

RECICLAGEM DE LATAS DE ALUMÍNIO: BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, IDENTIFICAÇÃO DE FALHA NO PROCESSO PRODUTIVO

Cristiane Vale

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
cristianevale25@gmail.com

Thiago Cavalcante

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
thiagocavalcante91541813@gamil.com

Murilo Fonseca Andrade

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
murilo.andrade@ufra.edu.br

Rayra Brandão

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
rayra.brandao@ufra.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa de reciclagem de latas de alumínio no município de Tomé-Açu, no estado do Pará, com o objetivo de identificar gargalos no processo produtivo. Esses gargalos podem comprometer a qualidade, produtividade e eficiência da empresa. Para tanto, foram analisados os procedimentos adotados na reciclagem, identificando os principais desafios enfrentados pela empresa e verificando os impactos desses problemas na redução da produtividade. A pesquisa utilizou o mapeamento de processos como ferramenta para representar graficamente o fluxo produtivo da empresa, possibilitando a identificação de ineficiências e oportunidades de melhoria. O fluxograma elaborado permitiu visualizar as etapas do processamento das latas e os pontos críticos que impactam a produção, especialmente em períodos de alta demanda. Foi constatado que mesmos pequenos gargalos podem gerar impactos significativos na eficiência operacional, reduzindo a capacidade produtiva da empresa. Além disso, o estudo evidenciou falhas recorrentes em algumas etapas do processamento das latas, indicando a necessidade de ajustes para otimizar a produção. A análise do cenário atual demonstrou que a empresa possui grande potencial de crescimento no setor de reciclagem, desde que implemente melhorias nos processos produtivos. A resolução desses gargalos possibilitará maior eficiência, redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Os resultados obtidos reforçam a importância do mapeamento de processos como ferramenta estratégica para a identificação e mitigação de problemas operacionais. A partir dessa abordagem, foi possível sugerir soluções para otimizar o fluxo produtivo e aumentar a competitividade no mercado de reciclagem de alumínio.

Palavras-Chave: Mapeamento de processo. Alumínio reciclado. Gargalos operacionais. Fluxograma.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 8. Trabalho decente e crescimento econômico

1 INTRODUÇÃO

A reciclagem de alumínio desempenha um papel fundamental na sustentabilidade ambiental e na economia circular do Brasil. O país se destaca mundialmente nesse segmento, com um índice de reciclagem de aproximadamente 98% para as latas de alumínio, demonstrando uma reutilização altamente eficiente desse material, conforme aponta Chaves, de Almeida Marques e da Silveira Silva (2018).

Esse elevado índice reduz a necessidade de extração de bauxita, principal minério utilizado na produção do alumínio. Segundo Associação Brasileira do Alumínio [ABAL] (2025), para cada tonelada de alumínio reciclado, aproximadamente cinco toneladas de bauxita deixam de ser extraídas, ressaltando os benefícios ambientais deste processo.

Para garantir a eficiência e a rentabilidade do sistema de reciclagem, é essencial mapear todas as etapas do processo, desde o recebimento do material reciclável até sua comercialização. De acordo com Da Silva Oliveira e Calado (2017), o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta de melhoria contínua que permite identificar gargalos operacionais e criar um ciclo de aperfeiçoamento constante. A implantação de melhorias conduz a novos diagnósticos e intervenções, promovendo avanços sucessivos no processo produtivo. A adoção dessa estratégia possibilita a otimização dos procedimentos, reduzindo desperdícios, aumentando a produtividade e elevando a qualidade do material reciclado, fatores cruciais para a competitividade do setor.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar os desafios enfrentados por uma empresa familiar de reciclagem e processamento de alumínio situada no município de Tomé-Açu, no estado do Pará. A pesquisa busca responder à seguinte questão: Quais são os principais gargalos no processamento e venda de alumínio em uma empresa de reciclagem localizada em Tomé-Açu/PA?

Com base nessa problemática, observa-se que, a ausência de equipamentos adequados, como uma máquina secadora, pode comprometer o fluxo produtivo, uma vez que a secagem do alumínio depende exclusivamente da exposição ao sol, especialmente em regiões com períodos prolongados de chuvas. Além disso, deficiências na triagem e na organização logística podem resultar em atrasos e perdas na qualidade do material reciclado.

A metodologia utilizada envolverá a investigação detalhada das diferentes etapas da reciclagem de alumínio na empresa estudada. Serão analisados os processos de coleta, triagem, prensagem, fundição e revenda do material reciclado, a fim de identificar falhas que possam comprometer a eficiência produtiva e a rentabilidade do negócio. A construção de um fluxograma permitirá uma compreensão mais clara e organizada dos processos internos, facilitando a identificação de ineficiências e oportunidades de melhoria.

Além da análise do processo produtivo, a pesquisa visa demonstrar a relevância do mapeamento de processos como ferramenta estratégica para o aprimoramento da produção. Segundo (Cheung e Bal, 1998) essa abordagem possibilita uma visão sistêmica das operações, permitindo intervenções precisas para maximizar a eficiência e reduzir custos. Assim, ao identificar e mitigar gargalos operacionais, espera-se contribuir para a otimização da cadeia produtiva da reciclagem de alumínio na região.

Os resultados obtidos fornecerão subsídios para a empresa aprimorar sua produção, reduzindo desperdícios, aumentando a produtividade e garantindo maior qualidade no material reciclado. Além disso, conforme destaca, de Almeida Marques *et al.* (2018) a reciclagem é uma alternativa sustentável e economicamente viável, permitindo atender às necessidades da sociedade atual sem comprometer as gerações futuras. Dessa forma, espera-se que a pesquisa contribua diretamente para a melhoria dos processos internos da empresa estudada e,

indiretamente, fortaleça a indústria de reciclagem como um todo, servindo como referência para outras organizações do setor que enfrentam desafios semelhantes e promovendo um modelo de produção mais eficiente e sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta fundamentos teóricos que embasam o objetivo deste trabalho. O quadro teórico abordará, respectivamente: a reciclagem e o processamento do alumínio (i), os desafios e gargalos na reciclagem e comercialização do alumínio (ii) e a importância do mapeamento de processos e do fluxograma na otimização produtiva (iii). Com o embasamento teórico será apresentada uma solução para o problema pesquisado.

2.1 Os benefícios que ocorre para a reciclagem das latas de alumínio

A reciclagem das latas de alumínio de acordo com (da Cruz Paula, 2006) pode ser considerada uma atividade que proporciona rentabilidade para os catadores e para quem está vinculado à reciclagem na localidade, para (Calderoni, 2003) quem pratica essa atividade, ajuda na diminuição do descarte impróprio das latas de alumínio no meio ambiente e ajuda na economia e desenvolvimento de novos produtos, pois com a contribuição mútua de todos leva a um processo de desenvolvimento sustentável.

A reciclagem nacional de alumínio apresenta múltiplas vantagens, segundo, de Almeida Marques *et al.* (2018) o alumínio reciclável considerado como secundário gasta menos energia para ser preparado do que o alumínio primário, implicando na redução de gasto de energia e descarte de materiais que poderiam ser reciclados e reaproveitados, de acordo com (Figueiredo, 2009) a reciclagem das latas de alumínio ajuda na diminuição do descarte inadequado desse material e reduz o uso de matérias-primas como a bauxita implicando na conservação de reservas naturais desse mineral.

Esse material considerado como secundário são alumínio que já passaram do estado da matéria prima e já estão transformados em latas ou afins, de acordo com SOARES (1996) o alumínio secundário é recolhido por catadores e empresas de beneficiamento, esse material quando chega na indústria passa por vários processos até que esteja com total funcionalidade para iniciar a transformação em novas latas de alumínio, mesmo com o custo processamento e transformação desse material reciclado, se apresenta mais barato comparado o processamento da matéria prima nas indústrias.

Segundo (Fonseca Parreira, 2010), a reciclagem de lata de alumínio, além de reduzir a extração de matéria-prima, proporciona uma significativa economia de energia para as empresas que adotam esse processo, pois não vai ser gasto a quantidade de energia que irá ser usada no processamento da matéria prima, tornando-se um fator essencial para a sustentabilidade pois ajuda no descarte impróprio desse material e a competitividade do setor.

2.2 Problemas no Processamento das Latas de Alumínio

De acordo com Verran, Kurzawa e Pescador (2005), o alumínio é um material que pode ser reciclado várias vezes, porém é necessário levar em consideração alguns quesitos com o processamento desse material, porque o processamento errado pode implicar na diminuição da qualidade, deste modo podem surgir dificuldades durante o processamento das latas de alumínio e uso inadequado de químicos podem impactar a eficiência e a qualidade do produto final. Esses problemas podem ser atribuídos na etapa do processo, onde inclui a coleta, a triagem, a fusão e a prensagem do alumínio.

Ademais, Lage Calegari, C., Luiz Perez Teixeira, R. e Chantal Duarte Silva (2023) ressaltam que, na produção do alumínio secundário alguns procedimentos incorretos podem causar uma diminuição na qualidade do produto final. As latinhas de alumínio são frequentemente acumuladas em sacos plásticos e esmagadas com excesso de terra e líquidos para aumentar o peso, proporcionando maior rendimento financeiro ao vendedor de latas recicláveis. No entanto, essa prática compromete a qualidade e a higiene do produto, pois, se não for realizada uma lavagem minuciosa das latas adquiridas dos catadores durante o processo de fabricação dos blocos de alumínio prensado, a qualidade do produto final pode ser afetada.

A prensagem do alumínio deve estar de acordo com o padrão exigido pelo comprador, pois, caso seja realizada de forma inadequada, pode ocasionar problemas na logística de transporte desse material para o centro de reciclagem. Isso ocorre porque a prensagem incorreta pode resultar na não conformidade com o volume solicitado na compra, podendo gerar espaços mal aproveitados ou insuficientes para a organização dos blocos de alumínio no caminhão de transporte até o local da reciclagem (La Fuente, 2006).

2.3 Mapeamento de processos e fluxograma

O mapeamento de processos é uma ferramenta técnica essencial para a gestão e melhoria contínua das operações em setores, departamentos e organizações. Segundo (Cheung e Bal, 1998), essa ferramenta permite visualizar e gerenciar as diversas tarefas envolvidas em um processo, demonstrando suas sequências e inter-relações.

A aplicação do mapeamento de processos como estratégia de melhoria baseia-se em conceitos e técnicas que, quando utilizados corretamente, possibilitam documentar todas as etapas produtivas e corrigir eventuais falhas. De acordo com Mello (2008), essa abordagem auxilia na identificação de atividades que não agregam valor à produção, promovendo ajustes para aumentar a eficiência operacional.

Além disso, a busca por melhorias contínuas nos métodos e procedimentos internos é essencial para a competitividade das empresas. Segundo (Almeida e Fagundes (2005), garantir a confiabilidade dos processos e minimizar falhas operacionais são fatores determinantes para a consolidação no mercado.

O fluxograma, por sua vez, é uma ferramenta gráfica que representa detalhadamente cada etapa do processo produtivo, permitindo análises desde o início até a conclusão do ciclo produtivo. Conforme apontado por Abreu, Campos, Coelho e Matsuda, (2015), essa representação facilita a identificação de oportunidades de melhoria, possibilitando a comparação entre fluxos reais e fluxos ideais, garantindo a maximização da qualidade do produto final.

Para a análise do processo estudado, foram utilizados métodos de pesquisa com ênfase na melhoria de processos. Dentre eles, optou-se pelo fluxograma, pois é uma ferramenta útil para visualizar todas as etapas e procedimentos envolvidos. De acordo com (Coutinho, 2020) ao se criar um mapeamento dos processos, é possível identificar gargalos e propor soluções de melhoria, tornando-se um método eficiente para diagnosticar e resolver problemas.

Com as etapas devidamente identificadas, foi possível avaliar o papel de cada uma dentro da produção, uma vez que, segundo (Gabriel, 2005), é fundamental desenvolver medidas que reduzam o tempo improdutivo. O tempo destinado a cada etapa produtiva deve ser bem distribuído, para não causar danos ao processo produtivo. Dessa forma, é possível aumentar a eficiência da produção como um todo.

2.4 A Teoria VBR como Estratégia para Reformulação de Processos

A Visão Baseada em Recursos (VBR) oferece uma perspectiva estratégica essencial para a reformulação de processos produtivos em organizações que visam excelência operacional e vantagem competitiva sustentável. Segundo Barney (1991), a vantagem competitiva sustentável de uma organização decorre da posse, uso eficiente e estratégico de recursos internos que sejam valiosos, raros, únicos e organizacionalmente estudados.

No contexto da gestão da produção, a VBR contribui para que as organizações mapeiem seus processos com foco nos recursos que agregam valores, sejam eles operacionais, humanos ou tecnológicos. Aplicando essa visão à cadeia produtiva da reciclagem de alumínio, é possível transformar gargalos produtivos em oportunidades de melhoria por meio do fortalecimento dos recursos internos e da otimização do fluxo de trabalho.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2002), processos bem estruturados são essenciais para a eficiência da produção. Destacam ainda que, o replanejamento de processos, aliado ao uso racional de recursos, promove a redução de desperdícios e a melhoria contínua.

Além disso, Porter (1985) contribui com a ideia de que a vantagem competitiva é alcançada por meio da gestão eficaz da cadeia de valor. A integração das atividades primárias e de apoio fortalece o desempenho organizacional e a entrega de valor ao cliente.

O autor Harrington (1993), também reforça a importância da reformulação de processos para aumentar a competitividade, pois segundo ele, os processos devem ser constantemente avaliados e aprimorados com base em metas estratégicas e indicadores de desempenho.

Por fim, a abordagem enxuta de produção (Lean), desenvolvida por Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, mostra que ferramentas práticas eliminam desperdícios, padronizam processos e aumentam a eficiência produtiva, fatores diretamente relacionados à gestão eficaz de recursos (Ohno, 1988).

Dessa forma, a teoria VBR, aliada às práticas propostas por esses autores, permite que as organizações identifiquem, desenvolvam e aproveitem seus recursos mais estratégicos e de forma inteligente, a fim de promover um ciclo de melhoria contínua e sustentável no setor de reciclagem de alumínio, assegurando processos sustentáveis, produtivos e alinhados aos objetivos organizacionais, construindo uma base sólida para manter sua competitividade a longo prazo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa possui natureza aplicada e foi realizada por meio de uma entrevista com o empreendedor responsável pelo negócio no município de Tomé-Açu/PA. A entrevista, autorizada pelo empresário, utilizou um roteiro com perguntas abertas para coletar dados e analisar problemas operacionais na empresa. Segundo Thiollent (2009), pesquisas aplicadas visam resolver problemas específicos e gerar conhecimento voltado para aplicações práticas.

A pesquisa também se caracterizou como exploratória. Conforme Collis e Hussey (2005), esse tipo de estudo permite desenvolver uma visão geral dos desafios enfrentados no setor produtivo. Durante a coleta de dados, foram obtidas informações do processo de compra e venda do material reciclado, bem como os principais gargalos operacionais, falhas nos processos produtivos e dificuldades enfrentadas na comercialização do alumínio.

O objetivo principal da pesquisa foi mapear gargalos e propor soluções para otimizar o fluxo produtivo. Segundo (Farias Alexandre, 2021), a adoção de uma metodologia estruturada orienta a análise e a formulação de propostas de melhoria. A abordagem adotada possibilitou

compreender detalhadamente as operações da empresa, permitindo identificar pontos críticos e a proposição de estratégias contribuintes para a eficiência e rentabilidade do negócio.

A empresa foi escolhida por seu processo produtivo voltado à reciclagem de alumínio, pois, além de preservar o meio ambiente, proporciona retorno financeiro ao empreendedor e à região. A análise desse processo específico visa oferecer soluções práticas e sustentáveis para a realidade enfrentada pelo setor local.

A equipe responsável pela pesquisa foi composta pelos três primeiros autores dessa pesquisa, que coletaram os dados, mantiveram registros e conduziram as entrevistas com os colaboradores da empresa. Os dados foram coletados durante visita técnica presencial à empresa, localizada em Tomé-Açu/PA, em data previamente acordada pelo empreendedor no dia 01/03/2025.

Os colaboradores foram convidados a participar através de mensagem de texto explicativa sobre o objetivo da pesquisa. Após aceitação, realizou-se um encontro presencial, onde foi aplicado um questionário estruturado baseado em conceitos de gestão de processos e na indústria da reciclagem de alumínio. A entrevista ocorreu enquanto os trabalhadores realizavam suas atividades, permitindo a observação direta do ambiente e das operações.

O roteiro utilizado abordou temas como triagem, limpeza, armazenamento e comercialização do alumínio reciclado, além dos desafios logísticos enfrentados. Segundo (Vieira da Costa, 2022) devido ao crescimento do setor, torna-se essencial analisar o cenário da reciclagem para identificar eficientes soluções embasadas em boas práticas.

A abordagem foi qualitativa, pois, conforme Martins (2010), esse método permite compreender profundamente os fenômenos estudados, proporcionando maior riqueza analítica.

Para garantir precisão nas informações coletadas, foi utilizado um gravador de áudio, com autorização do empreendedor. No entanto, ele recusou o registro fotográfico das instalações. A equipe da pesquisa esteve disponível para sanar dúvidas durante toda a coleta de dados, contribuindo no andamento preciso do processo.

A escolha da empresa e do processo produtivo deve-se ao crescimento do setor de resíduos sólidos, que conforme Carmo Barbosa Maciel Souza e Souza Mello (2015) essa atividade apresenta grande potencial de retorno financeiro e ambiental. Assim, analisar este caso proporcionou à equipe um cenário realista e relevante para propor melhorias significativas à operação da empresa.

Durante o estudo de caso, o proprietário apresentou os equipamentos utilizados, os materiais processados e a sequência operacional da produção. A observação das etapas de trabalho possibilitou a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria no processo de beneficiamento do alumínio reciclado.

Uma das ferramentas utilizadas foi o fluxograma, permitindo a visualização detalhada das etapas do processo produtivo. Essa ferramenta da qualidade foi fundamental para estruturar o estudo, identificar falhas operacionais e embasar as sugestões de melhoria.

Além disso, foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando bases como Google Acadêmico e SciELO. A fundamentação teórica obtida serviu para embasar as análises realizadas e reforçar a pertinência das propostas apresentadas.

O fluxograma foi desenvolvido em sala de aula, com apoio do docente da disciplina de Produção e Operações I. Esse processo garantiu um acompanhamento técnico e acadêmico ao desenvolvimento do projeto. Com base nos dados levantados em campo e analisados em sala, foram estruturadas sugestões práticas voltadas à otimização do processo logístico, melhoria da qualidade do produto e à sustentabilidade operacional.

Contudo, a metodologia adotada permitiu um diagnóstico detalhado dos desafios operacionais enfrentados pela empresa, fornecendo subsídios sólidos para a elaboração de propostas visando tornar o processo produtivo mais eficiente, sustentável e economicamente viável.

A empresa realiza o processamento de alumínio de forma predominantemente manual, com auxílio de maquinário mecânico. As etapas principais incluem a pesagem e compra do alumínio, a separação manual de impurezas, a lavagem e secagem do material, a prensagem em blocos e o armazenamento até atingir o volume necessário para venda. Esse ciclo produtivo é sensível à forma como cada etapa é realizada, já que pequenos desvios podem impactar negativamente o desempenho e gerar prejuízos.

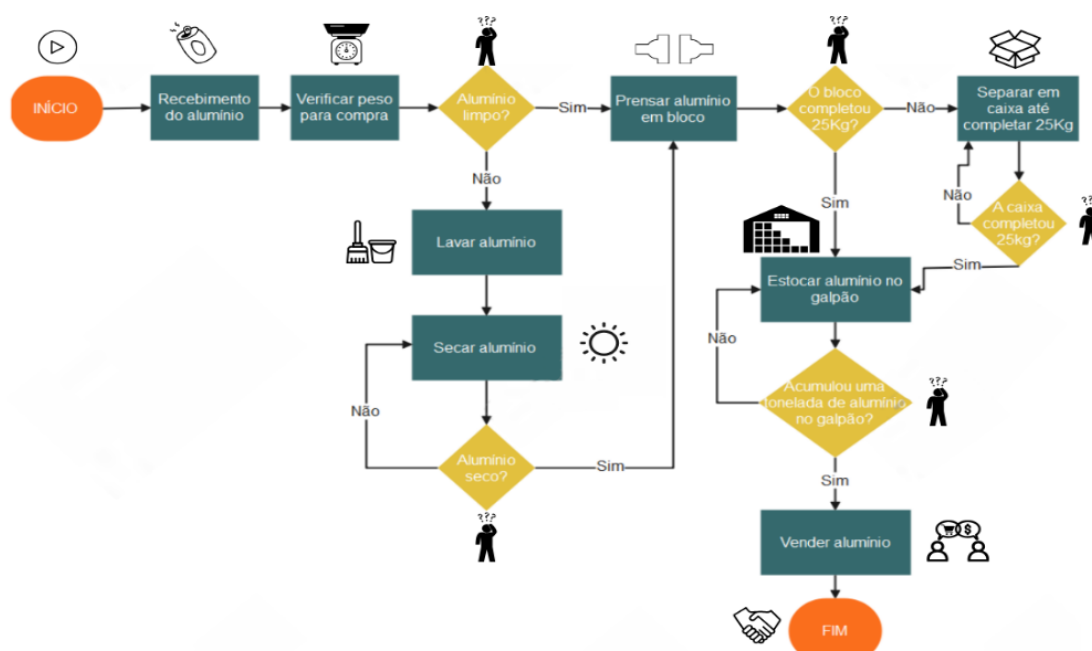
O alumínio é adquirido de diferentes fontes, geralmente em forma de latas usadas, e passa por triagem manual para garantir que materiais orgânicos ou contaminantes sejam removidos. Essa etapa é essencial para garantir a qualidade do produto reciclado. O material limpo é então seco e posteriormente prensado em blocos de 25 kg, que são armazenados até que o volume totalize 1 tonelada, momento em que ocorre a venda para empresas que realizam a fundição e reaproveitamento do alumínio.

O controle rigoroso do peso dos blocos prensados é enfatizado pelo empreendedor, uma vez que erros nessa etapa podem impactar o controle de estoque e os lucros da empresa. A prensagem é realizada com uma máquina de alta capacidade (até 5 toneladas), sendo necessário o uso de EPIs e cuidados rigorosos com a segurança.

3.1 Fluxograma do Processo Original

O fluxograma a seguir representa o processo produtivo original, antes da implementação das melhorias sugeridas neste estudo.

Fluxograma 1 – Processo Produtivo Original



Esse mapeamento evidenciou a disposição linear das atividades e a forte dependência de procedimentos manuais, especialmente nas etapas de separação e secagem do alumínio. A falta

de instrumentos de controle e de padronização visualmente clara reforça o caráter artesanal do processo, que, embora eficiente até certo ponto, apresenta limitações quanto à escalabilidade e à consistência dos resultados obtidos.

3.2 Identificação de Gargalos

A análise detalhada do processo permitiu identificar dois principais gargalos que afetam diretamente a produtividade da empresa:

a) Etapa de limpeza e secagem do material:

A secagem das latas é feita ao ar livre, em uma área coberta por lonas, mas, ainda assim, exposta à variação do clima. Isso torna a produção altamente dependente das condições climáticas. Em dias chuvosos ou com alta umidade relativa do ar, o tempo de secagem é significativamente maior, interrompendo o fluxo de produção e gerando acúmulo de material em espera. Esse acúmulo, por sua vez, compromete as etapas seguintes, como prensagem e armazenamento, e pode ocasionar desperdício, caso o alumínio fique tempo demais parado e volte a se contaminar.

b) Separação manual de materiais contaminantes:

Durante a triagem inicial, a separação de outros metais e impurezas é realizada manualmente, o que torna o processo lento e suscetível a falhas. A ausência de detectores magnéticos ou sistemas automatizados aumenta o tempo de execução dessa etapa e eleva o risco de contaminação do produto final, além de representar maior esforço físico dos colaboradores. Como essa etapa é crítica para a qualidade do produto final, sua execução inadequada pode comprometer a credibilidade da empresa frente aos compradores e afetar a negociação de novos contratos.

4 Propostas de Melhoria

Com base no mapeamento realizado e nos gargalos identificados, foram propostas as seguintes melhorias operacionais, com foco na otimização do processo, aumento da produtividade e redução de perdas:

a) Instalação de Estufa de Secagem:

Para mitigar a dependência climática, sugere-se a implantação de uma estufa ou secadora industrial de pequeno porte, que permita a secagem uniforme e contínua do alumínio, independentemente das condições meteorológicas. Essa melhoria visa garantir a constância no fluxo de produção e evitar a interrupção do processo.

b) Implementação de Separador Magnético:

A aquisição de um separador magnético manual ou semiautomático pode agilizar a triagem dos materiais, eliminando a necessidade de separação totalmente manual e reduzindo o tempo necessário para essa etapa. Isso contribui para um aumento na produtividade e melhor aproveitamento da mão de obra disponível.

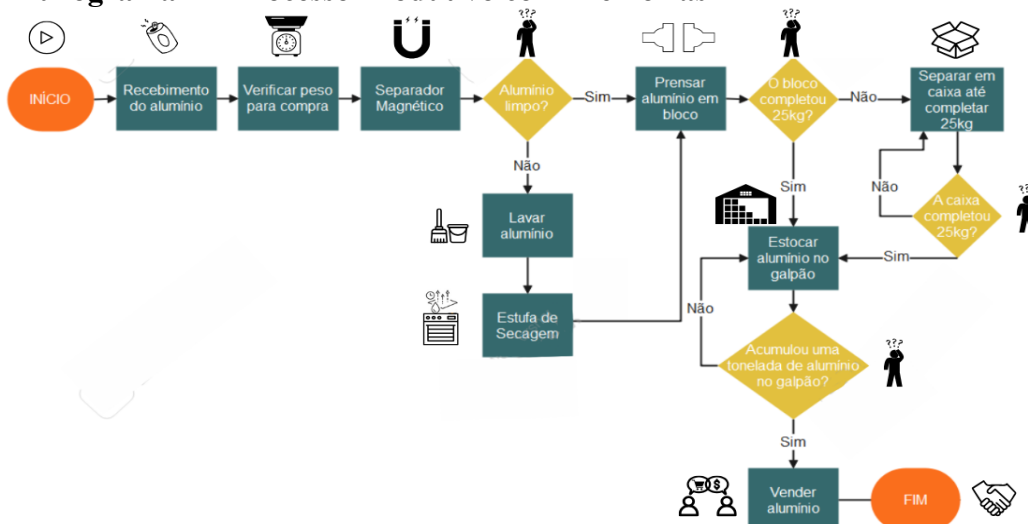
c) Criação de checklists e padronização de processos:

A padronização de etapas, por meio de checklists operacionais, contribui para a diminuição de erros humanos, principalmente no controle de peso dos blocos de alumínio. A organização do fluxo de trabalho com base em rotinas bem definidas aumenta a eficiência e reduz perdas.

4.1 Fluxograma com Melhorias Implementadas

A seguir, apresenta-se o fluxograma com as melhorias propostas implementadas, representando o novo fluxo de produção da empresa.

Fluxograma 2 – Processo Produtivo com Melhorias



As alterações no fluxograma envolvem a inserção de novas etapas (como a secagem em estufa) e a substituição da separação manual por um processo semiautomático. Essa reestruturação reduz significativamente o tempo de produção total, melhora o controle de qualidade e facilita o monitoramento de desempenho em cada etapa do processo.

5 Discussão dos Resultados

A análise do processo produtivo e a implementação das melhorias propostas evidenciam um potencial aumento significativo na eficiência operacional da empresa. Com a instalação de uma estufa para secagem, elimina-se um dos principais fatores de interrupção do fluxo: a dependência do clima. Essa melhoria ajudará no ciclo produtivo, conforme estimativas baseadas em entrevistas e benchmarking com empresas do setor.

A introdução de um sistema de separação magnética contribui diretamente para a diminuição de falhas humanas e acelera a triagem, etapa que anteriormente consumia tempo excessivo e apresentava alta variabilidade de qualidade. Ao investir em tecnologia acessível e adaptada ao porte da empresa, é possível reduzir o esforço físico da equipe, aumentar a produtividade e, consequentemente, a rentabilidade do negócio.

Além disso, o processo mais padronizado e seguro melhora o ambiente de trabalho e reduz os riscos operacionais. O uso de EPIs já era uma prática consolidada, mas com os novos equipamentos e protocolos, reforça-se a segurança dos colaboradores no manuseio de máquinas pesadas.

Do ponto de vista comercial, a regularidade no fornecimento do produto final (blocos de alumínio de 25 kg) aumenta a confiabilidade da empresa diante de seus compradores, abrindo possibilidades para contratos mais sólidos e preços mais competitivos.

6 CONCLUSÃO

A reciclagem de alumínio desempenha um papel essencial na sustentabilidade ambiental e na economia circular. O alto índice de reaproveitamento desse material reduz significativamente os impactos ambientais, promove uma cadeia produtiva mais eficiente e diminui a necessidade de extração de bauxita. No entanto, empresas do setor ainda enfrentam desafios operacionais que afetam sua eficiência e competitividade. Esta pesquisa analisou os principais gargalos no

processamento e comercialização do alumínio em uma empresa familiar de reciclagem localizada em Tomé-Açu/PA, destacando oportunidades de melhoria por meio do mapeamento de processos.

A pesquisa se limitou a analisar somente a etapa de processamento das latas de alumínio, pois com essa limitação conseguimos apresentar um melhor desenvolvimento do fluxograma deste processo identificando os gargalos de produção e mostrando as soluções desses problemas.

Os resultados apontaram dois gargalos principais: a dependência da secagem ao ar livre e a separação manual do alumínio de outros materiais. O primeiro dificulta a continuidade do fluxo produtivo, principalmente em períodos chuvosos, causando atrasos na produção. O segundo problema decorre da ausência de um detector de metais automatizado, o que exige que os colaboradores realizem a separação manualmente, aumentando o tempo de processamento e elevando o risco de falhas.

A análise evidenciou que a falta de equipamentos adequados impacta diretamente a produtividade e a rentabilidade do negócio. A dependência de processos manuais para tarefas que poderiam ser automatizadas reforça a necessidade de investimentos em tecnologia e infraestrutura. O mapeamento de processos foi essencial para identificar essas limitações, proporcionando uma visão mais clara dos pontos críticos da operação e facilitando a busca por soluções.

Diante desse diagnóstico, medidas podem ser adotadas para otimizar o fluxo produtivo. A criação de um espaço coberto para a secagem do alumínio reduziria a dependência climática, garantindo maior previsibilidade na produção. Além disso, a implementação de um detector de metais automatizado facilitaria a separação do alumínio, reduzindo o tempo de trabalho e melhorando a qualidade do material reciclado. Essas melhorias podem minimizar desperdícios, aumentar a produtividade e fortalecer a organização interna da empresa.

O planejamento adequado nas organizações é essencial para evitar desperdícios e descartar sobras como resíduos. Assim, além da adoção de novas tecnologias, é crucial investir na capacitação da equipe e na gestão eficiente dos processos. A implementação de boas práticas operacionais, aliada ao monitoramento contínuo da produção, pode aprimorar significativamente o desempenho da empresa. Pequenas mudanças na logística e no planejamento das atividades podem gerar ganhos expressivos em produtividade e competitividade.

Por fim, este estudo contribui para o entendimento dos desafios enfrentados por pequenas empresas do setor de reciclagem. As latas de alumínio lideram o ranking de materiais recicláveis no Brasil, com uma taxa de reaproveitamento de 98%. No entanto, para manter esse índice e garantir a sustentabilidade da atividade, é fundamental aprimorar os processos internos das empresas do setor.

Dessa forma, espera-se que a empresa em estudo implemente as melhorias sugeridas, alcançando maior produtividade, redução de custos e qualidade no material reciclado. Essas mudanças não apenas fortaleceram sua posição no mercado, mas também contribuirão no desenvolvimento de um setor de reciclagem mais eficiente e sustentável. A otimização dos processos possibilita um crescimento estruturado, reforçando o compromisso ambiental e econômico da reciclagem de alumínio.

Devido às limitações de pesquisa, este estudo deixa em aberto a seguinte pergunta: As mudanças nas etapas do processamento das latas de alumínio poderiam apresentar melhor desenvolvimento da produção? ou no rendimento da organização?. Fica em aberto esse aprofundamento de pesquisa, contudo o trabalho se seguiu relevante para o empreendedor que recebeu análise do seu processo e sugestões de melhoria, mostrando também resultados para os

pesquisadores, que aplicaram seus conhecimentos na empresa para o melhoramento do processo.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira do Alumínio (2025). Recuperado em 07 março, 2025.
- Abreu, J. M. D., Campos, R. V. M., Coelho, T. M., & Matsuda, C. K. (2015). **Aplicação das ferramentas da qualidade para minimizar o salpicamento e sanguinolência da carne no abate de aves**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMPEP, 13., 2015, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SIMPEP.
- Farias Alexandre, A. (2021). Metodologia científica: princípios e fundamentos. *Editora Blucher*, PAG:8.
- Almeida, D. A., Fagundes, L. D. (2005) Aplicação da Gestão do Conhecimento no mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico. *Revista Produto & Produção*, v. 8, n. 3, p. 63-80.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Chaves, C. A., de Almeida Marques, S., & da Silveira Silva, W. (2018). Benefícios da reciclagem de materiais: o caso do alumínio. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*. pg 6.
- Cheung, Y & Bal, J. (1998) Process analysis techniques and tools for business improvements. *Business Process Management Journal*, v. 4, n. 4, p. 274-290.
- Vieira da Costa, L. (2022). A reciclagem do alumínio: caminho para um desenvolvimento sustentável.
- Coutinho, T. (2020) Veja como fazer fluxogramas para melhorar seus processos e otimizar seus negócios. *Voitto*.
- Calderoni, S (2003) Os bilhões perdidos no lixo. São Paulo: *Humanitas*, 4ª ed., 2003.
- Carmo Barbosa Maciel Souza. M., Souza Mello, I. (2015). Resíduos sólidos: coleta seletiva estímulo para o aumento da reciclagem e melhoria de renda dos catadores. *Revista Eletronica Gestao e Saúde*, n. 3, p. 2959-2981.
- Da Silva Oliveira, C. e Calado, L. (2017) Aplicação do mapeamento do fluxo de valor na indústria de alumínio. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 4.
- Figueiredo, F., (2009). A contribuição da reciclagem de latas de alumínio para o meio ambiente brasileiro. *Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*, v. 127.
- Gabriel, V. (2005) Gestão da produção.
- HARRINGTON, H. J. Melhoria de Processos Empresariais. São Paulo: Makron Books, 1993.
- La Fuente, J.M. (2006) Caracterização de arranjos de negócios na logística reversa de latas de alumínio e embalagens PET na Baixada Santista. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Organização e Gestão) – Universidade Católica de Santos.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1988.
- Lage Calegari, C., Luiz Perez Teixeira, R., & Chantal Duarte Silva, P. (2023) Produção de alumínio secundário: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, v. 10, p. e 023013.
- PORTER, M. E. Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Elsevier, 1985.

- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- Fonseca Parrieira, G. (2010) Coleta seletiva solidária: agregando valor pela integração da cadeia da reciclagem.
- da Cruz Paula, A. (2006) Estudo do campo organizacional de reciclagem de latas de alumínio do Estado do Rio de Janeiro.
- Verran, G. O.; Kurzawa, U.; Pescador, W. A. (2005) Reciclagem de latas de alumínio visando melhor rendimento e qualidade metalúrgica no alumínio obtido. *Revista Matéria*, v. 10, n. 1, 334-343.