior relevância que a comunidade vem enfrentando no seu dia-a-dia, é a convivência com o mau cheiro libertado pela ETAR, que chega a ser insuportável nos dias em que a ETAR recebe o efluente do Hospital Provincial de Chimoio. Malope (2014), em seu trabalho de conclusão de curso, realizou um estudo na mesma ETAR - estação de tratamento de águas residuais ora em ilusão, com o objectivo de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

avaliar a Eficiência do Sistema de Tratamento de Águas Residuais do Hospital provincial de Chimoio. Da análise feita pelo autor, o autor constatou que a ETAR não apresentava eficiência naquele que era o seu sistema de tratamento dessas águas residuais do HPC. Pois, o autor notou que os resultados laboratoriais de algumas amostras levando em consideração a legislação vigente, apresentavam valores fora dos limites admissíveis pela Resolução CONAMA 357/2005 classe 2. Os parâmetros, para os quais houve essa irregularidade foram: a Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Fósforo Total. Os valores de Escherichia Coli, Coliformes Totais e Oxigênio Dissolvido apresentaram oscilações desde a montante até a jusante. Apenas os parâmetros Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Totais Dissolvidos e Nitrogênio Total, que estiveram dentro do limite da legislação.

3.3. Avaliação de impacto ambiental da ETAR (Matriz de Leopold)

Conforme descrito na metodologia, para a avaliação do impacto ambiental causado pela operacionalização da ETAR do HPC, foi utilizado o método de matriz de Leopold.

Os resultados referentes a magnitude e importância dos impactos ambientais provocados pelo processo de tratamento de esgoto foram obtidos a partir do cruzamento dos aspectos ambientais: geração de gases do efeito estufa (metano, dióxido de carbono e óxido nítrico), liberação de micropoluentes (produtos de limpeza e cosméticos, fármacos, interferentes endócrinos), liberação de nutrientes (nitrogênio e fósforo), liberação de sólidos (orgânicos e inorgânicos), liberação de agentes patogênicos, geração de gás sulfúrico e geração de aerossóis, com os factores ambientais: contaminação dos recursos hídricos, eutrofização, contaminação do solo, aquecimento global, geração de maus odores, poluição atmosférica, proliferação de vectores e desequilíbrio da fauna (biota).

Na tabela 3, encontra-se a avaliação de impacto ambiental (AIA) propriamente dita, pois, observam-se os resultados referentes aos Totais reais (x) de magnitude e importância e suas respectivas médias aritméticas que representam a significância dos respectivos impactos ambientais. O valor dos totais reais (x) referentes a cada factor ambiental foi obtido a partir do somatório dos pesos atribuídos a cada cruzamento de aspecto ambiental e factor ambiental.

Tabela 3: Matriz da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) da Estação de Tratamento de Águas Residuais do Hospital Provincial de Chimoio

Liberação de gases do efeito estufa		Liberação de micropoluentes		Liberação de sólidos		Liberação de agentes patogênicos		Libertação de gás sulfúrico		Libertação de aerossóis		Libertação de nutrientes		TOTAIS REAIS (X)		MÉDIA (significado do impacto)	
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Água			6	13	3	7	8	14			3	6	9	18	28	57	6	11
Solo			4	12	6	1	6	13			3	7			19	46	5	12
Atmosfera	5	10			3	5			5	8	6	1			18	34	5	9
Biota					3	7	4	9					3	8	10	24	3	8
MÉDIA															19	40	5	10

M (magnitude) e I (importância)

Fonte: Autores (2024)

Valores de média (em relação aos factores ambientais) para magnitude e importância, até 5 representam impactos ambientais de pouca significância, valores de 5 até 8 exigirão medidas compensatórias e mitigadoras, se for o caso. Valores acima de 8 podem inviabilizar a actividade (Rocha *et al.*, 2003). Avaliando a tabela 3, podemos perceber que quase todos os valores encontrados na magnitude estão abaixo de cinco (5), excepto a média da magnitude do factor ambiental água e, portanto, representam baixo impacto ambiental. Mas do ponto de vista da importância todos os valores estão acima de 8 e, portanto, segundo Rocha *et al.*, (2003) devem ser alvo de medidas mitigadoras ou compensatórias. A água é o factor ambiental afectado pelo maior número de aspectos ambientais, do total de sete aspectos ambientais, cinco afectam a água, com destaque a libertação de nutrientes, maior responsável pela eutrofização dos corpos hídricos. O solo e a atmosfera são atingidos, cada um, por quatro aspectos ambientais. De todos os factores ambientais, a biota é a que é atingida pelo menor número de aspectos ambientais.

4. CONSIDERAÇÕES

Tendo em conta os resultados obtidos dos parâmetros físicos, químico e microbiológico das amostras de água da ETAR, conclui-se que há uma significativa extrapolação dos limites máximos estabelecidos pela norma (Resolução CONAMA 357/05), para emissão de efluentes em corpos receptores (rios, lagos e lagoas) de classe 2, após o seu tratamento. Os resultados das análises mostram que a DQO variou no intervalo de 17,4 a 168 mg/l. O pH variou no intervalo de 6,2 a 7,7. O OD variou no intervalo de 1,89 a 14,7 mg/l. O nitrato variou no intervalo de 11,8 a 46,5 mg/l. Em todas as amostras houve o crescimento microbiano sendo que o NMP de Coliformes torais variou no intervalo de 170 a 1830. E por fim, os STD nas amostras variou no intervalo de 86,4 a 372 mg/l.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

Com base no diagnóstico dos impactos socioambientais associados à ETAR, realizado a partir das observações e entrevistas feitas em campo, foi possível identificar os diversos problemas causados pela ETAR tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente. Entre esses problemas estão a poluição do ar, que provoca irritação aos moradores devido ao mau cheiro libertado pela ETAR, proliferação de vetores (mosquitos, moscas e baratas) que propagam doenças como malária, dengue, cólera e outras aos moradores, a contaminação e eutrofização do corpo hídrico local.

Ao avaliar os impactos ambientais associados a ETAR pelo método de Matriz de Leopold, constatou-se que a atividade de tratamento de águas residuais do HPC gera impactos ambientais importantes que merecem atenção dos gestores e dos órgãos ambientais, contudo, se conclui que a maioria dos impactos ambientais identificados são controláveis e/ou mitigáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais, de Universidade Zambeze (Moçambique) pelo incentivo e disponibilização de fundos para o apoio a pesquisa e publicação.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; AHMED, K; JAWAID, S. Impact of Hospital Waste o Health and Evironment. **Dubai Medical Journal**, v. 3, p. 130-141, 2020. Disponível em: <https://www.karger.com/Article/FullText/508339>. Acesso em: 21 maio 2024.

AREND, R. G.; HENKES, J. A. Efluentes Hospitalares: Avaliação da forma de disposição dos Efluentes Hospitalares em quatro municípios da região do Vale dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 263–308, 2013.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: [s. n.], 2003.

BRITTO, E. R. **Auditoria Ambiental e em Saneamento**. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007 193p.

COSTA, H. S.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, A. M. Aplicação da Matriz de Leopold na avaliação de impactos ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 2, p 156-169, 2005.

FILHO, V. J. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquíferos barreiras**: Estudo de caso em Benevides-Pa. Belém: [s. n.], 2018.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Proteção da qualidade da água subterrânea**: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: Servemar, 2006.

FRANK, C da S. **Concepção, construção e avaliação de fotorreatores catalisados na degradação de carga poluente e Amoxicilina em efluente hospitalar**. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NEGATIVOS CAUSADOS PELA ESTACÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO HOSPITAL PROVINCIAL DE CHIMOIO
 João Manuel Uaciquete, Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa, Gervásio Castro Morais Magaia, Castigo Mateus Tivane, Assucena Francisco Jane

LA ROVERE, E. L.; D'AVIGOGNON, A.; PIERRE, C. V.; KLIGERMAN, D. C.; SILVA, H. V. O.; ARATA, M. M. L.; MALHEIROS, T. M. M. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgoto Domésticos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994. v. 55. p. 1055-60.

LEOPOLD, L. B.; CLARK, F. F.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. **A procedure for evaluating environmental impact**, US Geological Survey Circular 645. Department of the Interior, Washington, DC, USA. 1971.

LINS, G. A. **Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs)**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2010.

MAGALHÃES Jr., A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MALOPE, J. J. M. **Eficiência do sistema de tratamento de águas residuais do hospital provincial de Chimoio**. [S. l.]: Centro Universitário (UNIABEU), 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). **Manual de Avaliação de Impacto Ambiental: métodos e técnicas**. Brasília: MMA, 1995.

MOTTA, S. Saneamento. *In*: ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia & Saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: MEDS, 1993. Cap 12, p.343-364.

NAIME et al. **Avaliação da Qualidade da Água Utilizada nas Agroindústrias Familiares do Vale dos Sinos**. [S. l.: s. n.], 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Constituição da Organização Mundial da Saúde**. Genebra: OMS, 1948. Disponível em https://www.who.int/governance/eb/who_constituiton_pt.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

RATTI, B. A.; BRUSTOLIN, C. F.; SIQUEIRA, T. A.; TORQUATO, A. S. **Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR**. Maringá-PR: [s. n.], 2011.

RICHTER, C. A. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. São Paulo: [s. n.], 2005.

ROCHA, J. S. M.; GARCIA, S. M.; ATAIDES, P. R. V. **Manual de Avaliações de Impactos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2003.

SUREHMA/GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA)**. Curitiba: Secretaria Especial do Meio Ambiente, 1992. 281 p.

TOMMASI, I. R. **Estudo de impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB, 1994. 355 p.