Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v3,
2021/02
ISSN 2178-6925

IMPACTOS AMBIENTAIS NA DESTINAÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA REDE HIDROGRÁFICA DO RIO MUATALA – CIDADE DE NAMPULA

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF IRREGULAR DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE MUATALA RIVER SYSTEM - NAMPULA CITY

António Gonçalves Fortes
Doutorando, Universidade Rovuma, Moçambique
E-mail: antoniogoncalves.fortes@yahoo.com

Abdala Raul Muarigue
Graduado, Universidade Rovuma, Moçambique
E-mail: abdalaraulmuarigue@gmail.com

Recebido: 29/09/2021 – Aceito: 10/10/2021

Resumo

A poluição ambiental das águas está entre os maiores problemas ambientais resultantes do crescimento populacional, urbanização e sobretudo, pelo ineficiente sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) nos maiores centros urbanos, constituindo, um problema socioeconômico e ambiental. Assim sendo, foi realizada uma pesquisa descritiva, sustentada pela observação e questionário com objetivo de descrever os impactos socioambientais da deposição de resíduos na rede hidrográfica do rio Muatala. Foram identificados vários focos de deposição irregular de RSU na rede hidrográfica, contendo resíduos perigosos, gerando insegurança ao meio ambiente, problemas socioeconômicos e para a saúde pública. Estas situações podem ser revertidas a partir da educação ambiental e GRSU de forma eficiente e sustentável. Conclui-se que a disposição irregular de resíduos sólidos na rede hidrográfica do rio Muatala é uma prática evitável e as famílias podem ser rentabilizadas.

Palavras-chave: Impactos ambientais; Resíduos sólidos; Destinação irregular; Rede hidrográfica.

Abstract

Water environmental pollution is among the major environmental problems resulting from population growth, urbanization and, above all, the inefficient solid urban waste management system (SWM) in major urban centers, constituting a socio-economic and environmental problem. Therefore, a descriptive research was carried out, supported by observation and questionnaire with the objective of declining the socio-environmental impacts of the deposition of waste disposal in the Muatala river network. Several focuses of irregular disposal of MSW in the hydrographic network were identified, containing hazardous waste, generating environmental insecurity, socio-economic problems and for public health. These situations can be reversed from environmental education and SWM in an efficient and sustainable manner. It was concluded that the irregular disposal of solid waste in the Muatala river hydrographic network is an avoidable practice and families can be made profitable.

Keywords: Environmental impacts; Solid waste; Irregular destination; Hydrographic network.

1. Introdução

A sociedade moderna identifica-se com um modelo de desenvolvimento que gera um elevado padrão de produção e consumo, associado ao crescimento populacional e ao intenso e desordenado processo de urbanização. Como consequência, vem ocorrendo um aumento na produção de resíduos, tanto em quantidade como em diversidade, sobretudo nos grandes centros urbanos. Por outro lado, os resíduos produzidos atualmente passaram a abrigar em sua composição elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde, em virtude das novas tecnologias incorporadas ao cotidiano (GOUVEIA, 2012).

Nas cidades moçambicanas, os Conselhos Municipais são responsáveis pela gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) e proporcionar um sistema eficaz e eficiente para os munícipes. Porém, muitas vezes eles enfrentam dificuldades de solução que vão além da capacidade da autoridade municipal, principalmente devido à falta de organização, recursos financeiros e à complexidade do sistema de gestão. Diante disso, um dos maiores problemas socioambientais que impactam a cidade de Nampula é a disposição irregular de resíduos sólidos urbanos (RSU) e poluição causada pelo ineficiente GRSU nas

suas diversas categorias: domésticos, urbanos, hospitalares e industriais.

Entretanto, este problema é mais grave quando os resíduos são descartados nas redes hidrográficas, sem tratamento prévio, visto que pode dizimar a vida aquática, ser vetor de várias doenças infectocontagiosas, contribuir para enchentes em tempos chuvosos, alterar o fluxo natural das águas do rio, contribuir para a degradação da qualidade do ar e mais, constituindo deste modo, um problema social, econômico e ambientais. Por outro lado, os RSU ao serem dispostos no solo estão sujeitos a sofrerem infiltrações de águas superficiais para as subterrâneas, além da contaminação do solo pelo chorume e metais pesados, maus odores e podendo ocasionar combustão acidental.

A população da cidade de Nampula, Moçambique (Fig. 1), é estimada em 743.125 habitantes (INE, 2019), responsáveis por cerca de 600 toneladas de resíduos sólidos domiciliares coletados diariamente e depositados em lixões oficiais, enterrados ou incinerados, sem nenhum tratamento prévio e depositados irregularmente em diversos locais, como o caso da rede hidrográfica, gerando, deste modo, problemas socioambientais e riscos à saúde humana.

A rede de drenagem urbana está entre as principais responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras incluindo resíduos sólidos na cidade de Nampula. Apesar de constituir um problema grave de GRSU e de saúde pública, no País, são escassos, quase inexistentes, estudos e dados sobre o tipo, a origem e a quantidade de RSU na rede de drenagem, principalmente nos maiores centros urbanos, o que impede, de certo modo, na mensuração dos impactos e identificação de estratégias para diminuir seus impactos.

Nesta perspectiva, o presente trabalho visa identificar o foco da prática de deposição irregular de resíduos sólidos na rede hidrográfica do rio Muatala e descrever os principais impactos socioambientais associados a essa prática, com vista a garantir um ambiente saudável e gestão sustentável dos resíduos sólidos.

1.1. Caracterização da cidade de Nampula

A cidade de Nampula é a capital da província do mesmo nome, localizado na região Norte de Moçambique, entre as coordenadas de latitude 15°7'S e

longitude 39°16'W. Tem uma população de 743.125 habitantes, segundo o Censo de 2017 e área superficial de 404 km^2 (INE, 2019). A cidade está completamente rodeada, mas administrativamente separada pelo distrito de Rapale.

A cidade encontra-se dividida em 7 postos administrativos urbanos, nomeadamente: o Central, Anchilo, Muatala, Muhala, Namikopo, Napipine e Natikire. O posto de Muatala localiza-se no extremo Sul da cidade e subdividido nas localidades de Muatala e a localidade de Mutauanha, estas duas divididas pelo curso do rio Muatala.

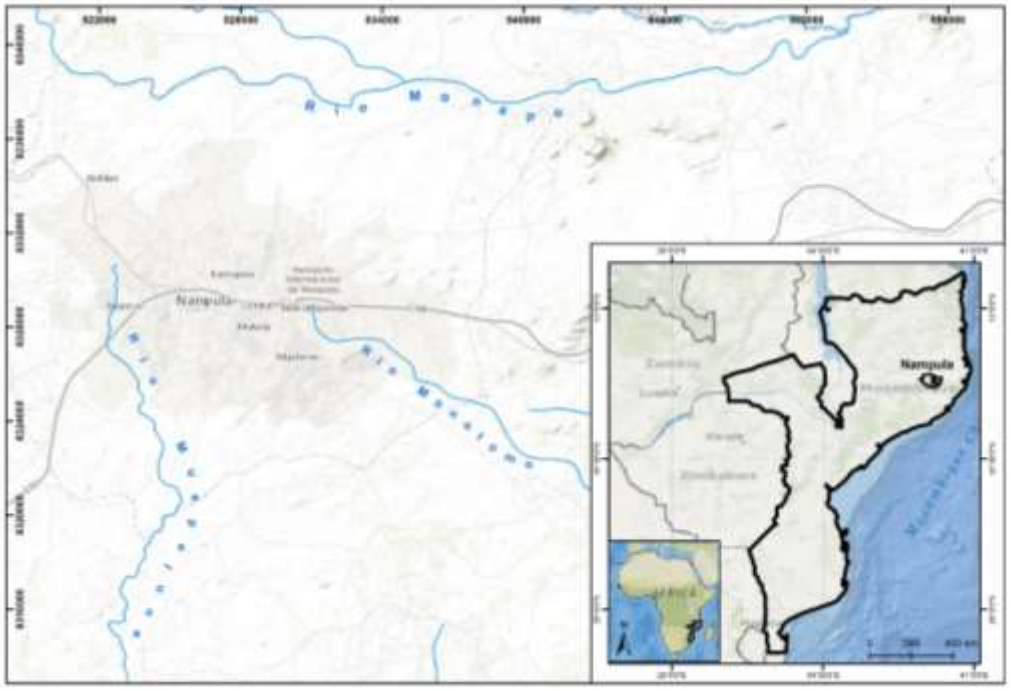

Figura 1: Localização geográfica e a rede hidrográfica da cidade de Nampula.
Fonte: Imagem própria da pesquisa 2021)

Como o rio Muatala, os principais rios que atravessam a cidade são perenes, com existência de alguns rios periódicos, porém, ambos não são navegáveis. Os principais cursos de água na cidade correm no sentido Noroeste a Sudeste com uma extrema importância para as populações locais, em grande medida, para abastecimento de água, peixe e as terras banhadas por esses rios são férteis para agricultura.

O rio Muatala, com nascente no bairro de Mutauanha, tem um regime permanente, o que faz com que seja um grande elemento para a produção

agrícola das comunidades que vivem na proximidade ou que exercem a atividade nela. Portanto, faz um percurso de 15 km, onde deságua no rio Mpelume. Durante o seu percurso é alimentado por diversos canais secundários das periferias da cidade de Nampula. O rio passa por diversos bairros urbanos, sendo o caso de Mutauanha, Matadouro, Cossorre e Muatala Expansão. O rio corre através da rede de drenagem urbana num percurso de 2 km, o resto do percurso corre de forma livre, o que o torna propenso a poluição solidas e corrosão da terra pelas zonas que passa.

2. Revisão da Literatura

2.1. Gestão de resíduos sólidos na cidade de Nampula

O Regulamento de gestão de resíduos, Decreto nº 13/2006 de 15 de julho, define resíduos "*como quaisquer substâncias ou objetos que são descartados, destinados a serem descartados ou que são obrigados a ser descartados por lei".* O regulamento classifica os resíduos em duas categorias, resíduos perigosos e não perigosos. Define os resíduos perigosos como "*resíduos que exibem características de risco por estes serem inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, infecciosos ou radioativos, ou por exporem quaisquer outras formas que podem representar perigo para a vida ou saúde das pessoas e outros seres vivos e para a qualidade do ambiente*". E os resíduos não perigosos são os "*resíduos que não contêm características de risco*" (MOÇAMBIQUE, 2006). Estas definições estão de acordo com os Anexos I, II e III da Convenção de Basileia.

Os resíduos sólidos, tais como lixo doméstico, materiais de construção/demolição inerte, como sucata de metal e embalagens vazias (exceto aqueles previamente usados para conter materiais perigosos), resíduos de operações industriais, como escória de caldeira, clínquer, e cinza volante, são considerados como resíduos não perigosos.

Segundo MICOA (2012, p. 43) "*A GRSU é a maneira de conceber, implementar e administrar sistemas de limpeza urbana, focando as dimensões ambiental, social, cultural, econômica, política e institucional, na perspectiva da*

sustentabilidade dos sistemas e considerando uma ampla participação da comunidade e das autoridades locais". O conceito abrange as políticas institucionais e administrativas, instrumentos e meios operacionais.

As cidades moçambicanas usam diferentes tecnologias, políticas e comportamentos para controlar os impactos negativos dos seus resíduos e para encontrar formas de reutilização deles. Esta combinação de métodos constitui a gestão de resíduos, que pode ser dividida em seis elementos funcionais que descrevem as etapas de gerenciamento, englobando a geração, tratamento, coleta, transporte, processamento e disposição final. Estes processos devem estar de acordo com a legislação vigente e os aspectos sociais de proteção ao meio ambiente e à saúde pública e aos recursos financeiros disponíveis.

Atualmente, os municípios moçambicanos fazem a gestão e o gerenciamento dos RSU focados no descarte final, porém, pode-se optar por práticas para a prevenção da poluição, da reutilização e reciclagem com vista a minimizar a geração de resíduos na fonte. São muitas as atribuições que normalmente afetam ao município de Nampula, órgão responsável pela limpeza urbana, dentre elas, a coleta domiciliar e de resíduos de unidades de trato de saúde, a limpeza de logradouros, a transferência e o transporte até o destino, a operação de estações de tratamento e de unidades de destinação final.

A recolha de RSU pelo município de Nampula tem sido seletiva, isto é, na área urbana central, os serviços ocorrem de forma frequente, com cobertura até 90%, porém, nos bairros periféricos, a coleta é aleatória ou inexistente, levando os moradores a incinerar ou enterrar os resíduos gerados. Na região urbana, o condicionamento é feito em contêineres comunitários de 1 a 6 m^3, estacionados nos bairros, em local estratégico e que atendam certo número de quadras.

A Empresa Municipal de Saneamento e Água de Nampula (EMUSANA) tem um baixo nível de educação ambiental, separação do lixo e coleta seletiva, e ainda não adotou as medidas de reciclagem dos resíduos na cidade. Atualmente, o CMCN recolhe menos de 50% do total dos resíduos domésticos, apesar do serviço ter o foco na área central, sem intervenções eficientes nas áreas suburbanas (EMUSANA, 2017). Porém, a situação atual da GRSU da cidade é extremamente precária. Na cidade existem depósitos irregulares de lixo em

terrenos desocupados, laterais de ruas, ferrovias e cursos de água. Nas áreas periféricas de urbanização caótica, o acesso aos caminhões é inviável devido à largura estreita das vias. Nestes locais, o lixo se acumula até mesmo entre as casas, sendo utilizado muitas vezes para evitar a erosão. A queima de lixo também é uma prática comum, nas áreas residenciais e comerciais, produzindo riscos ao ambiente e à saúde pública (NAMAGALIMA; FORTES, 2020).

2.2. Políticas públicas de GRSU em Moçambique

O perfil institucional e legal para questões ambientais em Moçambique é recente. Nos princípios da década de 80, começou a surgir uma certa preocupação com o estado do ambiente e criou-se uma Unidade de Gestão Ambiental dentro do Instituto Nacional de Planejamento Físico, cujo objetivo fundamental era propor um aparelho institucional capaz de integrar os princípios ambientais no processo de desenvolvimento do país. Esta mesma unidade, em 1981, passou a designar-se Divisão do Meio Ambiente. Porém, só em 1987 é que foi designado ao Ministério dos Recursos Minerais a institucionalização da gestão ambiental, sendo este assistido pelo Ministro da Construção e Águas.

Em 1992 é criada a primeira instituição independente de âmbito nacional para a gestão ambiental, a Comissão Nacional do Meio Ambiente (CNMA), como resultado da Conferência Nacional sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em outubro de 1991. Mais tarde, em 1994, a CNA foi extinta e foi criado o atual Ministério para a Coordenação Ambiental (MICOA), que tem a tarefa de coordenar em nível nacional todas as atividades no domínio do ambiente, promovendo a gestão, preservação e utilização racional dos recursos naturais do país, bem como propor políticas e estratégias ambientais a serem integradas nos planos setoriais de desenvolvimento (MICOA, 2012). Em 2000 foi criado o Fundo do Ambiente, vinculado ao MICOA com a missão de gerar e mobilizar recursos destinados a financiar iniciativas ambientais nas áreas de promoção de tecnologias limpas, gestão ambiental e na resposta a desastres ambientais.

A Política Ambiental, aprovada através da resolução nº 5/95 de 3 de agosto, estabeleceu as bases legais para o uso e gestão do meio ambiente, de modo a

garantir o desenvolvimento sustentável do País, consagrando legislativamente os princípios do desenvolvimento sustentável, poluidor-pagador, participação pública e da valorização do património cultural, e ditou-se também a necessidade de regulamentar os padrões ambientais e o processo de avaliação do impacto ambiental (MOÇAMBIQUE, 1995).

A Lei do Ambiente nº 20/97, de 1 de outubro, constitui o fundamento das leis em matéria de meio ambiente adotadas pelo governo moçambicano. Nela se regulamentam matérias como as da preservação, proteção e melhoria do ambiente, progresso da abordagem integrada da gestão do ambiente, do uso racional dos recursos naturais nacionais, da necessidade de seguros para as atividades que envolvam poluição ou degradação do ambiente, e do controle da poluição. Para além de promover a gestão sustentável do ambiente e a adoção de medidas de colaboração entre a administração central e as autarquias locais (MOÇAMBIQUE, 1997a). Esta Lei é aplicável a todas as atividades que podem, direta ou indiretamente, afetar o meio ambiente.

A proibição de deposição desregulada de resíduos consta da lei nº 16/91, de 3 de agosto, Lei de Águas, a qual proíbe a acumulação de resíduos sólidos, desperdícios ou quaisquer substâncias que possam contaminar ou propiciar riscos de contaminação das águas (MOÇAMBIQUE, 1991, art. 53). 6 anos depois, a Lei do Ambiente veio proibir a deposição final de resíduos no solo ou subsolo, bem como o seu lançamento nos recursos hídricos para o território nacional (MOÇAMBIQUE, 1997a, art. 9).

O Regulamento sobre a de gestão de resíduos, o Decreto 13/2006 de 15 de junho estabelece a classificação dos resíduos sólidos, as formas de segregação, identificação e acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e deposição final, regulamentando os padrões e requisitos aplicáveis à gestão de resíduos, perigosos e não perigosos, resultantes das atividades de produção, transporte e deposição (MOÇAMBIQUE, 2006). Este regulamento, na prática, descentraliza a gestão do problema dos resíduos sólidos, delegando às autarquias a adoção de medidas específicas de acordo com as normas estabelecidas pelo plano estratégico para o setor ambiental e estratégia para desenvolvimento sustentável.

Em Moçambique as autoridades municipais são responsáveis pela gestão

dos lixos urbanos, segundo o artigo 6 da Lei 2/97, de 18 de fevereiro e o artigo 25 da Lei 11/97, de 31 de maio (MOÇAMBIQUE, 1997b, 1997c). Apesar disso, a falta de recursos financeiros, humanos e materiais, continua a comprometer a prestação deste serviço básico. A lei municipal nº 2/97, atribui a responsabilidade aos municípios para garantir o saneamento e qualidade de vida básicos dentro dos seus municípios. A Lei estabelece a responsabilidade municipal para desenvolver programas de proteção ecológica e procedimentos para a remoção de resíduos sólidos, e o tratamento e descarte de resíduos sólidos, incluindo resíduos hospitalares e perigosos (MOÇAMBIQUE, 1997c).

O Conselho Municipal da Cidade de Nampula exerce um papel chave no processo de GRSU, visto que cabe a ele a aprovação de instrumentos legais fundamentais para efetivação de um sistema de gestão sustentável de resíduos sólidos, tais como regulamentos de limpeza urbana ou cobranças de taxas e tarifas, código tributário com inclusão da taxa de limpeza pública, condutas municipais, mobilização de recursos e organização dos diferentes intervenientes e na promoção de iniciativas para gestão sustentável dos resíduos sólidos.

2.3. GRSU na rede de drenagem em Nampula

A ação do homem sobre os recursos hídricos é o principal responsável pelas alterações na composição da água (LUCAS; CUNHA, 2007). A rede de drenagem urbana está entre as principais responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras, constituindo-se em um importante fator de degradação dos corpos hídricos. Esta poluição é considerada difusa, uma vez que provém de diferentes atividades que depositam poluentes de forma distribuída sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica (GAVA; FINOTTI, 2012).

Os RSU são os principais responsáveis pela produção de material sólido em uma bacia hidrográfica urbana de ocupação consolidada. Dentre os principais efeitos dos resíduos sólidos sobre o sistema de drenagem pode-se citar: obstrução dos canais, aumento da frequência de inundações e contaminação das águas (GAVA; FINOTTI, 2012). Uma das principais consequências são as enchentes, provenientes da ineficácia do canal em transportar um grande volume

de água, devido ao assoreamento do leito, gerado pelo aumento do transporte de sedimentos e de lixo para o canal, oriundo das áreas impermeáveis (LUCAS; CUNHA, 2007). Estudos realizados em diversos continentes (tabela 1) identificou os principais componentes no sistema de drenagem urbana.

Tabela 1: Resumo da composição dos resíduos sólidos em sistemas de drenagem urbana em cidades da África do Sul, Austrália e Brasil.

Local do estudo	**Plásticos**	**Outros**
Springs/África do Sul	62 %	Poliestireno 11 %, latas 10 %, papel 10 %, vidros 2 % e 5% de outros
Joanesburgo/África do Sul	80 %	Sedimentos, resíduo doméstico e grandes objetos como pneus de trator
Auckland/Austrália	65,4 %	3,3% alumínio, 26,8 % papel/papelão, 0,5 % lata/aço, 0,3 % vidro e 3,5 % outros
Cabo/África do Sul	> 50 %	Metal, madeira, borracha, principalmente
Melbourne/Austrália		90% de vegetação e o restante lixo de pessoas em trânsito. Grandes quantidades de papel, plásticos, vidros e metais
Sydney/Austrália		62% sedimentos, 33% folhas e gramíneas e 5% resíduo sólido doméstico
Bacia Cancela, Santa Maria-RS/Brasil	14,7 %	71,5 % de matéria orgânica, 0,4 % metal, 4,9 % isopor, 0,7 % vidro e 7,8 % outros do volume total quantificado.
Bacia Alto da Colina, Santa Maria-RS/Brasil	29 %	62,9 % matéria orgânica, 1,3 % metal, 1,1 % isopor, 0,8 % vidro e 5 % outros
Viamão-RS/Brasil (média entre 11 eventos)	11 %	48 % matéria orgânica, 29 % de madeira, 9 % isopor e 13 % outros
Bacia Arroio Esperança, Santa Maria-RS/Brasil	14 %	67 % matéria orgânica, 6 % madeira processada, 7 % vidros, metais, papel e papelão e 6 % outros.

Fonte: Adaptado de Gava e Finotti (2012, p. 82-83).

2.4. Tratamento e aproveitamento de RSU

O tratamento de resíduos pode ser compreendido como uma série de procedimentos físicos, químicos e biológicos que tem por objetivo diminuir a carga poluidora do meio ambiente, reduzir os impactos sanitários negativos do homem e o beneficiamento econômico do resíduo (MICOA, 2012). São várias as

formas de tratamento e disposição final que podem ser aplicadas aos resíduos sólidos, entre os principais, podem ser citados: a reciclagem, a incineração para fins de recuperação energética, o coprocessamento ou a disposição final em aterros (tabela 2). A forma de gestão a adotar depende de forma intrínseca, da estratégia estabelecida pelo empresário em seu plano de gestão, observando-se os fatores socioeconômicos e ambientais (BERTICELLI *et al*., 2017).

Tabela 2: Principais tecnologias de tratamento de RSU.

Processo	Vantagens	Desvantagens
Reciclagem	- Diminuição de materiais a serem coletados e dispostos, aumentando a vida útil dos aterros sanitários. - Economia no consumo de energia. - Geração de emprego e renda. - Preservação de recursos e insumos.	- Alteração do processo tecnológico para o beneficiamento (reutilização de materiais no processo industrial). - Necessidade de participação ativa da população. - Custo de uma coleta diferenciada.
Compostagem	- Baixa complexidade na obtenção da licença ambiental. - Facilidade de monitoramento. - Diminuição da carga orgânica do rejeito a ser enviado ao aterro. - Tecnologia conhecida e de fácil implantação. - Viabilidade comercial para venda do composto gerado.	- Necessidade de investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo. - Requer pré-seleção da matéria orgânica na fonte. - Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo.
Aterro sanitário	- Baixo custo operacional. - Tecnologia amplamente conhecida. - Possibilidade de aproveitamento de biogás.	- Geração de odores característicos. - Necessidade de grandes áreas para o empreendimento. - Exige captura e tratamento de gases e lixiviados. - Após capacidade esgotada, ainda exige cuidado e manutenção.
Incineração	- Redução de volume. - Recuperação de energia; - Alimentação contínua dos resíduos. - Requer pequena área para instalação. - Relativamente sem ruídos e sem odores.	- Altos custos de investimentos e de operação e manutenção. - Mão de obra qualificada. - Problemas operacionais. - Inviabilidade com resíduos com menor poder calorífico. - Umidade excessiva, resíduos com menor poder calorífico dificultam a combustão. - Metais tóxicos podem ficar concentrados nas cinzas.

Fonte: Adaptado de (BERTICELLI *et al*., 2017).

Não existe nenhuma forma de tratamento de RSU implantado pelo município de Nampula, embora existam alguns coletores informais que selecionam plásticos, vidro e metais para reutilização, reciclagem ou venda nos diversos no

mercado formal e informal. E a fração remanescente é transportada para a lixeira municipal, ao céu aberto e aterros, sem o devido pré-tratamento, causando deste modo, perigo a população. A recuperação de custos da prestação desses serviços ao público é feita mediante a cobrança de uma taxa aplicada às faturas de energia, cuja receita deve ser revertida a favor da melhoria dos serviços prestados.

3. Metodologia

O estudo foi realizado no município de Nampula, ao longo do rio Muatala, na divisa entre as localidades de Mutauanha e Muatala, ambos do Posto Administrativo de Muatala.

A pesquisa descritiva foi usada para descrever as práticas sociais de gestão de resíduos sólidos, com enfoque para a destinação e origem dos resíduos no rio Muatala. Pela pesquisa incidir sobre um caso específico, detalhado e exaustivo de um único objeto, ela também pode ser classificada como estudo de caso. Ainda, se realizou a pesquisa bibliográfica, nos livros, artigos científicos, dissertações e teses, sobre as práticas de gestão, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos na cidade de Nampula. E a análise documental, da legislação ambiental nacional e municipal vigente na cidade de Nampula referente às práticas e gestão de resíduos sólidos urbanos.

Para a coleta dos dados primários, empregou-se as seguintes técnicas: (i) observação direta, que consistiu em visitas regulares ao longo do curso do rio Muatala, cidade de Nampula, com objetivo de observar as características socioambientais do local, descrição da forma como é feita a gestão de resíduos sólidos ou o descarte de resíduos, para além de classificar, quantificar a geração de resíduos sólidos e identificar os locais prioritários para incidência do estudo. Foram escolhidos para o estudo, os locais com maiores concentrações de resíduos ou com alteração do curso normal das águas do rio; (ii) questionário dirigido a 30 moradores que vivem na beira do rio Muatala em diferentes bairros da cidade, com objetivo de inteirar-se sobre o processo de GRSU, as causas da destinação destes ao longo do curso do rio, o nível de educação ambiental e as consequências dessa prática socioambiental inadequada.

4. Resultados e Discussão

Em Moçambique, os problemas graves de GRSU são diretamente proporcionais com o número de munícipes nas cidades. Na cidade de Nampula há depósitos irregulares de resíduos sólidos em todas as localidades e bairros, porém há um agravamento nos bairros periféricos, como o Mutauanha e Muatala, onde os locais de maiores concentrações irregular de resíduos são os terrenos desocupados, laterais de ruas, ferrovias e cursos de água.

Na cidade de Nampula, mais de 80% da população encontra-se nos bairros suburbanos, todavia, com a tendência crescente do êxodo rural este número tende a aumentar, criando insegurança no meio ambiente, aumento de geradores do lixo e poluidores, ocupação de terra de forma inadequada e consequentemente, problemas na GRSU. Por outro lado, a EMUSANA não adotou ainda campanhas de educação ambiental, medidas para o tratamento e deposição de resíduos sólidos, visto que a separação do lixo e coleta seletiva ainda são práticas desconhecidas para a maior parte da população.

A incapacidade na GRSU, leva o órgão municipal a olhar para os centros urbanos como prioridade, embora com muita dificuldade. Portanto, nos bairros periféricos e de locais de difícil acesso há falta generalizada de contentores de lixo e de coleta de RSU, visto que, as ruas e ruelas ou becos tem espessura que não permite a circulação dos veículos de coleta de lixo, o que obriga a população a agir por conta própria em termo da GRSU, consequentemente os resíduos são incinerados, aterrados e depositados em pontos irregulares a céu aberto, como nos cursos de água. A rede de águas fluviais do rio Muatala apresenta-se normalmente obstruída pelo lixo lançado pela população e por detritos provenientes das encostas que, associados à impermeabilização do solo devido ao asfalto, contribuem para uma resposta imediata na vazão do canal, em períodos de chuva, através das inundações.

Durante as observações foram registrados 186 pontos de descarte irregular de RSU no percurso do rio Muatala, 82 locais na localidade de Mutauanha e 104 em Muatala. Parte dos resíduos são transportados pelas águas do rio, porém, nos locais onde o rio é estreito, com obstáculos (Fig. 2 A-B), ou em locais de

difícil acesso (Fig. 2C) verifica-se uma maior acumulação de resíduos. Apesar da problemática se verificar em ambas as localidades, nas regiões baixas da localidade de Muatala, há maiores focos de descarte irregular de RSU.

Pela quantidade de RSU depositados, há uma interferência com impacto no processo de degradação do rio Muatala, que segundo Andrade e Felchak (2013), os excedente de resíduos, provocam dificuldades na capacidade de oxigenação da água, para além do acúmulo de material químico depositado no corpo do rio sem tratamento prévio, provoca impactos que afetam a qualidade da água e a sobrevivência da fauna e flora local.



Figura 2: Pontos irregular de deposição irregular de resíduos sólidos: (A) ponte que separa as localidades de Muatala e Mutauanha (B) Curso de água que deságua no rio Muatala – rua 1007 cidade de Nampula Central (C) Curso do rio Mutaunha, próximo ao mercado Matadouro.
Fonte: Imagem própria da pesquisa (2021)

O perfil da população foi descrito em termos de idade, gênero, tempo que reside próximo ao rio Muatala, tipo de resíduos frequentes no rio, destino do lixo produzido nas suas residências, entendimento sobre as doenças hídricas, tipo de doenças frequentes e as causas que contribuem para o descarte de lixo, sobretudo na rede hidrográfica do rio Muatala.

Quanto idade dos questionados, houve uma variação, sendo maiores frequências (8,9%), para 22, 27 e 29 anos, respectivamente, seguida de 6,7%, tanto para 19, 25, 26 e 28 anos (Fig. 3), essas duas frequências correspondem a 58,9% da amostra. Estes moradores constituíam os proprietários das casas (progenitor/a) ou responsáveis maiores de idade.

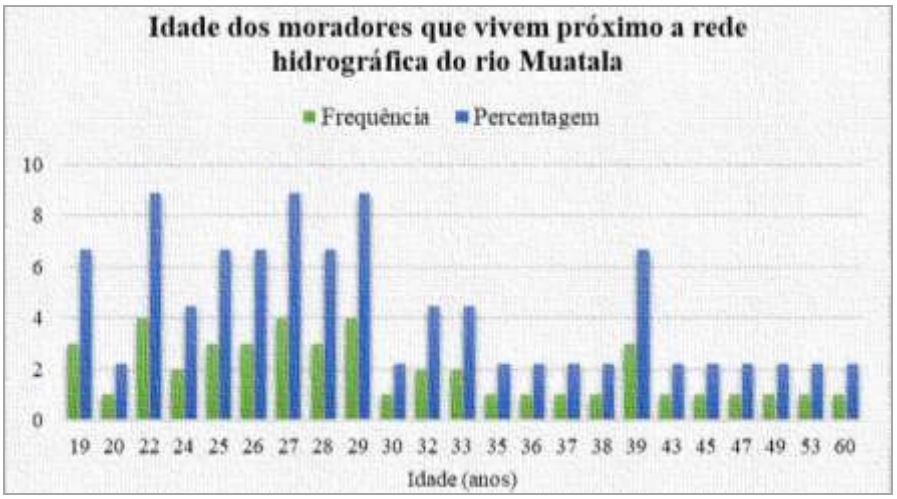

Figura 3: Perfil etário dos moradores que vivem próximo a rede de drenagem do rio Muatala.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Quanto ao perfil do gênero dos moradores, 58% eram do gênero masculino e 42 % do gênero feminino (Fig. 4). O perfil de gênero mostra duas realidades distintas: os homens foram os responsáveis por fornecer informações sobre as práticas sociais domiciliares, apesar disso, não corresponde ao perfil de gênero da cidade de Nampula, que segundo o censo de 2017 foi cerca de 47% do gênero masculino e 53 % do gênero feminino (INE, 2019).



Figura 4: Perfil de gênero dos moradores que vivem próximo a rede de drenagem do rio Muatala.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Quanto ao tempo que residem próximo a rede de drenagem do rio Muatala, houve uma variedade de respostas, onde a tónica dominante foi de moradores que vivem a menos de 5 anos (40 % da amostra), porém, ela vem acontecendo gradualmente a mais de 30 anos (Fig. 5). A ocupação desses locais pode ter diversas motivações, entre socioeconômicas, evolução social da cidade, até as

questões culturais. Porém, a problemática de ocupação irregular de terrenos e a fraca ação de fiscalização por parte do Município.

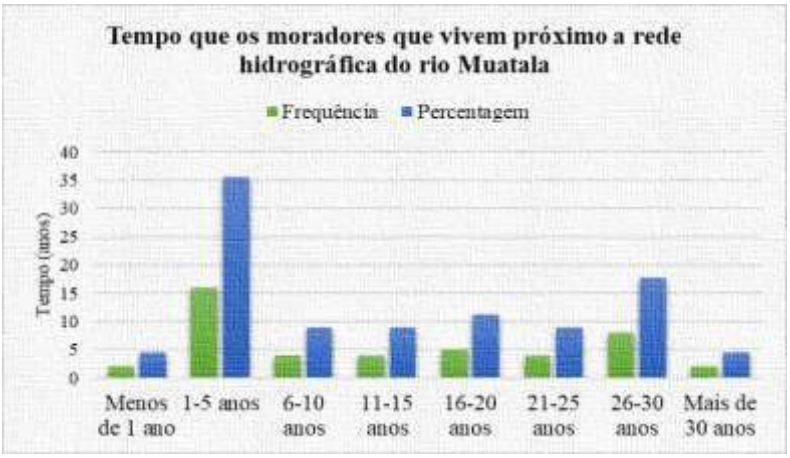

Figura 5: Tempo (em anos) de vivência dos moradores próximos ao rio Muatala.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

As famílias têm diversas práticas sociais de descarte do lixo, sendo as mais frequentes (Fig. 6), depósito em contentores de lixo disponibilizados pelo Município em alguns locais (33%), enterrar ou incinerar (29%) ou se deitar nas margens do rio para ser naturalmente escoado pelas águas (27%). Porém, a prática de "jogar fora" é comum, o que contribui para o acúmulo de resíduos domésticos nos rios, ruas e espaços entre as casas, sendo utilizado muitas vezes para evitar a erosão, criando problemas socioambientais ainda maiores.

Silva *et al*. (2014) destaca que o resíduo sólido a céu aberto acarreta diversos tipos de poluição e um dos mais poluentes e agressivos é o chorume, produzido pela matéria orgânica em decomposição. Quando se produz maior quantidade de chorume aumenta os riscos de contaminação da água, rios, ar, solo e lençol freático. Por um lado, Namagalima e Fortes (2020), identificaram que a incineração do lixo é uma prática comum nas áreas residenciais do posto administrativo de Muatala, produzindo, deste modo, riscos ao ambiente e a saúde pública, visto que, durante esta prática, há emissão de vapores e gases tóxicos, que alteram os padrões ambientais, descritos no artigo 10 da lei de ambiente nº 20/1997, de 1 de outubro (MOÇAMBIQUE, 1997c), para além de ocasionar problemas respiratórios. Por outro lado, e segundo Andrade e Felchak (2013) a

intensificação na deterioração da qualidade da água e o desaparecimento quase total da mata ciliar, responsável pelo equilíbrio geomorfológico do rio.



Figura 6: Locais onde moradores questionados depositam lixo gerado em suas residências.
Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Quanto à natureza dos resíduos sólidos encontrados ao longo da rede de drenagem do rio Muatala (Tabela 3) têm proveniência doméstica (56%), porém uma parcela considerável tem proveniência comercial (23%), construção (11%) e industrial (10%). Entre eles, inclui-se material orgânico e inorgânico. Os maiores focos de depósito irregular na rede hidrográfica estão associados aos locais próximos às moradias, porém verificou-se grandes volumes de RSU acumulado nos trechos do rio onde há barreiras e desvios do curso.

Gava e Finotti (2012) consideram que a grande variabilidade de volumes e categorias de resíduos encontrados nos estudos deve-se em parte à própria complexidade do problema e das características socioambientais dos locais estudados. Por isso, os mesmos autores sugerem a realização de novos estudos e uma padronização de estruturas de coleta pode auxiliar a explicar melhor a problemática dos resíduos sólidos encontrados nas redes de drenagem.

Segundo a lei de ambiente, os resíduos orgânicos e biodegradáveis não constituem maior problema ambiental, porém, os resíduos como restos de lâmpadas, pilhas e baterias, consumíveis informáticos e produtos não degradáveis constituem resíduos perigosos segundo o art. 10 da lei de ambiente

nº 20/1997, de 1 de outubro, o que pressupõe formas ambientalmente corretas de descarte pelo seu potencial de poluição e contaminação. Por outro lado, cacos de garrafa ou vidro quebrado, pedaços de metais constituem um risco a saúde pública, sobretudo dos utentes que atravessam o trecho do rio, ou utilizam o rio para algumas práticas sociais, como tomar banho.

Tabela 3: Proveniência e categorias dos resíduos encontrados ao longo do rio Muatala

Proveniência	Categorias	Materiais	Fração
Comercial	Vidros	- Garrafas de bebidas diversas; - Vidros quebrados para moveis e imoveis; - Vasos sanitários e mais	23%
	Plástico	- Embalagens; - Garrafas de bebidas e outros	
	Papel	- Caixas; - Papel usados vindo de reprografias; - Jornais.	
	Roupas	- Vinda dos vendedores e revendedores de fardos de roupas usadas - Farrapos e roupas usadas	
Doméstico	Vidros	- Garrafas de bebidas; - Louças quebradas e estilhaços diversos; – Eletrodoméstico a base de vidro.	56 %
	Alimentos	- Restos de comida e comida estragada	
	Vestuários	- Roupa velha; - Pastas e malas; - Lençol, manta, travesseiros e almofadas; - Fraldas descartáveis;	
	Eletrodomésticos	- Carcaças de TV, computador e aparelho de rádio; - Lâmpadas fluorescente, incandescente, LED e pilhas; - Restos de telefones e ventiladores	
	Plástico	- Embalagens e recipientes de produtos usados; - Eletrodomésticos estragados;	
	Outros	- Mobílias estragadas (cama, mesa e mais) - Objetos velhos, estragados e inutilizados; - Plantas e galhos de árvores; - Animais mortos.	
Materiais de construção	Entulho, vidros, cacos, madeira, louça sanitária, lata de tinta, azulejos, telhas, pedaços de chapas de zinco, baldes e lonas.		11 %
Industrial	Peças de automóveis, óleo queimado, plástico, papel, madeira, borracha, metal, vidros e cerâmica.		10 %

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Diante deste cenário, nota-se claramente a necessidade de realização de campanhas para sensibilizar a população a reutilizar e reciclar alguns produtos, a monitoria e a fiscalização para controlar e punir os infratores que depositam os resíduos sólidos em espaços inapropriados ou não indicados pela edilidade, para

além, do mais importante, as campanhas de educação ambiental, para estancar a problemática a partir da raiz (famílias ou outros focos de produção de resíduos).

Quanto ao potencial das águas de serem vetores para propagação de doenças (Fig. 7), 93% da população considera que as águas poluídas da rede de drenagem do rio Mautala são potenciais, porém 5% mantiveram-se indecisos e responderam “Talvez” e 2% acham que estas águas não têm potencial para serem vetores de doenças.



Figura 7: Conhecimento sobre possíveis doenças hídricas.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De acordo com o observado, há alteração dos parâmetros físico-químicos da água causado pela contaminação ou deposição irregular de resíduos na rede de drenagem do rio Muatala. Trata-se de um problema socioambiental e risco para a saúde pública de elevada gravidade, pois, embora sendo um rio de regime permanente, o recurso escorre transportando riscos eminentes, para além de tornar-se cada vez mais escassa a potabilidade ou utilidade das águas. Destacam-se abaixo os principais riscos socioambientais e para a saúde pública:

- Vetor de doenças: a imundice que se observa na rede de drenagem do rio Muatala, constitui um atentado a vida daquela comunidade, pois devido às práticas sociais de fecalismo a céu aberto e atividades humanas de deposição de resíduos, uso do recurso para banho, cozinhar e outras atividades domésticas, propiciam um palco de desenvolvimento de bactérias como vibrião colérico, salmonelas, entre outras que fazem mal a saúde do homem;

- Inundações: devido a deposição do lixo no curso de água, em tempos de chuva a zona fica propensa a inundações ou desvios do curso normal do rio;
- Vida aquática: sendo as águas do rio Muatala indispensável para algumas atividades daquela comunidade, observa-se uma tendência de perda de vida aquática e desenvolvimento de vermes, propiciando o aparecimento de bactérias, mosquitos e outros vetores de doenças;

Em função disso, os moradores já identificaram diversas doenças que podem ter origem hídrica ou da deficiente GRSU na rede de drenagem do rio Muatala, sendo as mais frequentes (Fig. 8), a cólera (40%), malária (34%) e febre tifóide (11%). Em percentagens menores, 5% cada, identificaram a bilharziose ou esquistossomose, doenças diarreicas e doenças da pele. Segundo Silva *et al*. (2014) o resíduo sólido depositado inadequadamente traz problemas de saúde pública, gerando doenças transmitidas por vetores que se proliferam no resíduo, destacando como principais transmissores; mosquitos, moscas, ratos, baratas, bactérias e fungos. Esses organismos podem habitar na água contaminada, que quando consumida sem o tratamento prévio (cloração e/ou alcalinização e filtração) podem causar um conjunto de doenças diarreicas agudas.

Os resultados obtidos por Lucas e Cunha (2007), Gava e Finotti (2012) e Silva *et al*. (2014) corroboram este resultado, mostrando-se que os resíduos sólidos são um dos principais responsáveis pelo aumento de doenças urbanas, desenvolvidas por aspectos sanitários não apropriados à população, sendo o fator que eleva em grandes números doenças como a cólera, malária, febre tifoide, entre outras. Esta situação pode ser controlada ou revertida, a partir da educação ambiental e demonstração prática da importância da eficiente ou adequada GRSU na comunidade.

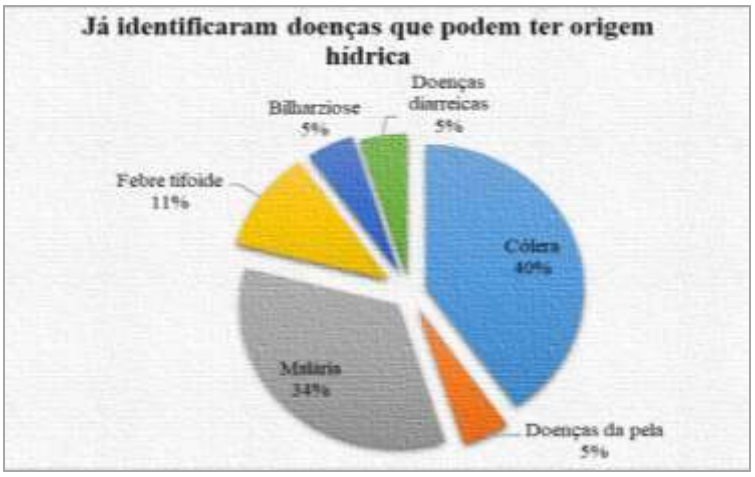

Figura 8: Tipos de doenças hídricas mais frequentes na região.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

As principais causas da poluição das águas é o desenvolvimento desenfreado das atividades humanas, sobretudo dos moradores que vivem próximo do rio. Com o aumento da deposição indevida de lixos provenientes do sistema doméstico, comercial, público e industrial, compromete o curso livre da água por pura falta de conscientização ambiental.

Apesar do certo conhecimento sobre o impacto que as águas poluídas podem causar na saúde humana, os moradores depositam os RSU na rede de drenagem do rio Muatala por falta de locais apropriados e próximos das suas residências (53%), por questões de hábitos e costumes (33%), pela falta de conscientização das entidades competentes, ligadas a área de meio ambiente, saneamento e drenagem (11%) e pela ausência da coleta domiciliar (2%).

Para além destas causas, a problemática pode ser devida: (i) o aumento da população a nível da cidade – leva as pessoas a constroem a sua moradia em lugares indevidos ou irregulares, gerando déficit das vias de acesso e aumentando, substancialmente, o número de consumidores e consequentemente, eleva o volume de produtores de resíduos sólidos; (ii) falta de fiscalização e gestão de resíduos nas redes hidrográficas da parte do órgão municipal, afetando de forma significativa o aumento de índice de poluição no rio Muatala, visto que parte considerável da população tem hábitos de depositar o lixo no rio e as autoridades municipais pouco fazem para impedir esta prática.

Parte desta problemática, segundo Andrade e Felchak (2013) é causada

pela falta de interesse do poder público na organização e planejamento da coleta, tratamento e destinação correta dos resíduos, identificada como uma causa social, ambiental e política dos impactos negativos na rede de drenagem do rio Muatala, na cidade de Nampula.

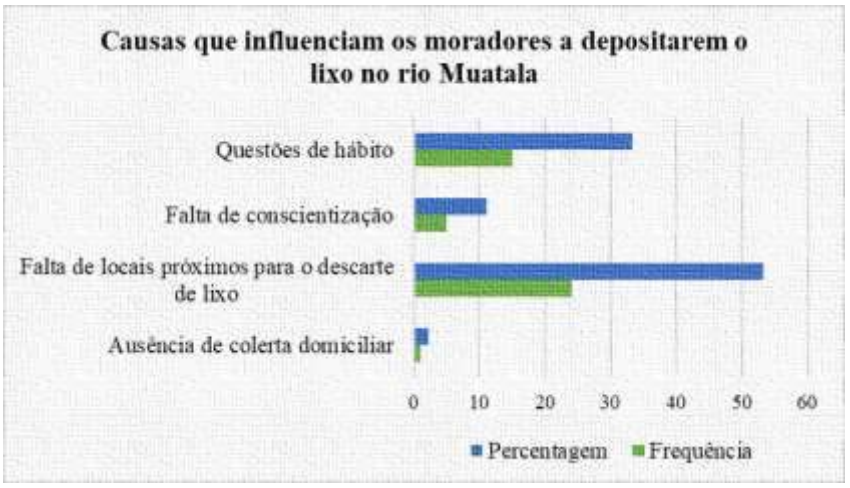

Figura 9: Causas que influenciam os moradores a depositarem lixo nas margens do rio Muatala.

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

5. Conclusão

Um dos aspectos que contribui para a qualidade da vida da população é o convívio num meio ambiente equilibrado e saudável. Assim sendo, apesar de existirem vários focos de descarte irregular de RSU na rede hidrográfica do rio Muatala, a população local tem conhecimentos sobre os impactos socioambientais e para a saúde pública desta prática. Porém, estes mostram-se insatisfeitos com o ineficiente sistema de coleta de resíduos adotado pelo município que exclui as populações das periferias, por isso elas depositam os resíduos gerados em lugares inapropriados, como ruas, terrenos baldios, margens de ferrovias e rios. Uma parte da população enterra o lixo para evitar a erosão e incinera parte deste, considerado de perigosos segundo a lei de ambiente nº 20/1997, de 1 de outubro, vigente em Moçambique.

A prática do descarte inadequado de resíduos sólidos na rede hidrográfica gera os seguintes impactos: (i) insegurança do meio ambiente, a partir do aumento poluentes na água, ocasionando inundações, alterações dos parâmetros

físico-químicos da água, contaminação das águas subterrâneas e superficiais e extinção de espécies; (ii) problemas socioeconômicos, pela perda da flora e fauna local, importantes no sustento das famílias; (iii) problemas para a saúde pública, pelo surgimento de doenças de origem hídrica; (iv) estética da cidade.

Estas situações podem ser revertidas a partir de: (a) educação ambiental sobre práticas sustentáveis de GRSU; (b) tratamento e deposição de RSU nos contentores indicados pela edilidade; (c) coleta regular dos RSU depositados; (d) fiscalização para eliminar focos de descarte em locais inapropriados; (e) ajuste das políticas socioambientais às ações de GRSU de forma sustentável; (f) monitoria e fiscalização para eliminar focos de descarte em locais inapropriados; (g) coleta seletiva seguido da reutilização, reciclagem e geração mínima de resíduos, práticas desconhecidas para a maior parte da população

Em suma, a disposição irregular de resíduos sólidos na rede hidrográfica do rio Muatala é uma prática evitável, podendo para tal, realizar-se um trabalho conjunto, entre o estado, o município, a população e outras organizações, com vista a reduzir esta prática que traz prejuízos ao meio ambiente, a economia, a sociedade, a saúde e a estética da cidade. Por outro lado, pode-se procurar alternativas para formar sociedades de catadores ou transformar os resíduos em rendas para as famílias.

Referências

ANDRADE, A. R. DE; FELCHAK, I. M. A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas - Irati/PR. **Geoambiente On-line**, v. 0, n. 12, p. 108–132, 2013.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. **Revista de Gestão Sustentável e Anbiental**, v. 5, n. 2, p. 711–744, 2017.

EMUSANA. **Serviços básicos e o saneamento do meio ambiente na cidade de Nampula**. Conselho Municipal da Cidade de Nampula: Nampula, 2017. Disponível em: <https://cmnampula.gov.mz/emusana/>.

GAVA, T.; FINOTTI, A. R. Resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem da bacia gidrográfica do Rio do Meio, Florianópolis/Sc. **Revista de Gestão**

Ambiental e Sustentabilidade - GeAS, v. 1, n. 2, p. 79–101, 2012.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos : impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, 2012.

INE. **IV Recenseamento geral da população e habitação: Resultados definitivos Moçambique**. Maputo: Instituto Nacional de Estatística, 2019.

LUCAS, L. M.; CUNHA, S. B. Rede de drenagem urbana em área tropical: Mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas – Rio dos Macacos – Rio de Janeiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 22, p. 39–64, 2007.

MICOA. **Estratégia de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em moçambique**. Maputo - Mozambique: Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA), 2012.

DA SILVA BARBOSA, Uende et al. reutilização do concreto como contribuição para a sustentabilidade na construção civil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 2018.

MOÇAMBIQUE. **Lei nº 16/91 de 3 de Agosto: Lei de Águas**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 1991.

MOÇAMBIQUE. **Resolução nº 5/95, de 6 de dezembro: Política Nacional do Ambiente**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 1995.

MOÇAMBIQUE. **Lei 20/1997, de 1 de Outubro. Lei do Ambiente**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 1997a.

MOÇAMBIQUE. **Lei nº 11/97. Lei das Finanças e Patrimônio das Autarquias Locais**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 1997b.

MOÇAMBIQUE. **Lei nº 2/97. Lei das Autarquias Locais**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 1997c.

Salomão, P. E. A., Kriebel, W., dos Santos, A. A., & Martins, A. C. E. (2020). A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. *Research, Society and Development*, *9*(1), e154911870-e154911870.

MOÇAMBIQUE. **Decreto n.º 13/2006 de 15 de Junho. Regulamento sobre a Gestão de Resíduos**, Maputo: Boletim da República de Moçambique, 2006.

NAMAGALIMA, A. F.; FORTES, A. G. **Gestão de resíduos sólidos urbanos em**

Moçambique: caso do posto administrativo de Muatala na cidade de Nampula. 17° Congresso Nacional do Meio Ambiente. **Anais**...Poços de Caldas - MG: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2020

SILVA, M. C. DA C.; PELÁ, A.; BARRETOS, F. R. DE M. Impactos Ambientais na destinação inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Ipameri-Go: Um Estudo de Caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 17, n. 17, p. 3230–3239, 2014.