

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NICOLE MOTTIN

**ANÁLISE DO PROCESSAMENTO E ESTOQUE DOS RESÍDUOS PELA  
MECANIZAÇÃO DE ATIVIDADES DA ASSOCIAÇÃO DE RECICLAGEM “LUTAR  
E VENCER” (ARLEV)**

CURITIBA

2018

NICOLE MOTTIN

**ANÁLISE DO PROCESSAMENTO E ESTOQUE DOS RESÍDUOS PELA  
MECANIZAÇÃO DE ATIVIDADES DA ASSOCIAÇÃO DE RECICLAGEM “LUTAR  
E VENCER” (ARLEV)**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão de Suprimentos da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Suprimentos.

Orientador: Dr. Marcell M C Maceno

CURITIBA  
2018

## RESUMO

O município de Campo Largo, através do projeto Elos da Sustentabilidade, formalizou o funcionamento de três associações de catadores de recicláveis, a AR-AMA, ARC e ArLev, que conseguiram melhorar o reaproveitamento do lixo reciclável de 0,43% em 2005 para 11,8% em 2015. Além disso, financiou a compra de novos equipamentos, em janeiro de 2018 para a cooperativa Arlev, com o objetivo de aumentar ainda mais a taxa de reaproveitamento dos materiais coletados. Este estudo objetivou analisar o processo de triagem de materiais recicláveis feito pela cooperativa Associação de Reciclagem Lutar e Vencer (ArLev) localizada na cidade de Campo Largo-PR e projetar a melhoria de desempenho da atividade pela mecanização de processamento. Para tanto, elaborou-se estudo da ecoeficiência na central de triagem de materiais recicláveis da cooperativa ArLev e das possíveis melhorias que ocorrerão a partir da mecanização do processo de reciclagem. Para tanto, realizou-se um diagnóstico da dinâmica na triagem e mapeou-se os processos com foco na infraestrutura e nas etapas de recepção, prensagem, estocagem e expedição. O presente estudo se justifica pela necessidade de estudo das melhorias de processamento das atividades das cooperativas e o consequente aumento da eficiência deste processamento. O trabalho resultou em sugestões de melhorias em todas as etapas de processamento do material reciclado.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Mecanização. Processo de Reciclagem. Central de triagem. Ecoeficiência.

## ABSTRACT

The municipality of Campo Largo, through the Elos de Sustentabilidade project, formalized the operation of three associations of recyclable waste pickers, AR-AMA, ARC and ArLev, which were able to improve the reuse of recyclable garbage from 0.43% in 2005 to 11,8% in 2015. In addition, the municipality financed the purchase of new equipment in January 2018 for the ArLev cooperative, in order to further increase the rate of reuse of the materials collected. This study aimed to

analyze the process of sorting recyclable materials made by the cooperative Association of Recycling “Lutar e Vencer” (ArLev), located in the city of Campo Largo-PR and project the improvement of performance of the activity by the mechanization of the process. For this purpose, an eco-efficiency study was carried out at the ArLev cooperative's recycling screening and the possible improvements that will occur through the mechanization of the recycling process. For that, a diagnosis of the dynamics in the triage was carried out and the processes focused on the infrastructure and the stages of reception, pressing, storage and shipment. The present study is justified by the need to study the improvements in the processing of cooperative activities and the consequent increase in the efficiency of this processing. The work resulted in suggestions for improvements in all stages of processing the recycled material.

**Keywords:** Solid waste. Mechanization. Recycling Process. Central sorting. Eco-efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de resíduos sólidos está crescendo. No ano 2000, foram coletadas 149.094 toneladas de resíduos por dia, já em 2008 esse número aumentou para 183.481,50 toneladas por dia (IPEA, 2011).

De acordo com os resultados coletados pela composição gravimétrica do IBGE de 2008, dos resíduos sólidos urbanos coletados 31,9% são recicláveis, 51,4% matéria orgânica e 16,7% são outros resíduos. Essas informações demonstram que, da crescente quantidade de lixo, uma parte significativa dos resíduos possuíam valor econômico. Entretanto, grande parte do material foi descartado de maneira indevida: 90% em aterros sanitários, controlados e lixões e menos de 10% distribuídos entre unidades de compostagem, triagem, reciclagem e entre outros métodos (IPEA,2011).

No município de Campo Largo, devido ao projeto Elos de Sustentabilidade, pôde-se aferir a quantidade de lixo produzida e seu destino. Em 2014, foram produzidas 2.804 toneladas por ano de resíduos sólidos, entretanto, somente 11,8% deste lixo foram destinadas para reciclagem (CAMPO LARGO, 2017). Isso mostra

que o obstáculo da destinação correta dos resíduos não é apenas um macroproblema.

Diante da realidade do descarte dos resíduos em aterros sanitários e controlados, soluções alternativas e uma gestão adequada para o lixo foram pensadas. Para isso, em 2010, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei Federal nº 12.305, a qual impulsiona cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, de modo a facilitar a redução da geração, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos gerados, além de auxiliar na inclusão social e geração de renda aos marginalizados da sociedade (TORRES JR; BATTAGLIA, 2013).

As cooperativas e associações fazem parte deste processo de transformar materiais, antes considerados lixo, uma atividade econômica que assim contribui para a inclusão social sustentável e desenvolvimento dos agentes participantes das cooperativas (OLIVEIRA, 2010).

As centrais de triagem que compõem as cooperativas e associações ainda não apresentam uma ecoeficiência adequada, uma vez que todo trabalho é manual e dependente dos trabalhadores e a infraestrutura não suporta a demanda e fluxo nos barracões (VARELLA, 2011).

Desta forma, este estudo objetivou projetar a melhoria de desempenho de atividade de uma cooperativa de recicláveis pela mecanização de processamento. Para tanto, elaborou-se estudo da ecoeficiência na central de triagem de materiais recicláveis da cooperativa ArLev e das possíveis melhorias que ocorrerão a partir da mecanização do processo de reciclagem.

Neste contexto, realizou-se um diagnóstico da dinâmica na triagem e mapeou-se os processos com foco na infraestrutura e nas etapas de recepção, prensagem, estocagem e expedição.

O presente estudo se justifica pela necessidade de estudo das melhorias de processamento das atividades das cooperativas e o consequente aumento da eficiência deste processamento, pois 88,2% dos resíduos recicláveis não chegam a entrar na indústria de reciclagem devido à falta de capacidade das cooperativas e empresas triadoras de absorver e processar os resíduos (CAMPO LARGO, 2017).



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

De modo a auxiliar no entendimento desse estudo, são detalhados na sequência os assuntos referentes a cooperativas de catadores, triagem e comércio de resíduos e dificuldades no exercício da atividade dos cooperadores.

Segundo Lobato e Lima (2010), os catadores podem ser classificados em três formas: o catador que vive nos lixões; o catador de rua, que recolhe os resíduos recicláveis com seu carrinho, carroça ou outro veículo, conhecidos como carrinheiros, e por último, o catador que trabalha em centrais de triagem de materiais recicláveis, frequentemente vinculados a alguma cooperativa ou associação, chamados de trabalhadores coletores ou catadores de materiais recicláveis.

O vínculo com as associações e cooperativas se deve, para Aguiar, (2010), à complexidade e intensidade do processo de catação. A estruturação e formalização do trabalho proporciona, segundo o mesmo autor, a valorização dos trabalhadores, eliminação da exploração dos intermediários da reciclagem, oportunidade de melhores condições de trabalho, diminuição do preconceito e uma maior facilidade na obtenção de recursos e apoio do poder público.

Outras vantagens de uma cooperativa estão em sua própria estrutura, visto que, em uma cooperativa, os seus usuários são os seus proprietários, a gestão da cooperativa está mãos de associados e a distribuição do lucro é feita proporcionalmente à participação dos associados nas operações da mesma. (PANZUTTI, 2000).

Além da capacitação, do reconhecimento social dos trabalhadores e da autonomia, aponta Oliveira (2010), as associações e cooperativas de catadores têm como vantagem a agregação de valor aos materiais coletados. Através do trabalho dos cooperadores, o que antes era apenas descartado ou somente repassado a terceiros, pode ser selecionado, prensado e estocado para ser revendido para empresas recicladoras.

Oliveira (2010) destaca a dimensão pública da organização dos catadores em cooperativas, já que, além dos benefícios ao grupo dos cooperados internos, há diversos impactos da organização na vida local. As cooperativas de catadores de resíduos recicláveis estão posicionadas em locais de grande vulnerabilidade social,

onde antes não havia qualquer fonte formal de renda. O trabalho na associação apresenta-se como uma das poucas oportunidades de renda, cujo valor depende da capacidade de produção do coletivo.

Reforçam Lima et al. (2008) que as organizações de catadores têm um papel estratégico determinante na definição dos rumos da gestão integrada dos resíduos urbanos. Para eles, duas grandes áreas da vida pública são afetadas com a criação das cooperativas de catadores de recicláveis: a minimização dos impactos ambientais causados pela ação do homem na natureza, visto que há uma diminuição considerável dos resíduos sólidos a serem descartados, por exemplo, em aterros sanitários e criação de renda pela segregação dos materiais recicláveis para sua reutilização, reciclagem e, enfim valorização. As organizações de catadores ao mesmo tempo em que geram emprego e renda, permitem a exploração econômica de materiais antes considerados como lixo (TORRES JR.; BATTAGLIA, 2013).

As atividades que agregam valor ao material reciclável são, segundo Parreira, (2010), seleção e coleta de resíduos sólidos, triagem, comercialização, revalorização (para alguns tipos de materiais) e transformação.

A seleção e coleta de resíduos sólidos é a primeira etapa de acesso aos materiais recicláveis e desempenhada pelo poder público, em sua coleta seletiva e, em muitos casos, pelos catadores (VARELLA, 2011).

Junior e Battaglia (2013) apresentaram uma proposta com o conceito de fluxo contínuo, aonde os materiais são recebidos de um lado do barracão, triados, armazenados temporariamente, alguns são prensados e, na sequência, a expedição é feita por outra porta, que não atrapalha a etapa de recepção.

Rutkowski (2008), Felipone (2010) e Parreira (2010) descreveram algumas etapas básicas do fluxo de processos, como descarga, pré-triagem, triagem, rejeito, prensagem, pesagem, estocagem/ armazenagem e expedição, que serviram como base para a subdivisão do barracão.

Varella (2011) ainda classifica a coleta dos resíduos em porta a porta, ponto a ponto ou mista. Na coleta porta a porta, o material é recolhido nas residências, já a coleta ponto a ponto conta com maior participação da população, que leva os materiais a pontos de entrega, o que pode propiciar redução de custos com transporte e facilitar o carregamento do caminhão, pelo fato dos materiais estarem

concentrados em pontos estratégicos. Já o modelo misto combina as duas estratégias acima descritas.

Varella (2011) reforça que a coleta dos materiais recicláveis é uma atividade logística, influenciada por diversos fatores, como a forma de estoque, modalidade de transporte e local de coleta. Além de quê, os custos de transporte e estoque são afetados pela densidade dos materiais e pelo seu potencial de compactação.

A cooperativa em estudo não está relacionada à atividade de coleta dos materiais, no entanto, a qualidade na coleta dos materiais também determina como será realizada a etapa de triagem, pois a base da triagem nas cooperativas é manual, dessa forma, quanto mais rejeito, mais tempo se perde para separar o material bom, reduzindo a produtividade do processo de triagem. Além disso, quando realizada a separação ou coleta do material de maneira inadequada, o rejeito pode contaminar outros materiais, reduzindo as possibilidades de seu reaproveitamento econômico (VARELLA, 2011).

Em uma central de triagem de materiais recicláveis, estão presentes as etapas de recepção/triagem, prensagem, estocagem e expedição dos resíduos. Parreira (2010) descreve a triagem como a separação dos materiais de acordo com sua composição química, cor e forma. O processo é geralmente realizado manualmente, por meio de associados da cooperativa, que recebem o material em bancadas, com ou sem silos, em esteiras ou mesmo no chão e os separam em recipientes específicos (VARELLA, 2011).

Posteriormente, é possível a valorização dos materiais separados por meio da prensagem, que se trata da compactação do material já selecionado por meio de prensas eletro-hidráulicas. Outra vantagem da prensagem, segundo Santos (2014), é a facilidade no manuseio e transporte do material.

A estocagem é o simples armazenamento do produto antes da sua comercialização, etapa chamada de expedição.

Das etapas acima descritas, fazem parte do trabalho da cooperativa em estudo as etapas elaboradas pela central de triagem: recepção/triagem, prensagem, estocagem e expedição dos resíduos. Essas atividades apresentam dificuldades, chamadas por Parreira (2010) de gargalos, que diminuem a ecoeficiência do trabalho desenvolvido pelos catadores.



Ecoeficiência é, segundo conceituou Mickwitz (2006), a combinação entre eficiência econômica e ambiental. O World Business Council for Sustainable Development (2000), listou seus objetivos centrais: redução do consumo de recursos (minimização do uso de energia, materiais, água e recursos naturais); redução do impacto na natureza; e melhoria do valor do produto ou serviço.

No caso de uma central de triagem, há estudos de necessidade de melhoria na ecoeficiência da triagem, por ser uma atividade manual (SANTOS, 2014) e por haver necessidade de refazer a triagem, quando o material reciclável não segregado chega ao fim da esteira é levado para o início da mesma (AGUIAR, 2010).

Lobato e Lima (2010) também observaram a baixa ecoeficiência quanto às movimentações realizadas no galpão, onde a quantidade de transporte chega a mais de 40% do total de atividades realizadas.

Além disso, a produtividade depende diretamente da segregação na fonte geradora, do tipo e qualidade dos materiais provenientes da coleta seletiva, do número e eficiência de catadores disponíveis (SANTOS, 2014)

Os maiores problemas relacionados aos cooperadores estão relacionados a sua exclusão social e econômica, por se tratar de um trabalho que envolve resíduos sólidos, ainda percebidos como lixo e não como recursos (FELIPONE, 2010). Devido à desvalorização do trabalho, há um fluxo de mudança no quadro de trabalhadores muito elevado, de forma que qualquer mudança no crescimento econômico pode resultar em um aumento ou diminuição da disponibilidade de mão de obra para as centrais de triagem (TOSO; ALEM, 2014).

A grave situação de vulnerabilidade social dos membros da cooperativa, refletida no baixo grau de escolaridade, idade avançada, problemas de saúde e dependência química e outros aspectos incompatíveis com o mercado formal gera também problemas de ecoeficiência. (OLIVEIRA, 2010).

Diante das dificuldades apresentadas por esses autores, necessário se faz um estudo dos equipamentos de auxílio na triagem dos resíduos recicláveis e dos métodos atualmente utilizados na Cooperativa ArLev, para verificação da situação ambiental e socioeconômico e para aumentar a efetividade de programas ou organizações no que diz respeito às iniciativas de inclusão social.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa analisou o recebimento, processamento e estoque dos resíduos decorrentes das atividades da Associação de Reciclagem Lutar e vencer (Arlev) e previu as melhorias decorrentes da futura instalação de equipamentos de mecanização.

Quanto aos procedimentos utilizados, pôde-se classificar a pesquisa como aplicada, isso porque teve como objetivo a formação de conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES 2005).

Ainda, quanto à abordagem para análise dos dados, o método utilizado foi o qualitativo, visto que o objetivo da pesquisa é “a compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (GIL, 2009). Em outras palavras, a pesquisa se foca na análise dos resultados qualitativos decorrentes da análise do processo de funcionamento da Cooperativa, o qual deve ser estudado para a formulação de um estudo capaz a levar ao real conhecimento da melhoria da ecoeficiência do processo.

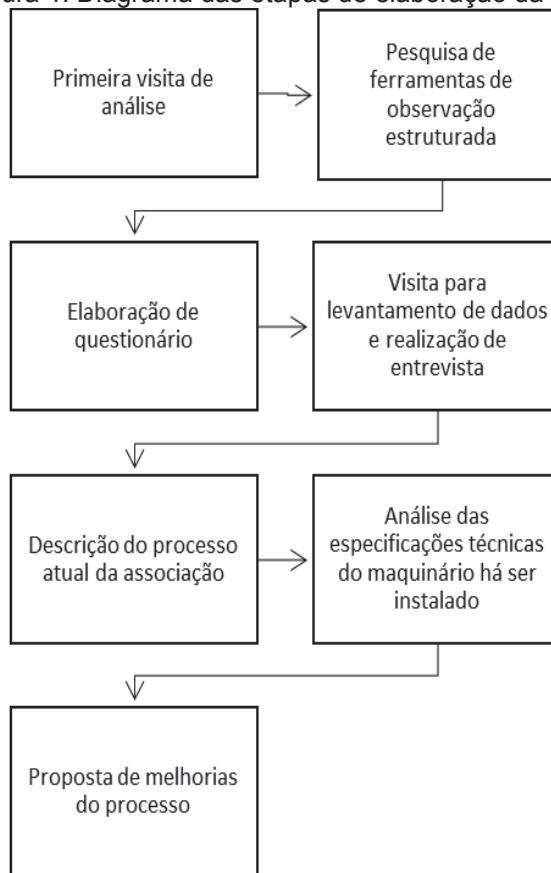
Com os resultados em mãos, se utilizou o método descritivo, na forma de Levantamento, pelo meio de qual se organizou, e apresentou os dados para a análise teórica (FREITAS, 2009).

Por fim, por meio de formulação e delimitação do problema da determinação dos procedimentos para coleta de dados, bem como de modelos para interpretação (GIL 2009), realizou-se o estudo do caso. Martins (2008) ressalta que o estudo de caso é uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro do seu contexto real, em que o pesquisador busca apreender a totalidade de uma situação e, criativamente, descrever, compreender, interpretar a complexidade de um caso concreto, possibilitando a penetração na realidade social.

Tendo em mente o objetivo deste artigo, efetuou-se estudo da forma com que o processo é realizado atualmente e de como será realizado após a instalação dos maquinários adquiridos pela cooperativa.

As etapas de produção do presente trabalho estão descritas no figura 1.

Figura 1: Diagrama das etapas de elaboração da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

Para tanto, realizou-se um diagnóstico da dinâmica na triagem e mapeou-se os processos com foco na infraestrutura e nas etapas de recepção, prensagem, estocagem e expedição.

Aplicou-se um questionário (quadro 1) com perguntas voltadas para as etapas atuais de trabalho no centro de triagem de materiais recicláveis e, no que coube, para a nova forma de produção que está sendo implementada.

Quadro 1: Questionário de análise estruturada das etapas de trabalho da cooperativa

<b>INFRAESTRUTURA</b>
1. Qual a infraestrutura da central de triagem disponível?
2. Existe uma área administrativa? Como está subdividida?
3. Como é o <i>layout</i> da área de produção? Existe subdivisão interna?
<b>RECEPÇÃO</b>
4. Como é o local de recepção dos materiais que chegam à central de triagem?
5. Como é feito o descarregamento dos resíduos sólidos coletados pelo caminhão, quantas pessoas estão envolvidas?
6. Há emissão de algum comprovante de recebimento da carga e quais informações há nesse recibo?
7. Que tipos de materiais são provenientes da coleta seletiva?
8. A recepção é ecoeficiente?
<b>TRIAGEM</b>
9. Como ocorre a transferência do material proveniente da coleta seletiva para a triagem?
10. De que forma é feita a triagem (em mesas separadoras, esteiras, no chão)?
11. Onde são depositados os materiais segregados (big-bags, tambores, sacos)?
12. É feita uma pré-triagem no local de armazenamento?
13. Quais os tipos, características e o aspecto dos materiais provenientes da coleta seletiva?
14. Quantos triadores ficam na esteira?
15. Cada triador segrega quantos e quais tipos de resíduos?
16. Como esses recipientes (big-bags, tambores, sacos) estão posicionados?
17. Depois que estão cheios, quem retira e para onde são levados os recipientes?
18. A dinâmica na triagem é ecoeficiente? (desigualdade na divisão dos tipos de materiais triados; triadores sobrecarregados; faltosos; parada na produção)
<b>MATERIAL TRIADO</b>
19. Onde são acondicionados os materiais?
20. Em que áreas do barracão são feitas as estocagens?
21. O sistema de estocagem é ecoeficiente?
<b>PRENSAGEM</b>
22. Quais equipamentos estão disponíveis para a prensagem?
23. Quais materiais são prensados?
24. Como é feita a escolha dos materiais a serem prensados?
25. Qual é o procedimento utilizado para prensar o material que está no <i>big-bag</i> ?
26. Quais as medidas a serem adotadas para aumentar a ecoeficiência dessa etapa?
<b>EXPEDIÇÃO</b>
27. Como está dividida a área de expedição?
28. Como são estocados os fardos para expedição: por tipo, empilhados, aleatoriamente?
29. Quanto material é expedido?
30. A expedição é feita de maneira ecoeficiente?

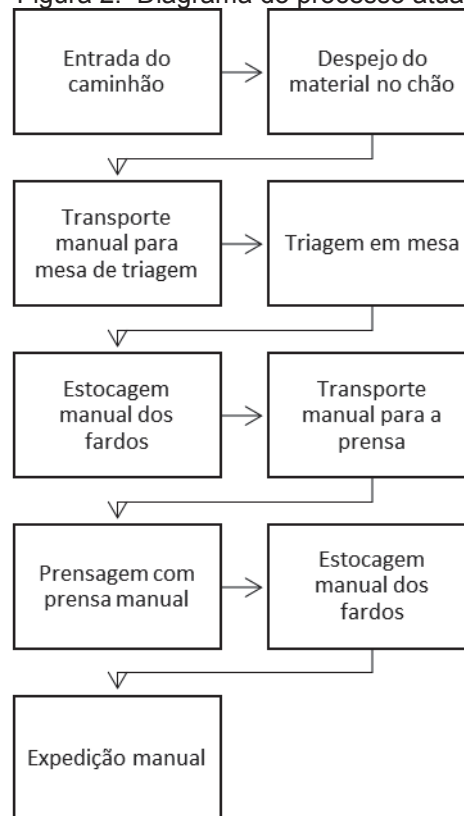
Fonte: Autoria própria

Tais perguntas foram respondidas com base em observações diretas e entrevista com a presidente da cooperativa, Cláudia Márcia Lorena de França.

## 4. PROCESSO ATUAL

A atual técnica processamento e estoque dos resíduos realizado pela ARLEV pode ser descrita de forma simplificada por um diagrama (figura 2):

Figura 2. Diagrama do processo atual



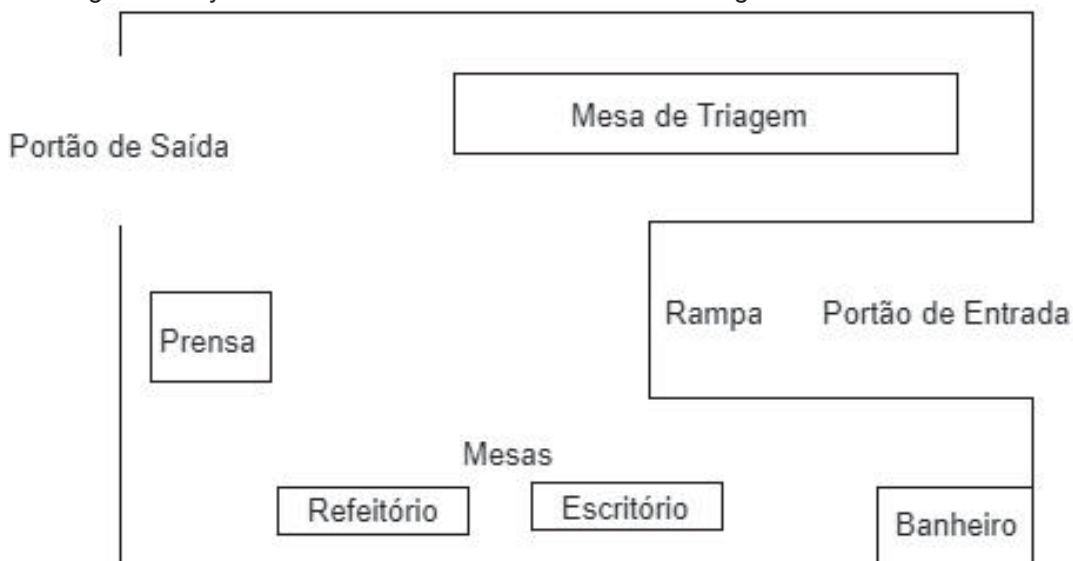
Fonte: Autoria própria.

O presente estudo dá enfoque às áreas de recepção, prensagem, estoque e expedição.

### 4.1 Infraestrutura

A central de triagem conta com um pátio externo cercado e com a área construída, dividida em área de produção, aonde se realizam todas as etapas de triagem e um banheiro, com área de 2 m<sup>2</sup>, possuindo uma área total de 417 m<sup>2</sup>. A estrutura atual não conta com área administrativa ou refeitório. A Figura 3 ilustra a infraestrutura disponível da central de triagem atual.

Figura 3. Layout da área administrativa da central de triagem.



Fonte: Autoria Própria.

O barracão tem uma porta, por onde entra o material a ser triado (Avenida Canal, Campo Largo) e a saída pela Rua Bernardo Spacki, como apresentado na figura 3.

Na rampa de entrada do barracão ficam todos os lixos coletados na região, ao lado possui uma mesa onde os associados fazem separação dos materiais de mesma categoria, logo esse material é colocado na prensa e colocado no estoque para a emissão. Há necessidade de estudos de ecoeficiência, visando à otimização do uso do espaço e dos equipamentos.

#### 4.2 Etapa de recepção

A primeira etapa do fluxo de trabalho na central é a recepção dos resíduos sólidos, que engloba o descarregamento do material coletado e preparação para a triagem.

Para a compreensão da sua ecoeficiência, a ferramenta de observação estruturada direcionou ao local e à forma de recepção, aos tipos de materiais recebidos e ao envolvimento de pessoas nessa etapa.

No atual barracão, como mostra na figura 3, a estrutura da área de recepção é formada por uma rampa de acesso, na qual é feita a entrega do material a ser triado. O caminhão da coleta seletiva despeja os materiais no meio do local e na rampa.



Dois dos cooperados transportam o material com um balde de 100 litros para a mesa de triagem.

No controle atual não é feito comprovantes de carga. O controle é feito apenas no final do processo, pelos compradores, através de uma balança dos próprios compradores.

São recebidos materiais recicláveis variados, acondicionados em sacos plásticos, que são rompidos para a etapa da triagem. Além dos sacos, é possível observar o recebimento de materiais volumosos não embalados.

Essa etapa tem baixa ecoeficiência, e um dos fatores tem a ver com o layout do local de recepção: o material é descarregado em uma plataforma abaixo do local de triagem, o que facilita a dispensa do material da carroceria do caminhão, mas exige esforço dos catadores da recepção para carregar o material para o local de triagem.

#### 4.3 Triagem

Os resíduos soltos são despejados diretamente em uma esteira estática e os sacos com resíduos são rasgados.

Há uma esteiras com cerca de 5 metros de comprimento no total. Os materiais despejados nas esteiras são segregados manualmente por tipo e acondicionados temporariamente em *big-bags* de rafia, sacos e em tambores, dependendo do tipo de resíduo, posicionados ao lado dos triadores.

Existe pré-triagem, ou seja, materiais grandes, como eletroeletrônicos ou outros de interesse, cuja massa ou volume não são suportados pela esteira são separados e retirados pelo portão de descarregamento ou diretamente no pátio externo.

Os materiais recicláveis segregados e comercializados foram caracterizados qualitativamente e categorizados em seis grupos: papel, plástico, vidro, metal, outros e perigosos.

São 59 os tipos de materiais triados e segregados para comercialização. No grupo dos papéis, os mais relevantes são o papelão ondulado (caixas, embalagens) e o papel branco (folhas de caderno, papel sulfite).

O grupo dos plásticos é diversificado e pode ser subdividido de acordo com tipo de resina dentro das categorias: PVC (Policloreto de vinila), PET (Polietileno tereftalato), PP (Polipropileno), PEAD (Polietileno de alta densidade), PEBD (Polietileno de baixa densidade) e PS (Poliestireno). O PET pode ser separado pelos triadores entre PET óleo de cozinha, PET colorido (embalagens azuis, verdes), PET cristal (embalagens transparentes), PET álcool (embalagens de álcool, produtos de limpeza). Embalagens de óleo, maionese e com conteúdos oleosos devem ser separadas das demais

Quanto ao vidro, as garrafas e vidros quebrados são vendidos como caco e, como forma de agregar valor, alguns litros são vendidos para envase, como por exemplo, os garrafões de vinho. Os metais são divididos entre ferrosos e não ferrosos, sendo que estes têm maior valor agregado. O quadro 2 ilustra outros materiais provenientes da coleta seletiva, como chuveiros e óleo de fritura, e resíduos perigosos como eletroeletrônicos, placas de raio X, e lâmpadas fluorescentes, que necessitam de um manejo diferenciado.

Quanto ao aspecto dos resíduos, sua qualidade é baixa, há embalagens emplastadas com restos de alimentos, mofo, bolores, larvas e insetos; engorduradas; com líquidos; sujas de terra e até fezes; observou-se que a minoria das embalagens é esvaziada e/ ou lavada pela população.

Quadro 2: Listagem dos materiais recicláveis triados e segregados.

GRUPO	nº	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO/ CARACTERÍSTICAS
PAPEL	1	Jornal	Baixa gramatura com ou sem impressão
	2	Revista	
	3	Livros	
	4	Papel Branco	
	5	Papel Colorido	Mistura de papéis coloridos, ou com películas plásticas
	6	Papel Misto	
	7	Papelão ondulado	Composto de miolo e capa, que é resistente, feita com fibras virgens
	8	Saco de cimento	Alta resistência mecânica, cor natural, feito a partir de fibra longa (Kraft)
	9	Embalagem Longa Vida	Cartão multicamadas com revestimento plástico e/ou alumínio
PLÁSTICO	10	PVC	(PVC) Policloreto de vinila - rígido e denso, usado em canos e filmes para alimentos
	11	PEBD Sacolinha Preta	(PEBD) Polietileno de baixa densidade - flexível e leve, usado em filmes transparentes, sacolinhas coloridas, lonas pretas.
	12	PEBD Sacolinha	
	13	PEBD cristal	
	14	PET colorida	(PET) Polietileno tereftalato – plástico resistente, com alta densidade, usado em garrafas transparentes, brancas, verdes, azuis (de água, refrigerante, óleo, álcool).
	15	PET óleo de cozinha	
	16	PET cristal	
	17	PET – álcool	
	18	PET misto	
	19	PEAD colorido	(PEAD) Polietileno de alta densidade: resistente, rígido, usado em frascos opacos coloridos, brancos (leitoso) e transparentes (virgem) (ex.: frasco de água sanitária, copo de requeijão, embalagem de óleo lubrificante).
	20	PEAD leitoso	
	21	PEAD virgem	
	22	PEAD óleo de motor	
	23	PS – copinho	(PS) Poliestireno: quebradiço e leve, usado em copos descartáveis, potes de iogurte.
	24	PP margarina	(PP) Polipropileno: rígido e resistente, que pode ser moldado com aquecimento, utilizado em embalagens de alimentos (filmes podem emitir barulho estralante quando esmagados); potes; cadeiras; sacos de fertilizantes (ráfia); pára-choques, fitilhos; tampas.
25	PP – copinho		
26	PP - balde/bacia		
27	PP – cadeira		
28	PP Ráfia		
29	PP Para-choque		
30	PP – Fitilho		
31	PP Tampinha		
METAL	32	Latinha (Al)	Chamados pelos catadores de materiais "finos". Trata-se de metais não ferrosos em alumínio, cobre, como frascos de desodorante, latinhas de refrigerante, painéis, cabos.
	33	Perfil Al	
	34	Alumínio mole	
	35	Panela limpa	
	36	Alumínio Misto	
	37	Alumínio Duro	
	38	Cobre Mel	
	39	Cobre Misto	
	40	Cobre Sujo Fino	
	41	Marmitex (lata)	
42	Ferro	São metais ferrosos, como as sucatas, latas, barras.	
VIDRO	43	Caco	Garrafas ou cacos vendidos moídos ou não.
	44	Vidro de conserva	Potes pequenos e grandes.
	45	Litros	Conhecidos como "peças", não são moídos e são reutilizadas para envase.
	46	Garrafão	
OUTROS	47	Óleo de fritura	Óleo vegetal pós-consumo
	48	Chuveiro	Chuveiros vendidos inteiros ou seus componentes
	49	Sucata de chuveiro	
PERIGOSO	50	Placas de Raio X	Radiografias
	51	Televisores	Eletroeletrônicos vendidos inteiros
	52	Computadores e afins	
	53	Som, máquina de lavar, Fax	
	54	Microondas	
	55	Impressoras	
	56	Sucata de CPU (placas)	Peças de CPU vendidas soltas
	57	Aparelho de rádio	Celulares inteiros
	58	Celulares	
59	Lâmpada fluorescente	Compactas e tubulares	

Fonte: Autoria própria.

O estudo da dinâmica da triagem apontou a presença de 10 triadores (número bastante variável). Cada triador segrega entre 5 a 10 tipos de materiais.

Os associados ficam na mesa de triagem, separando os materiais em sacos de rafia de 45x60cm, com capacidade para 25kg, que ficam pendurados na própria mesa de triagem. Os rejeitos que caem da esteira ou materiais que não aproveitáveis são empurrados para uma área separada de descarte (figura 4).

Figura 4. Mesa de triagem do atual processo.



Fonte: Autoria própria.

Dois associados estão designados para movimentar um *big-bag*, tambor ou saco, quando se enche, até a área de estoque e trazer outro recipiente vazio.

Não há divisão do tipo de material que cada triador deve selecionar. Cada um separa o maior número de materiais que consegue para esvaziar a mesa o mais rápido possível.

Além disso, o acondicionamento temporário em *big-bags*, que por seu volume e peso, são fixos ao chão, dificulta o transporte do material para a área de estocagem e a movimentação dos colaboradores.

Aos fundos do barracão, após a área da esteira de triagem, são depositados os *big-bags* e sacos de rafi contendo materiais a serem prensados, estocados de forma aleatória. Há materiais que são levados diretamente pelos triadores à área de expedição: objetos grandes de ferro; vidros classificados como “caco”, vendidos ensacados; para-choques; recipientes com óleo de fritura; e objetos grandes de

plástico rígido (PEAD – polietileno de alta densidade, como cadeiras, mesas) são depositados em três caçambas de rejeitos de obras.

A etapa de acondicionamento do material triado mostrou-se pouco eficiente, devido a vários fatores. Há esforço físico para tirar o *big-bag* que está ao redor da esteira, entremeadado em outros, para levá-lo à área de estoque; superlotação do barracão, dificultando movimentação; e estocagem aleatória sem um padrão definido.

#### 4.4 Etapa de prensagem

A etapa de prensagem se refere à compactação dos materiais recicláveis em prensas eletro-hidráulica e é um tipo de processamento que agrega valor ao produto, facilita o manuseio e o transporte do material, podendo ser considerado ecoeficiente no sistema como um todo, embora, alguns aspectos possam ser aprimorados, como será discutido, com base na ferramenta de observação estruturada.

A Associação de Reciclagem Lutar e Vencer possui uma prensa manual operada por um dos associados.

Papéis brancos, coloridos, mistos, papelões ondulados, sacos de cimento e embalagens longa vida são prensados e comercializados na forma de fardos. Da mesma forma, as latinhas de alumínio e a maioria dos tipos de plásticos são prensadas e vendidas enfardadas, visto serem materiais leves e passíveis de compressão. Os fardos são feitos de acordo com o tipo do material, por exemplo, no caso do PET, há fardos de PET cristal, PET colorido, PET óleo de fritura, PET álcool e PET misto, o mesmo ocorre com cada tipo de papel, visto que essa separação agrega valor ao produto na hora da comercialização. O quadro 3, pode ser utilizado como molde para descrição da tipologia dos materiais e a forma de expedição:

Quadro 3. Tipologia dos materiais e a forma de expedição.

nº	MATERIAL	EXPEDIÇÃO
1	Jornal	Amarrado/ sacos
2	Revista	
3	Livros	
4	Papel Branco	Fardos
5	Papel Colorido	
6	Papel Misto	
7	Papelão ondulado	
8	Saco de cimento	
9	Embalagem Longa Vida	
10	PEBD Sacolinha Preta	
11	PEBD Sacolinha	
12	PEBD cristal	
13	PET colorida	
14	PET óleo de cozinha	
15	PET cristal	
16	PET – álcool	
17	PET misto	
18	PEAD colorido	
19	PEAD leitoso	
20	PEAD virgem	
21	PEAD óleo de motor	
22	PS – copinho	Soltos
23	PP margarina	
24	PP – copinho	Sacos
25	PP Ráfia	
26	PP Para-choque	
27	PVC	
28	PP – Fitolho	Sacos/ fardos
29	PP – cadeira	
30	PP Tampinha	
31	PP - balde/bacia	
32	Latinha (Al)	Sacos
33	Perfil Al	
34	Alumínio mole	
35	Panela limpa	
36	Aluminio Misto	
37	Aluminio Duro	
38	Cobre Mel	
39	Cobre Misto	
40	Cobre Sujo Fino	Caçamba
41	Marmitex (lata)	
42	Ferro	
43	Caco	Sacos
44	Vidro de conserva	
45	Litros	Caixas/ soltos
46	Garrafão	
47	Óleo de fritura	Tambor
48	Placas de Raio X	Sacos
49	Televisores	Sacos/ soltos
50	Computadores e afins	
51	Som, máquina de lavar, fax	
52	Microondas	
53	Impressoras	
54	Sucata de CPU (placas)	
55	Aparelho de radio	
56	Celulares	
57	Chuveiro	
58	Sucata de chuveiro	
59	Lâmpada fluorescente	Sacos

Fonte: Autoria própria.



Os materiais são prensados de acordo com a ordem de preenchimento dos big-bags completos, ou seja, os enfardadores verificam quais materiais já têm número de big-bags suficientes para um fardo e os trazem para mais perto das prensas.

O conteúdo dos big-bags é despejado em uma estrutura de metal embutida na prensa, que impede que o material se espalhe, facilitando a ação de despejo e, após compactação (Figura 5).

Figura 5. Modelo de prensa de material reciclável.



Fonte: Autoria própria.

O fardo é amarrado com fitilhos de polipropileno (Figura 6).

Figura 6. Modelo de fardo de materiais prensados.



Fonte: Autoria própria.

#### 4.5 Etapa de expedição

A expedição corresponde à etapa de retirada do material da central de triagem para comercialização, sendo realizada por veículos de terceiros, visto a associação não possuir veículo próprio.

A área de expedição está dividida em estoque de fardos, de big-bags de rejeito, de óleo de fritura e externamente ao barracão, no pátio, encontram-se as caçambas de vidro (cacos) e ferro.

Atualmente os fardos ficam empilhados um sobre o outro, separados por tipo, ao lado da prensa, que fica na área de saída do barracão.

A expedição ocorre quando se completa um lote mínimo para comercialização, que varia de acordo com o tipo de material e pode ocorrer quinzenal ou mensalmente.

Em média é expedido 6.900kg de papéis em geral, 2.288kg de plásticos moles, 3.112kg de plásticos duros, 3.000kg de sucata, 420kg de metais em geral e 3.000kg de sucata.

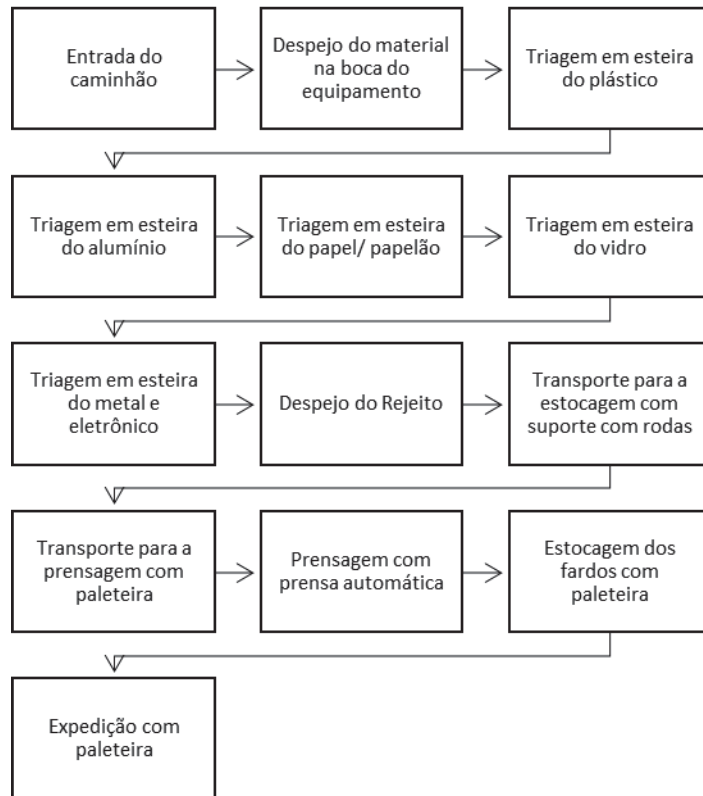
A expedição de fardos de papel e plástico é feita manualmente. A expedição do ferro é feita com um caminhão com caçamba para entulhos, já a do vidro é feita com caminhão basculante. Os eletroeletrônicos (monitores, máquinas de lavar, CPUs, impressoras) são carregados em um caminhão baú, há alguns eletroeletrônicos vendidos por unidade, como os microondas, e outros vendidos junto ao ferro.

Atualmente a fase de expedição não é ecoeficiente. O rejeito fica armazenado em big-bags e estocado na parte central da área de expedição, ocupando a maior parte da mesma, obstruindo a passagem, devido ao grande volume, e dificultando a expedição dos materiais recicláveis. Esse rejeito é coletado em média três vezes por semana com caminhão compactador e, geralmente, a produção nas esteiras é cessada para efetuar essa expedição.

## 5. PROPOSTA DE MELHORIAS

A instalação do maquinário fornecido pela Prefeitura de Campo Largo possivelmente trará melhoria para todas as etapas do processo de processamento e expedição de resíduo. O fluxo de produção pode ser descrito na figura 7:

Figura 7. Diagrama do processo futuro



Fonte: Autoria própria.

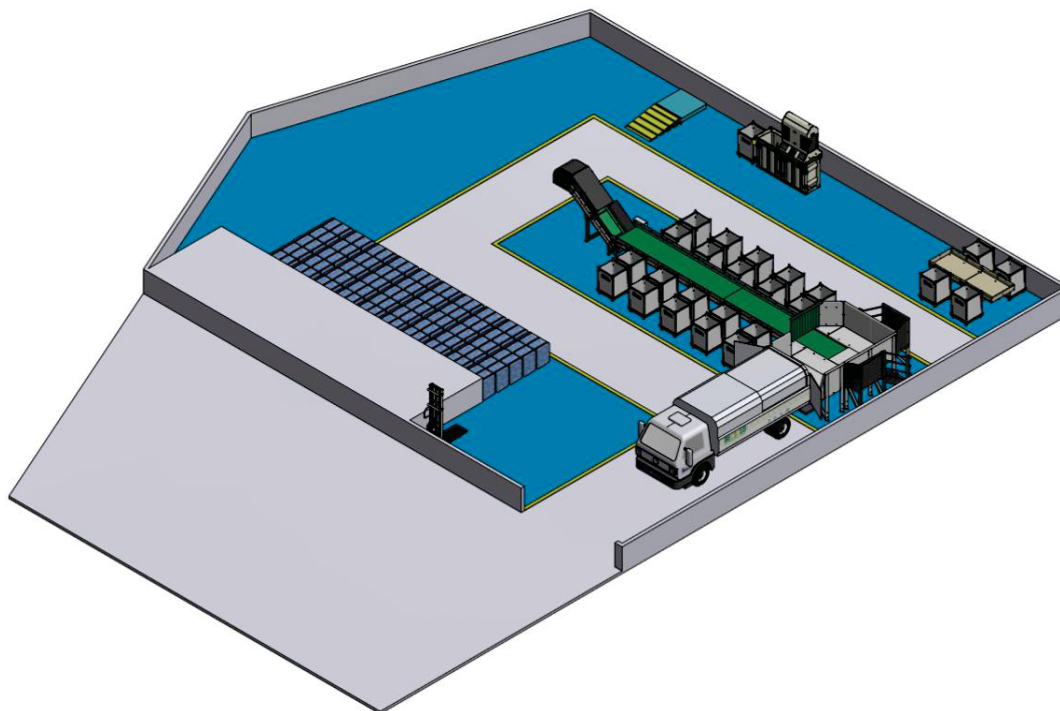
### 5.1 Infraestrutura

A futura área da cooperativa de reciclagem conta com um pátio externo cercado e com a área construída, dividida em escritório (24,4 m<sup>2</sup>), refeitório (24,4 m<sup>2</sup>), banheiro (2 m<sup>2</sup>) e área de produção, aonde se realizam todas as etapas de produção (442,26 m<sup>2</sup>), possuindo uma área total de 491,05m<sup>2</sup>.

A subdivisão na área nova é um avanço para os trabalhadores, em especial para a sua salubridade, pois permitirá a separação dos locais aonde se concentram os resíduos sólidos da área administrativa e da área de alimentação dos

trabalhadores, diminuindo assim, o risco de contaminação e doenças (SANTOS, 2014).

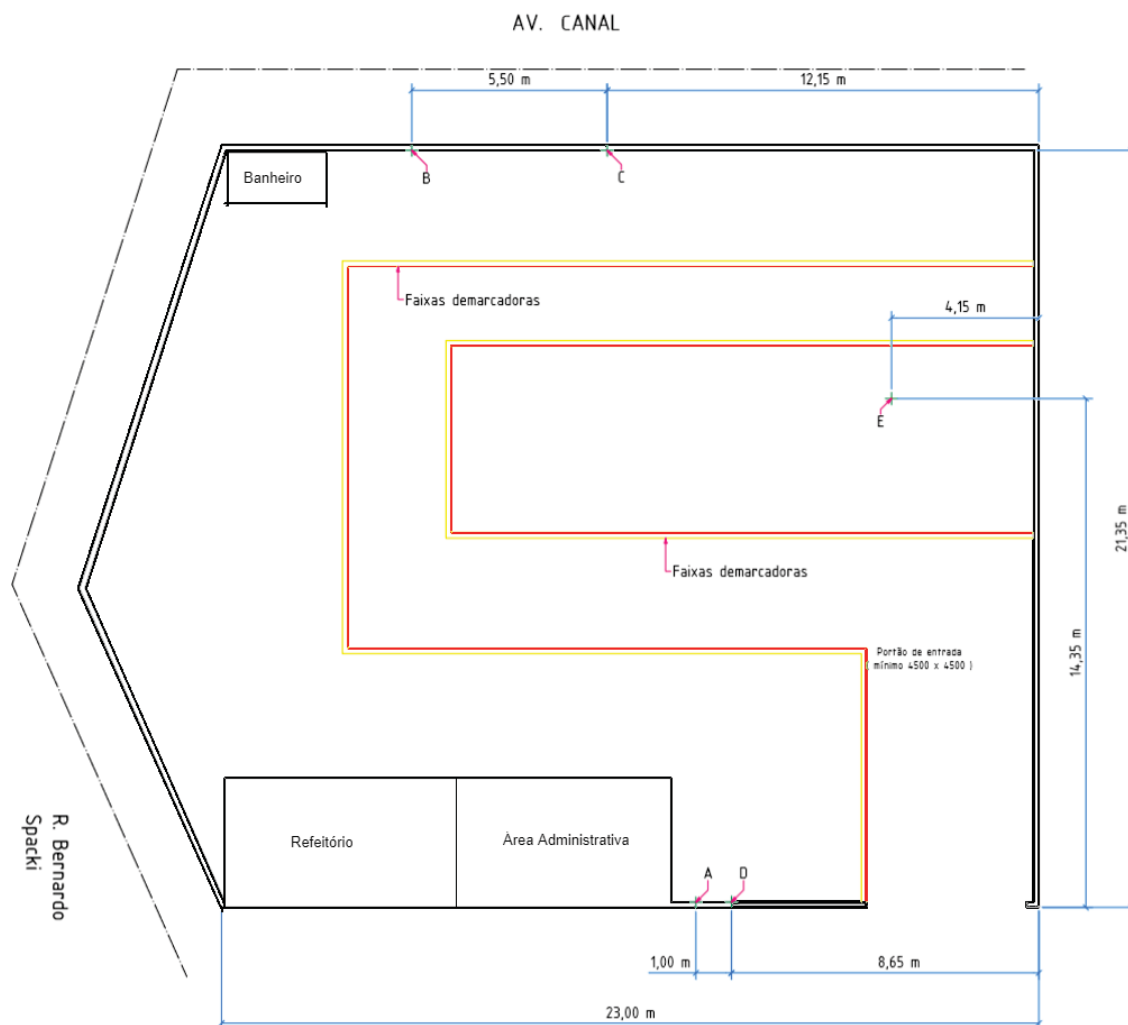
Figura 8. Visão geral do layout da central de triagem;



Fonte: Empresa fornecedora do maquinário, 2017.

A área administrativa da área futura ainda está em processo de montagem e é composta por hall, área de circulação e escritório. A área do refeitório possui uma mesa e cadeiras.

Figura 9. Layout da nova área da central de triagem.



Fonte: Empresa fornecedora do maquinário, 2017.

## 5.2 Etapa de recepção

As novas instalações, contam com equipamentos projetados e instalados da empresa, que auxilia na execução das etapas de trabalho.

O estudo do layout da central de triagem futura revela que a estrutura é satisfatória, atendendo aos itens básicos de funcionamento, que segundo Savi (2005) seriam um espaço físico interno para alocação dos equipamentos, áreas para recepção, expedição e estocagem de materiais beneficiados, espaço para movimentação de materiais e pessoas; rede elétrica dimensionada para suprir o consumo dos equipamentos; iluminação apropriada, preferencialmente natural; e área reservada para a administração/escritório.

Apesar de não haver divisórias físicas dos setores de produção, a área de produção (barracão) está dividida, em conformidade com as etapas de produção. O espaço futuro comporta a manutenção dessa divisão dos setores de produção. Haverá um considerável aumento na área de estocagem do material já prensado.

Com as novas instalações, sugere-se que a descarga seja feita na própria esteira de triagem (figura 8). O material deverá ser puxado com baldes de cima do caminhão e da plataforma de entrada, o restante do material, que não cabe em cima da plataforma, será deixado no chão para os funcionários “jogarem” com baldes de maneira manual para a plataforma de entrada.

Idealmente, o caminhão deveria empurrar o material para dentro do maquinário com um pistão que expelle todo o material do veículo para a plataforma ou se deveria acrescentar uma esteira para levar o material do chão para a plataforma (pré-triagem).

Em relação ao controle do material recebido, propõe-se que o motorista emita três vias do comprovante de descarga, em que constam setor de origem, placa do veículo, data, horário, assinatura do coletor e do recebedor.

### 5.3 Etapa de triagem

Nas futuras instalações é proposta a posição dos triadores, dos *big-bags*, dos sacos ou dos tambores de separação, numerados de acordo com o tipo de material.

Uma das formas de agilizar o processo é a utilização de *big-bags* somente para certos tipos de materiais mais volumosos e frequentes.

No início da triagem recomenda-se a separação dos plásticos (PEBD, PET, PS), pois são materiais mais leves que aparecem com maior frequência. As latinhas e frascos de alumínio também devem de ser segregados no início do processo, por serem materiais nobres e frequentes. Os papéis mistos e papelões devem de ser o próximo material a ser triado com prioridade. Na sequência, se sugere a separação do vidro. Já os resíduos perigosos (eletrônicos, placas de raio X, lâmpadas, entre outros) podem ser segregados apenas ao final da esteira, pois aparecem com baixa frequência. O restante dos metais (ferrosos e não ferrosos - cobre, alumínio) pode ser segregado ao final.

Para facilitar a locomoção e organização do material triado, estão disponíveis 15 *big-bags* com suportes dotados de rodas de circulação (figura 10).



Os *big-bags* podem ser desprendidos do suporte, o que facilita a troca do depositário.

Figura 10. Modelo de big-bag com suporte dotado de rodas de circulação



Fonte: Autoria própria.

O aumento da ecoeficiência dar-se-á pela otimização do uso dos *big-bags*, que serão transportados no suporte com rodas e assim, podem ser levados rapidamente à área de estocagem, onde podem permanecer até a prensagem.

#### 5.4 Etapa de prensagem

As futuras instalações contarão com 2 prensas enfardadeiras eletro-hidráulicas, com potência de 20 toneladas.

A ecoeficiência da etapa será melhorada, pois nas futuras instalações, a prensa é dotada de duas bocas para depósito do material prensado. Sugere-se, ainda, que seja acrescentado mais um associado para essa etapa, de forma que fique um funcionário responsável por cada boca e o terceiro faça o deslocamento do material triado para a prensa e, posteriormente, prensado, para o estoque. Ainda, sugere-se que o material seja prensado mais de uma vez até que o fardo seja bem compactado.

O fardo deve ter a maior densidade possível, para ocupar menor espaço, o que também diminui o custo de processamento dos compradores.

## 5.5 Etapa de expedição

Propõe-se uma maior frequência de coleta do rejeito para não haver acúmulo e obstrução.

Outra proposição para o aprimoramento da ecoeficiência é a utilização de paleteira com o elevador elétrico para a expedição de fardos de papel e plástico, agilizando o processo.

## 6. CONCLUSÃO

A implementação das melhorias propostas ao longo deste trabalho poderá ajudar no aumento de produção e conseqüentemente, da renda dos associados. As mudanças, dependem de alguns fatores que estão sob controle dos associados. No entanto, também dependerão de um fator externo, que é a instalação dos novos equipamentos.

Os maquinários que serão utilizados na nova área de produção foram adquiridos em janeiro deste ano de 2018, no entanto, não há previsão de data para a instalação. Sem essa primeira etapa, não é possível o avanço do processo.

Com a instalação do maquinário, é possível que haja a necessidade de treinamento dos associados, em especial os ligados à administração da cooperativa, para que passem a controlar as etapas de recepção e expedição, mesmo que se esteja propondo um mecanismo básico de controle.

As demais etapas não necessitam de capacitações complexas, apenas familiarização com o novo processo. Vale constar que os associados são detentores de grande conhecimento sobre seu trabalho e estão acostumados a fazer melhorias sem ajudas externas.

No entanto, o presente trabalho poderá subsidiar pesquisas futuras e servir como instrumento às organizações de catadores e aos órgãos que prestam assessoria às mesmas, possibilitando a melhoria na ecoeficiência de outras centrais de triagem, aumento da renda dos catadores e sustentabilidade da cadeia da reciclagem.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10.007**. Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

AGUIAR, G. **Gerenciamento dos resíduos sólidos recicláveis: um estudo de caso na associação dos recicladores de Formiga-MG**. 2010. 58f. Monografia (Graduação) - Coordenação Geral de Graduação, Bacharelado em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Formiga, Formiga, MG, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. Disponível em: <<http://abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=681>>. Acesso em 17.02.2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, Seção 1. p. 1.

CAMPO LARGO. Prefeitura Municipal. **Dados sobre o histórico da quantidade de material reciclável coletado pelos caminhões da Coleta Seletiva no município e da quantidade destinada à Central de Triagem em 2013**. Dados não publicados. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 2013.

\_\_\_\_\_. **Projeto Elos da Sustentabilidade**. Campo Largo: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2017.

FELIPONE, S. M. N. **Análise da implementação da lei e dos princípios do cooperativismo: o caso de uma cooperativa de produção, coleta, triagem, beneficiamento e comercialização de material reciclável da cidade de São Paulo**. 2010. 195f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. Centro Universitário Senac. Santo Amaro-SP, 2010.

FREITAS, M. R. **Conservação e percepção ambiental por meio da triangulação de métodos de pesquisa**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

GIL, A. C. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2010. Disponível em: <[www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)> Acesso em 18.02.18

LIMA, J. P. et al. **Tecnologias Sociais da Reciclagem: Efetivando Políticas de Coleta Seletiva com Catadores.** Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/gerais/v4nspe/v4nspea04.pdf>>. Acesso em: 18.02.2018.

LIMA, J. P.; LOBATO, K. C. D.. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental.** v. 15, n. 4, p. 347-356, 2010.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MICKWITZ, P. et al. Regional eco-efficiency indicators e a participatory approach. *Journal of Cleaner Production*, v.14, p. 1603-1611, 2006.

OLIVEIRA, F. G. **Processos de Trabalho e produção de vínculos sociais: Eficiência e Solidariedade na triagem de materiais recicláveis.** 2010. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Mestrado em Engenharia de Produção: Ergonomia e Organização do Trabalho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

PARREIRA, G. F. **Coleta seletiva solidária: agregando valor pela integração da cadeia da reciclagem.** 2010. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

PANZUTTI, Ralph et al. **Gestão Cooperativa: eficiência empresarial x associação de pessoas.** Disponível em: <[http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm\\_2883.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_2883.pdf)>. Acesso em: 18.02.2018.

RUTKOWSKI, J. E. **Sustentabilidade de Empreendimentos Econômicos Solidários – uma abordagem na Engenharia de Produção.** 2008. 239f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Programa de Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, W. M. B. **Estudo da dinâmica em uma central de triagem em Campo Largo-PR e entendimento de uma comunidade quanto à separação e valorização dos resíduos sólidos.** 2014. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TORRES JR; B. BATTAGLIA. **Aplicação do Modelo de Produção Lean em Contexto de Inclusão Social – um Estudo de Pesquisa-Ação**. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/1265/1032>>. Acesso em 18.02.18.

TOSO, E. A. V.; ALEM, D. Effective location models for sorting recyclables in public management. **European Journal of Operational Research**, v. 234, p. 839–86, 2014.

VARELLA, C. V. S. **Revirando o lixo: possibilidades e limites da reciclagem como alternativa de tratamento dos resíduos sólidos**. 2011. 166f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2011.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Measuring ecoefficiency: a guide to reporting company performance**. Geneva, Switzerland, 2010.