

# AValiação da Implementação da Economia Circular: Um Enfoque na Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Nampula

Data de aceite: 02/06/2023

### Viegas Wirssone Nhenge

Economista e Docente Universitário da Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de Gestão de Recursos Florestais e Faunísticos, em Lichinga-Niassa

### Josenilde Mário Janguia

Economista e Professora Auxiliar na Faculdade de Economia da Universidade Eduardo Mondlane, em Maputo-Moçambique

**RESUMO:** As práticas regenerativas de produzir, consumir e reutilizar começaram a ter relevo durante e após a 2ª Guerra mundial (1939-1945), com o início da consciencialização da sociedade de que os recursos naturais são limitados, finitos e exaustos, sendo que o seu uso deveria ser racional e sustentável. É neste contexto que surge o Modelo de Economia Circular (EC) como alternativa ao tradicional Modelo de Economia Linear (EL). EC assenta-se na estratégia inovadora de redução dos impactos negativos ao ambiente, reutilização, recuperação, restauração e renovação de materiais e energia. Considerando que a implementação da

EC na Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) trás muitas vantagens à economia, para a presente pesquisa o objectivo é avaliar o estado de implementação da EC, com enfoque na GRS. Trata-se de abordagem quantitativa, tendo sido usados questionário físico e online, revisão bibliográfica e análise documental como instrumento da colheita de dados. Para aferir a validade e confiabilidade do questionário aplicado fez-se o teste de coeficiente alfa de Cronbach  $\alpha$ , cujo o resultado demonstrou satisfatório, pois o  $\alpha > 0,60$ , acima do parâmetro moderado. A partir do questionário, determinou-se definições constitutivas (DC's) e definições operacionais (DO's). Para operacionalizar as DC's determinou-se 5 KPI's. Da conjugação dos métodos da métrica de circularidade por técnica do *Centróide (COG)* através da lógica *fuzzy* e teste qui-quadrado  $\chi^2_{cal}$ , concluiu-se que o estado geral de desempenho da EC no Município de Nampula é de 21.551724%, correspondente à 1ª escala *fuzzy* e NÃO SATISFATÓRIO, como o grau de pertinência. Da examinação do nível de desempenho dos KPI's referenciados, concluiu-se que o Município de Nampula tem enormes desafios com vista a implementação da EC, com enfoque na

GRS, sendo que para garantir a transição do Modelo de EL actualmente dominante para o de EC, necessitaria imensos esforços integrados, envolvendo dimensões política, económica e financeira, governamental, privado e da sociedade civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia Circular, Gestão de Reíduos Sólidos

**ABSTRACT:** The regenerative practices of producing, consuming, and reusing began to be highlighted during and after the 2nd World War (1939-1945). With the beginning of society's awareness that natural resources are limited, finite, and exhausted, their use should be rational and sustainable. It is in this context that the Circular Economy Model (CE) emerges as an alternative to the traditional Linear Economy Model (LE). CE is based on the innovative strategy of reducing negative impacts on the environment, reusing, recovering, restoring, and renewing materials and energy. Considering that the implementation of CE in Solid Waste Management (SWM) brings many advantages to the economy, for the present research, the objective is to evaluate the state of the implementation of the CE, focusing on the SWM. It is a quantitative approach, using a physical and online questionnaire, a bibliographic review, and document analysis as an instrument for data collection. To assess the validity and reliability of the applied questionnaire, the Cronbach's alpha coefficient test  $\alpha$  was performed, whose result was satisfactory, as  $\alpha > 0.60$ , above the moderate parameter. From the questionnaire, constitutive definitions (DC's) and operational definitions (DO's) were determined. To operationalize the DC's, 5 KPI's were determined. From the combination of circularity metric methods by the Centroid technique (COG) through fuzzy logic and the chi-square test, it was concluded that the general state of performance of the CE in the Municipality of Nampula is 21.551724%, corresponding to the 1st fuzzy scale and UNSATISFACTORY, as the degree of pertinence. From the examination of the performance level of the referenced KPI's, it was concluded that the Municipality of Nampula has enormous challenges in the implementation of the CE as far as SWM is concerned, and in order to guarantee the transition from the currently dominant LE Model to the CE, it would require immense integrated efforts, involving political, economic and financial, governmental, private and civil society dimensions.

**KEYWORDS:** Circular Economy, Solid Waste Management

## INTRODUÇÃO

Desde o período da 1ª revolução industrial<sup>1</sup>, os países seguem o modelo económico de Economia Linear (EL), que consiste em extrair, produzir, usar e descartar. Neste modelo, todos os produtos têm um ciclo linear que começa com a extração de matérias-primas primárias que passam pela transformação em produtos, distribuição através de venda, utilização e terminam por descarte ou deposição.

As práticas baseadas no modelo de EL são ineficientes e insustentáveis pelo facto de provocar desperdício de recursos que poderiam ser reaproveitados, reciclados, e voltar

---

1 A 1ª **Revolução Industrial** teve início na Inglaterra por volta de 1750, e logo alcançou a França, a Bélgica e posteriormente a Itália, a Alemanha, a Rússia, o Japão e os Estados Unidos. Por essa época, as actividades comerciais comandavam o ritmo da produção. Na revolução industrial inglesa, a principal manufatura era a tecelagem de lã. Mas foi na produção dos tecidos de algodão que começou o processo de mecanização, isto é, da passagem da manufatura para o sistema fabril.

ao processo produtivo, por um lado, por outro lado, os recursos naturais são de fontes energéticas finitas, podendo exaurir rapidamente, além das consequências extremamente negativas ao nível do meio ambiente.

As práticas regenerativas de produzir, consumir, reutilizar começaram a ter relevo durante e após a 2ª Guerra mundial (1939-1945)<sup>2</sup>. Aí a sociedade começa a consciencializar-se de que os recursos naturais são finitos, estando assim em processo de exaustão, por isso a necessidade de usá-los de forma eficiente e sustentável. Com estas novas práticas surge o Modelo de Economia Circular (EC) como alternativa ao modelo de EL.

O modelo de EC defende práticas económicas regenerativas e sustentáveis, nomeadamente, inovação dos mecanismos de gestão de resíduos sólidos (GRS), implementação de acções concretas e sólidas de recuperação de recursos, prevenção de impactos ambientais e integração da sustentabilidade.

A EC propõe o abandono do processo de produção e consumo com base no modelo de EL através de adopção de práticas de reinserção de resíduos sólidos no ciclo produtivo, por forma a minimizar a sua disposição no ambiente, recuperação de recursos e extração massiva de matéria-prima.

A EC contribui positivamente para reconciliar todos os elementos, graças à sua lógica subjacente, enraizada principalmente em aspectos ambientais e políticos (Birat, 2015), além de aspectos económicos e comerciais (Ellen Macarthur Foundation, 2012). Ela promove um uso mais adequado e ambientalmente correcto dos recursos, visando a implementação de uma economia mais verde, caracterizada por um novo modelo de negócios e oportunidades inovadoras de emprego (Ellen Mac Arthur Foundation, 2012; Stahel, 2014), bem como pelo bem-estar aprimorado e impactos evidentes na equidade dentro e entre gerações em termos de uso e acesso a recursos: “um mundo em que a pobreza é endêmica sempre estará sujeito a catástrofes ecológicas e outras” (CMMAD<sup>3</sup>, 1987).

Considerando que a implementação da EC na Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) trás muitas vantagens à produção, reutilização, reciclagem de materiais e produtos após o fim de sua vida útil, de igual modo, permite a redução dos impactos negativos ao ambiente, aumento da competitividade e promoção da inovação, crescimento económico e emprego, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: “Qual é o estado de implementação da EC na GRS no Município de Nampula em Moçambique?”

Objectivo da pesquisa é avaliar o estado de implementação da EC com enfoque

---

2 **2ª Guerra Mundial** foi um conflito militar global que durou de 1939 a 1945, envolvendo a maioria das nações do mundo (incluindo todas as grandes potências) organizadas em duas alianças militares opostas: os Aliados e o Eixo. Foi a guerra mais abrangente da história, com mais de 100 milhões de militares mobilizados.

3 **CMMAD-Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento** foi criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) presidida por Gro Harlem Brundtland, criada com os seguintes principais objectivos: reexaminar as questões críticas relativas ao meio ambiente e reformular propostas realísticas para abordá-las; propôr novas formas de cooperação internacional nesse campo de modo a orientar as políticas e acções no sentido de fazer as mudanças necessárias, e dar a indivíduos, organizações voluntárias, empresas, institutos e governos uma maior compreensão dos problemas existentes, auxiliando-os e incentivando-os a uma atuação mais firme.

na GRS no Município de Nampula, sendo que, os objectivos específicos consistem em Descrever EC no processo de GRS no Município de Nampula; Determinar indicadores, padrões e critérios de verificação do estado de implementação da EC na GRS no Município de Nampula; Medir o estado de implementação da EC na GRS no Município de Nampula e Propôr um instrumento de avaliação da EC.

Com efeito, foram determinadas as seguintes hipóteses: Hipótese 1 ( $H_1$ ) – O estado da implementação da EC na GRS no Município de Nampula não é satisfatório; Hipótese 2 ( $H_2$ ) – O estado da implementação da EC na GRS no Município de Nampula é bom; Hipótese 3 ( $H_3$ ) – O estado da implementação da EC na GRS no Município de Nampula é muito bom e Hipótese 4 ( $H_4$ ) – O estado da implementação da EC na GRS no Município de Nampula é excelente.

Segundo Korhonen et al. (2018), o conteúdo científico de EC e de pesquisa continua superficial e desorganizado, sendo que, parece ser uma coleção de ideias vagas e separadas de vários campos e conceitos semicientíficos (Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppala, J., 2018).

É nesta perspectiva que interessa os autores da necessidade de aprofundar e consolidar conhecimentos de EC no que diz respeito ao conceito, origem, modelos, princípios, limitações, níveis de implementação, benefícios e desafios, por forma a perceber o estado de desenvolvimento e implementação deste na GRS no Município de Nampula e na sequência disso interessa perceber do estado de implementação deste, na GRS, no Município de Nampula como o mecanismo da GRS e construção de um instrumento de pesquisa científica sobre esse paradigma, por um lado.

Por outro lado, o presente trabalho representa um contributo relevante para agregação da literatura que servirá como “insumo científico” para futuras investigações a volta da temática.

A escolha do Município de Nampula como objecto do presente estudo deve-se ao facto do autor ser residente dessa urbe, fazendo com que tenha curiosidade em perceber do estado da implementação da EC. Outrossim, o Município de Nampula é o terceiro maior a nível de Moçambique e o primeiro maior da zona norte do país, com maior densidade populacional.

De um modo geral, as pesquisas podem ser quantitativas, qualitativas e mistas (Lakato, E., Marconi, M., 2007). Para esta pesquisa, optou-se pela abordagem quantitativa, tendo sido usados questionário físico e online, revisão bibliográfica e análise documental como instrumento da colheita de dados.

Para esta pesquisa, foi definida por população 412.249 habitantes adultos alfabetizados do Município de Nampula. Esta população foi determinada de acordo com os dados do Censo populacional de 2017, o qual apurou um total de 743.125 de habitantes do Município de Nampula, sendo 36.6% crianças, correspondentes à entre 0 e 17 anos e, 63.4% adultos, que corresponde a 18 anos de idade para diante (INE, 2017).

Segundo Gil (2002), população é universo ou um conjunto de elementos ou indivíduos que possuem determinadas características semelhantes. Olhando pelo conceito do Gil (2002), pode verificar-se que à população refere-se um conjunto de indivíduos, pessoas, itens ou eventos sobre os quais pode fazer-se inferências.

Por população, para esta pesquisa, foram escolhidos habitantes adultos alfabetizados, começando com o nível escolar elementar até o superior, pelo facto de que pela natureza da pesquisa, necessitou de participantes com capacidade psíquica de ler, escrever e fazer análise crítica sobre o estado de implementação da EC na GRS.

Segundo UNICEF<sup>4</sup> (2022), a província de Nampula detém 12.5% de taxa de analfabetismo, sendo que 87.5% dos habitantes são alfabetizados. Considerando 471.141 de habitantes adultos do Município de Nampula, podendo-se verificar e concluir que esta pesquisa tem por população 412.249 habitantes adultos alfabetizados.

O presente trabalho usou amostra não-probabilística, tendo-se optado pelo processo de selecção da amostra por conveniência ou acessibilidade. Segundo Fonseca (2002), amostra por conveniência ou acessibilidade é uma técnica de amostra não-probabilística e não aleatória usada para criar amostras de acordo com a facilidade de acesso, tendo em conta a disponibilidade de participantes para fazer parte da amostra em um determinado intervalo de tempo (Fonseca, 2002).

Considerando a técnica de amostra por conveniência ou acessibilidade adoptada para esta pesquisa, foi produzido um questionário físico e *online*, o qual foi ministrado durante 45 dias, tendo sido criado um *link* (<https://tiny.cc/cmnp1a>), através do aplicativo *Google Forms*<sup>5</sup>, onde o mesmo foi partilhado para diversos grupos de *WhatsApp*<sup>6</sup> e via *e-mail*<sup>7</sup> dos residentes e funcionários do Município de Nampula.

Com esse exercício, 1023 participantes tiveram acesso e responderam o questionário. Os 1023 participantes formam amostra desta pesquisa, tendo a representação amostral de 0.25% da população de 412.249 habitantes adultos alfabetizados do Município de Nampula, que de acordo com o Gil (2002), pode demonstrar-se da seguinte maneira:

$$\text{Representação Amostral \%} = \frac{\text{Participantes por Acessibilidade}}{\text{Habitantes Adultos Alfabetizados}} * 100$$

$$\text{Representação Amostral \%} = \frac{1023}{412.249} * 100 = 0,24815$$

Considerando o objecto desta pesquisa, os instrumentos usados para análise e interpretação de dados são métrica de circularidade (Corona et al., 2019) por técnica do

---

4 UNICEF-United Nations International Children's Emergency Fund (Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância)

5 Google Forms é um aplicativo lançado pelo Google que permite colectar dados para pesquisas *online* através de questionários, inquéritos e também pode servir para produzir formulários de registo.

6 WhatsApp é um aplicativo multiplataforma que permite trocar mensagens instantâneas, chamadas de vídeo e de voz, via telefones e computadores, por meio de uma conexão com a internet.

7 e-mail ou correio eletrónico é uma ferramenta electrónica que permite compor, enviar e receber mensagens, textos, figuras e outros arquivos por meio da Internet.

*Centróide (COG)* do método da lógica *fuzzy* (Hao et al., 2009; Jiang, 2010) (Lima, 2020), conjugado com o teste qui-quadrado  $\chi^2_{cal}$  (Favero & Belfiore, 2017).

Posteriormente, para a validação dos resultados obtidos do teste qui-quadrado, foi representada a função de pertinência de conjuntos *fuzzy* que permitiu modelar os elementos em conjuntos como ilustra o quadro a baixo.

Grau de Pertinência	Excelente			Muito bom			Bom			Não Satisfatório		
	X= 90%	X= 95%	X= 100%	x = 80%	x = 84.5%	x = 89%	x = 60%	x = 69.5%	x = 79%	x = 0%	x = 29.5%	x = 59%
	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
	N	M/M	S	N	M/M	S	N	M/M	S	N	M/M	S

Parâmetros de avaliação da EC na GRS: conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência para alguns valores de x

Fonte: Autor (2022)

Nesta perspectiva, por forma a chegar-se a um entendimento da real performance da avaliação do estado de implementação da EC com enfoque na GRS no Município de Nampula, obedecendo a função de pertinência de conjuntos *fuzzy*, foram determinadas escalas de índice de circularidade que no seu global variam de 0 a 1, ou seja, percentualmente de 0 a 100%.

Para a construção do método de inferência *Mandami*, foi definido um processo de raciocínio dividido em duas etapas seguintes Fuzzyficação: etapa que obtém o grau de pertinência com que cada entrada pertence a cada conjunto *fuzzy* (SIM, MAIS OU MENOS, NÃO). discurso em questão e associada a um grau de pertinência em cada conjunto *fuzzy* e Defuzzyficação: a saída obtida na etapa anterior em que SIM (S) corresponde a 1; MAIS OU MENOS (M/M) corresponde a 0.5 e NÃO (N) corresponde a 0. Partindo destes valores, foi possível encontrar resultados percentuais que permitam identificar o grau de pertinência do desempenho da EC com enfoque na GRS no Município de Nampula.

Para Lima (2020), o método de defuzzyficação mais comum é a técnica do *centróide*, que obtém o ponto onde uma linha vertical divide ao meio um conjunto agregado. A fórmula matemática que obtém esse ponto e que foi adoptada para essa pesquisa é expressa da seguinte forma:

$$\text{Centróide (COG)} = \frac{\sum_{x=a}^b \mu(X) * x}{\sum_{x=a}^b \mu(X)}, \text{ onde, para esta pesquisa:}$$

- Contróide (COG) é Nível de circularidade de X que representa o nível de desempenho do padrão
- $\sum_{x=a}^b \mu(X) * x$  é o somatório de critérios de verificação alcançados
- $\sum_{x=a}^b \mu(X)$  é o Somatório de critérios de verificação do padrão ou KPI's

Para validar a confiabilidade do questionário aplicado para esta pesquisa foi

empregue o coeficiente Alfa de Cronbach  $\alpha$  que permitiu estimar a confiabilidade de consistência interna do questionário e a confiabilidade entre avaliadores. De acordo com Hayes (1995), o coeficiente Alfa de Cronbach  $\alpha$  é uma das estimativas da confiabilidade de um questionário aplicado em pesquisas, considerando que todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, o coeficiente  $\alpha$ , com  $\alpha \in [0,1]$ , calculado a partir da variância dos itens individuais e das covariâncias entre os itens através da seguinte equação (Freitas, A., Rodrigues, S., 2005):

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \in [0,1]$$
, onde:  $k$  é o número de itens do questionário,  $S_i^2$  é a variância do item  $i$  e  $S_t^2$  é a variância total do questionário.

A confiabilidade foi classificada a partir do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach  $\alpha$  de acordo com os limites apresentados pelos Freitas e Rodrigues (2005):

Confiabilidade	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Valor de $\alpha$	$\alpha \leq 0,30$	$0,30 < \alpha \leq 0,60$	$0,60 < \alpha \leq 0,75$	$0,75 < \alpha \leq 0,90$	$\alpha > 0,90$

Classificação da confiabilidade a partir do coeficiente  $\alpha$  de Cronbach

Fonte: Freitas e Rodrigues (2005)

De acordo com Freitas e Rodrigues (2005), na tabela supracitada, é possível considerar como satisfatórios os questionários que apresentem valor de  $\alpha > 0,60$ . Entretanto, valores superiores de  $\alpha$  poderão indicar graus de confiabilidade ainda melhores e a decisão a respeito do valor mínimo de confiabilidade de um questionário fica a critério do pesquisador (Freitas, A., Rodrigues, S., 2005).

## REVISÃO DA LITERATURA

### ECONOMIA CIRCULAR

Economia Circular (EC) é um novo paradigma económico que se assenta na estratégia inovadora de redução, reutilização, recuperação, restauração e renovação de materiais e energia, como é o caso de resíduos sólidos. Portanto, ela é uma alternativa sustentável que substitui o modelo de Economia Linear (EL), que é limitado pela sua filosofia de fim-de-vida de materiais, sendo que, a EC é actualmente vista como uma estratégia pertinente e relevante na promoção da dissociação entre o crescimento económico e o aumento no consumo de recursos.

Segundo Filho et al. (2019), o conceito de EC é baseado em um modelo económico em que os recursos são utilizados de forma racionalizada e maximizada, explorando a eficiência dos processos, buscando sempre a reutilização e poupando o uso de recursos naturais. Esta consiste em um ciclo fechado de desenvolvimento, que actua de forma contínua e não linear (Filho, J., Frasson, S., Conti, D., 2019).

Para a fundação Ellen MacArthur (2012), dentre muitos benefícios, o modelo de EC é sustentável para economia, ecossistemas, gerações vindouras, pois este modelo:

- É regenerativo: enquanto o Modelo da EL defende restaurar os bens ou consumi-los até escassear, o Modelo de EC leva em conta o valor económico dos recursos naturais ou capitais originais ao restringir a sua extracção para evitar a sua escassez;
- Protege os ecossistemas: preserva os ecossistemas ao refutar a exploração irracional dos recursos naturais, evitando assim desperdícios e escassez de recursos naturais;
- Minimiza a exploração irracional de recursos naturais;
- Permite a redução, reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos;
- Ajuda na conservação do meio ambiente;
- Minimiza o custo das matérias-primas a médio e longo prazos;
- Gera postos de emprego;
- Minimiza a poluição ao ambiente;
- Permite desenvolver inovação, novos produtos, serviços e novos modelos de negócio, que contribuem para o relacionamento mais equilibrado e criativo entre as pessoas, consumidores e os recursos naturais;
- Entre outras vantagens.

Ao contrário da EL, o modelo de EC defende que os resíduos sólidos gerados no processo produtivo devem ser transformados em matéria-prima secundária a ser reinserida ao processo produtivo, na mesma cadeia produtiva ou numa nova cadeia de produção, permitindo assim, a recuperação, reutilização, redução de resíduos e prevenção de impactos ambientais.

Na actualidade, o paradigma de EC é um tema que tem aparecido e crescentemente abordado e promovido em agendas políticas de muitos países do mundo. A exemplo disso, a EC é um conceito que está sendo promovido pela União Europeia (EU), por vários governos nacionais como China, Japão, Reino Unido, França, Canadá, Holanda, Suécia e Finlândia, bem como por várias empresas em todo o mundo (Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppala, J., 2017):

- A Comissão Europeia estimou recentemente que as transições económicas de EL para EC podem gerar ganhos económicos anuais de 600 bilhões de euros apenas para o sector industrial da UE (COM, 2014; EMAF, 2013; ver também CIRAI, 2015 e COM, 2015);
- O Fundo de Celebração da Independência da Finlândia (FICF, SITRA) e McKinsey (2014) estimam conjuntamente ganhos anuais de 2,5 bilhões de euros para a economia nacional da Finlândia através da EC;

- A economia global beneficiaria USD 1000 bilhões anualmente em caso de transição da EL para EC (FICF e McKinsey, 2014; ver, por exemplo, EMAF, 2013);
- A China, como o primeiro país do mundo, adotou uma lei para a EC em 2008 (CIRAIG, 2015);
- A EC é recomendada como uma abordagem ao crescimento económico que esteja alinhada com o desenvolvimento económico e ambiental sustentável (ver EMAF et al., 2015; EMAF, 2013; EMAF, 2013; EMAF, 2012; CIRAIG, 2015; COM, 2015; COM, 2014).

De igual modo, a ONU<sup>8</sup> tem promovido conferências das Nações Unidas de sustentabilidade do meio ambiente baseadas na EC. As principais conferências ambientais internacionais foram as de Estocolmo<sup>9</sup>, em 1972, a Eco-92<sup>10</sup> ou Rio-92; a Rio+10<sup>11</sup>, em 2002, e a Rio+20<sup>12</sup>, em 2012.<sup>13</sup>

### Gestão de resíduos sólidos (GRS)

Resíduos sólidos são matérias descartadas e inutilizadas provenientes da actividade humana na sociedade. Para sustentar ainda mais esta ideia, Barsano e Barbosa (2004) definem resíduos sólidos como sendo todos os rejeitos provenientes das actividades humanas. Esses resíduos como o próprio nome diz, são materiais não aproveitados que se encontram no estado sólido.

Macore e Rapper (2015) afirmam que resíduos sólidos constituem aquilo que genericamente se chama lixo, ou seja, materiais sólidos considerados sem utilidade, supérfluos ou perigosos, gerados pela actividade humana, e que devem ser descartados ou eliminados.

**8 Organização das Nações Unidas (ONU)** é uma organização internacional com o objectivo de facilitar a cooperação em termos de direito e segurança internacional, desenvolvimento económico, progresso social, direitos humanos e da paz mundial.

**9 Conferência de Estocolmo:** sob a organização da ONU, no ano de 1972, na cidade sueca que deu nome ao evento, um total de representantes de 113 países e 250 organizações ambientais reuniu-se para debater as principais questões e temas polémicos referentes ao meio ambiente. A Conferência de Estocolmo – cujo nome oficial foi **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano** – teve como principal resultado uma declaração final oficial na qual designava a premissa de que as gerações futuras e a população mundial teriam o direito incontornável de viverem em um ambiente com saúde e sem degradações.

**10 Eco-92:** realizada no Rio de Janeiro, em 1992 e, por isso, também chamada de **Rio-92**, a **Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento** ou ainda, **Cúpula da Terra**, foi considerada um dos principais marcos da questão ambiental em termos de políticas internacionais ao longo da história. Com uma ampla cobertura midiática e a presença de representantes de 172 países e centenas de organizações ambientais. O encontro teve como resultado, a assinatura de cinco importantes acordos ambientais: a **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**; a **Agenda 21**; os **Princípios para a Administração Sustentável das Florestas**; a **Convenção da Biodiversidade**; e a **Convenção do Clima**.

**11 A Rio+10:** cujo nome oficial foi **Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável** – ocorreu na cidade de Johannesburgo, na África do Sul, em 2002, e contou com a presença de representantes de 189 países. Os principais pontos dessa cúpula foram a afirmação da questão do desenvolvimento sustentável com base no uso e conservação dos recursos naturais renováveis e a reafirmação dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), proclamados dois anos antes pela ONU.

**12 Rio + 20:** novamente com realização na cidade do Rio de Janeiro, dessa vez no ano de 2012, a **Rio+20** – ou **Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável** – reuniu um total de 193 representantes de países e uma das maiores coberturas jornalísticas mundiais de toda a história, sendo acompanhada dia a dia em todo o planeta. O resultado foi a avaliação das políticas ambientais então adotadas e a produção de um documento final intitulado *O futuro que queremos*, onde foi reafirmada uma série de compromissos.

13 <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/conferencias-sobre-meio-ambiente.htm>

Para Júnior et al. (2013), conceitos de resíduos e lixo são bastante próximos e a maioria das vezes são entendidos como sinónimos.

A procura de soluções mais sustentáveis para a GRS tem sido um dos muitos desafios que se colocam à transição de um modelo de EL para um de EC (Andriguetto & Flores, 2018; Pimenta, et al., 2018; Ferreira, et al., 2019; Stahel, et al., 2019; Zeller, et al., 2019).

De acordo com Ghisellini et al. (2016), no passado, a GRS foi considerada simplesmente uma maneira de se livrar dos resíduos sólidos por aterro ou incineração. Este padrão de descarte, ainda é dominante em todo o mundo, gerando uma enorme perda de recursos valiosos e impactos ambientais muito pesados.

Actualmente, está surgindo uma nova maneira de ver os resíduos sólidos, que reconhece a gestão de resíduos como uma recuperação de recursos e prevenção de impactos ambientais (Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., 2016).

O ponto crítico da produção de resíduos sólidos veio com a revolução industrial, iniciada no século XVIII, na Inglaterra e espalhada para o mundo todo, e deu a partida para que a curva de crescimento populacional tomasse a forma exponencial assim como a geração de resíduos sólidos.

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socio-ambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos da água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vectores de importância sanitária nos centros urbanos e captação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen et al., 2010).

Da discussão dos autores supra versados, podemos concluir que resíduos sólidos são todos os materiais que se encontram em estado sólido e que são rejeitados ou não aproveitados pelos seres humanos, portanto, é o remanescente, aquilo que resta de qualquer substância, resto. O lixo é uma categoria de resíduos sólidos que é varrido nas casas, tudo que não presta e se joga fora.

Pata Araújo e Juras (2011 cit em Buque, 2013), a GRS são acções multidisciplinares que requer a participação de equipa com um largo campo de experiência de modo a tratar de forma compreensiva as múltiplas facetas do problema de gestão de resíduos (p.35).

Partindo dessa reflexão, é fácil perceber que, GRS é um conjunto de acções que visam à produção, armazenamento, recolha, transferência de transporte, processamento, tratamento, destino final dos resíduos sólidos, observando os melhores princípios de prevenção de externalidades ambientais negativas.

Assim, podemos concluir que as acções de GRS tem por objectivo minimizar a produção de resíduos, por forma a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente.

A EC emerge principalmente na literatura por meio de três “acções” principais, ou seja, os chamados Princípios de 3R: Redução, Reutilização e Reciclagem (Ghisellini, P.,

Cialani, C., Ulgiati, S., 2016).

**i. Princípio de Redução:** defende a necessidade de reduzir a produção de resíduos sólidos na fonte, ou seja, durante a produção e o consumo de bens tangíveis. Para alcançar a essência desse princípio, precisa minimizar-se a entrada de energia primária, matérias-primas e resíduos através da melhoria da eficiência na produção (chamada eco-eficiência) e nos processos de consumo. A eco-eficiência tem por foco, promover a redução dos impactos ambientais e de consumo de recursos naturais através de prática de ações sustentáveis (Ness, 2008).

**ii. Princípio de Reutilização:** segundo EU (2008), reutilização significa usar o produto ou seus componentes mais de uma vez, na mesma função ou não. O princípio de reutilização refere-se a qualquer operação pela qual produtos ou componentes que não sejam resíduos sejam usados novamente para o mesmo fim para o qual foram concebidos (EU, 2008).

Connett et al. (2011) recomendam que, se um produto não pode ser reutilizado, reciclado ou compostado, a indústria não deve produzi-lo e os consumidores não devem comprá-lo (Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., 2016).

**iii. Princípio de Reciclagem:** refere-se a “qualquer operação de recuperação pela qual os resíduos sólidos sejam reprocessados (Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., 2016). A reciclagem de resíduos sólidos oferece a oportunidade de se beneficiar de recursos ainda utilizáveis e reduzir a quantidade de resíduos que precisam ser tratados e descartados, diminuindo também o impacto ambiental relacionado (Cagno et al., 2005; Zhu, 2008; Lazarevic et al., 2012, Birat, 2015).

De acordo com Espinosa e Silvas (2014), os resíduos sólidos são classificados como: industriais, urbanos, de serviços de saúde, de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, agrícolas, e resíduos de construção e demolição:

- Resíduos industriais: aqueles que são gerados pelas industriais. As próprias indústrias geradoras são responsáveis pelo manejo e destinação destes resíduos.
- Resíduos urbanos: correspondem os resíduos das seguintes subcategorias: *Domésticos*<sup>14</sup>, *Públicos*<sup>15</sup>, *Comerciais*<sup>16</sup>, *Equiparáveis a Domésticos (hospitales)*<sup>17</sup>;
- Resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: são resíduos sépticos que podem conter organismos patogénicos, tais como, matérias de higiene e de asseio pessoal;
- Resíduos agrícolas: aqueles que resultam das actividades agrícolas e pecuária, tais como, embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de

14 Provém de residências ou domicílios e engloba os restos de alimentos, plásticos, papelões, entre outros.

15 Provenientes da limpeza realizada em vias públicas como passeios e estradas, feiras, entre outros.

16 Gerados pelas actividades de estabelecimentos comerciais, como lojas, restaurantes, take aways e outros.

17 Gerados pelas actividades executadas pelos hospitais, centros de saúde, farmácias, entre outros.

colheita entre outros;

- Resíduos de construção e demolição: são entulhos provenientes de demolições, restos de obras, solos de escavações e materiais afins.

## **ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS**

A má GRS provoca efeitos negativos ao ambiente, nomeadamente a poluição do ar, da terra, da água e à saúde pública. A situação da GRS nos municípios moçambicanos é um enorme desafio público-privado, pois verifica-se uma fraca definição e adopção de políticas integradas para a solução da problemática.

Segundo Chandamela (2019), a situação de GRS em Moçambique constitui um grande desafio para as autoridades público-privadas devido a insuficiente cobertura do serviço de colecta, transporte e tratamento ligado à falta de fundos disponíveis e a alternativas economicamente sustentáveis (Chandamela, 2019).

Os desafios na GRS em Moçambique, representa do que se verifica em boa parte do continente africano. De acordo com Bisol (2015), ainda, nenhum município de Moçambique resolveu satisfatoriamente a GRS urbana e o modelo tradicional de gestão apresenta uma série de problemas (Bisol, 2015).

A cidade de Nampula é a maior e com mais oportunidades sociais para toda zona norte de Moçambique e esta atractividade faz com que ela tenha muitos imigrantes provenientes de áreas rurais, onde a chegada destes, estabelecem-se nos bairros periféricos em residências aglomeradas que não permitem um acesso aos serviços básicos e os resíduos sólidos são deixados em aterros informais ou nas próprias áreas habitadas.

De acordo com Bisol (2015), o crescimento económico dos últimos anos, unido ao crescente êxodo rural para as cidades e o conseqüente aumento na produção de resíduos sólidos em Nampula, tem produzido efeitos perigosos para a segurança do meio ambiente da cidade e, conseqüentemente, para a saúde da população (Bisol, 2015).

Em contrapartida, verifica-se fraca capacidade por parte da autoridade em dar resposta à procura pelos serviços de GRS provocando problemas sérios em matéria ambiental. Namagalima e Fortes (2020) constataram que o município de Nampula não possui um sistema de GRS urbano eficiente, facto que gera grandes problemas e desafios.

Para Namagalima e Fortes (2020), no município de Nampula há falta de contentores para descarte comunitário, atrasos na remoção de resíduos, prática de incineração nos lixões municipais próximo às residências e a colecta não selectiva, causando impactos negativos ao meio ambiente, na saúde pública, na estética e na economia da urbe (Namagalima, A., Fortes, A., 2020).

A fraca capacidade por parte das autoridades públicas, em dar resposta à procura pelos serviços de GRS gera insatisfação permanente por parte dos munícipes. Segundo Assane (2021), a falta de recolha e tratamento do lixo na cidade de Nampula atingiu níveis

preocupantes, o que, na óptica dos munícipes, denuncia a incapacidade da edilidade de gerir os recursos disponíveis (Assane, 2021).

Pode-se verificar ainda que as autoridades competentes não fazem a recolha de resíduos sólidos com regularidade, situação essa que provoca efeitos negativos nefastos ao meio ambiente conforme o posicionamento de Namagalima e Fortes (2020) ao defender que naquela urbe há atraso na remoção de resíduos sólidos por parte do Conselho Autárquico (Namagalima, A., Fortes, A., 2020).

A falta de recolha de resíduos sólidos com regularidade recomendável resulta da fraca integração de esforços, envolvendo dimensões política, económica e financeira, governamental, privado e da sociedade civil.

Segundo o Conselho Municipal de Nampula - CMCN (2021), as maiores dificuldades identificadas para a gestão integrada de resíduos sólidos no município de Nampula são falta de estruturas e meios adequados; falta de capacidades e equipamentos adequados entre os trabalhadores do sector; falta de educação e informação da população urbana com relação a importância do seu papel nesse processo e dificuldade de envolver iniciativa privada no processo e de regulamentar as iniciativas existentes (CMCN, 2021).

O serviço de recolha de resíduos sólidos não abrange todos os bairros do Município, posicionamento que pode ser suportado pelos Namagalima e Fortes (2020) ao defender que naquela urbe, o sistema de GRS é ineficiente e não abrangente, facto que gera grandes problemas e desafios (Namagalima, A., Fortes, A., 2020).

O Município de Nampula não desincentiva o uso de vasilhames descartáveis resultante de fraca implementação de mecanismos de desincentivo do uso destes produtos, posição expressa pelos Namagalima e Fortes (2020) ao defender que naquela urbe, verifica-se um baixo nível de educação ambiental e falta de incentivo para adopção de posturas responsáveis e adequadas na GRS (Namagalima, A., Fortes, A., 2020).

Olhando para as hipóteses desta pesquisa, tem-se “ Não satisfatório, bom, muito bom e excelente” como métricas de graus de pertinências de conjuntos *fuzzy* (variáveis *fuzzy*) e 4 escalas *fuzzy* apresentadas em parâmetros *fuzzy* seguintes “0-59%, 60-79%, 80-89% e 90-100%” respectivamente.

Da métrica de circularidade (Corona et al., 2019) por técnica do *Centróide (COG)* através da lógica *fuzzy* (Hao et al., 2009; Jiang, 2010) (Lima, 2020), conjugado com o teste qui-quadrado  $\chi^2_{cal}$  (Favero & Belfiore, 2017), aferiu-se que o estado geral de desempenho da EC no Município de Nampula é de 21.551724%, correspondente à 1ª escala *fuzzy* e NÃO SATISFATÓRIO, como o grau de pertinência do estado de implementação da EC na GRS.

A tabela a seguir, apresenta o teste geral para todos os *KPI's*. Conforme o Corona et al., (2019), aferiu-se a métrica de desempenho global da EC, na GRS no Município de Nampula em 21.551724%, enquadrado no parâmetro *fuzzy* entre 0% e 59%, correspondente à 1ª escala *fuzzy* e não satisfatório, como o grau de pertinência. Assim, à luz do Lima

(2020), de forma geral, concluiu-se que o estado de implementação de EC, com enfoque na GRS no Município de Nampula não é satisfatório, sendo que o resultado da pesquisa responde a Hipótese 1 “O estado da implementação da EC na GRS no Município de Nampula não é satisfatório”.

<b>Resumo da métrica de desempenho geral da EC na GRS no Município de Nampula</b>					
Métrica de circularidade (Corona et al., 2019) por técnica do <i>Centróide (COG)</i> (Lima, Lógica fuzzy: Conceitos e aplicações, 2020)					
<b>KPI</b>	<b>Quantidade de padrões</b>	<b>Quantidade de critérios de verificação para o padrão</b>	<b>Quantidade de critérios de verificação alcançados</b>	<b>Desempenho no padrão</b>	<b>Desempenho geral da EC na GRS no Município de Nampula</b>
<b>KPI 1 - NÍVEL DE CONHECIMENTO DE EC POR PARTE DOS RESIDENTES DO CONSELHO MUNICIPAL DA CIDADE DE NAMPULA.</b>	1.1	5	5	100%	<b>21.551724% NÃO SATISFATÓRIO</b>
	1.2	4	3	75%	
<b>KPI 2 - NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DE RECURSOS E PREVENÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.</b>	2.1	7	0	0%	
	2.2	2	1	50%	
	2.3	1	1	100%	
<b>KPI 3 - REDUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA FONTE.</b>	3.1	26	2.5	10%	
<b>KPI 4 - RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	4.1	8	0	0%	
<b>KPI 5 - REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.</b>	5.1	5	0	0%	
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>58</b>	<b>12.5</b>	<b>21.551724%</b>	

Métrica geral de desempenho da EC na GRS

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da examinação do nível de desempenho dos *KPI's* referenciados, concluiu-se que o Município de Nampula tem enormes desafios com vista a implementação da EC, com enfoque na GRS como a deficiência de informações credíveis, a falta de tecnologia avançada em matéria da gestão dos 3R's, fraca exploração de conteúdos da legislação nacional referente à GRS, défice de incentivos de GRS no âmbito da EC, fraca conscientização e sensibilização pública das vantagens da GRS na base de EC, entre outros.

Considerando os desafios supra elencados, pode verificar-se que para garantir a transição do Modelo de EL actualmente dominante para o Modelo de EC como o paradigma económico sustentável e benéfico para futuro, necessitaria imensos esforços integrados, envolvendo dimensões política, económica, governamental, privado e da sociedade civil

por forma a superar esses desafios.

O Município de Nampula precisa de identificar projectos tecnológicos e alinhá-los com os princípios de EC e 3R, e cooperação com instituições locais de ensino, com vista a divulgação do Modelo de EC e suas vantagens na GRS como forma de incentivo aos esforços de pesquisa científica no âmbito desse paradigma, concretamente na redução, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos.

Para massificar a conscientização e a participação de todos munícipes individuais e colectivos nas actividades relacionadas à EC, precisaria divulgar permanentemente o paradigma de EC, passando assim pela realização de promoções nas TV's, boletins informativos, exposições, palestras, *workshops*, entre outras.

As iniciativas supra versadas permitiriam a troca, conjugação e integração de experiências de diferentes actores que poderiam capitalizar o sucesso da implementação do modelo de EC, com enfoque na GRS, por um lado. Por outro lado, os residentes singulares e corporativos podem fortalecer mútua compreensão e amizade ao trocar informações, e essas práticas seriam base sólida de maior colaboração no âmbito de EC.

Aos futuros investigadores da área científica de EC, nas suas pesquisas, recomenda-se o uso do modelo conjugado da métrica de circularidade (Corona et al., 2019) por técnica do *Centróide (COG)* da lógica *fuzzy* (Hao et al., 2009; Jiang, 2010) (Lima, 2020) e o teste qui-quadrado (Favero & Belfiore, 2017). A utilização destes modelos conjugados para esse estudo, permitiram determinar o estado real de desempenho de EC na GRS no Município de Nampula.

## REFERÊNCIAS

Assane, J. (2021). *Município de Nampula acusado de fraca capacidade na Gestão de Resíduos Sólidos*. Nampula: Revista Boa Nova. Disponível em: <https://abrir.link/yt1nV>. Obtido em 21 de Maio de 2021

Belfiore, F. e. (2017). *Manual de Análise de dados: Estatística e Modelagem com Excel, SPSS e Stata*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Bisol, M. (11 de Novembro de 2015). Gestão de resíduos sólidos em Nampula – Moçambique. (PRES, Ed.) *Portal de resíduos sólidos*. Obtido em 24 de Novembro de 2022

Chandamela, M. (2019). *Gestão de Resíduos Sólidos em Moçambique* (Vol. Destaque rural nº 76). Maputo, Maputo, Moçambique: Observatório do Meio Rural. Disponível em: <https://abrir.link/myvD1>.

Ciscati, B. R. (31 de Outubro de 2016). *Como a economia circular pode transformar lixo em ouro?* Coopermiti. S. Paulo: Coopermiti.

CMCN. (28 de Outubro de 2021). *Maximização do financiamento para o desenvolvimento urbano*. Nampula, Nampula, Moçambique: Conselho municipal da cidade de Nampula. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/NC\\_NAMPULA.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/NC_NAMPULA.pdf).

Corona, B., Shen, L., Reike, D., Carreón, J., Worrell, E. (Dezembro de 2019). Towards sustainable development through the circular economy: A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 1-15.

Espinosa, D., Silvas, F. (2014). Resíduos sólidos: Abordagem e Tratamento. Em L. Manole Editora (Ed.), *Curso de Gestão Ambiental* (pp. 195-255). S. Paulo: Manole Editora, LDA.

Fagundes, A. (2015). *Modelagem fuzzy para avaliação de desempenho ambiental do gerenciamento de resíduos sólidos industriais* (Vol. TESE). Curitiba, Curitiba, Brasil: Universidade tecnológica federal do Paraná. Disponível em: <https://abrir.link/noaGw>.

Fávero, L. P. (2017). *Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem com Excel, SPSS e Stata*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Freitas, A., Rodrigues, S. (7 a 9 de Novembro de 2005). *A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach* (7 ed.). S. Paulo, S. Paulo, Brasil: Disponível em: <https://abrir.link/bse9d>. Obtido em 7 a 9 de Novembro de 2005

Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (15 de Fevereiro de 2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. (Elsevier, Ed.) *Journal of cleaner production*, 114, pp. 11-32. Obtido em 05 de Maio de 2022

Gil, A. (2019a). *Metodos e Técnicas de Pesquisa Social* (Vol. 8). São Paulo, Brasil: Atlas.

INE. (2017). *Resultados definitivos do censo 2017: IV Recenseamento geral da população e habitação* (IV ed.). Maputo, Maputo, Moçambique: Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: <https://abrir.link/K4gHf>. Obtido em 2017

Jacobi, P. R., & Besen, G. R. (2011). *Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade*. Brasil.

Jouni Korhonen, Antero Honkasalo, Jyri Seppala. (2018). Circular Economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, pp. 1-2.

Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppala, J. (12 de July de 2017). Circular Economy: The Concept and its Limitation. 37-46. Obtido em 12 de July de 2017

Kumar, S. (2016). *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*. CRC Press.

Langa, J. (2014). Gestão de resíduos sólidos em Moçambique, responsabilidade de quem? (GC, Ed.) *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 1-14.

Lima, A. (2020). *Lógica fuzzy: Conceitos e aplicações*. Rio grande do norte, Rio grande do norte, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://abrir.link/mrjNd>.

Machado, G. (15 de Agosto de 2017). Gestão de Resíduos Sólidos em Nampula - Moçambique. Disponível em: <https://abrir.link/GRkNu>. (PRES, Ed.) Nampula, Nampula, Moçambique: PRES. Obtido em 15 de Agosto de 2017

Namagalima, A., Fortes, A. (23 a 24 de Setembro de 2020). Gestão de resíduos sólidos urbanos em Moçambique: caso do posto administrativo de Muatala na cidade de Nampula. *17º Congresso Nacional do Meio Ambiente*. Poços de Caldas: 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <https://abrir.link/NGhwx>.

Sassanelli, C., Rosa, P., Rocca, R., Terzi, S. (Agosto de 2019). Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 229, 440-453.

Su, B., Heshmati, A., Yu, X. (28 de November de 2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, pp. 215-227.