



**Universidade Politécnica  
A POLITÉCNICA**

**INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**TEMA DE PESQUISA: AVALIAÇÃO DA GESTÃO DAS BATERIAS DE CHUMBO -  
ÁCIDO FORA DE USO: CASO DA EMPRESA MUNICIPAL DE TRANSPORTE  
RODOVIÁRIO DE MAPUTO E EMPRESA TRANS-ALY**

**Estudante:** Naira Ibrahim Tualibudine

**Supervisor:** Msc. Virgílio António Livele

Maputo, Junho de 2024

INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS.

LICENCIATURA EM ENGENHARIA AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DAS BATERIAS DE CHUMBO -ÁCIDO FORA DE USO: CASO  
DA EMPRESA MUNICIPAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MAPUTO E EMPRESA  
TRANS-ALY

Naira Ibrahim Tualibudine

Monografia apresentada ao curso de Engenharia  
Ambiental da Universidade A Politécnica para a  
obtenção do título de Licenciatura em Engenharia  
Ambiental

Supervisor: Msc. Virgílio António Livele

Maputo, Junho de 2024

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aos \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ a presente monografia foi apresentada, em uma defesa pública, na qual se lavrou a Acta onde consta que o autor foi aprovado com a classificação de \_\_\_\_ valores, feita pelos seguintes membros do Júri:

O Presidente:

---

O Supervisor:

---

O/A Arguente / Oponente:

---

Maputo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## **Declaração de Honra**

Declaro que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão, devidamente, mencionadas no texto e na bibliografia.

Declaro, ainda, que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

---

(Naira Ibrahim Tualibudine)

**Dedicatória**

Dedico esta monografia aos meus pais Ismael Tualibudine e Faira Ibrahim, que, desde cedo, me ensinaram o valor do conhecimento, para entender o mundo e que me mostraram, pelo seu exemplo, que não há limites para a busca de um sonho.

Ao meu querido irmão Haider e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Por fim, dedico aos meus amigos e colegas, que me incentivam todos os dias e ofereceram-me apoio nos momentos críticos.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu supervisor, Msc. Virgílio António Livele, pelos valiosos conselhos, paciência, encorajamento e as ricas contribuições, que foram fundamentais na elaboração desta Monografia.

Aos meus docentes pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um bom desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Às Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly pela autorização na recolha de dados que foi de grande utilidade para a elaboração desta monografia.

Aos meus pais e irmão, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava aos estudos até esta etapa para conclusão do curso.

Aos meus amigos e familiares, que sempre estiveram do meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o todo o período em que me dediquei na elaboração desta monografia.

A todos que participaram, directa ou indirectamente, no desenvolvimento desta Monografia, enriquecendo o meu processo de aprendizagem.

## **Resumo**

A presente pesquisa intitulada “Avaliação da Gestão das Baterias de Chumbo-Ácido fora de uso: Caso das Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly” tem como objectivo avaliar as formas de gestão das baterias fora do uso nas Empresas em estudo. A metodologia adoptada para esta pesquisa foi baseada numa abordagem mista, isto é, quantitativo e qualitativo, na qual foram aplicadas entrevistas semiestruturadas direccionadas aos funcionários que lidam directamente com a gestão e manutenção das baterias, acompanhado de uma observação directa às instalações das Empresas. Como resultado, constatou-se que ambas as Empresas fazem a monitoria, manutenção, armazenamento e descarte de baterias, mas não as reciclam. A Trans-Aly descarta um número elevado de baterias, devido à falta de reparos, enquanto a EMTPM prioriza o reaproveitamento e a reparação. As Empresas utilizam equipamentos de protecção individual (EPI), para reduzir os riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Embora as Empresas em estudo adoptem algumas medidas, para mitigar os riscos da má gestão de baterias de chumbo-ácido, como o uso de EPI's, as conclusões indicam que as falhas em outras etapas do processo, como o armazenamento inadequado e descarte final incorrecto, geram impactos negativos consideráveis ao meio ambiente e à saúde humana. Um ponto crucial de diferenciação reside na estratégia de descarte. A Trans-Aly apresenta um elevado índice de descarte de baterias, possivelmente, fruto da priorização da substituição em detrimento do reparo. Já a EMTPM adapta-se a uma cultura de reaproveitamento e reparo, buscando prolongar a vida útil das baterias antes do descarte final. Para o presente estudo, sugere-se ao Ministério de Terra e Ambiente a elaboração de um regulamento nacional de gestão adequada das baterias automotivas e sensibilizar aos potenciais investidores a abertura de uma Empresa de reciclagem de baterias automotivas em Moçambique. As Empresas em estudo devem elaborar um regulamento interno de gestão adequada das baterias e realizar palestras de sensibilização destinadas aos compradores de baterias fora do prazo focalizadas no impacto ambiental, à saúde pública e à importância da gestão adequada desses resíduos. A colaboração entre as Empresas, através da troca de conhecimentos e experiências, pode impulsionar melhorias contínuas em seus programas de gestão de baterias.

**Palavras-chaves:** Bateria, Baterias de Chumbo-Ácido, Gestão.

**Abstract**

The research entitled “Evaluation of the Management of Lead-Acid Batteries out of use: Case of the Municipal Road Transport Companies of Maputo and Trans-Aly” aims to evaluate the ways of managing batteries out of use in the Companies under study. The methodology adopted for this research was based on a mixed approach, that is, quantitative and qualitative, in which semi-structured interviews were applied aimed at employees who deal directly with the management and maintenance of batteries, accompanied by direct observation of the Companies' facilities. As a result, it was found that both Companies monitor, maintain, store and dispose of batteries, but do not recycle them. Trans-Aly discards a high number of batteries due to lack of repairs, while EMTPM prioritizes reuse and repair. Companies use personal protective equipment (PPE) to reduce risks to human health and the environment. Although the Companies under study adopt some measures to mitigate the risks of poor management of lead-acid batteries, such as the use of PPE, the conclusions indicate that failures in other stages of the process, such as inadequate storage and incorrect final disposal, generate considerable negative impacts on the environment and human health. A crucial point of differentiation lies in the disposal strategy. Trans-Aly has a high rate of battery disposal, possibly because of prioritizing replacement over repair. EMTPM adapts to a culture of reuse and repair, seeking to extend the useful life of batteries before final disposal. For the present study, it is suggested that the Ministry of Land and Environment draw up a national regulation for the adequate management of automotive batteries and raise awareness among potential investors about opening an automotive battery recycling company in Mozambique. The Companies under study must develop internal regulations for the appropriate management of batteries and hold awareness-raising lectures aimed at buyers of out-of-date batteries focused on the environmental impact, public health and the importance of adequate management of this waste. Collaboration between Companies, through the exchange of knowledge and experiences, can drive continuous improvements in their battery management programs.

**Keywords:** Battery, Lead-Acid Batteries, Management.

## Índice

Declaração de Honra .....	ii
Dedicatória .....	iii
Agradecimentos .....	iv
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Índice.....	vii
Índice de figuras .....	ix
Índice de tabelas .....	x
Índice de gráfico .....	xi
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1. Introdução .....	1
1.1. Delimitação do tema .....	2
1.2. Problema de investigação.....	2
1.2.1. Hipóteses .....	2
1.2.2. Perguntas de investigação .....	3
1.3. Objectivos .....	3
1.3.1. Objectivo geral .....	3
1.3.2. Objectivos específicos .....	3
1.4. Justificativa para a escolha do tema .....	3
1.5. Descrição das características do ambiente de estudo.....	5
1.6. Organização do trabalho em capítulos .....	6
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
2. Revisão da literatura .....	7
2.1. Marco conceptual .....	7
2.2. Desenvolvimento circunstancial, descritivo e detalhado do fenómeno em estudo.....	8
2.2.1. História da bateria.....	8
2.2.2. Tipos de baterias.....	9
2.2.3. Componentes da bateria chumbo-ácido .....	11
2.2.4. Reacção química da bateria de ácido chumbo.....	12
2.2.5. Aplicação de uma bateria chumbo-ácido .....	15
2.2.6. Vantagens e Desvantagens da Bateria de Chumbo-Ácido .....	16
2.2.7. Impactos do descarte inadequado das Baterias de Chumbo-Ácido .....	17
2.2.8. Importância do descarte correcto.....	18
2.2.9. Reciclagem das Baterias de Chumbo-Ácido .....	19
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
3. Metodologia.....	21
3.1. Tipo de estudo.....	21
3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	21
3.3. População e amostra .....	22
3.4. Procedimentos .....	23

3.5. Aspectos éticos.....	24
3.6. Limitações do trabalho .....	24
<b>CAPÍTULO VI – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
4. Apresentação e discussão dos resultados.....	25
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>41</b>
5.1. Conclusões .....	41
5.2. Sugestões .....	41
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Autocarros da EMTPM .....	6
<b>Figura 2:</b> Serviços prestados pela Trans-Aly .....	6
<b>Figura 3:</b> Composição de uma bateria .....	12
<b>Figura 4:</b> Reacção de descarga da bateria .....	13
<b>Figura 5:</b> Reacção de carga da bateria .....	13
<b>Figura 6:</b> Reacção de sobrecarga .....	14
<b>Figura 7:</b> Mutímetro da EMTPM.....	27
<b>Figura 8:</b> Multímetro da Trans- Aly .....	27
<b>Figura 9:</b> Carregador automativo da Trans-Aly .....	28
<b>Figura 10:</b> Carregador Automotivo da EMTPM .....	28
<b>Figura 11:</b> Baterias de chumbo-ácido armazenadas em estratos de madeira da Trans-Aly .....	33
<b>Figura 12:</b> Baterias de chumbo-ácido armazenadas em estratos de madeira da EMTPM .....	33
<b>Figura 13:</b> Barra de estanho.....	34
<b>Figura 14:</b> Radiador .....	34

## **Índice de tabelas**

<b>Tabela 1:</b> Vantagens e Desvantagens da Bateria de Chumbo- Ácido .....	16
<b>Tabela 2:</b> Principais impactos causados pelos metais presentes nas Baterias de Chumbo-Ácido ao meio ambiente e à saúde humana .....	18
<b>Tabela 3:</b> Gestão das baterias .....	25
<b>Tabela 4:</b> Manutenção de baterias de chumbo-ácido .....	29
<b>Tabela 5:</b> Quadro Legal sobre a Poluição e Impacto Ambiental .....	37
<b>Tabela 6 :</b> Análise comparativa do Descarte de Baterias .....	38

## **Índice de gráfico**

<b>Gráfico 1:</b> Monitoramento das baterias na EMTPM e Trans-Aly.....	26
<b>Gráfico 2:</b> Reciclagem e reaproveitamento das baterias na EMTPM e Trans-Aly .....	34
<b>Gráfico 3:</b> Volume de baterias operacionais e descartadas na EMTPM e Trans-Aly .....	38

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

### 1. Introdução

O presente trabalho intitulado “*Avaliação da Gestão das Baterias de Chumbo-Ácido fora de uso: Caso das Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly*” pretende avaliar como é feita a gestão das baterias fora de uso nas empresas acima referidas.

A gestão eficaz das baterias de chumbo é fundamental, para evitar a contaminação ambiental, proteger a saúde humana e minimizar o desperdício de recursos. Isso requer a implementação de políticas e práticas de reciclagem e descarte adequado, bem como a conscientização pública sobre os riscos associados ao chumbo e outras substâncias presentes nessas baterias.

O descarte inadequado de baterias implica na perda de recursos valiosos presentes nas baterias, como metais preciosos ou materiais que podem ser recuperados. Além disso, não haverá garantia de que os resíduos tóxicos das baterias sejam, devidamente, isolados e tratados.

A metodologia adoptada para esta pesquisa foi baseada numa abordagem mista, isto é, quantitativo e qualitativo, com a aplicação de entrevistas semiestruturadas, direccionadas aos funcionários responsáveis pela gestão e manutenção das baterias. Através do método qualitativo pretendeu-se compreender como é que as Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly fazem a gestão das baterias descartadas e se conhecem os impactos ambientais e à saúde humana provocados pelas baterias descartadas. O método quantitativo foi usado para a mensuração dos dados relacionados com o número de autocarros que operam nas duas empresas, o volume de baterias descartadas e o seu tempo de vida útil.

O referencial teórico apresenta reflexões sobre a bateria, chumbo ácido, a sua aplicação, vantagens e desvantagens, impactos do descarte inadequado para o meio ambiente e à saúde humana, importância do descarte correcto e a reciclagem.

Este estudo possibilitará não apenas uma compreensão mais abrangente dos envolvidos na gestão das baterias das duas Empresas, mas também subsidiará a formulação de políticas e práticas que minimizem os impactos negativos provocados por uma má gestão das baterias de chumbo-ácido fora do uso. A conscientização sobre o descarte e reciclagem adequados e a adopção de práticas mais sustentáveis são fundamentais, para garantir que o legado das baterias de chumbo-ácido seja positivo tanto para os usuários quanto para o planeta.

### **1.1. Delimitação do tema**

A pesquisa focalizou-se apenas na gestão das baterias fora do uso, o seu impacto ambiental e na saúde humana nas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly no ano de 2023.

### **1.2. Problema de investigação**

A Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo (EMTPM) surge como a entidade responsável pela oferta de transporte colectivo na cidade de Maputo, Matola e arredores, operando com 60 autocarros. A Empresa Trans-Aly opera no mercado moçambicano, dedicando-se na produção, comercialização e transporte de betão pronto, serviços de bombagem de betão, comercialização e transporte de agregados e água, prestação de serviços de transporte de cimento a granel, calcário, clínquer e gesso, operando com 45 autocarros.

As duas Empresas em estudo utilizam baterias de chumbo-ácido nos seus autocarros, as quais, embora apresentem vantagens em relação a outros tipos de baterias, têm impactos significativos na saúde humana e no meio ambiente, especialmente devido à presença de chumbo. Portanto, é essencial saber se as duas Empresas implementam práticas de gestão de baterias fora de uso, no que diz respeito à monitoria, manutenção, armazenamento, reciclagem e descarte correcto. Além disso, no presente trabalho pretende-se também avaliar os impactos ambientais e à saúde humana provocados pelo chumbo e ácido sulfúrico presente nas baterias.

Assim, surge a seguinte pergunta de pesquisa:

*Como é feita a gestão das baterias de chumbo-ácido fora do uso pelas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly?*

#### **1.2.1. Hipóteses**

Como resposta à pergunta de partida, construiu-se as seguintes hipóteses:

**H1:** As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly possuem um volume considerável de baterias fora do uso e descartam de forma inadequada, o que provoca sérios impactos ambientais e à saúde humana.

**H2:** As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly fazem o reaproveitamento e a reciclagem de baterias fora do uso o que não provoca sérios impactos ambientais e à saúde humana.

**H3:** As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly conhecem os impactos provocados pelas baterias fora do uso o que não provoca sérios impactos ambientais e à saúde humana.

### **1.2.2. Perguntas de investigação**

- As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly apresentam um volume considerável de baterias fora do uso?
- Como é que as Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly fazem a gestão de baterias fora do uso?
- As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly fazem o reaproveitamento e a reciclagem de baterias fora do uso?
- Qual é destino que as Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly dão às baterias fora do uso?
- As Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly conhecem os impactos provocados pelas baterias fora do uso?

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Objectivo geral**

- Avaliar as formas de gestão das baterias fora do uso pelas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a Trans-Aly.

#### **1.3.2. Objectivos específicos**

- Quantificar o volume das baterias fora de uso pelas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly;
- Verificar as formas de gestão das baterias fora de uso pelas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly;
- Identificar os impactos ambientais e à saúde humana que possam decorrer da forma de gestão das baterias fora de uso nas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly.

### **1.4. Justificativa para a escolha do tema**

A escolha do tema “Avaliação da gestão das baterias de chumbo-ácido fora de uso: Caso das Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans Aly” justifica-se pelo facto de, na literatura, ser convergente a ideia de que as baterias de chumbo- ácido, por conter, na sua composição, chumbo que é altamente tóxico e representa, conseqüentemente, sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana.

A escolha das Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly é justificada pelos seguintes motivos:

**Importância das baterias de chumbo-ácido:** as baterias de chumbo-ácido desempenham um papel crucial nas operações das empresas de transporte rodoviário, pois fornecem energia para a partida dos veículos e alimentam os sistemas eléctricos essenciais. Avaliar a gestão dessas baterias é fundamental, para garantir a eficiência das operações e a disponibilidade dos veículos.

**Necessidade de optimização de recursos:** as baterias de chumbo-ácido representam um investimento significativo para as empresas de transporte rodoviário. Uma gestão adequada dessas baterias pode garantir uma vida útil mais longa, reduzindo os custos de substituição e optimização do uso dos recursos financeiros da empresa.

**Impacto ambiental:** as baterias de chumbo-ácido são compostas por materiais altamente tóxicos, como o chumbo e o ácido sulfúrico. Uma gestão inadequada dessas baterias pode resultar em impactos ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água. Avaliar a gestão das baterias nessas empresas é importante, para identificar possíveis riscos ambientais e propor medidas de mitigação.

**Oportunidades de melhoria:** através da avaliação da gestão das baterias de chumbo-ácido, pode-se identificar possíveis falhas nos processos de manutenção, carga e descarga, armazenamento, descarte e outras práticas relacionadas. Com base nestas pesquisas, as empresas podem implementar melhorias nas suas operações, visando a eficiência operacional, a redução de custos e a sustentabilidade ambiental.

**Contribuição para o sector de transportes em Moçambique:** ao avaliar a gestão das baterias de chumbo-ácido nestas Empresas, pode-se fornecer informações úteis para o sector de transportes em Moçambique. Os resultados do estudo podem ser partilhados com outras Empresas do sector, as autoridades reguladoras e os órgãos governamentais, ajudando a promover boas práticas de gestão e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do sector.

Em resumo, a escolha do tema de estudo de avaliação da gestão das baterias de chumbo-ácido nessas empresas, em Moçambique, é justificada pela sua importância para as operações, recursos financeiros, o impacto ambiental, as oportunidades de melhoria e a contribuição para o sector de transporte.

**Sob o ponto de vista ambiental:** o desenvolvimento deste tema revela-se pertinente, visto que o descarte inadequado das baterias de chumbo-ácido pode provocar problemas nos ecossistemas terrestres e marinhos. Por exemplo, quando as baterias são descartadas em lixeiras ao ar livre contaminam o solo e quando são descartados em aterros sanitários contaminam os lençóis freáticos e cursos de água, concorrendo para a contaminação da fauna e da flora das regiões próximas. Com efeito, através da cadeia alimentar, esses metais chegam aos seres humanos.

**Em relação à saúde humana:** o desenvolvimento deste tema revela-se pertinente na medida em que pretende abordar os impactos do chumbo na saúde, tais como doenças que vão desde danos cerebrais até às disfunções renais e pulmonares, incluindo deficiência visual e anemia.

A realização desta pesquisa pretende também mostrar os benefícios económicos de uma boa gestão das baterias. As baterias de chumbo-ácido podem ser recicladas e reutilizadas para a fabricação de novas baterias. Esta ideia é suportada por CSPOWER (2009), ao referir que as baterias de chumbo-ácido podem ser 100% recicladas e serem reutilizados os compostos para fabricação de novas baterias e ainda têm um alto valor de mercado, mesmo sendo nocivos ao ser humano e o meio ambiente.

De acordo com ABRABAT (2020), na prática, 99% do chumbo, do ácido e do plástico podem ser reaproveitados para produção de novas baterias, garantindo, assim, uma alta taxa de circulação e um alto nível de utilidade. Isso posiciona, naturalmente, a cadeia produtiva de baterias como uma das de maior potencial para a expansão da Economia Circular.

**No campo académico:** a realização desta pesquisa ganha relevância porque os conhecimentos académicos são fundamentais para a realização de uma pesquisa. Eles permitem que a autora tenha uma base sólida, para desenvolver a pesquisa e avaliar, criticamente, as informações que encontrar. Além disso, os conhecimentos académicos irão ajudar a entender melhor como as empresas transportadoras em estudo fazem a gestão das baterias de chumbo-ácido.

**Sob o ponto de vista científico:** o presente estudo poderá ser ponto de partida para geração de futuros trabalhos e novas discussões na comunidade científica, sobre a má gestão das baterias de chumbo-ácido. Além disso, os métodos e os resultados gerados por este estudo podem ajudar a especialistas, tomadores de decisão e áreas da comunidade científica e prática, no gerenciamento e levantamento de dados sobre a gestão das baterias de chumbo-ácido.

### **1.5. Descrição das características do ambiente de estudo**

O estudo realizou-se nas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo (EMTPM) localizada na Cidade de Maputo e a Trans-Aly localizada na Província de Maputo. A EMTPM é a maior e mais antiga Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de passageiros, com mais de 80 anos de existência e a Trans-Aly opera no mercado moçambicano há mais 20 anos, dedicando-se a produção, comercialização e transporte de betão pronto, serviços de bombagem de betão, comercialização e transporte de agregados e água, prestação de serviços de transporte de cimento a granel, calcário, clínquer e gesso.



**Figura 1:** Autocarros da EMTPM

**Fonte:** Autora (2023)



**Figura 2:** Serviços prestados pela Trans-Aly

**Fonte:** Empresa Trans-Aly (2023)

## 1.6. Organização do trabalho em capítulos

O presente trabalho está estruturado em 5 capítulos, descritos da seguinte maneira:

**Capítulo 1:** Apresenta a parte introdutória do trabalho, expondo o problema de investigação, as hipóteses, os objectivos específicos e justificativa.

**Capítulo 2:** Refere-se à revisão da literatura, apresentando conceitos importantes de interesse do estudo, tais como: bateria, baterias de chumbo-ácido, bateria automotiva, acumuladores eléctricos, reutilização, reciclagem e impacto ambiental.

**Capítulo 3:** Refere-se à metodologia que apresenta o tipo de estudo, local de estudo, população e amostra, recolha de instrumentos de dados, procedimentos, análise de dados, aspectos éticos e limitações do trabalho.

**Capítulo 4:** Dedicar-se a apresentação e discussão dos resultados.

**Capítulo 5:** Apresenta as conclusões e sugestões, sugerindo possíveis contribuições a serem utilizadas pelas Empresas em estudo, para a gestão adequada das baterias fora do uso.

## CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

### 2. Revisão da literatura

Neste capítulo, apresentam-se aspectos teóricos sobre baterias de chumbo-ácido, constituição das baterias, reacções químicas das baterias de chumbo-ácido, reutilização das baterias e o impacto ambiental decorrente da má gestão das fora de uso, com vista a obter as informações dos estudos similares e sintetizar os seus resultados.

#### 2.1. Marco conceptual

**Bateria** é um sistema de armazenamento que converte energia química em energia eléctrica, permitindo acumular energia, conservá-la e restituí-la posteriormente (CALVALCANTE; CARVALHO; LIMA, 2005).

**Bateria automotiva** é chamada por diversos autores como Linden e Reddy (2002) de bateria SLI (Start Light and Ignition) devido as suas principais funções de ignição, partida e iluminação nos veículos.

**Baterias de Chumbo-ácido** são conjuntos de acumuladores eléctricos recarregáveis, interligados convenientemente, construídos e utilizados para receber, armazenar e liberar energia eléctrica por meio de reacções químicas envolvendo chumbo e ácido sulfúrico (ABNT, 1987).

**Acumuladores eléctricos** são dispositivos constituídos por um elemento, eletrólito e recipiente que os contém, capaz de armazenar sob forma de energia química, a energia eléctrica que lhe tenha sido fornecida e restituí-la quando for conectado a um circuito consumidor (ABNT, 1987)

**Reutilizar** é fazer com que um material ou um objeto tenha o maior tempo de vida útil possível, retardando ao máximo sua ida para um aterro ou sua reciclagem. (OLIVEIRA, COSTA, 2010).

**Reciclagem** é o método em que os resíduos de produtos que já foram utilizados e objetos que seriam descartados no meio ambiente, por serem considerados inutilizáveis são reutilizados como novos produtos (LOMASSO et al., 2015).

**Impacto ambiental** é qualquer mudança no ambiente para melhor ou pior, especificamente com efeito no ar, na terra, na água e na saúde das pessoas, resultante de actividades humanas (Lei do Ambiente nº20/97).

**Manutenção** é o termo que demonstra como as empresas trabalham para evitar paradas não programadas de equipamentos, visando preservar e conservar máquinas e equipamentos (HOOSE et al., 2017).

**Manutenção** como o acto de manter ou como a garantia da disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados (KARDEC & NASCIF, 2009).

## **2.2. Desenvolvimento circunstancial, descritivo e detalhado do fenómeno em estudo**

### **2.2.1. História da bateria**

As baterias de chumbo-ácido têm uma história rica e desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias. De acordo com SOARES (2022),

os primeiros ensaios de desenvolvimento de baterias são datados de 1800, na Itália, através de experimentos científicos do físico Alessandro Volta (1745-1827). Neste estágio inicial da invenção, empilhou discos alternados de zinco e cobre, separando-os por pedaços de tecidos embebidos em solução de ácido sulfúrico. Esse aparelho que produzia corrente eléctrica, sempre que um fio condutor era ligado aos discos de zinco e de cobre das extremidades, passou a ser denominado de pilha de Volta.

Segundo ANTAS (2012), “os acontecimentos de 1836 á 1954 sobre o surgimento das baterias são os que são mencionados a seguir”:

1836 - Inglês, John F. Daniel inventou a célula de Daniel que usava dois electrólitos: Sulfato de cobre e Sulfato de zinco. A célula de Daniel era um pouco mais segura e menos corrosiva que a célula de Volta;

1839 - William Robert Grove desenvolveu a primeira célula combustível, que produzia electricidade combinando hidrogénio e oxigênio;

1839 á 1842 - Grove (1839) e Bunsen (1842) melhoraram as baterias que usavam eléctrodos líquidos para produzir electricidade;

1859 - Inventor francês, Gaston Planté desenvolveu a primeira bateria de chumbo-ácido que podia ser recarregada. Este tipo de baterias é usado em carros e outras aplicações actualmente;

1866 - Engenheiro francês, Georges Leclanche patenteou a bateria de zinco-carbono, batizada de célula de Leclanche. A célula original de George Leclanche foi construída em um pote poroso. O eléctrodo positivo consistia de dióxido de manganês esmagado com um pouco de carbono misturado. O eléctrodo negativo consistia numa vareta de zinco. O cátodo era colocado dentro do pote e uma vara de carbono era inserida para actuar como um colector de corrente. O ânodo de zinco e o pote eram imersos em uma solução de cloreto de amônia. O líquido agia como o electrólito, infiltrando-se nos poros e fazendo contacto com o material do cátodo;

1868 – Em equipamentos de telégrafos, 20.000 células de Georges Leclanche já eram usadas.

1881 - J.A. Thiebaut patenteou a primeira bateria com o eléctrodo negativo e o pote poroso colocados em um copo de zinco;

1881 - Carl Gassner inventou a primeira bateria "seca" (Célula de zinco-carbono);

1899 - Waldmar Jungner inventou a primeira bateria recarregável de níquel- cádmio.

1901 - Thomas Alva Edison inventou as baterias alcalinas;

1949 - Lew Urry inventou as pequenas pilhas alcalinas.

1954 - Gerald Pearson, Calvin Fuller and Daryl Chapin inventaram a primeira bateria solar.

### **2.2.2. Tipos de baterias**

Actualmente existem diferentes tipos de baterias, como por exemplo, a bateria de chumbo-ácido, de íão-lítio (Ião-Li), a bateria de níquel-cádmio (NiCd), a bateria de hidreto metálico de níquel (NiMH), entre outras. Este tipo de baterias é secundário e tem como característica principal serem recarregáveis, enquanto as baterias primárias não são recarregáveis (PINHO, 2014).

A presente pesquisa tem como foco a bateria de chumbo-ácido por ser a mais utilizada nos automóveis em Moçambique.

De acordo com PINHO (2014), no conjunto das baterias recarregáveis, a mais utilizada é a bateria de chumbo-ácido devido ao seu custo-benefício. Existem baterias com características de funcionamento melhores do que a bateria de chumbo-ácido, dentre essas estão: íon-lítio (Li26ion) e níquel-cádmio (NiCd). Porém, devido ao custo (para a mesma quantidade de energia, de quatro a cinco vezes maior) ainda são pouco empregadas em sistemas de geração que têm por base fontes renováveis de energia.

Segundo BAGOTSKY e SKUNDIN (2015) a tecnologia chumbo-ácido é o tipo de armazenamento eletroquímico mais antigo no mercado actual e hoje são as baterias de armazenamento mais utilizadas no mundo.

Entretanto Dürr (2006) refere que as baterias de chumbo-ácido são as mais utilizadas no mundo pelo baixo custo, alta confiabilidade, bom desempenho, células de alta voltagem ( $> 2,0$  V), fácil indicação do estado de carga, disponíveis em configurações livres de manutenção e em diversos tipos de tamanho e modelo.

Contudo, LINDEN e REDDY (2002) mencionam as desvantagens das baterias de chumbo-ácido como sendo: ciclo de vida relativamente pequeno (50-500 ciclos), densidade de energia limitada (em média 30-40 Wh/kg) e a dificuldade de fabricação de modelos muito pequenos (ex.: 500 mAh), segundo).

## **Baterias de chumbo-ácido**

Raymond Gaston Plante, físico francês, desenvolveu, em 1859, o primeiro modelo de bateria recarregável. A sua aplicabilidade seria automotiva, industrial e selada. As automotivas tendo a função de fornecer carga para o sistema de partida, iluminação e ignição. As industriais atenderiam motores eléctricos e actividades ininterruptas, como hospitais. As seladas, mais robustas, utilizadas em computadores e luzes de emergência (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000). Este modelo de bateria tem como principal elemento o chumbo que é um metal tóxico, este, com propensos impactos à saúde e ao meio ambiente. O chumbo tem valor significativo no mercado, com isso, há um interesse dos fabricantes no recolhimento das baterias de chumbo-ácido para recuperação do chumbo presente nestas baterias (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

## **Baterias de Níquel-cádmio (Ni-Cd)**

Waldemar Jungner criou, em 1899, a bateria de níquel-cádmio. Ela é composta de alumínio, cobalto, carbono, cromo, ferro, manganês e zinco, além dos hidróxidos de níquel-cádmio; a grafite e o óxido de ferro exercem a condutividade eléctrica e o cobalto recobre as partículas de hidróxido de níquel. Esta bateria se divide em dois tipos, a portátil (selada) e a de uso industrial e propulsão (não selada) (BARANDAS et al., 2007; NOGUEIRA; MARGARIDO, 2004). Sua aplicabilidade se concentra em locais que necessitam de fornecimento constante de energia, como sistemas de emergência, equipamentos médicos, sistemas de navegação, telecomunicações e transportes aéreos.

Este tipo de bateria predomina tal mercado, assim como as baterias de chumbo-ácido nos transportes terrestres (PEIXOTO, 2011). Estas baterias têm como vantagens armazenamento seguro por longo tempo, rápida recarga, menor custo em relação as baterias de níquel-metal hidreto e as de lítio, em situações de uso excessivo elas permanecem resistentes, seguras e duráveis. As desvantagens deste tipo de bateria são atribuídas ao factor de toxicidade do cádmio, o efeito memória e ao peso da bateria. O peso também é considerado uma desvantagem, se contraposto com a bateria de níquel, hidretos metálicos e ainda mais com a bateria de lítio, o que não acontece com a bateria de chumbo-ácido, pois são mais pesadas. Em relação ao efeito memória se apresenta devido às recargas sucessivas, causando alteração no ciclo carga-descarga (PEIXOTO, 2011).

## **Baterias de Níquel - Metal Hidreto (Ni-MH)**

O principal diferencial desta bateria consiste no material activo do ânodo, pois a bateria de níquel-cádmio utilizava o cádmio. Esta aplica hidrogénio absorvido na forma de hidreto metálico. Desse modo, constitui uma liga metálica através da oxidação do hidreto metálico, regenerando o metal

na descarga desse eléctrodo (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000). Os constituintes da liga de MH, são: níquel, vanádio, titânio e nióbio. Estes cumprem a função do cádmio nas baterias de níquel-cádmio. Há outros modelos que aplicam cromo, estanho, antimônio, alumínio, cobalto, zircônio, germânio e lantânio. Está associação de elementos para a formação da liga gera um custo mais elevado comparado a bateria de níquel-cádmio.

Possui uma forma cilíndrica e prismática, bastante utilizada na telefonia celular (REIDLER; GÜNTHER, 2003). Este tipo de bateria tem como vantagens, maior densidade de energia e voltagem de operação similar a bateria de níquel-cádmio, proporcionando cerca de 30% a mais de capacidade. Além disso, possui vida útil longa, posto que são ausentes de cádmio e, praticamente, ausente de mercúrio. Pela inexistência de cádmio, esta seria menos impactante do que a de níquel-cádmio, mas devido a produção em grande escala, desenvolveu-se o problema de gerenciamento deste resíduo, em função do teor de níquel presente nesta bateria (REIDLER; GÜNTHER, 2003).

### **Baterias de lítio**

Este modelo entrou no mercado, em 1991, pela Sony Energytech Incorporation. As baterias de lítio são assim denominadas pelo facto de, ao invés do lítio metálico, utiliza-se íons de lítio no electrólito na forma de sais de lítio dissolvidos em solventes não aquosos. Geralmente, utiliza-se grafite no ânodo e óxido de estrutura lamelar (LiCoO<sub>2</sub>, LiNiO<sub>2</sub>, etc.) ou espinélio (LiMnO<sub>2</sub>) no cátodo, posto que o mais utilizado é o óxido de cobalto litiado. Este desenvolvimento no mercado das baterias proporcionou vantagens significativas em relação ao desempenho e ao custo de produção (PESQUERO et al., 2008). Além do bom desempenho e segurança ao consumidor, este tipo de bateria propícia vantagens em relação ao design e conforto ao usuário, pois são leves e menores que os modelos anteriores oferecidos no mercado. Com isso, nota-se que as baterias de Ni-MH e as de lítio são menos impactantes do que as de Ni-Cd (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

#### **2.2.3. Componentes da bateria chumbo-ácido**

De acordo (BOSSCHE, 2006) os principais componentes de uma bateria de chumbo-ácido são:

**Placas positivas e negativas** - composição entre grades metálicas e massa de material activo responsável pelas reações químicas;

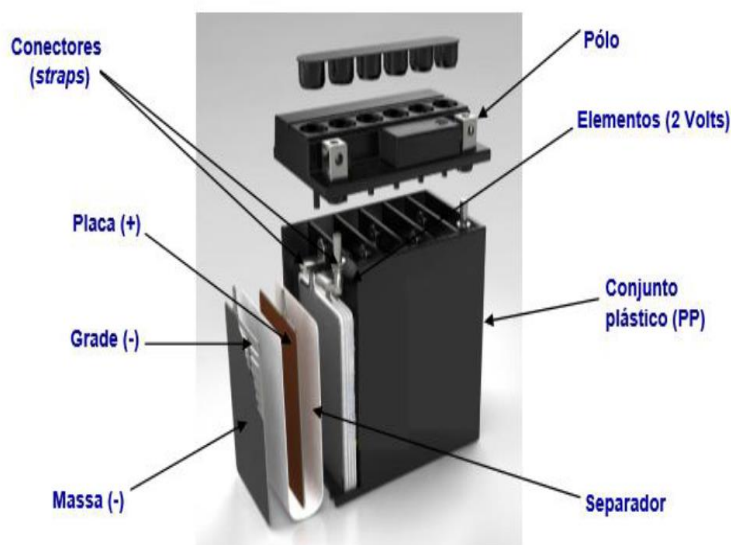
**Separadores** - envelopes plásticos que impedem o contacto directo entre as placas positivas e negativas, evitando o curto-circuito;

**Conectores** - pequenas peças de chumbo que fazem as conexões entre os elementos da bateria;

**Solução de ácido sulfúrico** - usualmente composta por 35% de ácido sulfúrico e 65% de água destilada, é um elemento fundamental no processo das reações químicas;

**Caixa/Tampa** - composta de polipropileno (PP), tem por função acondicionar os elementos e a solução, isolando-os do contacto com o exterior;

**Polo positivo e negativo** - peças de chumbo que desempenham a função de terminais positivo e negativo da bateria, respectivamente.



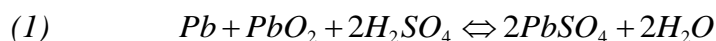
**Figura 3:** Composição de uma bateria

**Fonte:** Neto (2015)

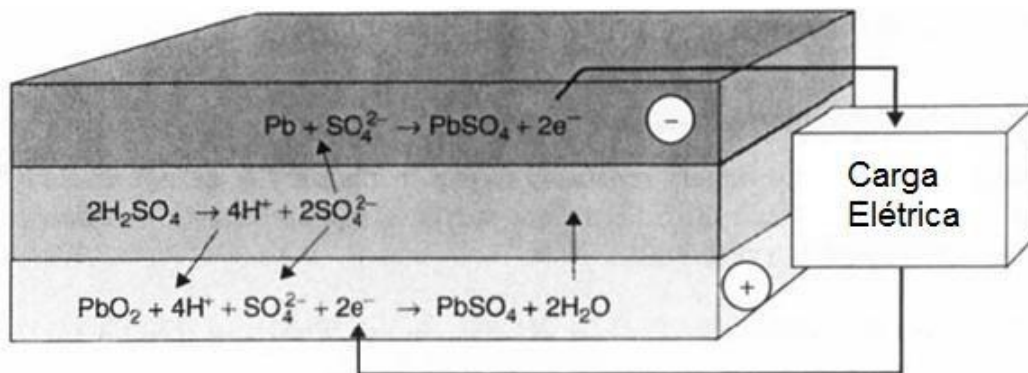
#### 2.2.4. Reacção química da bateria de ácido chumbo

A reacção química na bateria ocorre, principalmente, durante os métodos de descarga e recarga.

LARMINIE e LOWRY (2003) descrevem várias reacções electroquímicas que ocorrem numa célula de ácido-chumbo, iniciando pela reacção básica na qual o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) encontrado no electrólito combina-se com o chumbo (Pb) e o dióxido de chumbo ( $PbO_2$ ), para produzir sulfato de chumbo ( $PbSO_4$ ) e água ( $H_2O$ ), sendo que é gerada energia eléctrica. A fórmula (1) mostra esse processo:



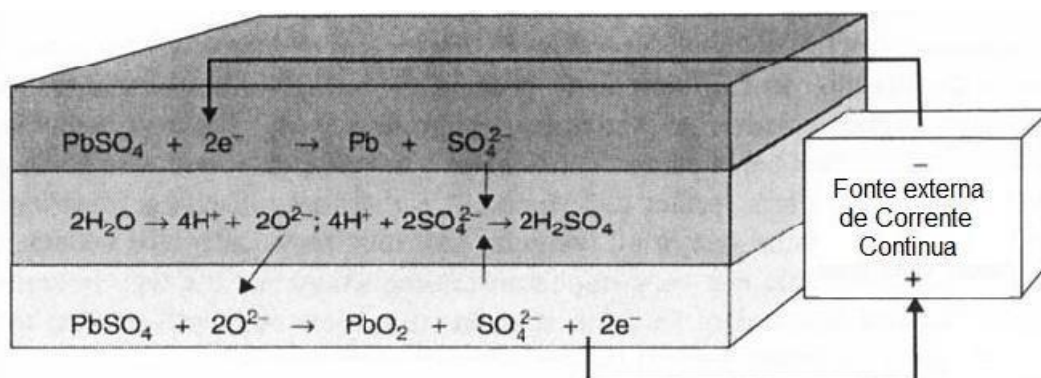
A figura 4 ilustra a reacção de descarga da bateria. Nesse caso o eléctrodo positivo é transformado de chumbo para sulfato de chumbo, enquanto o eléctrodo negativo é transformado de peróxido de chumbo para sulfato de chumbo. Nota-se também que, além do fluxo de eléctrones que provê a energia eléctrica para o veículo, existe a perda de ácido sulfúrico e ganho de água na solução.



**Figura 4:** Reacção de descarga da bateria

**Fonte:** Larminie (2003)

Complementando a reacção mostrada na figura 4, a figura 5 ilustra a reacção de carga da bateria, onde o sulfato de chumbo do eléctrodo negativo volta a ser chumbo, enquanto o eléctrodo positivo sofre a transformação de sulfato de chumbo para peróxido de chumbo. Nota-se também, que além da movimentação de eléctrones carregando a bateria, a concentração de ácido sulfúrico aumenta ao longo da carga.



**Figura 5:** Reacção de carga da bateria

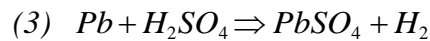
**Fonte:** Larminie (2003)

Como o chumbo e o dióxido de chumbo não são estáveis em ácido sulfúrico, essas substâncias, ainda que lentamente, se decompõe pelas seguintes reacções (2) e (3):

Eléctrodo positivo:



Eléctrodo negativo:

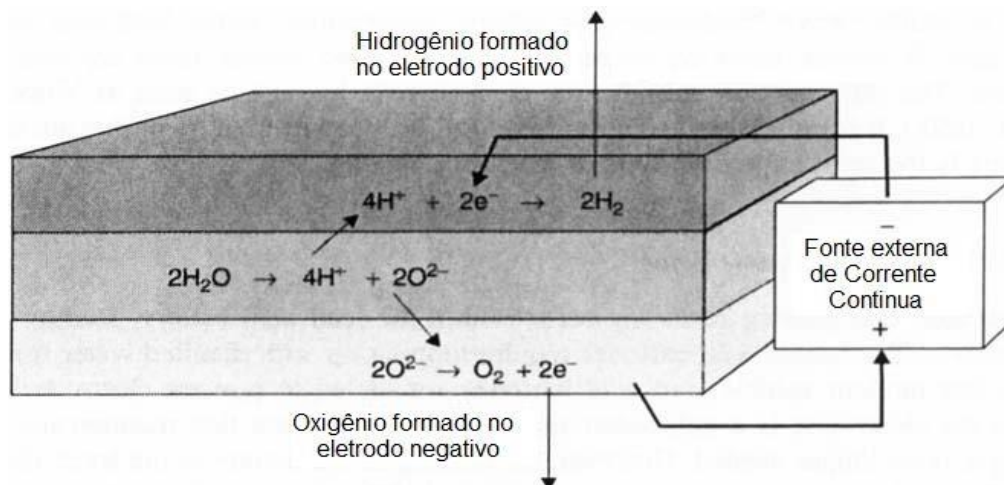


O resultado dessa decomposição é a auto-descarga da bateria, cuja taxa depende da temperatura das células da bateria, além da pureza dos componentes utilizados e das ligas utilizadas para a construção dos eléctrodos.

Essa reacção indesejável, que gera os gases oxigênio e hidrogênio, ocorre também quando a bateria é descarregada.

Vale ressaltar que a “velocidade” da reacção depende diretamente da “velocidade” da descarga. Em descargas rápidas essa perda de carga ocorre mais rapidamente nas células, devido a baixa tensão, alta temperatura e alta atividade nos eléctrodos quando essa descarga é abrupta.

Outro problema encontrado é geralmente resultado da reacção de auto- descarga não ocorrer de forma idêntica em todas as células da bateria, fazendo com que algumas das células fiquem mais descarregadas que as outras, gerando um novo efeito colateral. Esse efeito colateral acontece porque ao término de uma carga da bateria, o ideal é que todas as células estejam carregadas, isto significa que algumas células sofrerão uma sobrecarga para ter certeza que todas as células estão carregadas. A figura 6 ilustra a reacção de sobrecarga em uma célula de ácido-chumbo:



**Figura 6:** Reacção de sobrecarga

**Fonte:** Larminie (2003)

A reação de sobrecarga que gera a liberação desses gases ocorre quando não existe mais sulfato de chumbo nos eléctrodos para aceitar ou entregar eléctrones. Situação na qual a bateria está totalmente ou quase totalmente carregada.

O efeito percebido nas reacções de auto-descarga e de sobrecarga é a perda de água que se transforma em oxigênio e hidrogénio. Nas baterias antigas esses gases eram perdidos e o electrólito tinha que ser repostado, regularmente, adicionando água. Nas baterias modernas os gases são presos dentro da bateria e recombinam-se a uma taxa limitada gerando água. Porém, a vedação nessas baterias não é total, pois existe uma válvula que, a determinada pressão, elimina os gases gerando uma perda permanente de água. Essas baterias são chamadas de VRLA (Valve Regulated sealed Lead Acid) e em teoria são as baterias livres de manutenção.

Além da perda de água existe ainda outro factor que pode influenciar no desempenho da bateria, chamado sulfatação. Isso ocorre quando a bateria é deixada por um longo período (mais de duas semanas) descarregada. Nessa situação o sulfato de chumbo nos eléctrodos se agrupa em cristais, que dificultam a sua conversão para chumbo ou dióxido de chumbo, formando uma capa isolante na superfície dos eléctrodos. Algumas vezes isso pode ser revertido realizando carga lenta na bateria, porém nem sempre isso é possível. Com o uso da bateria esses cristais vão se tornando cada vez maiores e com o efeito de vibração esses cristais tendem a descolar do eléctrodo diminuindo a eficiência da bateria.

### **2.2.5. Aplicação de uma bateria chumbo-ácido**

As principais aplicações para baterias chumbo-ácido são para fins (LICCO, 2000):

**Industriais:** baterias que se destinam a aplicações estacionárias tais como telecomunicações, usinas eléctricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, nivelamento de carga, alarme e segurança, uso geral industrial e para partida de motores diesel.

**Tracionário:** baterias utilizadas para movimentação de cargas ou pessoas (empilhadeiras, carrinhos para golfe, transporte de malas em aeroportos, etc.), cadeiras de roda e assemelhados e, carros eléctricos.

**Especiais:** baterias utilizadas em aplicações específicas de carácter científico, médico ou militar e aquelas que sejam parte integrante de circuitos eléctro-electrónicos, para exercer funções que requeiram energia eléctrica ininterrupta em caso de fonte de energia primária alguma falha ou flutuação momentânea.

**Genéricos:** baterias utilizadas em ferramentas e utensílios portáteis, alarmes domésticos contra incêndios ou roubo, luz de emergência, etc.

**Automotivas:** aquelas utilizadas como principal fonte de energia em veículos automotores para partida, iluminação e ignição. São utilizadas em automóveis, caminhões, tratores, motocicletas, barcos e aviões.

### 2.2.6. Vantagens e Desvantagens da Bateria de Chumbo-Ácido

As Baterias de Chumbo-Ácido apresentam vantagens e desvantagens conforme ilustra a tabela 1.

**Tabela 1:** Vantagens e Desvantagens da Bateria de Chumbo- Ácido

<p><b>Vantagens</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Está disponível em todos os formatos e tamanhos.</li> <li>➔ É melhor em termos de confiabilidade e capacidade de trabalho.</li> <li>➔ Suporta sobrecarga lenta, rápida e excessiva.</li> <li>➔ É capaz de suportar inatividade prolongada com ou sem solvente.</li> <li>➔ Oferece o melhor valor em potência e energia por KWH.</li> <li>➔ Oferece ciclo de vida mais longo.</li> <li>➔ Cerca de 97% do chumbo pode ser reciclado e reutilizado em baterias novas.</li> <li>➔ É barato e simples de fabricar; baixo custo por watt-hora.</li> <li>➔ Oferece baixa autodescarga que é a mais baixa entre as baterias recarregáveis.</li> <li>➔ Oferece bom desempenho em baixas e altas temperaturas.</li> </ul>
<p><b>Desvantagens</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ O chumbo é mais pesado em comparação com elementos alternativos.</li> <li>➔ Possui baixa energia específica e baixa relação peso/energia.</li> <li>➔ Pode ser carregado lentamente, ou seja, a carga totalmente saturada leva de 14 a 16 horas.</li> <li>➔ Deve ser armazenado carregado, para evitar sulfatação.</li> <li>➔ Tem ciclo de vida limitado. Além disso, ciclos profundos e repetidos reduzem a vida útil da bateria.</li> <li>➔ A versão inundada da bateria requer rega.</li> <li>➔ Não é ecologicamente correcto.</li> <li>➔ Existem restrições de transporte no tipo alagado.</li> </ul>

**Fonte:** ©RF WIRELESS WORLD (2012).

### **2.2.7. Impactos do descarte inadequado das Baterias de Chumbo-Ácido**

O Homem e o meio ambiente, quando expostos aos metais pesados encontrados nas baterias, sofrem consequências advindas deste contacto. A disponibilidade e a toxicidade de um metal estão relacionadas com vários factores como: a forma química em que o metal se apresenta no ambiente; as vias de introdução do metal no organismo; a sua biotransformação em subprodutos tóxicos; a emissão para o ambiente até o aparecimento dos sintomas da intoxicação (MARQUES & CUNHA, 2013).

Os metais pesados presentes nas baterias podem demorar milhões de anos para perderem as suas propriedades tóxicas. Em contacto com a humidade, água, calor ou outras substâncias químicas, os componentes tóxicos vazam e contaminam tudo por onde passam, podendo provocar impactos irreparáveis no solo, na água, nas plantas, nos animais e, principalmente, no Homem.

Estima-se que cada bateria depositada de forma errada no meio ambiente contamina uma área de um metro quadrado. No entanto, o dano ambiental pode ser maior, se a quantidade desses equipamentos arremessados em lixeiras for muito grande. A dissolução de metais pesados depositados em aterros sanitários impróprios pode contaminar os lençóis freáticos e o ambiente local (ROA, 2009).

A tabela 2 apresenta os principais impactos ao meio ambiente e à saúde humana causados pelos metais presentes nas baterias chumbo-ácido.

**Tabela 2:** Principais impactos causados pelos metais presentes nas Baterias de Chumbo-Ácido ao meio ambiente e à saúde humana

<p><b>Impactos Ambientais</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Contaminação do solo;</li> <li>➔ Contaminação dos lagos, rios ou lençóis freáticos;</li> <li>➔ A agricultura pode ser directamente afectada, pois as plantas e frutas cultivadas nesses solos também estarão contaminadas;</li> <li>➔ Os metais tóxicos de baterias descartadas incorrectamente podem prejudicar a fauna marinha e a qualidade dos peixes da região, tornando a água e o alimento impróprios para o consumo.</li> </ul>
<p><b>Impactos na Saúde Humana</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Danos cerebrais;</li> <li>➔ Deficiência visual;</li> <li>➔ Anemia;</li> <li>➔ Disfunções renais e pulmonares;</li> <li>➔ Mutações genéticas;</li> <li>➔ Problemas em todo o sistema nervoso central;</li> <li>➔ Câncer;</li> <li>➔ Interfere na produção da hemoglobina e na produção de espermatozoides;</li> <li>➔ Distúrbios renais, neurológicos e no encéfalo.</li> </ul>

Fontes: ALVES DOS ANJOS (2022); CHRISTINA (2022).

### 2.2.8. Importância do descarte correcto

O descarte de baterias tem merecido uma atenção especial, nos últimos anos, devido à crescente demanda de utilização e aos impactos causados ao meio ambiente e à saúde humana, em virtude de serem constituídas de metais pesados, como já mencionado acima.

Várias Empresas oferecem alternativas para o descarte correcto destes resíduos, como pontos de recolha, onde este tipo de material é enviado para manuseio e reciclagem.

A Resolução COMANA nº 257/99 determina que as pilhas e baterias que contenham na sua composição chumbo, cádmio, mercúrio nos seus compostos (metais pesados) sejam entregues pelos usuários, após o seu esgotamento, aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para o respectivo repasse aos fabricantes ou importadores.

Portanto, os estabelecimentos que comercializam pilhas e baterias e as redes de assistência técnica autorizadas pelos fabricantes e importadores ficam obrigados a receber esse material, acondicionando-o, adequadamente, e armazenando-o, de forma segregada, até o seu repasse aos fabricantes. Para que essa resolução seja realmente aplicada, torna-se necessário alavancar os meios de sensibilização ao consumidor final, a não descartar de forma incorrecto no meio ambiente esses produtos e a implementação de uma logística de colecta e reciclagem de pilhas e baterias (DINÂMICA AMBIENTAL, 2013).

O processo de reciclagem tem grande importância não só para o meio ambiente, como também para os processos produtivos, pois com ele recuperam-se materiais que podem voltar a ser usados sem que seja necessário retirá-los da natureza. Todavia, é necessário que as pilhas e baterias sejam recolhidas de forma correcta.

### **2.2.9. Reciclagem das Baterias de Chumbo-Ácido**

As baterias automotivas representam a maior percentagem de aplicação do chumbo superior a 70%, a sua correcta reciclagem, ao invés do recondicionamento, constitui a forma mais eficiente, efectiva e ambientalmente correcta, para limitar essa exposição (LICCO, 2000). É neste contexto, que SPINAC e PAOLI (2005), referem que a reciclagem é uma alternativa viável, para minimizar o impacto ambiental causado pela disposição destes materiais em aterros sanitários.

Apesar da bateria de chumbo-ácido ser um aparato extremamente nocivo ao meio ambiente e a saúde humana e de outros seres vivos, na prática, a sua sucata tem um alto valor de mercado, visto que a mesma pode ser 100% reciclada e reutilizada como insumo para a fabricação de novas baterias (CSPOWER, 2009).

De acordo com NETO (2016), no processo mais comum de reciclagem de acumuladores, após a colecta, o material é encaminhado para o processo de trituração.

Após a trituração da sucata de bateria, todo material triturado é colocado em um tanque cheio de água, para promover a separação dos componentes. Toda parte metálica, constituída, basicamente, por chumbo, vai para o fundo do tanque devido ao peso. Os componentes plásticos ficam boiando na superfície e a solução ácida é diluída na água do reservatório.

O mesmo autor, salienta que, dado o processo de separação dos componentes, o chumbo pode ser encaminhado para uma metalúrgica para ser purificado e reaproveitado, como matéria-prima. O plástico poderá ser transformado em *pellets*, voltando para o processo de injeção plástica e a solução ácida pode ser neutralizada e utilizada como água industrial para a lavagem das vias, descarga em sanitários, etc.

Segundo MEDINA e GOMES (2003), no processo de reciclagem das baterias, as placas de chumbo são fundidas em altas temperaturas num forno. O produto derretido é vazado em um cadinho de refino, transformando em lingotes, que são armazenados e vendidos como matéria-prima secundária para a fabricação de uma nova bateria.

Ainda na óptica deste autor, o processo de produção de chumbo, a partir de resíduos de baterias de chumbo-ácido, gera uma grande quantidade de resíduo sólido (escória), durante a etapa de fundição, quando o chumbo é recuperado na forma metálica. Nos fornos de fundição de chumbo, as impurezas presentes na matéria-prima, juntamente com outros materiais adicionados para promoverem as reacções necessárias ao processo, formam a escória, que é um resíduo bastante básico, sendo, essencialmente, constituído de ferro na forma dos seus óxidos e sulfeto, e cujo teor de chumbo está na faixa de 1 a 3% em massa. Além disso, outros metais, que estão como impurezas nas matérias-primas, também são encontrados na escória em pequenas concentrações (LEWIS e BEAUTEMENT, 2002; GOMES e MARQUES, 2005).

Partindo-se do princípio de que tanto pelo aspecto ambiental quanto pelo aspecto económico, faz-se necessário que haja a reciclagem das baterias de chumbo-ácido.

## **CAPÍTULO III – METODOLOGIA**

### **3. Metodologia**

Para a realização da presente pesquisa considerou-se alguns procedimentos metodológicos, que nortearam a investigação. Por isso, este capítulo apresenta o tipo de estudo, desenho da pesquisa, técnicas e instrumentos de recolha de dados, população e amostra e os procedimentos.

#### **3.1. Tipo de estudo**

A pesquisa realizada no presente trabalho foi de carácter qualitativo e quantitativo.

A pesquisa qualitativa consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas aos funcionários responsáveis pela manutenção das baterias nas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly, para compreender como é feita a gestão das baterias fora de uso, bem como se conhecem os impactos que estas acarretam para o ambiente e para saúde humana.

De acordo com VIEIRA (2009), “na pesquisa qualitativa o pesquisador busca basicamente levantar opiniões, crenças e o significado das coisas nas palavras dos participantes da pesquisa”.

A pesquisa quantitativa foi usada para a quantificação dos dados, análise comparativa do número de autocarros, a quantidade de baterias usadas e o tempo de vida das baterias em cada uma das empresas. A pesquisa quantitativa é um método de pesquisa que, segundo MICHEL (2005), “utiliza a quantificação nas modalidades de colecta de informações e no seu tratamento, mediante técnicas estatísticas, tais como percentual, média, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, entre outros”.

#### **3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados**

Na presente pesquisa com vista ao alcance dos objectivos traçados, foram definidas e usadas as seguintes técnicas e instrumentos de recolha de dados: pesquisas bibliográficas, observação directa as instalações das Empresas em estudo e entrevistas semiestruturadas feitas aos funcionários das Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly.

A pesquisa bibliográfica teve como foco central o levantamento de informações sobre a avaliação da gestão das baterias de chumbo-ácido fora do uso, na qual foram

pesquisados autores diversos que abordam assuntos relativos as baterias de chumbo-ácido, tais como conceitos, aplicações, componentes, tipos de baterias, etc.

As entrevistas semiestruturadas foram feitas a 6 funcionários da Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e a 4 da Trans- Aly, para aferir o modo de gestão das baterias descartadas nestas empresas. As entrevistas permitiram a troca de informações que foram úteis para a obtenção das informações desejadas para o desenvolvimento da presente pesquisa. De acordo com Markoni e Lakatos (2007), “a entrevista é o encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto”.

Manzini (1990/1991), refere que a entrevista semiestruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Para o autor, esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas

As questões da entrevista aos funcionários das duas empresas em estudo estão focalizadas nos seguintes aspectos:

- i. Se as Empresas em estudo descartam de forma adequada as baterias de chumbo-ácido fora do uso.
- ii. Se as Empresas em estudo conhecem os impactos ambientais e a saúde humana resultante do descarte inadequado das baterias de chumbo-ácido fora do uso.
- iii. Se as Empresas em estudo fazem o reaproveitamento e reciclagem de baterias fora do uso.

### **3.3. População e amostra**

De acordo com Marconi e Lakatos (2003) “população é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam alguma característica em comum e a amostra é uma parcela convenientemente selecionada da população”. Deste modo, a população da presente pesquisa é constituída por todos funcionários ligados às Empresas em estudo distribuídos em diferentes departamentos e funções, nomeadamente, na Empresa

Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo, com 560 funcionários e a Trans-Aly com 380 funcionários. -

A amostra é constituída por um extracto de 10 funcionários das Empresas em estudo, com preferência dos que lidam com a manutenção das baterias, nomeadamente na Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo com 6 funcionários e na Trans- Aly com 4 funcionários.

### **3.4. Procedimentos**

O estudo foi realizado em 5 etapas, nomeadamente revisão da literatura, diagnóstico e colecta de dados.

#### **1ª Etapa: Revisão da literatura**

Esta etapa consistiu na realização da revisão da literatura sobre os temas-chave com o intuito de procurar conhecer outros trabalhos já desenvolvidos neste campo de pesquisa.

#### **2ª Etapa: Diagnóstico**

Esta etapa descreve a situação da gestão das baterias fora de uso nas Empresas Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo e Trans-Aly.

#### **3ª Etapa: Colecta de Dados**

Para a colecta de dados fez-se uma vasta pesquisa de campo que consistiu na observação e registo fotográfico acerca do funcionamento e gestão das baterias fora de uso das Empresa Municipal de Transporte Rodoviário de Maputo (EMTPM) e Trans-Aly.

Também foram realizadas Entrevistas aos colaboradores das empresas com o objectivo de detalhar os problemas relacionados a gestão das baterias fora de uso.

#### **4ª Etapa: Análise de dados**

A análise de dados foi realizada após a etapa de recolha de dados. As respostas das entrevistas foram listadas e analisadas.

## **5ª Etapa: Apresentação e discussão dos resultados**

Nesta etapa fez-se a apresentação e discussão dos dados obtidos, relacionando o observado e o teórico.

### **3.5. Aspectos éticos**

As entrevistas foram respondidas no anonimato pelos participantes com o objectivo de preservar a sua identidade. Deste modo, os mesmos sentiram-se mais à vontade e responderam livremente as questões que lhes foram feitas.

### **3.6. Limitações do trabalho**

As limitações na realização da presente pesquisa foram encontradas na Empresa Trans-Aly que inclui o acesso limitado às informações internas da Empresa nos sites da internet e em pesquisas feitas, dificultando a obtenção de informações sobre o historial e organograma e outras informações relacionadas com o foco do presente estudo.

Para superar estas limitações, a pesquisadora deslocou-se a empresa a fim de recolher as informações e recomendar à empresa a divulgação e disponibilidade das informações actualizadas dos seus serviços ao público. Além disso, a pesquisadora explicou como as informações disponibilizadas poderão contribuir para o crescimento e reconhecimento da Empresa, bem como, facilitar o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa.

## CAPÍTULO VI – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4. Apresentação e discussão dos resultados

Neste capítulo são apresentados e discutidos os principais resultados desta investigação. Assim, tendo presente a revisão bibliográfica e as entrevistas feitas aos funcionários que lidam directamente com a manutenção das baterias. Essas informações são potencialmente importantes para a avaliação da gestão das de baterias chumbo-ácido fora do uso e o impacto ao meio ambiente e à saúde humana nas duas Empresas em estudo.

As respostas das entrevistas feitas aos funcionários que trabalham directamente com a manutenção das baterias permitiram conhecer como é feita a gestão e o impacto ao meio ambiente e à saúde humana causada pelas baterias fora do uso.

#### 4.1. Gestão das baterias de chumbo-ácido fora de uso nas EMTPM e Trans-Aly

A EMTPM e a Trans-Aly fazem a gestão de baterias através da monitoria, manutenção, armazenamento e descarte. No entanto, as duas Empresas não fazem a reciclagem, por falta de uma Empresa especializada para o efeito e nem o acompanhamento do destino final das baterias. A tabela 3 mostra como é feita a gestão de baterias nas duas Empresas.

*Tabela 3: Gestão das baterias*

Gestão das Baterias		
	EMTPM	Trans-Aly
Monitoria	Uma vez por mês faz-se a inspecção e revisão da manutenção	Uma vez por mês faz-se a inspecção da manutenção
Manutenção	Manutenção de rotina e periódica	Manutenção de rotina e periódica
Armazenamento	Armazenadas no armazém ao ar livre	Armazenadas no armazém ao ar livre

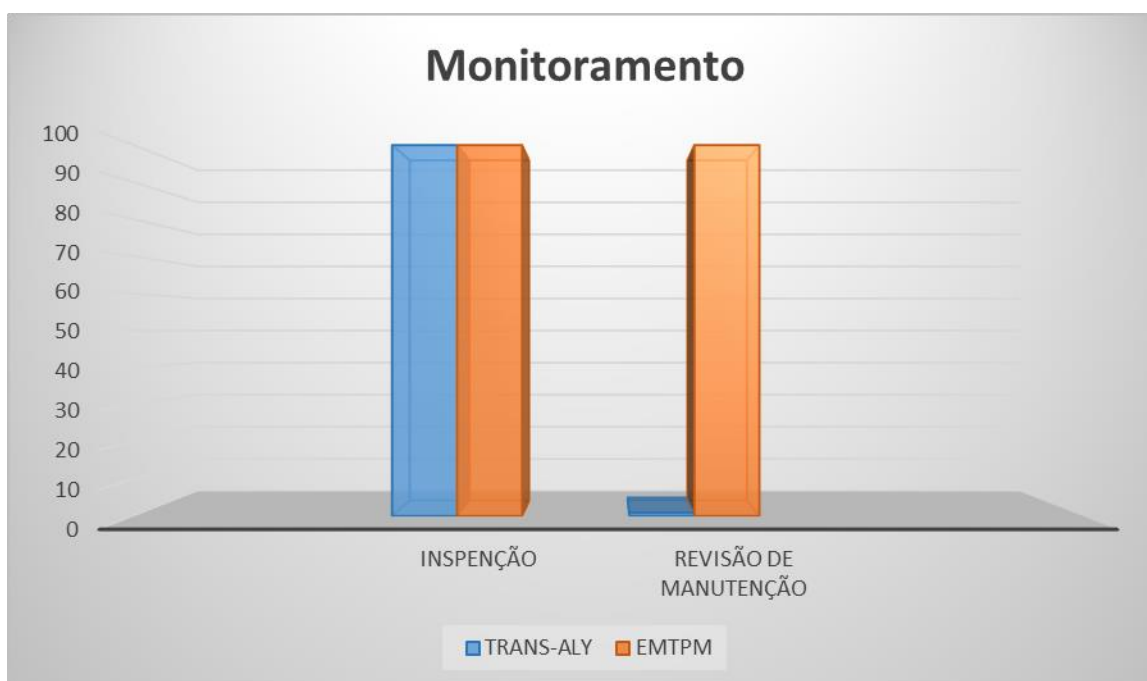
Reciclagem	Não faz	Não faz
Descarte	Faz	Faz

**Fonte:** Autora (2023)

## Monitoria

O monitoramento na EMTPM é feita uma vez por mês, através da inspeção para verificar o estado geral da bateria, identificar possíveis danos e avaliar a capacidade de carga e descarga da bateria e revisão da manutenção para corrigir as falhas e investigar a causa da avaria. A Trans-Aly, uma vez por mês, faz a monitoria através da inspeção da manutenção das baterias para saber se a bateria deve ser trocada ou não e avaliar a capacidade de carga e descarga da bateria (gráfico 1).

**Gráfico 1:** Monitoramento das baterias na EMTPM e Trans-Aly



**Fonte:** Autora (2023)

O facto das duas Empresas realizarem a inspeção das baterias é um aspecto positivo visto que a inspeção regular das baterias de chumbo-ácido durante o processo de gestão oferece diversos benefícios, tanto em termos de segurança ambiental quanto de economia.

Em relação à segurança ambiental a inspecção permite identificar problemas em estágio inicial, como rachaduras, corrosão e inchaço das baterias prevenindo falhas repentinas que podem levar a fuga de ácido sulfúrico que é altamente corrosivo e pode causar queimaduras graves. Além disso, é possível detectar falhas nas baterias que podem gerar explosões e incêndios, libertando gases tóxicos e causando danos materiais e impactos ambientais e à saúde humana.

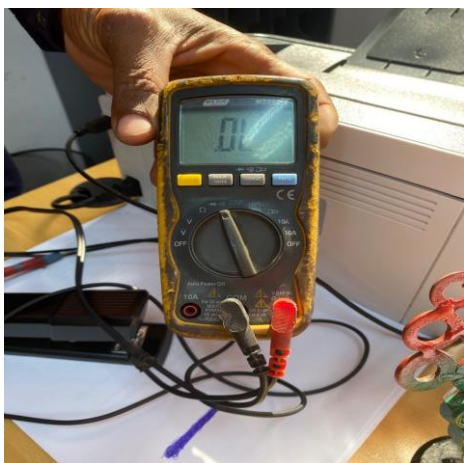
Sob o ponto de vista económico, a inspecção das baterias permite a extensão da vida útil da bateria, adiando a necessidade de compra de novas baterias e reduzindo custos.

No entanto, a revisão das baterias permite fazer uma avaliação mais detalhada do estado geral e desempenho da bateria. Contudo, a Trans-Aly não realiza a revisão das baterias que é um aspecto negativo visto que a revisão periódica ajuda a identificar e corrigir problemas antes que se tornem mais graves, evitando falhas repentinas que podem exigir reparos emergenciais ou a substituição completa das baterias.

Neste contexto, a combinação das inspeções regulares e revisões periódicas como é feita na EMTPM garante a identificação oportuna de problemas, a prevenção de falhas, a optimização da vida útil das baterias e a segurança no longo prazo. A prolongação da vida útil das baterias diminui a necessidade de descarte frequente e a geração de resíduos perigosos, contribuindo para a proteção do meio ambiente.

Durante o processo de monitoria, as duas Empresas utilizam o multímetro e o carregador de bateria.

O multímetro é um instrumento multifuncional que pode ser usado para medir a tensão, a resistência e a intensidade da corrente (figuras 7 e 8).



*Figura 7: Mutímetro da EMTPM*

**Fonte:** Autora (2023)



*Figura 8: Mutímetro da Trans- Aly*

**Fonte:** Autora (2023)

De acordo com CANDICE (2024), o multímetro é uma ferramenta multifuncional que pode ser usada para medir múltiplas variáveis. Pode medir tensão, corrente, resistência, capacidade e temperatura. No entanto, o autor refere que para testar as baterias de carros é necessário um multímetro que possa mensurar a tensão, a corrente e a resistência.

O PME NÚCLEO TECHIESCIENCE (2023) refere que o multímetro pode verificar a voltagem da bateria de um carro, que é um indicador importante de sua saúde e desempenho. Medindo a tensão, pode-se determinar se a bateria tem carga suficiente para ligar o veículo e se ele precisa ser recarregado ou substituído.

O carregador de bateria automotivo é utilizado para medir a carga e descarga da bateria (fig. 9 e 10).



**Figura 9:** Carregador Automotivo da Trans-Aly

**Fonte:** Autora (2023)



**Figura 10:** Carregador automotivo da EMTPM

**Fonte:** Autora (2023)

De acordo com LAZZARIN (2006), os modos de carga e descarga da bateria estão relacionados com alterações externas no circuito da bateria. Através de reações químicas de oxidação e redução fornecem ou armazenam energia.

Segundo MARCELO (2012), a função primária de um carregador de bateria é manter a bateria com seu estado de carga o mais alto possível, enquanto protege a mesma de sobrecargas e de descargas excessivas para as diversas partes do sistema. O mesmo autor refere que:

como a tensão de uma bateria cai quando esta se descarrega de forma mais profunda, a tensão de operação do sistema pode não ser atendida caso ocorra uma descarga excessiva. Sendo assim é importante limitar o ponto de descarga de uma bateria, desligando as cargas, não só para evitar que esta tenha seu tempo de vida reduzido, mas também para impedir que a sua tensão caia abaixo dos níveis desejados para o sistema.

## Manutenção

**Tabela 4:** Manutenção de baterias de chumbo-ácido

<b>Manutenção das baterias de chumbo-ácido</b>		
	<b>EMPTM</b>	<b>Trans-Aly</b>
<b>Manutenção de rotina</b>	Diária, limpeza dos bornos e terminais de baterias.  Uso de mapa de manutenção de baterias.	Diária, limpeza dos bornos e terminais de baterias.
<b>Manutenção periódica</b>	Mensal, mudança de placas, acréscimo de água e de ácido sulfúrico.	Mensal, adição de ácido sulfúrico.

**Fonte:** Autora (2023)

### Manutenção de rotina

As duas Empresas fazem a manutenção de rotina onde fazem a limpeza das baterias e a EMTPM utiliza também um mapa de manutenção de baterias.

Em relação a limpeza das baterias, a EMTPM faz a limpeza dos bornos e terminais das baterias. De acordo com os inqueridos, a limpeza é feita com água e sabão líquido, para eliminar a poeira e outras impurezas, visto que elas inviabilizam o carregamento e o mau contacto de ligação da bateria.

A limpeza das baterias da Trans-Aly é feita com água quente e com escova de aço para limpar o verdete que é uma substância verde e bastante tóxica resultante da reacção do ácido com o cobre existente nos terminais das baterias.

Segundo os inqueridos a limpeza tem como objectivo retirar as poeiras e impurezas. No entanto, a maior parte das baterias armazenadas contêm poeiras.

De acordo com o Manual de Operação e Manutenção de Bateria Tractionária Chumbo-ácido (S/A) a limpeza deve ser feita da seguinte maneira:

manter a parte superior da bateria sempre limpa, seca, as válvulas apertadas e fechadas. Não se deve permitir que impurezas penetrem nos elementos e contamine o eletrólito. A limpeza poderá ser efectuada com água corrente e secagem com ar comprimido. Eventualmente, poderá ser feita uma neutralização com uma solução de bicarbonato de sódio a 10%, seguindo-se uma lavagem com água corrente e secagem com ar comprimido.

O mapa de manutenção de baterias utilizado pela EMTPM (ver anexo, figura 2) consiste em fazer um registo diário do estado das baterias, o tipo de intervenção a ser dado às baterias (revisão ou inspecção) e o tipo de substância que foi adicionado na bateria (eletrólito ou água destilada).

A EMTPM mostra uma postura positiva, pelo facto de possuir um mapa de manutenção de baterias onde se faz o registo detalhado das manutenções realizadas, incluindo datas, procedimentos e resultados, facilita a análise do histórico da bateria e permite a tomada de decisões preventivas para otimizar a vida útil das baterias. Esta prática, não é implementada pela Trans-Aly o que dificulta o registo de falhas frequentes e a implementação de medidas correctivas para eliminar as causas dos problemas. Neste contexto, a Empresa possui falta de base para a planificação estratégica consequentemente, a não realização de um cronograma de manutenções, a alocação de recursos e a tomada de decisões estratégicas para garantir o bom funcionamento das baterias.

A falta de um sistema de gestão de baterias documentado pode dificultar o atendimento às normas e regulamentações de segurança ambiental.

### **Manutenção periódica**

A manutenção periódica na EMTPM é feita uma vez por mês, mediante a mudança de placas, acréscimo de água e de ácido sulfúrico. Para verificar a quantidade de água e de

ácido sulfúrico a ser acrescentado utiliza-se o densímetro. Os inqueridos realçaram que não se deve adicionar somente o ácido sulfúrico porque o seu excesso provoca a queimadura das placas, por ser uma substância altamente tóxica e corrosiva.

A manutenção periódica na Trans-Aly é materializada mensalmente, através da adição de ácido sulfúrico, se houver uma deficiência na bateria. Os inqueridos referem que não é necessário a adição de água destilada, pois a solução de ácido sulfúrico utilizada na Empresa contém uma mistura de água e outros elementos químicos.

De acordo com o Manual de Operação e Manutenção de Bateria Tracionaria Chumbo-ácido (S/A), durante o processo de carga:

a bateria libera através da electrólise da água, gás hidrogénio e oxigénio. Portanto, durante o regime de carga, a bateria perde apenas água, diminuindo o nível do electrólito. Devendo ser completado apenas com água destilada ou desionizada.

Em relação à mudança de placas, apenas a EMTPM é que o faz, sempre que houver um curto-circuito interno e quando as placas estão queimadas. Enquanto que na Trans-Aly, quando as placas queimam, troca-se a bateria.

A importância da mudança das placas, de acordo com ANDRADE (S/A), reside no facto do desempenho da bateria depender de condições físico-químicas das placas de chumbo, as quais sofrem desgaste com o passar do tempo, há um momento no qual ocorre a perda total da capacidade de carga do sistema, sendo necessário trocar a bateria.

A análise comparativa entre as práticas de manutenção de baterias de chumbo-ácido na Trans-Aly e na EMTPM revela que, apesar da realização de manutenções periódicas em ambas as Empresas, a EMTPM se destaca por realizar a substituição preventiva de placas desgastadas, o que representa um diferencial crucial para a optimização da vida útil das baterias e a redução de custos.

A negligência na mudança das placas de baterias na Empresa Trans-Aly pode gerar um impacto negativo multifacetado, afectando a eficiência operacional, a segurança e a sustentabilidade da Empresa de forma significativa.

No que diz respeito a eficiência operacional as placas desgastadas não conseguem armazenar a mesma quantidade de energia que baterias com placas novas, levando à diminuição da vida útil da bateria como um todo. Isso significa que as baterias precisarão ser substituídas com mais frequência, gerando custos adicionais e interrupções nas operações.

Em relação a segurança as falhas repentinas em baterias com placas desgastadas podem gerar faíscas e explosões, colocando em risco a segurança dos trabalhadores e do ambiente de trabalho.

Sob o ponto de vista da sustentabilidade a não substituição das placas provoca o descarte frequente de baterias gerando um aumento significativo na quantidade de resíduos perigosos, contaminando o meio ambiente e elevando os custos no processo de tratamento de resíduos.

### **Armazenamento**

As baterias fora de uso nas duas Empresas são depositadas num armazém coberto e seco, sem contacto directo com o piso e em estratos de madeira (figura 11 e 12). Contudo, como se pode observar nas figuras as baterias das duas empresas apresentam poeiras que podem provocar a corrosão das mesmas e problemas respiratórios. As baterias da Trans-Aly além da poeira encontram-se desorganizadas e com um vazamento de uma solução que não foi possível identificá-la.

O vazamento da solução proveniente das baterias liberta o ácido sulfúrico que em contacto com combustíveis provoca riscos ambientais como incêndios e explosões, e na saúde humana a exposição ao ácido sulfúrico e outras substâncias químicas provenientes das baterias podem provocar problemas respiratórios, como asma, bronquite e até mesmo doenças pulmonares graves assim como queimaduras na pele.

Neste contexto, as baterias das duas Empresas devem estar bem organizadas e identificadas claramente, facilitando o manuseio e a identificação de possíveis vazamentos.



**Figura 11:** Baterias de chumbo-ácido armazenadas em estratos de madeira da Trans-Aly

**Fonte:** Autora (2023)



**Figura 12:** Baterias de chumbo-ácido armazenadas em estratos de madeira da EMTPM

**Fonte:** Autora (2023)

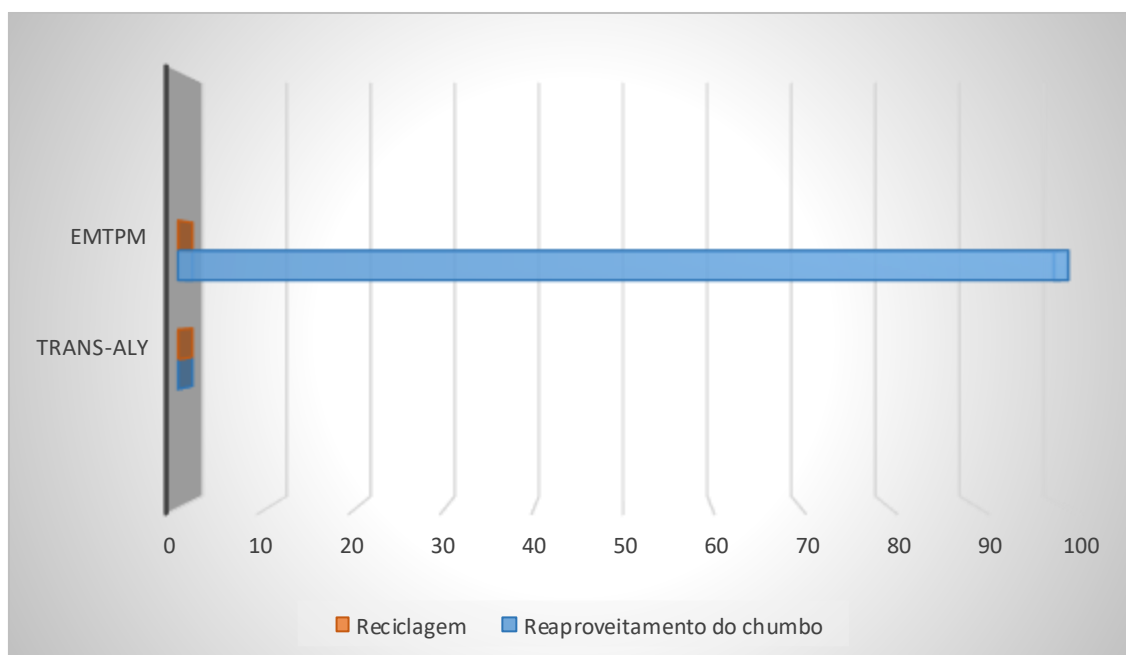
De acordo com BELGAMASCO (2017), as baterias devem estar armazenadas dispostas em cima de paletes, distanciando-a do contacto com o chão e, assim, evita-se a contaminação por um possível vazamento da solução da bateria para o meio-ambiente. O vazamento da solução da bateria, expõe os trabalhadores ao ácido sulfúrico, uma substância altamente corrosiva que pode causar queimaduras graves na pele, nos olhos e nas vias respiratórias. A ingestão acidental de ácido sulfúrico pode levar a envenenamento e até mesmo à morte.

Segundo ANDRADE (2011), em caso de vazamento da solução de bateria, as mesmas devem ser mantidas separadas de baterias novas e de outros produtos.

## **Reciclagem**

As duas Empresas em estudo não fazem a reciclagem das baterias, mas vendem para as sucatas e Empresas de reciclagem de plástico. No entanto, a EMTPM, além de vender para as sucatas, quando as baterias podem ser recuperadas, faz o reaproveitamento dos seus componentes (gráfico 2) .

**Gráfico 2:** Reciclagem e reaproveitamento das baterias na EMTPM e Trans-Aly



**Fonte:** Autora (2023)

Uma parte do chumbo das baterias fora do uso da EMTPM é reaproveitada no revestimento da barra de estanho (fig.13) que é utilizada para a soldagem de radiadores (fig.14). O chumbo é reaproveitado para reparar os bornos nas baterias e o material plástico da bateria é vendido para as Empresas de reciclagem de plástico. Deste modo, a Empresa tem um ganho econômico e diminui os custos de reparação.



**Figura 13:** Barra de estanho

**Fonte:** A autora (2023)



**Figura 14:** Radiador

**Fonte:** A autora (2023)

A não reparação e reaproveitamento do material das baterias fora do uso na Empresa Trans-Aly faz com que haja um descarte elevado de baterias fora do uso e desperdício de chumbo e outros materiais que poderiam ser reutilizados em novos produtos como por exemplo, o revestimento da barra de estanho para a soldagem de radiadores e concerto dos bornos o que poderia diminuir custos adicionais para a Empresa.

Ao adoptar medidas para a reutilização do chumbo presente nas baterias, a Trans-Aly estaria a contribuir para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, além de gerar benefícios económicos para a Empresa.

De acordo com CSPOWER (2009), as baterias de chumbo-ácido, apesar de serem extremamente nocivas ao meio ambiente e a saúde humana e de outros seres vivos, na prática, a sua sucata tem um alto valor de mercado, visto que a mesma pode ser 100% reciclada e reutilizada como insumo para a fabricação de novas baterias. Neste contexto, SCHARF (2000) refere que a recuperação de metais encontrados em alguns tipos de pilhas e baterias está a tornar-se, actualmente, uma actividade comercial.

Segundo LICCO (2000), uma correcta reciclagem, ao invés do recondicionamento, constitui a forma mais eficiente, efectiva e ambientalmente correcta, para limitar essa exposição. Neste contexto, BRASIL (2009) refere que, quando as baterias chegam ao fim da sua vida útil, devem ser colectadas e enviadas para unidades de fundição secundária, para a recuperação e reciclagem dos seus constituintes. Esta providência garante que os seus componentes perigosos (metais e ácidos) fiquem afastados dos aterros e de incineradoras de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo.

Deste modo, achamos que em Moçambique deveria existir uma Empresa especializada que fosse responsável pela reciclagem das baterias fora de uso, de modo a reduzir os resíduos tóxicos, evitando, desta feita, que as substâncias perigosas, como o chumbo e o ácido sulfúrico, contaminem o meio ambiente, concorrendo, portanto, para a protecção dos ecossistemas.

A problemática da reciclagem de baterias não é apenas de Moçambique, visto que Wolff e Conceição (2000), no seu estudo referem que, no Brasil, não existe ainda um programa de colecta e reciclagem correcta de pilhas e baterias, os produtos são

descartados no meio ambiente, causando danos ambientais sérios e fazendo mal à toda população.

### **Descarte**

A EMTPM e a Trans-Aly fazem o descarte das baterias fora de uso, com o recurso as sucatas e as Empresas de reciclagem de plástico. A partir de uma conversa informal com um trabalhador de uma sucata, ficou-se a saber que as baterias são revendidas para outras Empresas, as quais retiram o chumbo que é exportado, para a reciclagem e o plástico retirado é revendido para Empresas de reciclagem dentro do país, que o transforma em artigos de plástico, como por exemplo baldes, bacias, etc.

A conversa com o trabalhador da sucata revela uma falha grave no processo de descarte de baterias fora de uso em Moçambique, realizado pela EMTPM e Trans-Aly com as sucatas e Empresas de reciclagem de plástico. Apesar da iniciativa inicial de destinar as baterias para as sucatas, a falta de acompanhamento do destino final por parte das Empresas envolvidas gera sérios riscos ambientais e à saúde pública, impede a fiscalização e a responsabilização em caso de descarte inadequado.

A informação de que os inquiridos das duas Empresas não possuem conhecimento de legislação específica para a fiscalização da logística de baterias fora de uso em Moçambique, e que se baseiam apenas na Lei do Ambiente, levanta preocupações. A Lei do Ambiente é genérica e não abordam em detalhes a fiscalização da logística de baterias fora de uso desde a recolha até o destino final. Ademais, a autora da presente pesquisa, recorreu ao Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes tendo verificado a mesma situação.

A tabela abaixo faz referência à Lei do Ambiente nº 20/97 de 1 de Outubro e ao Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes - Decreto nº18/2004 de 2 de Junho.

**Tabela 5:** Quadro Legal sobre a Poluição e Impacto Ambiental

Lei do Ambiente nº 20/97 de 1 de Outubro	O Artigo 9, nº1 (Proibição de poluir) refere que não é permitido no território nacional, a produção, o depósito no solo, o lançamento para a água ou para a atmosfera de quaisquer substâncias tóxicas e poluidoras.
Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes - Decreto nº18/2004 de 2 de Junho	O Artigo 19, nº1 (Substâncias e Actividades com Impacto no Solo) refere que é proibido o depósito no solo, fora dos limites legalmente estabelecidos de substâncias nocivas, que possam determinar ou contribuir para a sua degradação.

**Fonte:** Lei do Ambiente e Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes (20/97 e 18/2004).

CARNEIRO, R. L. et al. (2017) ressalta que é importante o papel da legislação no sistema, visto que fiscaliza toda a logística do pós-uso das baterias, desde a colecta, armazenamento, reutilização, reciclagem, tratamento e a destinação dos resíduos, visando minimizar os riscos ao meio ambiente.

De acordo com a Resolução COMANA nº 257/99:

Artigo 1 as pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, móveis ou fixos que as requeiram para o seu pleno funcionamento, bem como os produtos electrónicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível deverão, após o seu esgotamento energético, ser entregues pelos usuários pelos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias para repassa aos fabricantes ou importadores, para que estes adoptem directamente ou através de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

#### 4.2. Volume de baterias operacionais e descartadas na EMTPM e Trans-Aly em 2023

Na análise comparativa relacionada com o volume de baterias operacionais e descartadas na EMTPM e Trans-Aly pode se observar diferenças significativas na taxa de descarte entre as duas Empresas (tabela 6).

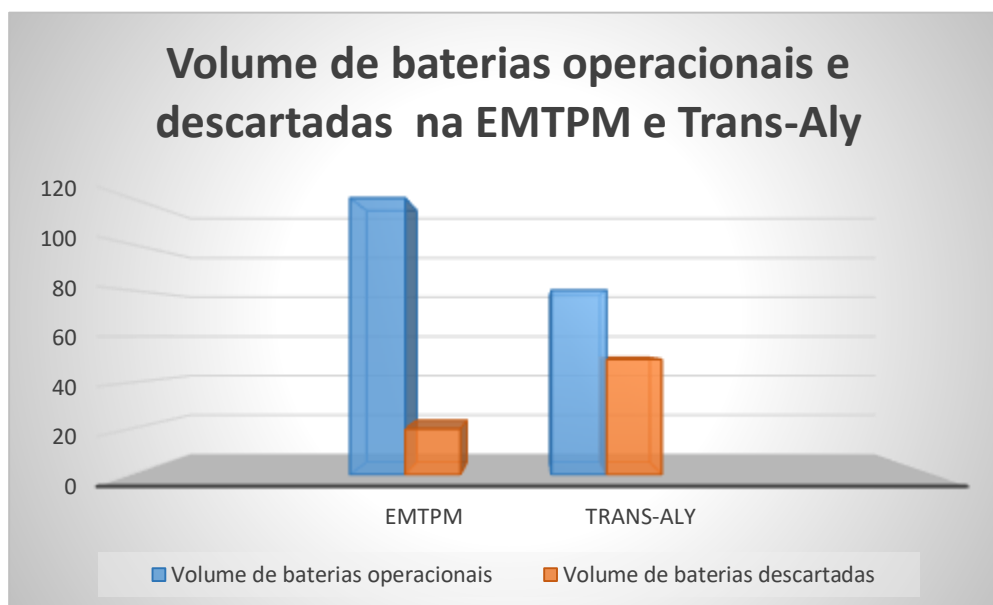
**Tabela 6 :** Análise comparativa do Descarte de Baterias

Empresa	Nº de Transportes	Nº Total de Baterias	Nº de Baterias Descartadas	Taxa de Descarte
EMTPM	60	120	20	16,67%
Trans-Aly	40	80	50	62,50%

**Fonte:** Autora (2023)

A análise comparativa das duas Empresas demonstra que a Trans-Aly descarta uma proporção significativamente maior de baterias de chumbo em relação à EMTPM, mesmo operando com um número menor de transportes.

**Gráfico 3:** Volume de baterias operacionais e descartadas na EMTPM e Trans-Aly



**Fonte:** Autora (2023)

Essa discrepância deve-se a forma de gestão de baterias em ambas as Empresas.

**EMTPM:**

- manutenções preventivas regulares mais eficientes;
- monitoramento mais eficiente para verificar o estado das baterias para identificar problemas precocemente;
- opera em rotas mais curtas com menos vibrações;
- demonstra uma cultura de reaproveitamento;
- reparação de baterias, buscando prolongar a vida útil das baterias antes do descarte final.

**Trans-Aly:**

- manutenção preventiva deficiente;
- monitoramento deficiente do estado das baterias para identificar problemas precocemente;
- priorização da substituição em detrimento da reparação, mesmo quando viável o que leva ao alto índice de descarte de baterias;
- opera em rotas de longo curso, expondo as baterias a maior desgaste e vibrações;
- condições precárias das estradas, causando maior desgaste nas baterias.

Neste contexto, a Tran-Aly possui custos mais altos a longo prazo, devido à reposição frequente de baterias novas. Ademais, possui maior risco ambiental e à saúde humana, devido ao maior índice de descarte das baterias.

**4.3. Impactos ambientais e à saúde humana que possam decorrer da gestão das baterias fora de uso na EMTPM e Trans-Aly**

A EMTPM e Trans-Aly demonstram certa consciência dos riscos ao meio ambiente e à saúde humana, visto que utilizam equipamento de protecção individual, como, por exemplo, luvas, óculos e máscaras, para evitar problemas respiratórios e queimaduras na

pele. Para reduzir os impactos ambientais, as Empresas armazenam as baterias num depósito com ventilação e extintor. Embora as Empresas em estudo demonstrem algumas medidas, para mitigar os riscos da má gestão de baterias de chumbo-ácido, como o uso de EPI's, verifica-se que falhas em outras etapas do processo, como o armazenamento inadequado e descarte final incorrecto, o que gera impactos negativos consideráveis ao meio ambiente e à saúde humana.

O descarte inadequado pode fazer com que a bateria se deforme na sua cápsula, o que pode levar ao vazamento do material tóxico que é composto no seu interior. O líquido dentro do dispositivo é um produto não biodegradável e não decomponível que causa poluição quando é despejado em subsolo, lençóis freáticos, rios e cursos de água. Perigoso para a hidrologia e agricultura, causando danos irreparáveis ao meio ambiente e plantações (ALVES DOS ANJOS,2022).

Na saúde humana, a contaminação por contacto com esses metais pode provocar doenças graves como, doenças que vão desde danos cerebrais até disfunções renais e pulmonares, incluindo deficiência visual e anemia. Isso inclui várias mutações genéticas, problemas em todo o sistema nervoso central e contaminação que pode levar ao câncer se não for detectada rapidamente (CHRISTINA, 2022).

## **CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

### **5.1. Conclusões**

Os dados colhidos nas entrevistas e durante às visitas realizadas nas Empresas em estudo pode-se concluir que:

- As duas Empresas fazem a gestão das baterias, envolvendo a monitoria, manutenção, armazenamento e descarte das baterias e não realizam a reciclagem;
- A Trans-Aly apresenta um alto índice de descarte de baterias, possivelmente devido à priorização da substituição em detrimento da reparação. Já a EMTPM demonstra uma cultura de reaproveitamento e reparo, buscando prolongar a vida útil das baterias antes do descarte final;
- Embora as Empresas em estudo demonstrem algumas medidas para mitigar os riscos da má gestão de baterias de chumbo-ácido, como o uso de EPI's, as conclusões indicam que falhas em outras etapas do processo, como o armazenamento inadequado e descarte final incorrecto, geram impactos negativos consideráveis ao meio ambiente e à saúde humana.

### **5.2. Sugestões**

Com base na revisão bibliográfica e nos dados colectados nas entrevistas, sugere-se:

#### **I. Ao Ministério da Terra e Ambiente:**

- Elaboração de um regulamento nacional sobre a gestão adequada de baterias automotivas, com o objectivo de especificar a implementação do sistema de logística, uso pelo consumidor, manuseio de resíduos sólidos, importadores e comerciantes de baterias;
- Sensibilização dos potenciais investidores, para a criação de uma Empresa de reciclagem de baterias automotivas em Moçambique;
- Fiscalização das entidades vendedoras de baterias e das Empresas de transporte, com o objectivo de verificar se fazem uma gestão adequada das baterias.

## **II. Às Empresas**

- Elaboração de um regulamento interno que aborde sobre a gestão adequada das baterias;
- Treinamento aos técnicos de manutenção sobre as boas práticas de manuseio, segurança e manutenção de baterias de chumbo-ácido, garantindo que eles compreendam os procedimentos correctos do tratamento das baterias fora de uso;
- A Trans-Aly deve fazer a reparação das baterias avariadas, para diminuir o volume das baterias descartadas;
- As duas Empresas, ao descartarem as baterias de chumbo-ácido, devem seguir as normas, leis ou regulamentações que abordam sobre a gestão de baterias, para proceder ao descarte ambientalmente adequado e seguro, para minimizar o impacto ambiental e à saúde humana;
- Realização de palestras de sensibilização destinadas aos compradores de baterias fora de uso focalizadas no impacto ambiental, na saúde pública e na importância da gestão adequada desses resíduos;
- Colaboração entre as empresas, através da troca de conhecimentos e experiências para impulsionar melhorias contínuas nos programas de gestão de baterias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT TB-170186 CS-3 - Comitê Brasileiro de Eletricidade CT-1 – Comissão técnica de Terminologia, seções 50-05. 1987
2. ABRABAT. Acordo setorial. 2018. Disponível em: [http://consultaspublicas.mma.gov.br/consultaspublicas/uploads/2018/08/PropostaABRABAT-Acordo-Setorial-RevisaoMMA\\_VersaorevisadaSetorBaterias\\_MMA2018\\_p%C3%B3sConjur.pdf](http://consultaspublicas.mma.gov.br/consultaspublicas/uploads/2018/08/PropostaABRABAT-Acordo-Setorial-RevisaoMMA_VersaorevisadaSetorBaterias_MMA2018_p%C3%B3sConjur.pdf).
3. ALVES DOS ANJOS, Talita. Pilhas e Baterias. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/pilhas-baterias-1.htm>.
4. ANDRADE, C. Baterias automotivas: Boas Práticas no Uso e na Destinação. (S/A). Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/300/1/Cartilha%20-%20https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/300/1/Cartilha%20-%20>
5. ANDRADE, Micheli Barbosa. Caracterização das escórias provenientes de reciclagem de baterias de chumbo-ácido. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2011.
6. BAGOTSKY, Vladimir S.; SKUNDIN, Alexander M.; VOLFKOVICH, Yuriy M. **Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2015.
7. BARANDAS, A. P. M. G. et al. Recuperação de cádmio de baterias níquel-cádmio via extração seletiva com tributilfosfato (TBP). *Quim. Nova*, v. 30, n. 3, p. 712–717, 2007.
8. BELGAMASCO, M.E. Logística Reserva de Baterias Automotivas: Um estudo de caso em uma Distribuidora de Autopeças. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/PR 2017
9. BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. *Química Nov. na Esc.*, v. 11, p. 3–9, 2000.

10. BOLETIM DA REPÚBLICA. Lei do Ambiente nº20/97 de 1 de Outubro.
11. BOLETIM DA REPÚBLICA. Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes - Decreto nº18/2004 de 2 de Junho
12. BOSSCHE, P.; VERGELS, F.; VAN MIERLO, J.; MATHEYS, J.; VAN AUTENBOER, W.; Subat: An assessment of sustainable battery technology. *Journal of Power Sources*, 162: 913-919, 2006.
13. BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999**. Brasília, DF, 1999.
14. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Relatório Técnico 66: Perfil do chumbo. Brasília. 2009.
15. CALVALCANTE, A. W. A.; CARVALHO, P. C.; LIMA, L. C. Célula combustível e bateria integrados a sistema fotovoltaico. *Rev. Tecnol.* 26(2): 196-206, 2005.
16. CANDICE. Como testar uma bateria de carro com um multímetro?, 2024. Disponível em: <https://www.easybom.com/blog/a/how-to-test-a-car-battery-with-a-multimeter>
17. CARNEIRO, R. L.; MOLINA, J. H. A.; ANTONIASSI, B.; MAGDALENA, A. G.; PINTO, E.M. Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento. *Rev. Virtual Quim.* **2017**, 9 (3), 889-911. Data de publicação na Web: 7 de junho de 2017.
18. CHRISTINA, MARIA. Semelhanças e diferenças pilhas e eletrólise. Disponível em: [http://fap.if.usp.br/~lumini/f\\_bativ/flexper/pilhas/compara.htm](http://fap.if.usp.br/~lumini/f_bativ/flexper/pilhas/compara.htm).
19. CSPOWER. Baterias de Chumbo-Ácido São Recicláveis?, 2009. Disponível em: <http://pt.cspowerbattery.com/industry-155457>
20. CUMUDCHANDRA, Mrunal. Planejamento Físico da Legislação Moçambicana de Transporte. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 2010. p. 19
21. DINÂMICA AMBIENTAL. **A importância do descarte correto de pilhas e baterias**. Pensamento Verde, 2013. Disponível em <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-descarte-correto-pilhas-baterias/>.

22. EMTPM. Empresa Municipal de Transportes Rodoviário de Maputo. Disponível em: <http://www.emtpm.co.mz/quem-somos.html>. Acesso em 22/04/2017.
23. GOMES, G. M. F.; MARQUES, L. L. Caracterização e minimização da geração da escória da reciclagem de baterias ácido-chumbo,2005.
24. HOOSE, Anderson; SCHEIDMANDEL, Nilo Alberto; LIELL, Cristian; CESARI, Felipe; LERMEN, Matheus. Introdução à Manutenção Industrial, UPF, RS – Brasil, 2017.
25. <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-Lead-Acid-Battery.html>
26. KARDEC, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
27. KUMAR, R.V. A low-cost green technology for recovering lead paste and lead-alloy grid materials for spent lead acid batteries. Miner. Process. Extr. M., v.126, p.89–93, 2017.
28. LARMINIE, J.; LOWRY, J.; **Electric Vehicle Technology Explained.** , John Wiley & Sons, Chichester, 2003.
29. LAZZARIN, Telles Brunelli. Estudo e implementação de um Carregador de Baterias com uma Técnica de Avaliação de sua Vida Útil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2006.
30. LEWIS, A. E.; BEAUTEUMENT, C. Prioritizing objectives for waste reprocessing: a case study in secondary lead refining. Waste Management. v. 22, p. 677-685, 2002.
31. LICCO, E.A. Chumbo Secundário: A Reciclagem da Bateria Chumbo- Ácido. São Paulo; 2000 (Tese Doutorado- Faculdade de Saúde Pública da USP).VAN DEN
32. LINDEN, D.; REDDY, T.B.; **Handbook of Batteries.** , 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 2002.

33. LOMASSO, A. L.; SANTOS, B. R.; ANJOS, F. A. S.; ANDRADE, J. C.; SILVA, L. A.; SANTOS, Q. R.; CARVALHO, A. C. M. Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no centro mineiro de referência em resíduos (CMRR). Revista Pensar Gestão e Administração, v. 3, n. 2. Minas Gerais, 2015.
34. LOPEA, A; RIBEIRO, C; SOARES, J.R. CURRAL, N; SOTOMAIOR, V. Sistema de gestão de bateria de um veículo eléctrico. Estado de Arte. FEUP, Brazil, 2011
35. LOURENÇO, FABRÍCIO- Estudo de Confiabilidade de baterias de chumbo-ácido e o impacto de pátio na sua confiabilidade- São Paulo, 2010.
36. Manual de Operação e Manutenção de Bateria Tracionária Chumbo-ácido . Brasil, (S/A). Disponível em: <https://www.powerbat.com.br/wp-content/uploads/2023/09/MANUAL-DE-USO-POWERBAT-1.pdf>
37. Marcelo da Costa Saad. Controlador de carga e descarga de baterias, microcontrolado com pic, com aplicação em sistemas de fornecimento de energia em geral, incluindo sistemas fotovoltaicos. CEPTEL- PUC-RJ, Relatório de estágio no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica,2012.
38. MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos da Metodologia Científica. 5. ed. Atlas: São Paulo, 2003.
39. MARCONI, M. De A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2007.
40. MARQUES, M. B.; CUNHA, E. B. **O descarte inadequado de pilhas e baterias usadas e os impactos sócio-ambientais provocados pela ação do consumidor**. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade, vol. 2, n. 2, Jan/Jun 2013. Disponível em <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/o-Descarte-Inadequado-De-Pilhas-e/580723.html>
41. MANZINI, E. J. A. Entrevista na pesquisa social. Didática, São Paulo, v. 26/27, 1990/1991.

42. MEDINA H. V. de; GOMES D. E. B. Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas. Série tecnologia ambiental. CETEM/MCT, N° 27, 2003. Disponível em: Acesso em 06 set. 2008.
43. MICHEL, Maria Helena. Metodologia e Pesquisa Científica em Ciências Sociais. Um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. São Paulo: Atlas, 2005.
44. NERILSO BOCCHI, LUIZ CARLOS FERRACIN, SÓNIA REGINA BIAGGIO. **Química e Sociedade. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto ambiental.** Química nova na Escola, N° 11, Brasil, Maio 2000.
45. NETO, C. J.P. Estimativa da geração de sucata de bateria de chumbo-ácido como ferramenta de gestão de resíduos eletroeletrônicos, CARUARU - PE 2016.
46. NOGUEIRA, C. A.; MARGARIDO, F. Leaching behavior of electrode materials of spent nickel cadmium batteries in sulphuric acid media. Hydrometallurgy, v. 72, p. 111–118, feb 2004.
47. OLIVEIRA, CÉSAR AUGUSTO DIAS DE; COSTA, STHÉFANE CECÍLIA DA SILVA. Projeto Cidadão. O Lixo Agora é Problema de Todos. Disponível em:  
<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/responsabilidadecompartilhada.pdf>
48. PEIXOTO, M. C. D. S. Análise dos problemas ambientais decorrentes do uso de pilhas e baterias e desenvolvimento de uma rota processual para tratamento das baterias Ni-Cd. 08–71 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Ceará, 2011.
49. PESQUERO, N. C. et al. Materiais cerâmicos de inserção aplicados a baterias de íons lítio. Cerâmica, v. 54, p. 233–244, 2008.
50. PINHO, João Tavares et al. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPTEL – CRESESB, 2014.
51. PME NÚCLEO TECHIESCIENCE. A Bateria Do Carro Com Multímetro: Um Guia Passo A Passo,2023. Disponível em <https://techiescience.com/pt/check-car-battery-with-multimeter/>

52. REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas. *Rev. Limp. Pública.*, São Paulo, v. 60, p. 20–26, 2003.
53. ROA, K. R. V. SILVA, G. NEVES, L. B. U. WARIGODA, M. S. **Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais**. Caderno do professor. GEPEQ- USP: CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES 2008 /2009.
54. RONEY QUEIROZ DE MATOS, OSMAR MENDES FERREIRA  
Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental Av. Universitária, N.º 1440 – Setor Universitário – Fone (62)3227-1351. CEP: 74605-010 – Goiânia - GO. Goiânia - Dezembro 2007.
55. SOARES, MORGAN LARA DA CUNHA. Dinâmica da indústria de baterias automotivas atuante no Brasil nos anos 2000: um estudo da performance, estrutura de mercado, ameaças e tendências tecnológicas.
56. SCHARF, Regina. Pilhas e Baterias viram pisos. **Gazeta Mercantil**. Caderno Nacional, São Paulo, 2000.
57. SPINACÉ, Márcia A. Da S.; PAOLI, Marco A. De; A tecnologia da reciclagem de polímeros, São Paulo, Química Nova, v.28, n.01, p. 65-72, 2005.
58. TRIVIÑOS, Augusto, N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
59. WOLFF, Eliane; CONCEIÇÃO, Samuel V. Resíduos sólidos: a reciclagem de pilhas e baterias no Brasil, Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
60. VIEIRA. S. *Como elaborar questionários*. São Paulo, Editora Atlas, 2009.

## APÊNDICE

A presente entrevista surge no âmbito da elaboração do trabalho de fim de curso de Engenharia Ambiental da Universidade Politécnica, visa a recolha de dados sobre **“Avaliação da Gestão das Baterias Fora do uso”**. Os dados recolhidos serão usados apenas para efeitos deste estudo.

1. Quantos autocarros operacionais (em funcionamento) existem na empresa?

1 – 10

11 – 20

21 – 30

31 – 40

41 – 50

50 ou mais.

2. Quantas baterias de chumbo-ácido a Empresa adquire por ano?

1– 10

11– 20

21– 30

31– 40

41– 50

50 ou mais.

3. Além das baterias de chumbo-ácido a empresa utiliza outro tipo de bateria? Se sim qual é a mais vantajosa e porquê?

Sim \_\_\_\_\_ Qual \_\_\_\_\_

Não \_\_\_\_\_

---

---

4. Qual é o tempo de vida das baterias?

---

5. Quais os factores que diminuem o tempo de vida das baterias?

6. A empresa possui normas, leis ou regulamentos para uso, controle e descarte das baterias? Se sim, diga qual é a norma, leis ou regulamentos usado pela empresa.

Sim \_\_\_\_\_

Não \_\_\_\_\_

---

7. A empresa faz manutenção das baterias?

Sim \_\_\_\_\_

Não \_\_\_\_\_

Se sim (em 7) onde é feita a manutenção?

Na empresa \_\_\_\_\_

Num agente externo \_\_\_\_\_

Não sabe \_\_\_\_\_

8. Como é feita a manutenção das baterias?

---

9. Onde são conservadas as baterias em desuso?

Nas instalações da Empresa \_\_\_\_\_

Fora da empresa \_\_\_\_\_

10. As baterias descartadas são conservadas ao ar livre ou no interior de uma instalação?

Ao ar livre \_\_\_\_\_

No interior duma instalação \_\_\_\_\_

Outra (indicar) \_\_\_\_\_

11. Em que recipiente/dispositivo são colocadas as baterias durante a conservam?

No chão \_\_\_\_\_

Em paletas \_\_\_\_\_

Num contentor PET \_\_\_\_\_

Outro (indicar) \_\_\_\_\_

12. Quanto tempo (em meses) as baterias normalmente permanecem nos armazenados na vossa empresa?

0- 1

2 - 6

7- 12

13 ou mais

13. Como é feita a remoção das baterias na empresa?

Utilizando viatura da instituição

Com recurso a uma empresa externa

Outra (indicar) \_\_\_\_\_

14. A empresa faz a reciclagem das baterias?

Sim \_\_\_\_\_

Não \_\_\_\_\_

Se sim diga onde é feita a reciclagem?

\_\_\_\_\_

**Obrigada pela contribuição**

## ANEXOS



**Figura 1: Departamento de Engenharia de Manutenção**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO  
Mapa de Manutenção das Baterias

Visto  
DMAN

2024		Estado	Tipo/Intervenção		Adicionado	Observação	Tecnico	Supervisor
Ord	Nº Aut	D. Montagem	Nova/Bom	Revisão	Inspeção			
1	ZG01	22/04/24	BOM	Revisão		eletr/AD		
2	ZG02	04/04/24	Novas					
3	ZG03	23/04/24	BOM					
4	ZG04	09/04/24	Novas					
5	ZG05	09/04/24	Novas					
6	ZG06	10/04/24	BOM	Revisão				
8	ZG09	25/04/24	BOM	Revisão				
9	ZG10	30/04/24	BOM	Revisão				
10	ZG11	10/04/24	BOM	Revisão				
11	ZG12							
12	ZG13	29/04/24	BOM	Revisão				
13	ZG14	09/04/24	Novas					
14	ZG15	03/04/24	Novas					
15	ZG16							
16	ZG17	10/04/24	BOM					
17	ZG18	05/04/24	Novas					
18	ZG19	10/04/24	BOM	Revisão				
19	ZG20	04/04/24	Novas					
20	ZG21	11/04/24	BOM	Revisão				
21	ZG22							
22	ZG23							
23	ZG24	Novas						
24	ZG25	01/04/24	Novas					
25	ZG26	01/04/24	Novas					
26	ZG27	24/04/24	BOM	Revisão				
27	ZG28	04/04/24	Novas					
28	ZG29	04/04/24	Novas					
29	ZG30	05/04/24	Novas					
30	ZG32	24/04/24	BOM	Revisão				
31	ZG36	25/04/24	BOM	Revisão				

eg 54

Figura 2: Mapa de Manutenção das baterias.