



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AUGUSTO DA COSTA MARQUES FERNANDES

**INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS PARA AÇÕES
SUSTENTÁVEIS: IMPULSIONANDO A RECICLAGEM DE
EMBALAGENS CARTONADAS NA ÁFRICA DO SUL**

Londrina – Paraná
2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

AUGUSTO DA COSTA MARQUES FERNANDES

**INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS PARA AÇÕES
SUSTENTÁVEIS: IMPULSIONANDO A RECICLAGEM DE
EMBALAGENS CARTONADAS NA ÁFRICA DO SUL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora: Dra. Verônica Bender Haydu
Coorientador: Marcus Vinicius Fattor**

**Londrina – Paraná
2025**

F363 Fernandes, Augusto da Costa Marques. INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS PARA AÇÕES SUSTENTÁVEIS : IMPULSIONANDO A RECICLAGEM DE EMBALAGENS CARTONADAS NA ÁFRICA DO SUL / Augusto da Costa Marques Fernandes. - Londrina, 2025. 33 f. Orientador: Verônica Bender Haydu. Coorientador: Marcus Vinicius Fattor. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025. Inclui bibliografia. 1. Reciclagem - TCC. 2. Sustentabilidade - TCC. 3. Análise de Dados - TCC. 4. Embalagens Cartonadas - TCC. I. Haydu, Verônica Bender. II. Fattor, Marcus Vinicius. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título. CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Verônica Bender Haydu

Marcus Vinicius Fattor

Profª Drª Patrícia de Oliveira Rosa da Silva

Londrina, 9 de dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família como um todo, especialmente minha avó Cleide, que mesmo com todas as dificuldades, me incentivou muito a buscar o melhor pra mim. Te amarei eternamente e você nunca será esquecida.

Também agradeço à todos os meus amigos, vocês têm um papel fundamental na minha vida. Sempre escolhi estar ao lado de vocês e continuarei fazendo essa escolha pra sempre.

DA COSTA, Augusto. **Instrumentos tecnológicos para ações sustentáveis: impulsionando a reciclagem de embalagens cartonadas na África do Sul.** 2025. 36 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

A crescente demanda por soluções sustentáveis na gestão de resíduos sólidos é um desafio global que exige a criação de metodologias inovadoras que considerem os contextos políticos, sociais e ambientais de cada país. Na África do Sul, o cenário da reciclagem está defasado em 20 anos em relação à Europa, uma vez que cerca de 90% dos resíduos gerados são enviados para aterros e os trabalhadores informais são responsáveis pela coleta de 80% desses resíduos (GODFREY, 2017). Os baixos índices de reciclagem no país podem ser melhorados por meio da implementação de um sistema moderno de coleta e armazenamento de dados que facilite a análise. A partir disso, surge a ideia de implementar o projeto Conexões da Tetra Pak ao contexto sul-africano, uma vez que o mesmo obteve grandes resultados no Brasil, por meio do desenvolvimento e aplicação de ferramentas inovadoras para o setor. A implementação dessas ferramentas ocasionou na criação de um vasto banco de dados, levando à investimentos mais eficazes por parte da própria empresa na cadeia de reciclagem das embalagens longa vida produzidas por ela. No Brasil, e também em sua expansão para a África do Sul, o projeto teve como base três ferramentas principais: formulários digitais (*DeviceMagic*) para coleta de dados de entidades da cadeia; *dashboards* interativos (*PowerBI*) para análise e monitoramento em tempo real de volume e desempenho; e o MAPAVIZ, uma ferramenta de análise geográfica para visualização de fluxos de material e identificação de gargalos logísticos. A implementação dessas ferramentas não apenas aprimora a eficiência operacional e a integração entre os elos da cadeia, mas também oferece um estudo de caso detalhado sobre a aplicação de tecnologias digitais em contextos de gestão de resíduos em países em desenvolvimento. Os resultados incluem a otimização de processos, o aumento do volume de embalagens cartonadas recicladas e a geração de *insights* valiosos para futuras pesquisas em logística reversa, economia circular e adaptação tecnológica a realidades socioeconômicas e culturais diversas. Conclui-se que a instrumentalização digital de setores com baixo investimento gera elevado potencial de desenvolvimento ambiental e socioeconômico, com prováveis impactos positivos para o país como um todo.

Palavras-chave: Reciclagem. Sustentabilidade. Logística Reversa. Análise de Dados. Informação. Embalagens Cartonadas. África do Sul.

DA COSTA, Augusto. **Technological instruments for sustainable actions: increasing the recycling of liquid board packaging in South Africa**. 2025. 36 pgs. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

ABSTRACT

A growing demand for sustainable solutions in solid waste management is a global challenge that requires the creation of innovative methodologies that take into account the political, social, and environmental contexts of each country. In South Africa, the recycling landscape is approximately 20 years behind Europe, given that about 90% of the generated waste is sent to landfills and informal workers are responsible for collecting 80% of the waste (GODFREY, 2017). The low recycling rates in the country can be improved with the implementation of a modern system for the collection and storage of information to facilitate data analysis. From this scenario, the idea arises to implement the *Conexões Tetra Pak* in the South African context, since it achieved great results in Brazil through the development and application of innovative tools for the sector. These tools enabled the creation of a vast database, leading to more effective investments by the company itself in the recycling chain of the *Longa Vida* packaging it produces. The project, in Brazil and also in its expansion to South Africa, was based on three main tools: digital forms (DeviceMagic) for data collection from entities in the chain; interactive dashboards (PowerBI) for real-time analysis and monitoring of volumes and performance; and MAPAVIZ, a geographical analysis tool for visualizing material flows and identifying logistical gaps. The implementation of these tools not only enhances operational efficiency and the connection between the links in the chain but also provides a detailed case study of the application of digital technologies in waste management contexts in developing countries. The outcomes include process optimization, increased volume of recycled cartons, increased income for workers involved in the sector, and the generation of valuable insights for future research on reverse logistics, circular economy, and technological adaptation to diverse socioeconomic and cultural realities. It is thus noted that the digital instrumentalization of underinvested sectors generates a high potential for environmental and socioeconomic development, with positive impacts for the country as a whole.

Keywords: Recycling. Sustainability. Reverse Logistics. Data Analysis. Information. Carton Packaging. South Africa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 FORMULÁRIOS DIGITAIS.....	13
3.1.1 REGISTRATION DATA.....	13
3.1.2 BBCs REGISTER.....	13
3.1.3 INFORMATION FOLLOW-UP.....	14
3.2 DASHBOARD.....	14
3.3 MAPAVIZ.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÕES.....	27

1. INTRODUÇÃO

A embalagem longa vida, conhecida nos países de língua inglesa como *LBP* (*Liquid Board Packaging*) é composta por camadas de papelão, polietileno e folha de alumínio e foi desenvolvida em 1951 pela empresa sueca Tetra Pak. O alumínio e o polietileno são, tradicionalmente obtidos a partir de fontes não renováveis, como o petróleo e a bauxita. No entanto, a empresa vem buscando opções renováveis para obtenção desses materiais: em 2024, cerca de 8,2% do volume total de polímeros (polietileno e outros) adquiridos pela Tetra Pak foram de base vegetal, derivados da cana de açúcar. Isso resultou em uma redução de 47 mil toneladas de CO² emitidas, se comparado à quantidade que seria emitida se fossem utilizados polímeros de origem fóssil. Ainda não é possível obter alumínio de fontes renováveis, e por isso a empresa vem executando testes com novas tecnologias, que permitam a redução da quantidade do material presente nas embalagens (Tetra Pak, 2024).

De acordo com Kharel (2022), as pessoas, principalmente as envolvidas na cadeia de reciclagem, tendem a imaginar que esse tipo de embalagem não é reciclável, o que não é o caso, uma vez que o papelão contido no *LBP* pode ser reciclado em fibras de papel, dando origem a inúmeros produtos, como cadernos, bolsas e sacolas. Além disso, o papelão descartado incorretamente em aterros libera metano durante sua decomposição, sendo esse um dos principais gases causadores do efeito estufa; logo, mostra-se urgente a necessidade de investimentos na cadeia de reciclagem desta embalagem.

A baixa taxa de reciclagem de embalagens na África do Sul constitui um desafio que requer ação urgente para desenvolver mecanismos de gerenciamento apropriados (Kubanza, 2024). A dificuldade é intensificada pela falta de integração e de visibilidade na cadeia de reciclagem, além de outros aspectos, como a falta de investimento em meio ambiente e sustentabilidade no país. A ausência de um sistema robusto e adaptado ao contexto do país para coletar, organizar e analisar dados sobre os diversos agentes envolvidos na cadeia, desde organizações de catadores, conhecidas no país como *Buyback Centers* (*BBCs*) até compradores de material, que realizam efetivamente a reciclagem, impede a identificação de gargalos logísticos, a otimização de processos e a formulação de estratégias eficazes para aumentar o volume de material reciclado, o que aumenta também o

retorno financeiro das pessoas envolvidas, e conseqüentemente, sua qualidade de vida. Nota-se que a falta de estruturação informacional é um dos três maiores obstáculos ao avanço da logística reversa e da gestão sustentável de resíduos no país (Ikhlayel, 2018).

A partir de tal cenário, surge o contexto adequado para a aplicação de uma solução tecnológica de sucesso comprovado, em um novo contexto geográfico e socioeconômico: as ferramentas aplicadas no projeto Conexões, criado em 2013 no Brasil pela empresa Tetra Pak e executado pela empresa londrinense de consultoria ambiental MAPA SA. desde 2021, onde o autor atuou como estagiário e, posteriormente, analista de dados até dezembro de 2025. Ao longo da gestão tecnológica da MAPA SA. nos últimos 5 anos, o projeto comprovou que o uso adequado de ferramentas digitais desenvolvidas especificamente para o setor é capaz de fortalecer a cadeia de reciclagem, aumentar os volumes de coleta e promover melhoras no retorno financeiro e na inclusão social dos catadores. A análise da expansão deste modelo para a África do Sul justifica-se, portanto, pela necessidade de documentar e compreender o processo de adaptação e implementação de uma tecnologia social, gerando um estudo de caso relevante que pode não apenas impulsionar a reciclagem local, mas também guiar futuras iniciativas de sustentabilidade em outros países em desenvolvimento.

A hipótese central do estudo é de que a adaptação e introdução dos instrumentos tecnológicos utilizados no Brasil, no projeto Conexões, podem levar a um aumento significativo no índice de reciclagem da África do Sul, uma vez que, como foi visto no Brasil, ao fornecer maior visibilidade e aprimorar as conexões entre os diferentes elos da cadeia, as ferramentas digitais otimizam os processos logísticos e operacionais. Conseqüentemente, espera-se um aumento no volume das embalagens cartonadas comercializadas e recicladas, replicando os resultados positivos já observados no Brasil e contribuindo para a melhoria das condições de vida dos trabalhadores envolvidos, além dos fatores ambientais positivos, como redução da quantidade de material enviada para aterros sanitários e no desenvolvimento de novas aplicações para o material reciclado, como cadernos, canetas, bolsas e sacolas.

O objetivo geral do presente trabalho é relatar o processo de criação e adaptação das ferramentas digitais utilizadas no projeto Conexões durante sua expansão para a África do Sul, bem como analisar os desafios, as estratégias

adotadas e os resultados obtidos. O projeto Conexões foi escolhido como enfoque do trabalho por alguns motivos, como o fato de ser um projeto da Tetra Pak, que é a maior produtora de embalagens Longa Vida no mundo, tendo vendido 193 bilhões de embalagens apenas em 2022, e investido 30 milhões de euros em reciclagem no mesmo ano, mostrando-se uma empresa que, apesar de muito grande, ainda se preocupa com o meio ambiente. Além disso, o projeto foi executado pela empresa MAPA SA., onde o autor atuou como estagiário e analista de dados, durante sua graduação como Bacharel em Biologia, acompanhando de perto e participando do desenvolvimento do projeto, tanto no Brasil, quanto na África do Sul. Tanto a MAPA SA. como a Tetra Pak são empresas que trazem impactos positivos ao meio ambiente, sendo a MAPA SA. contratada pela Tetra Pak para gerir projetos de gestão da informação, como esse, fazendo com que as tarefas desenvolvidas pelo autor durante seu período na MAPA SA., conseqüentemente tivessem impactos positivos tanto na vida dos trabalhadores da reciclagem quanto no meio ambiente, algo que foi levado em consideração na escolha do estágio, pois, como biólogo, é importante fazer bem ao planeta e à natureza de alguma forma com os conhecimentos adquiridos na Universidade. Como objetivos específicos, busca-se: (1) descrever as funcionalidades das ferramentas desenvolvidas e (2) analisar como tais instrumentos contribuem para a gestão do projeto e para o aumento do índice de reciclagem. Este trabalho não foi encomendado pela Tetra Pak ou pela MAPA SA., o tema foi escolhido por interesse do autor e proximidade do mesmo com o projeto, uma vez que atuava na execução do projeto de perto, auxiliando nas reuniões com as partes envolvidas, no desenvolvimento das ferramentas e na análise dos dados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O relatório de sustentabilidade de 2024 da Tetra Pak mostra que mais de 1,3 milhão de toneladas de embalagem Longa Vida foram enviadas para reciclagem em todo o mundo, sendo 100 mil toneladas apenas no Brasil. A empresa estima que, no Brasil, o volume total da embalagem consumida por ano seja próximo de 250 mil toneladas, e se compromete a aumentar o índice de reciclagem exponencialmente nos próximos anos, com a meta de reciclar 100% das embalagens geradas até 2050. Também no Brasil, a empresa atua para o desenvolvimento da cadeia de reciclagem e da coleta seletiva de embalagens, principalmente por meio do Projeto

Conexões, e investiu 26,2 milhões de reais em sustentabilidade em 2024 (Relatório de Sustentabilidade Tetra Pak, 2023). De acordo com Neves (2004), as embalagens Longa Vida têm grande potencial de reciclagem, por serem compostas de fibras celulósicas virgens que nunca foram recicladas, já que são embalagens alimentícias. Esse potencial é pouco aproveitado em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como é o caso da África do Sul, onde, segundo Godfrey (2017), cerca de 90% dos resíduos gerados no país são encaminhados para aterros sanitários. Segundo Oliveira (2011), os catadores desempenham papel fundamental na gestão de resíduos e na reciclagem, mesmo enfrentando condições de trabalho precárias e pouco reconhecimento social. Além disso, a ausência de políticas públicas eficazes e a escassez de investimentos em infraestrutura limitam o avanço da reciclagem no país.

Ainda, de acordo com Godfrey (2017), o governo sul-africano estima que existam em torno de 100 mil catadores de materiais no país, trabalhando nas ruas e também nos aterros sanitários. Esse número representa um aumento exponencial no número de pessoas envolvidas na base da cadeia de reciclagem, decorrente de uma grande onda de desemprego que atingiu o país nas últimas décadas. No entanto, esse ramo de trabalho continua pouco lucrativo, além de acarretar riscos e julgamentos aos envolvidos. A instrumentalização da cadeia de reciclagem fornece ferramentas e dados para que o setor produtivo realize investimentos mais eficazes, consequentemente trazendo melhorias não só ambientais, com a redução do descarte impróprio de materiais, mas também na qualidade de vida de todos os envolvidos na cadeia, aumentando seu retorno financeiro.

No que diz respeito à reciclagem do *LBP*, a recuperação da celulose (proveniente de fibras de madeira macia e dura, como Pinho e Eucalipto) permite a sua reutilização como papel, papelão e até tecidos, reduzindo drasticamente a pressão sobre florestas plantadas. Este processo gera benefícios ambientais significativos, reduzindo o uso de água em até 90% e o consumo de energia em até 50% (KHAREL, 2022). Além disso, cada tonelada de papel reciclado evita a emissão de aproximadamente 1300 kg de CO² (ReciclaSampa, 2025). No Brasil, a reciclagem de 104 mil toneladas de *LBP* em 2023 evitou que essa massa de resíduos fosse enviada a aterros sanitários, onde a decomposição anaeróbica do papel liberaria metano, um gás de efeito estufa 28 vezes mais potente que o CO² (EPA, 2023). Além disso, após a separação, esses materiais podem ser transformados em

cordas, ferramentas, telhas e outros itens usados na construção civil (POLYCHEM USA, 2017), contribuindo para uma economia circular que gera mais renda para trabalhadores informais e menos para grandes empresas.

No que se refere ao *LBP* na África do Sul, o país consome em torno de 55 mil toneladas anualmente, com índices de reciclagem baixos até 2023, antes da implantação do projeto que será relatado nesta monografia (Relatório de Sustentabilidade Tetra Pak, 2023). No país, a Tetra Pak produz embalagens utilizadas para inúmeros alimentos comuns no cotidiano da população, como leite, suco e molho de tomate. Por mais que a África do Sul apresente um volume menor de embalagens consumidas anualmente, o que motiva a realização do projeto no país é a baixa taxa de reciclagem do mesmo, que faz com que a grande maioria do material seja enviada à aterros sanitários após o consumo (Tetra Pak África do Sul, 2023).

Por fim, sobre a legislação referente à gestão de resíduos sólidos, os modelos adotados no Brasil e na África do Sul diferem em alguns aspectos: no Brasil, o modelo adotado diz que a responsabilidade da gestão é compartilhada, envolvendo fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e o Poder Público (Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos). Já na África do Sul, o modelo atuado é o *EPR (Extended Producer Responsibility)*, onde o fabricante ou importador do material é responsável pela gestão dos resíduos (*South Africa. National Environmental Management: Waste Act, 2008*).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O método empregado no projeto consiste na implementação de três ferramentas desenvolvidas especificamente para o mesmo, sendo elas os formulários inteligentes para a coleta e armazenamento de informações, e para a análise, *dashboards* e o MAPAVIZ.

3.1 FORMULÁRIOS DIGITAIS

Os formulários foram desenvolvidos na plataforma *DeviceMagic*, e sua construção (escolha e ordem das perguntas a serem feitas) foi realizada com base nos formulários utilizados no Brasil e com ajuda de uma equipe sul-africana, que contribuiu com conhecimentos sobre a cultura e o estado da reciclagem no país. Ao

todo, foram desenvolvidos três formulários.

3.1.1 REGISTRATION DATA

O primeiro, denominado *Registration Data* (Dados de Registro), foi utilizado para coletar informações cadastrais dos agentes de campo que utilizam o sistema, conduzindo visitas e entrevistas às cooperativas, aos agregadores e aos recicladores de material. Foram coletadas informações gerais sobre os agentes, bem como alguns dados geográficos, para que os mesmos pudessem ser vinculados a uma determinada província do país.

3.1.2 BBCs REGISTER

O segundo formulário criado é o *BBCs Register* (Registro de BBCs), que é o principal, com o objetivo de cadastrar as empresas e pessoas envolvidas na cadeia de reciclagem das embalagens Longa Vida, conhecidas no país como *Liquid Board Packaging (LBP)*. As informações coletadas englobam dados gerais, como documentação, endereço e recursos de cada entidade, e informações voltadas especificamente para o *LBP*, como se a entidade já coletava o material ou não, e o motivo para tal, dados de volume e preço, ou seja, qual a quantidade coletada mensalmente e por qual valor aquele material estava sendo vendido para o reciclador. Esse formulário possui, no momento da escrita desse trabalho, 757 submissões, ou seja, esse é o número de entidades envolvidas na cadeia de reciclagem cadastradas, e já é o maior banco de dados dessa área na história do país, maior até mesmo que alguns registros governamentais encontrados pela equipe no início do projeto. O tamanho do mapeamento permite uma melhor compreensão da situação atual da logística reversa na África do Sul, possibilitando que investimentos da Tetra Pak e/ou de outras empresas sejam realizados de maneira mais eficaz, uma vez que se sabe quais entidades possuem mais recursos e quais ainda necessitam de apoio para melhorar.

3.1.3 INFORMATION FOLLOW-UP

O terceiro formulário, denominado *Information Follow-Up* (Atualização de Informação), é uma ferramenta para atualização das informações já registradas no

formulário de cadastro. O agente seleciona uma das entidades de uma lista que é alimentada pelo formulário *BBCs Register*, e então preenche apenas as informações voltadas ao volume e valores de *LBP*, fornecendo assim, uma análise mensal dessas informações, para que os gestores do projeto possam observar o progresso que cada entidade está fazendo.

3.2 DASHBOARD

O dashboard do projeto foi desenvolvido através do programa *Microsoft PowerBI*, específico para a criação desse tipo de relatório. Ele é alimentado automaticamente com as informações inseridas nos formulários, por meio de uma vinculação entre a plataforma *DeviceMagic* e o programa. A ideia central dessa ferramenta é facilitar a visualização e a análise dos dados inseridos diariamente pelos agentes nos formulários, oferecendo gráficos, tabelas e filtros interativos que foram customizados de acordo com as sugestões dos gestores sul-africanos, e a experiência prévia da equipe na realização do projeto no Brasil. A ferramenta está em constante atualização, e é utilizada em inúmeras apresentações, tanto por parte da Tetra Pak quanto da MAPA SA.

A primeira página do dashboard (**Figura 1**) fornece informações gerais sobre cada uma das entidades envolvidas na cadeia de reciclagem, como o número de funcionários, os equipamentos que possuem, sua localização e os volumes e preços específicos para o *LBP*, cuja reciclagem é o foco do projeto. Essas informações são utilizadas pelas empresas envolvidas no projeto para direcionamento de atenção e investimentos, uma vez que é possível compreender as necessidades de cada entidade e atuar de maneira mais eficiente com cada uma, de acordo com sua realidade.

Figura 1 – Panorama Operacional do *Buyback Center*



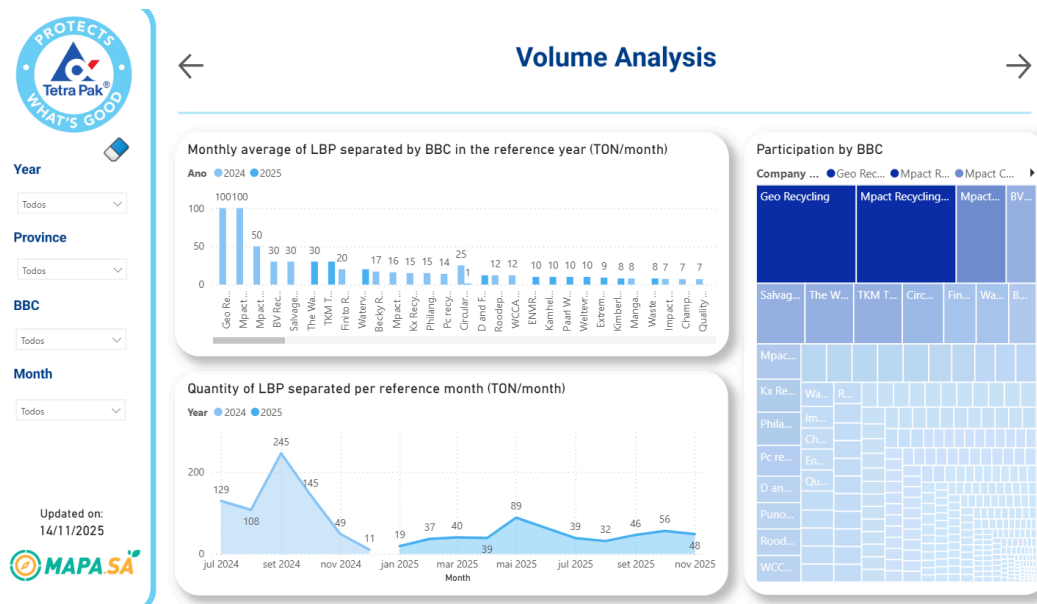
Fonte: Dashboard do projeto

Em seguida, encontra-se a página de análise de volume (**Figura 2**), que possui filtros de ano, província, entidade e mês, possibilitando análises específicas de evolução das entidades e das províncias, o que leva a uma visualização ampla e eficaz de quais setores necessitam de mais atenção dos gestores para aumentar a produtividade e, conseqüentemente, a reciclagem do material.

Os gráficos mostram:

- Média mensal de *LBP* separada do resíduo total por cada entidade anualmente;
- Quantidade de *LBP* separada mensalmente por todas as entidades, podendo essa informação ser filtrada por província, facilitando a análise da situação de cada uma delas, o que pode ser levado até mesmo para órgãos governamentais do país.

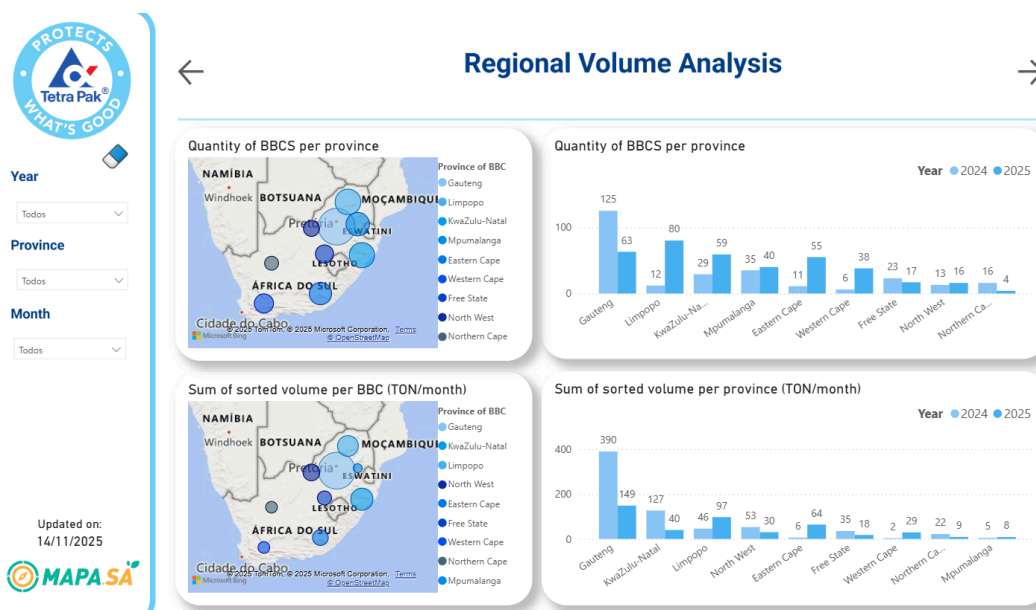
Figura 2 – Análise de Volume



Fonte: Dashboard do projeto

A análise regional (Figura 3) apresenta informações sobre o volume e a quantidade de entidades catalogadas por província do país, mostrando também o número de cadastros em cada ano, o que possibilita uma visualização do trabalho de cada um dos agentes.

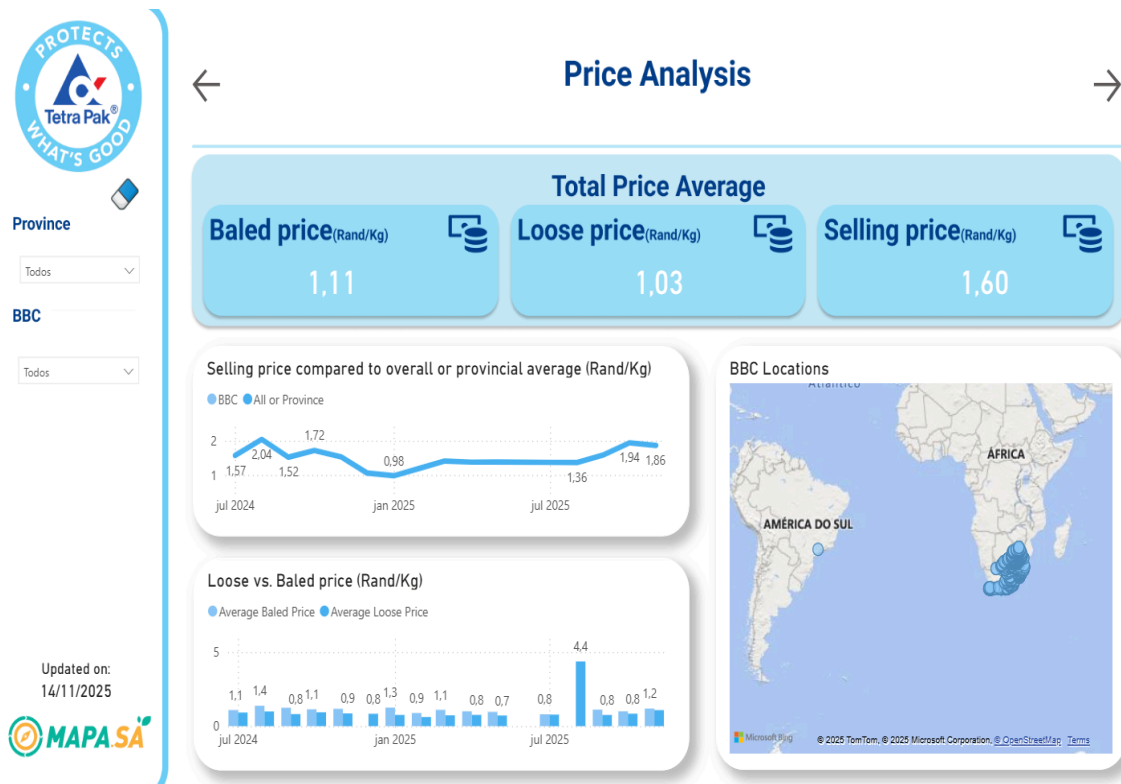
Figura 3 – Análise de Volume Regional



Fonte: Dashboard do projeto

A página de análise de preço (**Figura 4**) também pode ser filtrada por província ou por entidade catalogada no sistema, mostrando os preços de compra e venda da embalagem longa vida, seja ela enfardada (*Baled*) ou solta (*Loose*). Nota-se na Figura, registrada no dia 14 de novembro de 2025, que o preço de compra da embalagem pelas entidades varia entre 1,03 Rands/Quilo e 1,11 Rands/Quilo, e o preço de venda médio para todo o país está em 1,60 Rands/Quilo, ou seja, há um lucro de aproximadamente 0,50 Rands a cada quilo de material que os *BBCs* vendem para os recicladores. Um dos objetivos do projeto consiste em fazer com que o valor de mercado dessa embalagem também aumente, tornando-a mais atrativa para toda a cadeia, desde os catadores de rua e aterros até os recicladores, o que ocasionará aumento no índice de reciclagem do material. O conjunto de gráficos contidos nesta página possibilita a visualização desses valores por região, permitindo que os gestores compreendam o que está sendo feito de certo e de errado em cada uma das províncias.

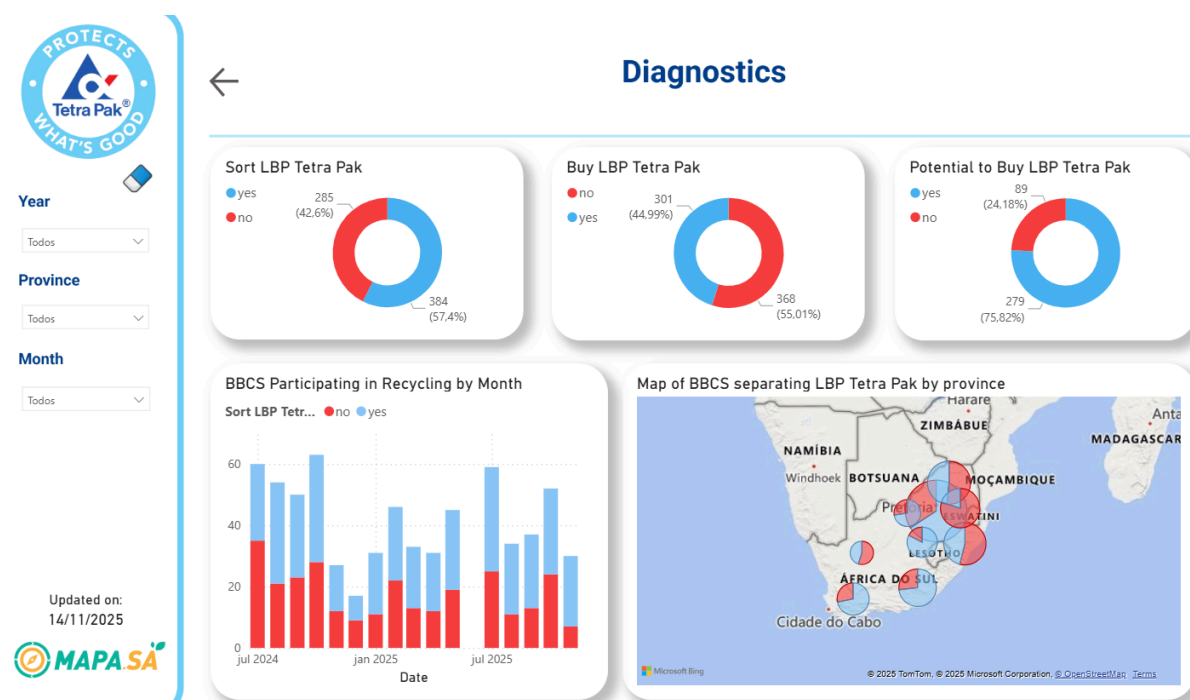
Figura 4 – Análise de preço



Fonte: Dashboard do projeto

Por fim, a página de diagnósticos (**Figura 5**) exibe três gráficos circulares, que mostram a quantidade de entidades que já separam/compram o *LBP* no país, evidenciando um dos desafios citados no início do projeto: conscientização dos envolvidos na cadeia e da população como um todo sobre o fato de que esse material é reciclável e pode gerar lucros para os catadores, compradores e recicladores. O terceiro gráfico mostra um dado interessante: dentre as 368 entidades que não compram o material (como indica o segundo gráfico), quantas delas têm potencial para comprá-lo.

Figura 5 – Diagnóstico



Fonte: Dashboard do projeto

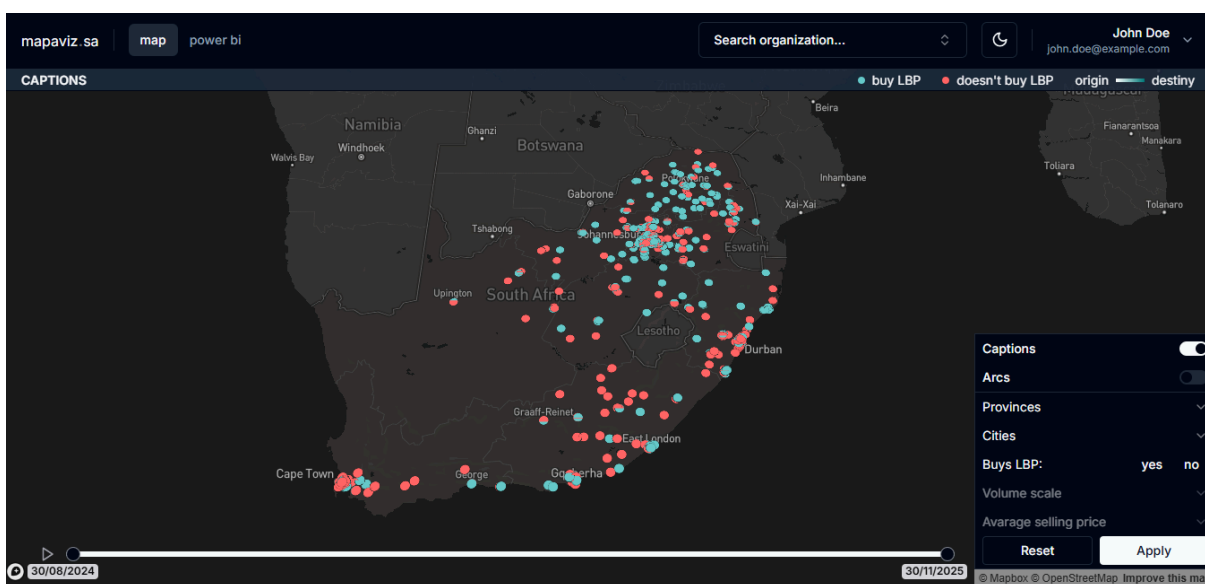
Essa análise é feita pelos agentes durante as visitas às entidades, observando se elas dispõem de espaço, mão de obra e equipamentos necessários para trabalhar com esse material. Esse tipo de informação é primordial para que os investimentos da Tetra Pak sejam feitos de maneira eficiente, pois os que já têm potencial e ainda não trabalham com o material, muito provavelmente, apenas não têm o conhecimento de que esse material pode ser lucrativo para eles, então acabam descartando. Já os que não tem potencial podem ser alvo de investimentos, como a aquisição de equipamentos que facilitem o processo, como máquinas enfardadeiras, por exemplo, desde que estejam situados em locais estratégicos, o

que pode ser visualizado no mapa contido nessa mesma página: ele mostra em um gráfico para cada uma das províncias a porcentagem de entidades que trabalham ou não com o material. Sendo assim, pode-se observar e concluir que as províncias com alta proporção de entidades que não trabalham com *LBP* devem ser alvo de ações por parte das empresas envolvidas ou até mesmo do governo, para a conscientização e o aumento dos índices de reciclagem.

3.3 MAPAVIZ

A última ferramenta desenvolvida para o projeto é o MAPAVIZ, adaptado para uso na África do Sul. As funcionalidades desse sistema também foram desenvolvidas com base na versão original, desenvolvida para o projeto Conexões no Brasil, e seguindo as orientações e demandas dos gestores e agentes envolvidos no projeto da África do Sul. Algumas delas são:

Figura 6 – Panorama geral do MAPAVIZ

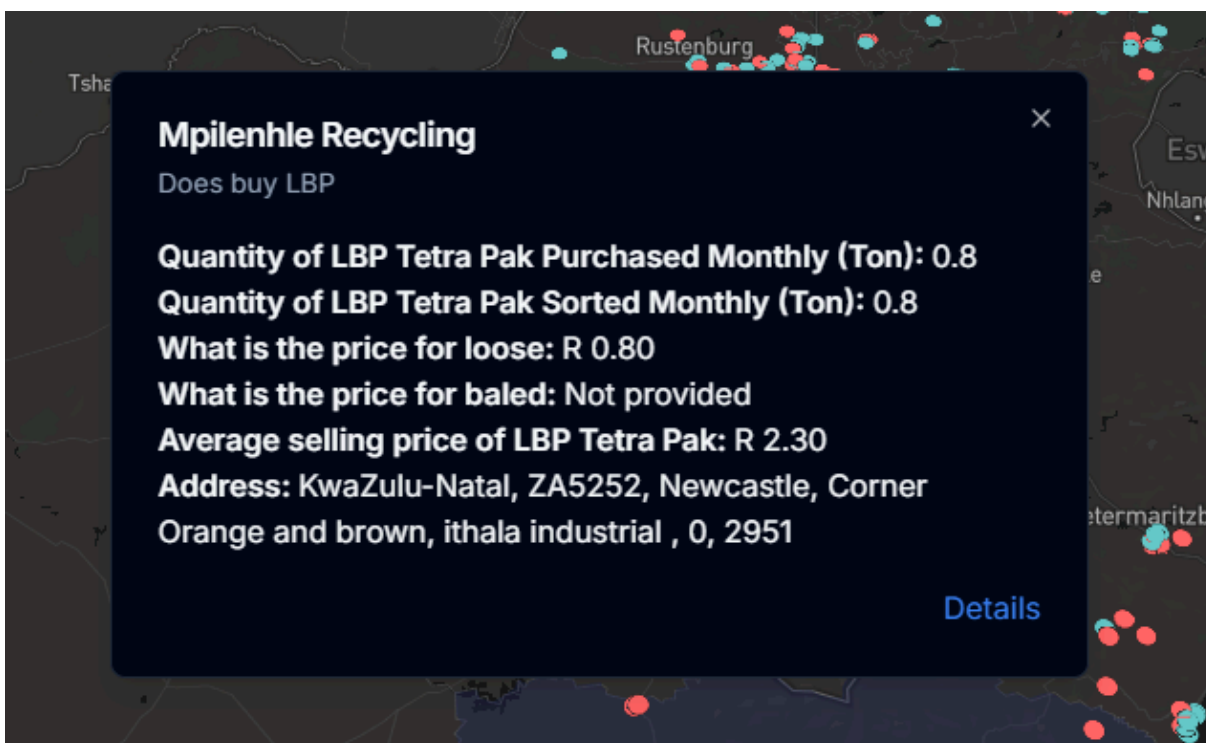


Fonte: MAPAVIZ

- No mapa, é possível ver pontos nas cores verde e vermelho: cada um desses pontos indica uma das entidades cadastradas no formulário *BBCs Register*, e as cores representam a reciclagem de *LBP* por parte delas, sendo as verdes as que trabalham (separam, compram e vendem o material), e as vermelhas

as que ainda não trabalham. Ao clicar nos pontos, é possível observar algumas informações adicionais sobre cada uma das entidades, como o número de pessoas que trabalham nelas, além dos dados de preço e volume de *LBP*;

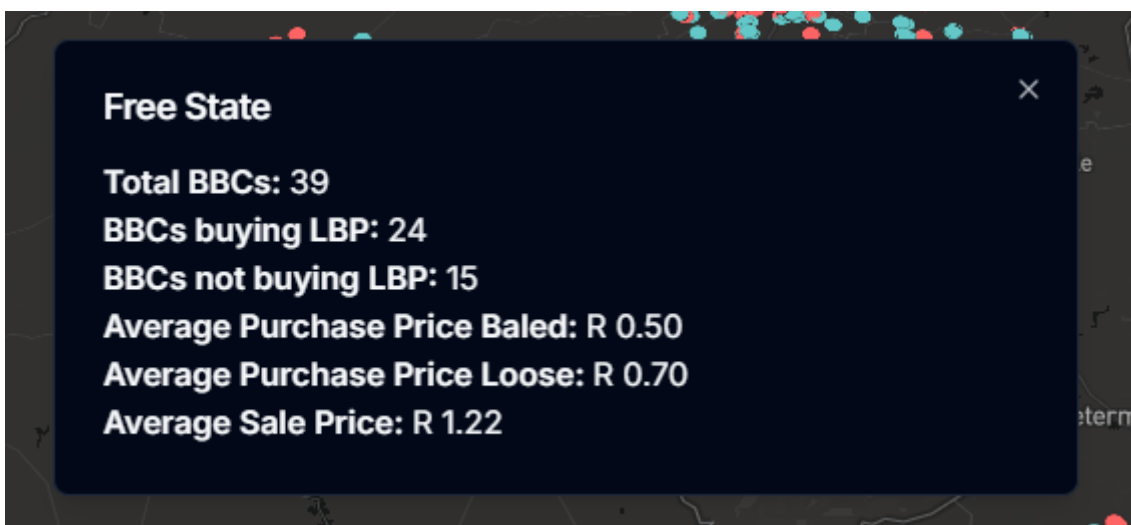
Figura 7 – Informações da entidade no MAPAVIZ



Fonte: MAPAVIZ

- O mapa também possui uma separação de acordo com as províncias da África do Sul, sendo possível clicar nas províncias para visualizar informações, sendo elas a quantidade de entidades na província e quantas trabalham/não trabalham com as embalagens cartonadas;

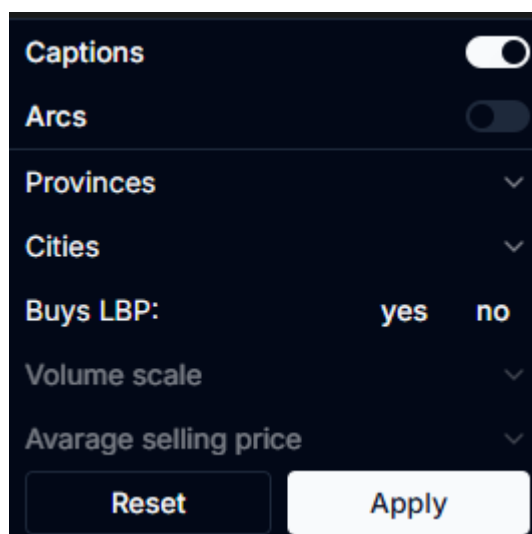
Figura 8 – Informações das províncias no MAPAVIZ



Fonte: MAPAVIZ

- No canto inferior direito, pode-se observar algumas outras funcionalidades, como filtros, que permitem visualizar informações apenas de uma determinada província, ou ver apenas as entidades que trabalham/não trabalham com o material;

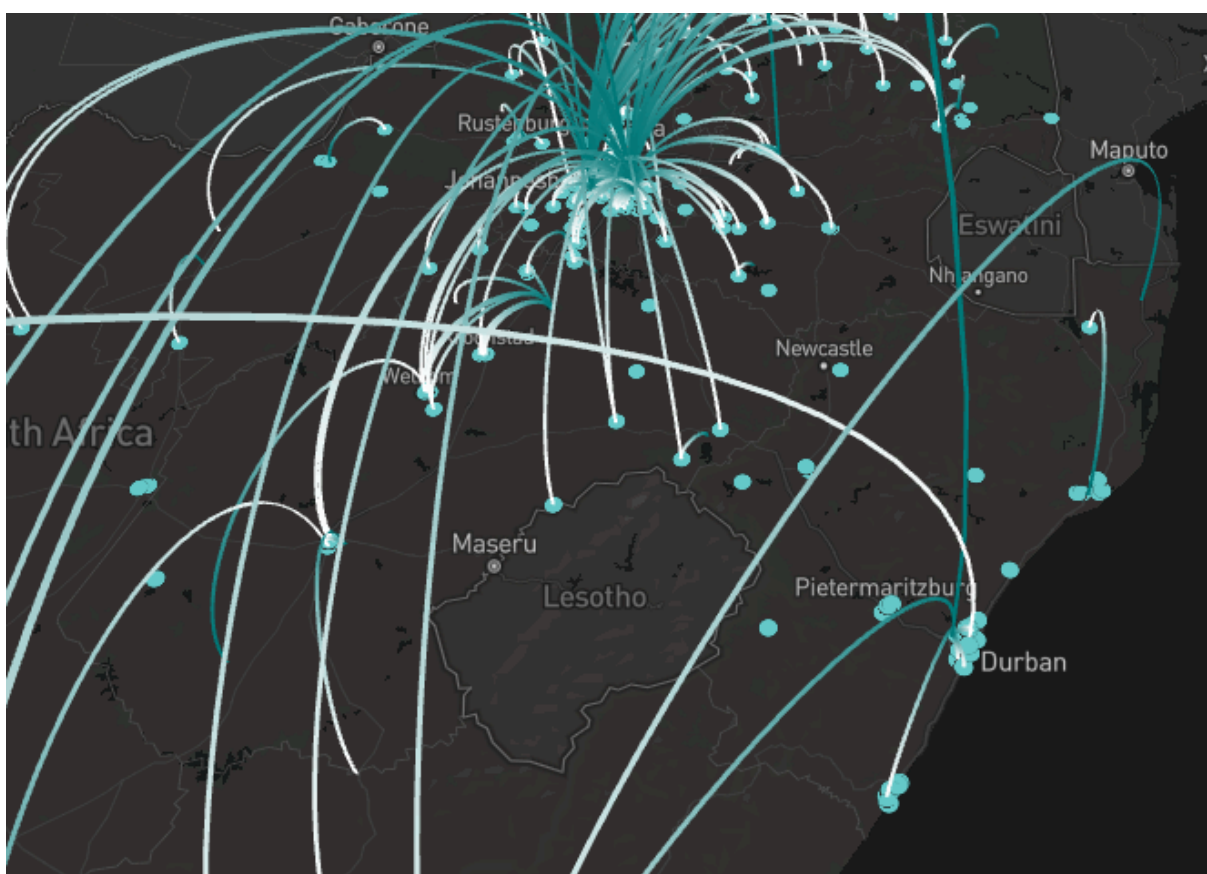
Figura 9 – Filtros disponíveis no MAPAVIZ



Fonte: MAPAVIZ

- Nessa mesma porção da tela, há a função de ativar e desativar os arcos que indicam o fluxo de compra e venda do material. Essa visualização foi solicitada pelos gestores do projeto pois mostra de maneira intuitiva e interativa quem são os principais compradores do material no país, possibilitando intervenções que aumentem a eficiência e produtividade da cadeia, como por exemplo, sugerir para as entidades um comprador mais próximo, que elas podem não saber da existência, reduzindo assim os seus custos de transporte e, conseqüentemente, aumentando seus lucros;

Figura 10 – Demonstração dos arcos do MAPAVIZ



Fonte: MAPAVIZ

- Por fim, na parte inferior da tela, há uma linha do tempo, que tem ligação direta com os arcos citados anteriormente: ela mostra a situação dos arcos com o passar do tempo, ou seja, é possível observar como esses fluxos

mudaram ao longo do projeto, o que também possibilita análises importantes e que podem também contribuir com o intuito principal do projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

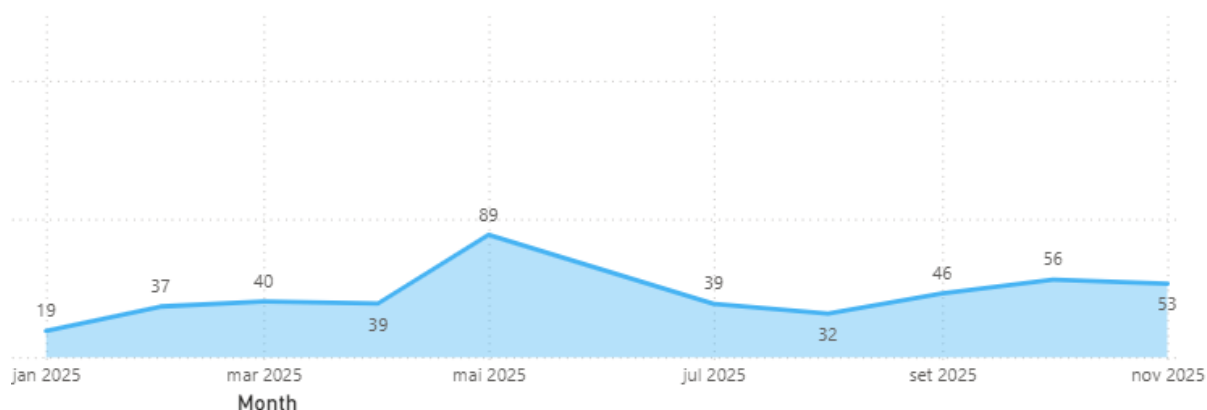
O projeto teve início em junho de 2024 e continuará em vigor no mínimo até o fim de 2026, e ao longo do projeto muitas informações foram coletadas e armazenadas, tornando esse banco de dados o mais completo da história do país: no momento da escrita deste trabalho, existem:

- 677 preenchimentos no formulário de registro, ou seja, esse é o número de entidades catalogadas até o presente momento;
- 904 preenchimentos no formulário de atualização de informações, alimentando um vasto banco de dados que mostra as flutuações nos preços e volumes do material em cada entidade.

Analisando esse conjunto de dados com as plataformas citadas anteriormente (*Dashboard* e MAPAVIZ), foi possível notar resultados positivos, que comprovam a hipótese inicial de que a instrumentalização e gestão de uma coleta de dados eficiente levariam à uma evolução nos volumes de embalagens cartonadas recicladas na África do Sul, assim como ocorreu no Brasil ao longo dos 12 anos do projeto.

Ademais, de acordo com o relatório de sustentabilidade da Tetra Pak em parceria com a PETCO, a taxa de reciclagem de embalagens longa vida na África do Sul (razão entre o volume reciclado e o volume colocado pela empresa no mercado sulafricano) no ano de 2024 foi de 24%, triplicando os 8% relatados no ano anterior.

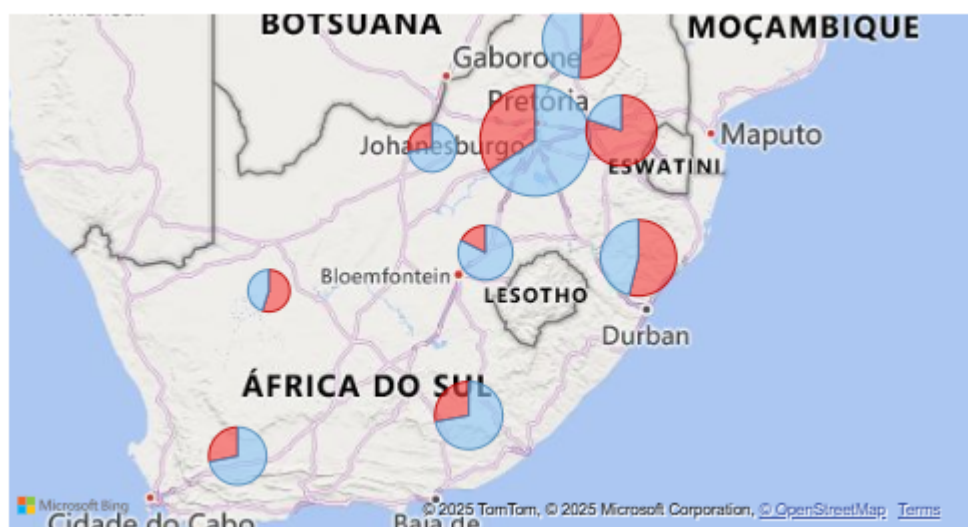
Gráfico 1 – Quantidade de *LBP* separada por mês em toneladas



Fonte: Dashboard do projeto

Considerando a separação de material, observa-se que, no início do ano, com o projeto em estágio de desenvolvimento, foram separadas 19 toneladas (**Gráfico 1**). Com o passar dos meses, houve aumento, verificando-se um pico de 89 toneladas em maio de 2025, e mantendo uma média de 51,67 toneladas por mês entre setembro e novembro de 2025, valor esse que representa um aumento de mais de 100% se comparado a janeiro (**Gráfico 1**).

Mapa 1 – *BBCs* separando *LBP* por província

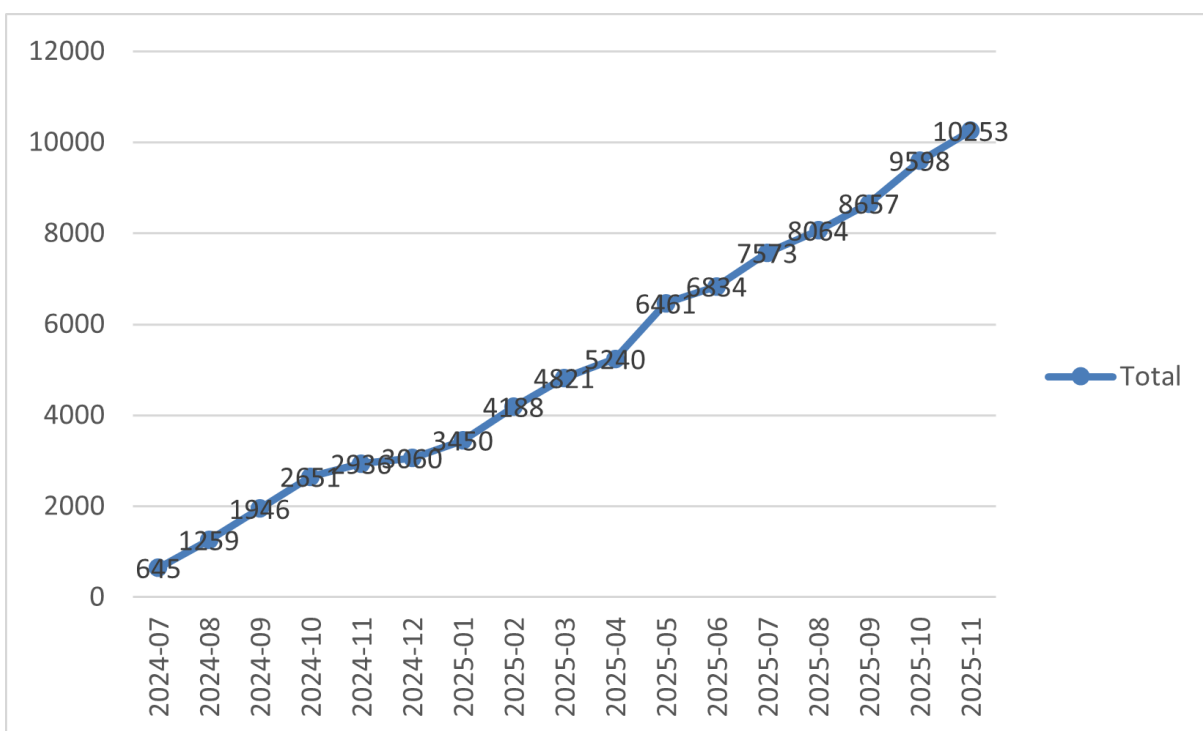


Fonte: Dashboard do projeto

No que se refere à quantidade de entidades que separam o material, observa-se que as porcentagens variam de acordo com as regiões, pois na província de Mpumalanga, 80% das entidades não trabalham com o material, enquanto na província de Free State, 82,5% trabalham (**Mapa 1**).

As entidades representadas em azul são as que trabalham com *LBP*, e as em vermelho não trabalham, e o tamanho dos círculos é proporcional ao número de entidades cadastradas em cada província (**Mapa 1**). As empresas envolvidas no projeto utilizam de tais gráficos para definir os alvos de investimentos na cadeia, uma vez que algumas províncias, como a de Free State já tem uma base consolidada, outras necessitam de ações de conscientização e investimentos em infraestrutura, por exemplo.

Gráfico 2 – Número acumulado de funcionários nas entidades cadastradas mensalmente

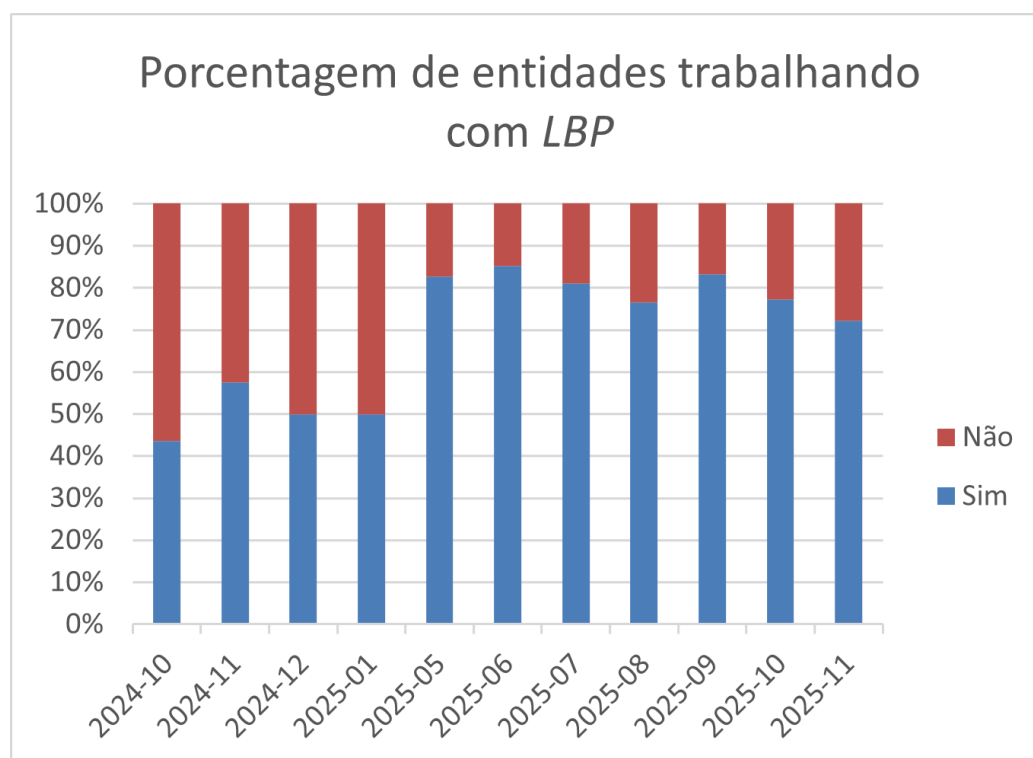


Fonte: Dados do projeto

O número de funcionários das entidades cadastradas cresceu em ritmo constante ao longo dos meses de execução do projeto, passando de 645 funcionários no primeiro mês para 10.253 no último (**Gráfico 2**). Esse valor é indicativo de que o projeto foi executado de maneira eficiente, mantendo um ritmo de visitas às entidades e, conseqüentemente, de cadastros, fazendo com que o mesmo se tornasse o banco de dados mais completo do país no que se refere à cadeia de reciclagem. De acordo com Godfrey (2017), estima-se que existam em torno de 100 mil pessoas trabalhando na reciclagem na África do Sul, logo, o total de pessoas cadastradas no sistema equivale a aproximadamente 10% do total.

O número de funcionários cadastrados (**Gráfico 2**), juntamente com os aumentos nos volumes de *LBP* reciclados após a instalação do projeto, indica que a hipótese inicial de que a instrumentalização eficaz da coleta de informações teria efeitos positivos no que se refere ao volume separado e reciclado.

Gráfico 3 – Porcentagem de entidades trabalhando com *LBP* ao longo dos meses



Fonte: Dados do projeto

A porcentagem de entidades trabalhando ou não com as embalagens cartonadas demonstrou um aumento ao longo dos meses (**Gráfico 3**), indicando que a coleta dos dados efetuada no início do projeto possibilitou os investimentos eficazes citados anteriormente, atuando principalmente nas entidades que ainda não trabalhavam com o material. Esses dados foram obtidos a partir do formulário de atualização da informação do projeto, e mostram que nos estágios iniciais do projeto, em torno de 45% das entidades trabalhavam com *LBP*, e essa porcentagem manteve uma média bem maior nos estágios mais avançados, chegando a 85% trabalhando com *LBP*, e uma média de 75% no último semestre (**Gráfico 3**).

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho procurou abordar a adaptação de um modelo consolidado no Brasil em um contexto diferente, o da África do Sul. O objetivo do projeto era o de aumentar os índices de reciclagem das embalagens Longa Vida no país, através da instrumentalização dos processos de coleta, armazenamento e análise das informações relacionadas ao setor, de forma a ser uma ferramenta importante e inovadora na promoção do desenvolvimento sustentável no país.

Um dos maiores desafios da sociedade atual, em um contexto capitalista, é criar tecnologias e ferramentas que tragam o progresso desejado aos demais setores, com o mínimo possível de impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, é nítida a relevância da reciclagem e da logística reversa para um desenvolvimento sustentável. Nota-se então, que o setor de sustentabilidade da Tetra Pak atua além do que lhe é obrigatório de acordo com as legislações dos países, investindo na cadeia de reciclagem, afetando positivamente tanto a vida dos envolvidos na cadeia, como os catadores, quanto o meio ambiente, uma vez que a empresa investe também em soluções inovadoras para fabricação da embalagem, como os polímeros plásticos feitos a partir da cana de açúcar. Levando em consideração a vivência no contexto capitalista, é raro encontrar empresas que atuem além do que lhes é obrigatório.

A partir dos dados obtidos com a implementação do projeto na África do Sul, tornou-se possível concluir que esse tipo de ação traz impactos positivos para o setor, uma vez que permite investimentos mais eficazes, aumenta a renda dos trabalhadores envolvidos e reduz a produção de produtos não reciclados. Ademais,

a hipótese inicial do projeto, de que a instrumentalização da coleta de dados sobre a reciclagem no país teria efeitos positivos nos volumes reciclados, mostrou-se verdadeira, ainda que de curto prazo. Espera-se que nos próximos anos, com a consolidação das ferramentas no país, tais índices aumentem ainda mais, e o projeto sirva como base para outros que venham a ser implementados em outros países em desenvolvimento, desde que sejam adaptados de maneira eficaz ao seu contexto.

REFERÊNCIAS

Kubanza, N. S. Analysing the challenges of solid waste management in low-income communities in South Africa: a case study of Alexandra, Johannesburg. **South African Geographical Journal**, v.107,n.2), p.169–189, 2024 <<https://doi.org/10.1080/03736245.2024.2356563>>

IKHLAYEL, M. Indicators for establishing and assessing waste management systems in developing countries: a holistic approach to sustainability and business opportunities. **Business Strategy Development**. v.1,n.1, p.31–42, 2018

POLYCHEM USA. Polyethylene Recycling. 2021. Disponível em: <<http://www.polychemusa.com/polyethylene-recycling.html>>. Acesso em: 1 dez. 2021.

KHAREL, Kriti. **Literature review of liquid packaging board**. Degree Thesis (Materials Processing Technology) – Arcada University of Applied Sciences, 10 abr. 2022.

PW CONSULTING CHEMICAL & ENERGY RESEARCH CENTER. Milk Cartons Market. [S.l.]: **PW Consulting Chemical & Energy Research Center**. [s.d.]. Acesso em: 14 nov. 2025.

NEVES, F.L. Novos desenvolvimentos para reciclagem de embalagens longa vida. [S.l.: s.n.]. [s.d.]. **Artigo (Tetra Pak Brasil)**. Disponível em: <<https://afcal.pt/destinoFinal/NovosDesenvolvimentosReciclagem.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GODFREY, LINDA. Historical Review of Waste Management and Recycling in South Africa. **Resources, Basel**, v.6, n.4, p.57, out.2017. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-9276/6/4/57>>. Acesso em: 29 nov. 2025.

TETRA PAK. Projetos sociais e ambientais apoiados pela Tetra Pak impactaram mais de 213 mil pessoas e coletaram mais de 120 mil toneladas de materiais em 2022. São Paulo: **Tetra Pak Brasil**, 17 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/pt-br/about-tetra-pak/news-and-events/newsarchive/Projetos-sociais-e-ambientais-apoiados-pela-Tetra-Pak-impactaram-mais-de-213-mil-pessoas-e-coletaram-mais-de-120-mil-toneladas-de-materiais-em-2022>>. Acesso em: 23 nov. 2025.

TETRA PAK. Unlocking South African Growth. [S.l.]: **Tetra Pak**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/en-za/about-tetra-pak/unlocking-south-african-growth>> Acesso em: 08 nov. 2025.

PETCO. Tetra Pak® South Africa joins Petco. [S.l.]: **Petco Producer Responsibility Organisation**, dez. 2023. Disponível em: <<https://petco.co.za/?latest-news=tetra-pak>>. Acesso em: 19 nov. 2025.

TETRA PAK. Recycling case stories. [S.l.]: **Tetra Pak Global**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/sustainability/acting-for-sustainability/actions/circularity/recycling>>. Acesso em: 02 nov. 2025.

ZORTEA, R. B. “Viabilidade econômica e tecnológica para a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre”. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre**, 2001. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2310>>.

OLIVEIRA, Denise. Percepção de riscos ocupacionais em catadores de materiais recicláveis: Estudo em uma Cooperativa em Salvador-Bahia. 2011. 174 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho) – **Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador**, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/31820>. Acesso em: 27 nov. 2025.

TETRA PAK. *Tetra Pak Sustainability Report FY24*. 2024. Disponível em: https://www.tetrapak.com/content/dam/tetrapak/publicweb/gb/en/sustainability/reporting-and-performance-data/TetraPak_Sustainability_Report_FY24.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

TETRA PAK SOUTH AFRICA. *Food and beverage processing and packaging categories.* [2025]. Disponível em:

<https://www.tetrapak.com/en-za/solutions/categories>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.* Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2010-2012/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 15 dez. 2025.

SOUTH AFRICA. *National Environmental Management: Waste Act 59 of 2008.*

Disponível em:

<https://www.gov.za/documents/national-environmental-management-waste-act>.

Acesso em: 15 dez. 2025.

TETRA PAK. *Layers of a liquid board packaging carton.* [2025]. Disponível em:

<https://www.tetrapak.com/solutions/packaging/packaging-material>. Acesso em: 15 dez. 2025.

RECICLA SAMPA. *Conheça o impacto positivo da reciclagem nas emissões de carbono.* 2021. Disponível em:

<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/conheca-o-impacto-positivo-da-reciclagem-nas-emissoes-de-carbono>. Acesso em: 15 dez. 2025.

EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). *Importance of Methane.*

[2023]. Disponível em: <https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>. Acesso em: 15 dez. 2025.