



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Identificação de oportunidades de Produção Mais Limpa em uma cooperativa de reciclagem de plásticos

SANTOS, F. F. ^{a*}, PAIVA, J. M.F ^a; MORIS, V.A.S. ^a

a. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Rod. João Leme dos Santos, km 110, Bairro do Itinga, Sorocaba, SP.

**Fábio Ferreira Santos, fabioferreiraep@gmail.com*

Resumo

A reciclagem é considerada uma importante estratégia para se enfrentar o desafio da geração de resíduos e de desenvolver práticas mais sustentáveis. A cadeia de reciclagem no Brasil é considerada complexa por envolver múltiplos atores, dentre eles, podem-se destacar a atuação dos catadores como agentes fundamentais na viabilização da reciclagem. No entanto, os catadores nem sempre são reconhecidos, são os que menos se beneficiam na cadeia e enfrentam várias dificuldades. Na busca por superar as dificuldades e obter um melhor posicionamento na cadeia, os catadores têm-se organizado em cooperativas, redes e centros de reciclagem de materiais. Sob o ponto de vista ambiental, os processos de reciclagem, principalmente dos plásticos oriundos do pós-consumo, também podem ocasionar impactos ao meio ambiente, caso não se estabeleça uma gestão desde a coleta até a destinação final dos mesmos. Assim, é importante a adoção de ferramentas de gestão ambiental como a Produção Mais Limpa (P+L), por exemplo, que resultem em benefícios ao meio ambiente, a sociedade e as organizações. O objetivo deste estudo foi identificar oportunidades de melhorias no processo de reciclagem dos plásticos em uma cooperativa na cidade de Sorocaba – SP, por meio da utilização da ferramenta P+L. Foram realizadas revisão de literatura e visitas técnicas em uma cooperativa que realiza o processo de reciclagem do Polietileno (PE) e Polipropileno (PP), transformando-os em *flakes* (fragmentos) e/ou *pellets* (grânulos). Buscou-se obter informações de caracterização geral e dos aspectos ambientais do processo de reciclagem, a fim de identificar melhorias para o processo e as principais barreiras da P+L na cooperativa. O estudo revelou que o processo de reciclagem da cooperativa é passivo de gerar vários impactos ambientais, devido principalmente a ausência de padronização da matéria-prima e o alto consumo de água na etapa de lavagem e consequente geração de efluentes. Foram identificadas 25 oportunidades de melhorias, com foco principalmente no nível 1 da P+L (*housekeeping*). Verificou-se a existência de diversas barreiras de P+L na cooperativa, principalmente as relacionadas às questões financeiras e ausência de apoio governamental. Dessa forma, é necessário superar essas barreiras para uma efetiva implementação da P+L e obter os consequentes benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Produção Mais Limpa. Reciclagem. Cooperativa. Plásticos.

1. Introdução

Os plásticos são materiais poliméricos de grande importância para a sociedade, devido a sua aplicabilidade em diversos setores. Essa aplicabilidade alinhada ao crescimento do consumo de produtos industrializados tem propiciado o aumento no consumo dos plásticos e, conseqüentemente, no aumento da geração de resíduos, que quando descartados inadequadamente são passíveis de ocasionar impactos ambientais (Hopewell et al., 2009; Brems et al., 2012; Hamad et al., 2013). Desse

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24th to 26th - 2017

modo, a reciclagem dos resíduos plásticos tem despertado o interesse dos pesquisadores e da indústria, sendo reconhecida como uma das estratégias mais importantes de se enfrentar os desafios ocasionados pela geração de resíduos e desenvolver práticas sustentáveis (Hopewell et al., 2009; Al-Salem et al., 2010). Dentre os principais benefícios, a reciclagem contribui para a minimização dos resíduos dispostos em aterros e dos impactos ocasionados pelo descarte inadequado, pode gerar trabalhos diretos e indiretos através das transformações dos resíduos em novos produtos, contribuindo dessa forma para um desenvolvimento mais sustentável (Pacheco et al., 2012).

No Brasil, a estrutura da cadeia de reciclagem dos plásticos, assim como para outros materiais recicláveis, é considerada complexa por envolver múltiplos atores com diferentes objetivos e estruturas organizacionais: consumidores, catadores, cooperativas, sucateiros, indústria de reciclagem e de fabricação de produtos e governos locais (Gonçalves-Dias, 2009; Carmo; Oliveira, 2010). As cooperativas têm recebido destaque, principalmente após a aprovação da PNRS, na qual as definem como agentes prioritários na coleta seletiva (Brasil, 2010; Campos, 2014). Geralmente as suas atividades se concentram na coleta, separação, compactação e venda de materiais recicláveis. No entanto, as ineficiências estruturais e de gestão, ausência de capital e volume insuficiente de materiais coletados, impossibilitam negociações diretas com as indústrias, tornando-se dependentes dos intermediários. Como alternativa para a diminuição da dependência dos intermediários, sugere-se a verticalização de suas atividades por meio da articulação em redes e a implantação de centros de reciclagem de materiais (Aquino et al., 2009; Gutberlet et al., 2013). Trata-se de importantes estratégias para agregar valor aos materiais e pode resultar em uma maior rentabilidade para os cooperados.

Na verticalização, as cooperativas passam a desempenhar funções semelhantes aos sucateiros e indústria de reciclagem, transformando os resíduos plásticos em matéria-prima secundária para a indústria de transformação, ou até mesmo oferecendo um produto final ao mercado (FIDELIS et al., 2015). Ao desempenhar funções da indústria, a cooperativa além de gerar impactos econômicos e sociais também está sujeita a gerar impactos ambientais, caso seus processos não sejam monitorados, principalmente devido às condições físicas variadas em que os plásticos pós-consumo chegam aos locais de reciclagem. Diante disso, é importante a adoção de ferramentas de gestão ambiental que tornem os processos mais eficientes, mais limpos e com menos riscos para a saúde e segurança dos cooperados, levando em consideração os limitantes estruturais, econômicos e de gestão das cooperativas.

Um das ferramentas de gestão ambiental que converge para essa direção é a Produção Mais Limpa (P+L), que pode ser definida como “aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e ao meio ambiente” (UNEP, 2016). Assim, trata-se de uma ferramenta, cuja aplicação pode contribuir para se evitar e/ou minimizar os potenciais impactos negativos atrelados ao processo de reciclagem, propiciar eficiência produtiva e melhorar o ambiente de trabalho.

Diante da literatura, observou-se a necessidade de uma abordagem que busque contextualizar a P+L e o processo de reciclagem em cooperativas, onde geralmente não existe um apoio técnico e conceitual fortemente estabelecido. Assim, este estudo tem por objetivo identificar oportunidades de melhorias no processo de reciclagem de plástico em uma cooperativa de Sorocaba-SP, por meio da utilização da ferramenta P+L.

2. Método de pesquisa

O método de pesquisa consistiu em um estudo de caso único, cujo foco foi o processo de reciclagem de plásticos em uma cooperativa em Sorocaba-SP. O estudo de caso foi adotado devido a este método possibilitar uma investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real e proporcionar um maior nível de profundidade para a pesquisa (Yin, 2001). A escolha do município é justificada pela sua importância econômica para a região Metropolitana de Sorocaba, a qual dentre os 26 municípios integrantes (São Paulo (Estado), 2014), Sorocaba se posiciona como o maior município com uma população estimada em 2015 de 644.919 (IBGE, 2015). Já a escolha do caso único, é justificada pelo fato da cooperativa ser a única da Região Metropolitana de Sorocaba que realiza o processo de reciclagem dos plásticos, desde a coleta dos resíduos plásticos até a obtenção de *flakes* e

pellets reciclados, para serem reinseridos novamente na cadeia produtiva em diversas aplicações. Desse modo, o caso estudado caracteriza-se como um caso exclusivo, de acordo com os critérios de Yin (2001).

Para a execução da pesquisa de campo foi adotado como referencial teórico básico o “guia de Implantação de Programas de Produção Mais Limpa” (CNTL, 2003) e o “Guia Ambiental da Indústria de Transformação e Reciclagem de Materiais Plásticos” (CETESB; SINDIPLAST, 2011). Inicialmente, foi realizada uma visita de sensibilização para a pesquisa da P+L na cooperativa e nas demais visitas foram coletados informações sobre a caracterização e dados para avaliar os aspectos ambientais gerais da cooperativa. Após a identificação de cada aspecto, foram identificadas oportunidades de melhorias e as barreiras de P+L.

Assim como sugerido por Yin (2001), para a coleta dos dados foram utilizadas múltiplas fontes de evidências, como entrevistas não estruturadas (SILVA; MENEZES, 2005), observações não participante e, análises de arquivos digitais e documentos (conta de água, luz, etc.) e medições diretas. O uso dessas fontes de evidências permitiu um melhor conhecimento da cooperativa em termos de caracterização geral, identificação de aspectos ambientais e de oportunidades de melhorias.

A coleta de dados quantitativos foi realizada em um período de 35 dias (28 dias integrais e 7 dias de meio turno). Buscou-se identificar os principais aspectos a serem avaliados na pesquisa, como consumo de água, energia, matéria-prima, quantidade de produtos produzidos, geração de resíduos e efluentes. Para a quantificação dessas correntes foram coletados dados históricos da cooperativa (documentos), contas de água e energia, dados técnicos das máquinas e registro de produção diária.

Na quantificação do consumo de matéria-prima, geração de resíduos e produto final foi utilizada balanças. No consumo de água e geração de efluentes realizaram-se medidas de fluxo com o auxílio de baldes com volumes conhecidos e cronômetros. As medidas de energia foram realizadas considerando a potência das máquinas e o tempo que permaneceram operando. Também foi utilizada a trena para realizar medições de comprimento, área e volume, quando necessário. Devido à ausência de equipamentos adequados, não foram quantificados as emissões de gases, calor, ruído e vibrações. Porém, os mesmos foram considerados nas análises realizadas.

3. Resultados e discussão

3.1 Caracterização geral da cooperativa

A cooperativa é integrante de uma rede de cooperativas de reciclagem e está localizada em uma área urbana-residencial no município de Sorocaba, São Paulo. Suas operações foram iniciadas em 2012 com a realização da reciclagem mecânica dos resíduos plásticos pós-consumo de Polipropileno (PP), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Esses resíduos são transformados em *flakes* (fragmentos/flocos) e em *pellets* (grânulos/grãos), que posteriormente são vendidos como matéria-prima secundária para a indústria dos plásticos, sendo estes responsáveis pela reinserção de novos produtos a cadeia produtiva.

A quantidade de resíduos plásticos recicláveis de PP, PEBD e PEAD recepcionados pela cooperativa varia de 90 a 130 toneladas/mês, com comportamento sazonal de fornecimento e que influencia na quantidade de produtos produzidos. São produzidos em média 68,5 toneladas de *flakes* e *pellets*, porém os *pellets* representam aproximadamente 10 % desse total. Os resíduos plásticos são fornecidos pela rede a qual a cooperativa integra ($\approx 25\%$), por outras duas redes ($\approx 25\%$) e por terceiros (sucateiros; $\approx 50\%$).

A quantidade de cooperados é variável estando entre 7 e 11, o regime de trabalho é de segunda à sexta das 6h às 16h com pausa de 1h para o almoço, mas a depender da demanda e do prazo de entrega dos produtos aos compradores, os mesmos trabalham também aos sábados, domingos e feriados no período matutino. A remuneração é por kg de material processado.

A cooperativa possui licença de funcionamento concedida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Porém em termos de gestão ambiental, atualmente, não há programas formalizados

de redução do consumo de água e energia e nem redução dos efluentes, resíduos e emissões. A energia elétrica é fornecida por empresa privada de energia. Já em relação à água, o abastecimento é realizado pelo sistema municipal e possui uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Porém, no período da pesquisa a ETE não foi utilizada devido a problemas técnicos de redimensionamento.

3.2 Aspectos produtivos gerais

Por meio da visita in loco foi possível observar, mapear e analisar as principais etapas do processo de reciclagem mecânica dos plásticos na cooperativa. Além disso, foram consideradas atividades auxiliares de armazenamento, movimentação, manutenção e limpeza. A Figura 1 mostra o fluxograma das etapas da reciclagem, acompanhados das principais entradas e saídas.

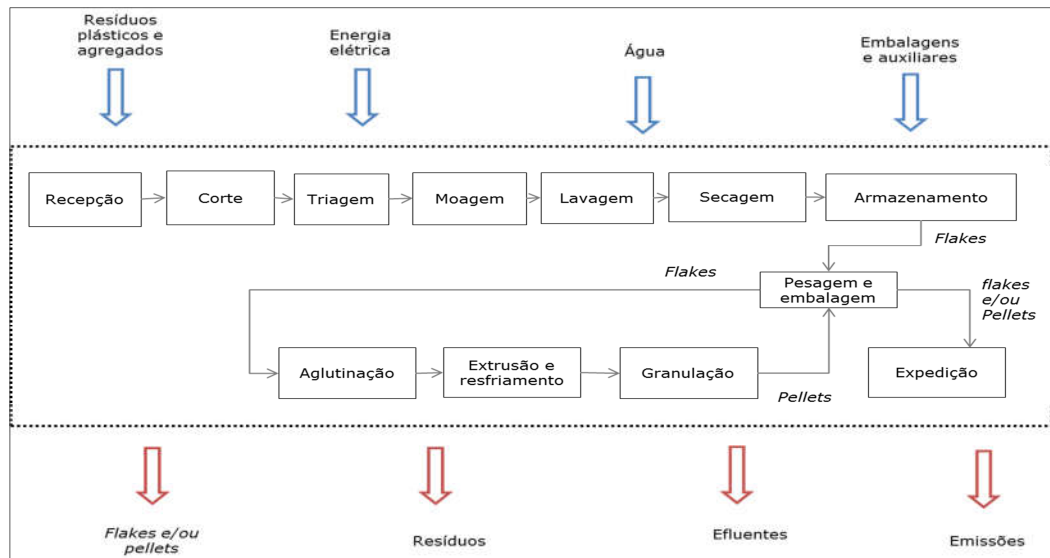


Fig. 1: Fluxograma do processo de reciclagem da cooperativa

Fonte: Elaboração própria

Inicialmente, os resíduos plásticos (matéria-prima) e agregados (outros tipos de resíduos que chegam juntos: papelão, metais outros tipos de plásticos, etc.) são recepcionados e acondicionados em *bags*, avulsos ou em fardos no pátio sem cobertura. Em seguida, verificam-se a necessidade de corte do material recebido ou não. Em caso afirmativo, os resíduos plásticos de PP, PEBD ou PEAD são cortados, separados dos materiais agregados, classificados por cores e enviados para a etapa de moagem. Por outro lado, se não houver a necessidade da etapa de corte, segue-se ou para a etapa de triagem (onde são classificados por tipo e cores), ou para a etapa de moagem, caso os mesmos já tenham sido recepcionados dos fornecedores de acordo com as especificações.

O PP, PEBD e PEAD que foram cortados, e/ou triados ou que não houve a necessidade de passar pelas etapas anteriores, são moídos, lavados, secos e armazenados em formas de *flakes*. Porém, se os resíduos plásticos a serem processados forem do tipo PP preto e/ou que contenha talco em sua composição serão enviados diretamente da etapa de lavagem (sem passar pelo tanque de lavagem) para secagem, pesagem e embalagem. Além disso, se os produtos finais (matérias-primas secundárias) a serem vendidos forem *flakes* de PP ou PEBD, os mesmos serão pesados e embalados para venda. Já se o material for de PEAD, o mesmo poderá seguir o mesmo caminho do PP e PEBD, vendidos em forma de *flakes*, ou continuar com as etapas do processo que o transforme em *pellets*. Caso esta seja a opção adotada, os *flakes* passam então pelas etapas de aglutinação, extrusão, resfriamento e granulação (adquirindo a forma de *pellets*), pesagem e embalagem. A última etapa do processo consiste na expedição, na qual os produtos são encaminhados para os compradores.

A movimentação de todos os materiais, matéria-prima e resíduos, são realizados com o auxílio de uma empilhadeira movida a gás natural com capacidade de 25 toneladas, com uso de carrinhos manuais e

bags. Já a manutenção das máquinas e equipamentos é realizada de maneira corretiva, uma vez que não há planejamento da manutenção e sua execução é realizada apenas quando os cooperados percebem que as máquinas ou equipamentos não estão funcionando adequadamente ou deixam de funcionar.

A limpeza do ambiente de produção é realizada todos os dias por meio da varrição e uma vez por semana lavam-se todas as máquinas utilizadas na fabricação dos *flakes* e os resíduos são recolhidos, exceto o moinho que é lavado todos os dias ao final das atividades. Essas lavagens utilizam apenas água e é responsabilidade de todos os cooperados.

3.3 Consumo de Energia

A energia elétrica é fornecida por empresa privada de energia e é utilizada principalmente no acionamento das máquinas. Ao realizar a medição do consumo de energia, verificou-se que as etapas de produção dos *flakes* (da moagem à secagem) são as maiores consumidoras, quando comparada as etapas de transformação dos *flakes* em *pellets* (da aglutinação à granulação). Ou seja, a produção dos *flakes* demandaram 10.868,24 kWh de energia elétrica, o que representa 73,61% de toda energia consumida (14764,14 kWh) nas etapas analisadas no período de 35 dias.

O índice de consumo de energia na cooperativa é de 0,1336 kWh/kg de *flakes* produzidos. Quando se analisam as máquinas que consomem mais energia, destaca-se o moinho, a extrusora, a lavadora e as secadoras, respectivamente. Não existem programas de monitoramento, controle e redução do consumo de energia. Pois, a conferência ocorre apenas na conta mensal de energia elétrica.

3.4 Consumo de água

O abastecimento de água é realizado pelo sistema municipal. Está água é utilizada na limpeza dos resíduos plásticos recepcionados pelas cooperativas, na limpeza da cooperativa e no resfriamento dos materiais extrudado para a produção dos *pellets*. Em um período de 35 dias de pesquisa, verificou-se um consumo de 240,49 m³ de água, sendo que desse total 220,28 m³ foram consumidos na etapa de lavagem. Isso ocorreu devido às condições físicas dos resíduos plásticos recepcionados possuírem uma grande quantidade de sujidades e contaminantes (areia, graxas, poeira, entre outros), existe uma grande quantidade de sujidades. Este resultado corrobora com as informações apresentadas pela CETESB e SINDIPLAST (2011) e pelo trabalho de Faria e Pacheco (2011) que indicam esta etapa como a maior consumidora de água. O índice de consumo de água por *flakes* produzidos é de 0,0028 m³/kg. Não existe um programa de monitoramento, controle e redução do consumo de água na cooperativa.

3.4 Geração de efluentes

No período analisado, as etapas de reciclagem e limpeza geraram 254,28 m³ de efluentes. Desse total, a produção dos *flakes* gerou 229,18 m³, o que representa aproximadamente 90%. Esta geração é atribuída, principalmente, ao alto consumo de água na lavagem devido às condições físicas da matéria-prima (resíduos plásticos). Além disso, parte dos efluentes das etapas de produção dos *flakes* é composto também por outros materiais (plásticos, areia, graxas, etc.). O índice de geração de efluentes por *flakes* produzidos foi 0,0035 m³/kg.

Apesar de a cooperativa possuir uma ETE, esse sistema não estava sendo utilizado durante o período de medições devido a problemas técnicos de redimensionamento. Ressalta-se que a água utilizada no sistema de extrusão/resfriamento é reaproveitada em um sistema fechado. Além disso, não existe programas de monitoramento, controle e redução de geração de efluentes.

3.5 Geração de resíduos

A cooperativa gerou 15.729,53 kg de resíduos "secos" no período de 35 dias. Foram considerados resíduos secos aqueles que não estão misturados com nenhum tipo de efluentes. Pois, verificou-se que parte da massa dos resíduos plásticos (matéria-prima) é perdida junto com os efluentes. Desse total, 10.188,55 kg foram descartados em aterro, 3.700 foram doados para outra cooperativa reaproveitar e

1.840,98kg foram reinseridos no processo produtivo. A produção dos *flakes* foi responsável pela geração de 11.775,56 kg de resíduos, o que corresponde a 74,86% do total gerado. O índice de geração de resíduos secos por *flakes* produzidos foi 0,1448 kg/kg. Já as etapas de produção dos *pellets* possuem um índice de geração de resíduos secos de 0,0267 kg/kg. A etapa de triagem foi a maior geradora de resíduos secos, seguida das etapas de moagem e lavagem. Apesar de a triagem apresentar a maior geração de resíduos secos, foi na etapa de moagem e lavagem que houve a maior perda de massa da matéria-prima (21,39%). Pois, parte dessa massa segue junto com os efluentes.

Os materiais não processados pela cooperativa (metal, papelão, vidro, entre outros) são encaminhados para descarte em aterro, caso não seja passivo de reaproveitamento, ou para outra cooperativa de triagem ou para sucateiros, a depender do tipo e das condições de aproveitamento do material descartado.

Dentre as principais causas de geração de resíduos pode-se mencionar: a ausência de padronização da matéria-prima; grande volume de impurezas na matéria-prima e acompanhados de outros resíduos que não são aproveitados na cooperativa; utilização de maquinário com aparentes desgastes e ausência de programas de monitoramento, controle e redução de resíduos.

3.6 Emissões de gases, material particulado e ruídos

Apesar de não ter sido quantificado, verificou-se que a etapa de secagem, quando comparada com as demais etapas de produção dos *flakes*, emite uma grande quantidade de material particulado e ruídos no ambiente produtivo de cooperativa. O moinho também é responsável pela emissão de material particulado e ruídos. Já na etapa de transformação dos *flakes* em *pellets* (extrusão), observaram-se também emissões de gases (fumaças) e ruídos no ambiente produtivo da cooperativa. De acordo com o CETESB; SINDIPLAST (2011) o nível de intensidade de ruído deve ser considerado como uma situação prioritária.

Dentre as principais causas de emissões de gases, material particulado e ruídos pode-se mencionar: o aquecimento e fusão dos materiais em processamento emitem gases e vapor; o funcionamento das máquinas propicia a emissão de ruídos e vibrações no ambiente; Desgaste no maquinário possibilita a emissão de material particulado no ambiente e perdas de calor, resultante das trocas térmicas; problemas estruturais que dificulta a circulação do ar e amplifica o ruído no ambiente; e ausência de programas de monitoramento, controle e redução na atmosfera.

3.7 Oportunidades de Produção Mais Limpa

A partir das análises apresentadas nos tópicos anteriores foi possível identificar algumas oportunidades de P+L. Parte dessas oportunidades foi baseada nas indicações do CETESB e SINDIPLAST (2011). O Quadro 1 apresenta 25 oportunidades de melhorias e suas classificações dos níveis de prioridades de P+L: redução na fonte (nível 1), reciclagem interna (nível 2) e reciclagem externa (nível 3).

No Quadro 1 verifica-se que as oportunidades identificadas se concentram no nível 1 o qual se refere a minimização dos resíduos, efluentes e emissões gerados. Essas oportunidades tratam-se, prioritariamente, de boas práticas (*housekeeping*) que em sua maioria exigem pouco ou nenhum investimento financeiro, mas que podem proporcionar bons resultados para a cooperativa. Dentre os principais benefícios têm-se a diminuição do consumo de água e energia, diminuição na geração de resíduos, efluentes e emissões, melhoria na gestão dos processos da cooperativa, melhor ambiente de trabalho, maior eficiência dos processos e consequentes reduções de custo de consumo e descarte.

Quadro 1: Níveis de prioridades e oportunidades de P+L

Nível de prioridade	Oportunidades (OP)
<p>Nível 1: <i>Housekeeping</i> (boas práticas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza das máquinas e superfícies: a seco e com água pressurizada que consiste na retirada manual/varrição das sujidades e utilização e lavadora ajato de alta pressão; • Uso de válvulas de controle de vazão e de segurança para evitar vazamentos; • Melhores cuidados com os <i>bags</i> (compra, armazenamento e manuseio); • Formalização do planejamento e controle da produção; • Desenvolvimento de programa de manutenção preditiva, preventiva e corretiva; • Desenvolvimento de programas de monitoramento, controle e redução de resíduos, efluentes e emissões gerados; • Estabelecimento de acordos com fornecedores para padronização da matéria-prima; • Conscientização, educação continuada e treinamento dos cooperados; • Isolamento/enclausuramento de máquinas; • Melhoria na segregação dos materiais; • Troca de telhas translúcidas; • Atenção às normas NR-6 (equipamento de proteção individual), NR-10 (segurança em instalações e serviços em eletricidade) e NR-12 (segurança no trabalho em máquinas e equipamentos); • Construção de um galpão para a armazenagem da matéria-prima recepcionada; • Utilização da PNRS como diretriz para o planejamento e tomada de decisões.
<p>Nível 1: Modificação tecnológica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emprego de mantas térmicas na extrusora; • Melhoraria nos sistemas de circulação de ar; • Projetos de alterações de potências e redimensionamento de máquinas; • Troca da esteira de alimentação do moinho; • Aquisição de um novo moinho; • Reforma ou aquisição de secadores de <i>flakes</i>; • Aproveitamento de água da chuva.
<p>Nível 2: Reciclagem interna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reaproveitamento da água utilizada no processo por meio do redimensionamento da Estação de tratamento de Efluentes, já existente, mas inoperante no momento do estudo; • Reaproveitamento de materiais;
<p>Nível 3: Reciclagem externa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação de práticas já existentes de reciclagem externa;

Fonte: Elaboração própria

3.8 Barreiras de P+L

A partir da pesquisa realizada, foi possível identificar as principais barreiras/dificuldades da pesquisa e, conseqüentemente, para a implementação da P+L na cooperativa. Essas barreiras possuem características semelhantes a encontradas em estudos aplicados em empresas (CNTL, 2003; VIEIRA; AMARAL, 2016), principalmente para empresas de pequeno e médio porte (OLIVEIRA NETO et al., 2017), e estão descritas a seguir:

- A Ausência de um planejamento e programação estruturados da produção dificulta a quantificação e consequente monitoramento e controle das correntes de entradas e saídas ambientais envolvidos no processo de reciclagem da cooperativa;
- O foco apenas na produção dificulta a dedicação de tempo para a reflexão dos problemas ambientais existentes na cooperativa. Isso faz com que os impactos ambientais não sejam reconhecidos e evitados;
- A quantidade limitada do número de cooperados, a rotatividade e o desconhecimento de programas ambientais, boas práticas e tecnologias são um limitante para a aplicação e aprimoramento de uma estratégia integrada e contínua de melhorias baseadas nos princípios da P+L;
- Problemas estruturais de gestão como ausência de capital de giro e recursos financeiros escassos, dificultam a aplicação de estratégias que demandam modificações maiores ou radicais como aquisições de máquinas e equipamentos mais modernos e eficientes.
- Ausência de cultura organizacional de boas práticas ambientais;
- Falta de incentivos econômicos e políticos;
- Falta de liderança e infraestrutura interna para o desenvolvimento da gestão ambiental;
- Priorização de técnicas end-of-pipe;
- Alta influência dos demais atores da cadeia na forma de realizar o trabalho e no volume de resíduos gerados;

Verifica-se a existência de diversas barreiras para a implementação de um programa contínuo de P+L na cooperativa estudada. É necessária a superação dessas barreiras, que são resultantes tanto de fatores internos quanto externos a cooperativa. Os fatores internos estão relacionados a questões técnicas, financeiras, culturais e organizacionais, semelhantes a pequenas e médias empresas (OLIVEIRA NETO et al, 2017). Já as causas externas envolvem a própria posição desprivilegiada na cadeia de reciclagem, na qual a falta de infraestrutura e a formação de um mercado oligopsônico contribuem para dependência dos demais atores, possuindo baixo poder de negociação com os clientes e fornecedores (AQUINO; CASTILHO JUNIOR; PIRES, 2009). Além disso, a superação dessas barreiras é dificultada principalmente pelo alto grau de informalidade do setor e a baixa escolaridade (CETESB; SINDIPLAST, 2011), demandando assim esforços conjuntos dos governos, comunidade e empresas para o desenvolvimento de um ambiente propício para a realização da reciclagem nas cooperativas. A PNRS é uma importante oportunidade de superação de barreiras, já que ela busca fortalecer a atuação das cooperativas nas atividades de coleta e reciclagem (BRASIL, 2010).

4. Considerações finais

A partir do estudo realizado, foi possível entender o contexto no qual a cooperativa está inserida. Pois, a mesma desempenha um importante papel socioeconômico para os envolvidos e para a sociedade ao entorno. Além disso, possui uma contribuição ambiental no sentido de dar uma destinação mais adequada aos resíduos, por meio do processo de reciclagem dos plásticos, contribuindo dessa forma para a minimização de impactos ambientais resultantes da geração de resíduos. Porém, o contexto no qual ela está inserida pode ser considerado complexo, uma vez que se devem desenvolver estratégias para superar dificuldades estruturais, sociais, econômicas, ambientais e melhorar as relações com os demais atores da cadeia de reciclagem.

Dado que, a cooperativa desenvolve as mesmas funções que as demais indústrias de reciclagem, transformando resíduos plásticos de PP, PEBD e PEAD em *flakes* e *pellets*, deve-se estar atento não somente aos princípios de solidariedade, mas também a sua posição estratégica na indústria de reciclagem e nos possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais envolvidos em suas atividades. Desse modo é imprescindível a adoção de princípios de gestão, que visem à melhoria dos seus processos produtivos, aumento da eficiência e redução de possíveis impactos negativos. É nessa direção que baseado na revisão de literatura, optou-se pelo estudo da P+L no caso selecionado.

A caracterização da cooperativa e a identificação dos aspectos ambientais das etapas do processo de reciclagem (consumo de água, energia e matéria-prima e geração dos resíduos, efluentes e emissões) aliada à quantificação de alguns desses aspectos, permitiram identificar pontos passíveis de gerar impactos negativos ao ambiente interno e externo da cooperativa. Assim, foram identificadas 25 oportunidades de melhorias, destacando-se as oportunidades classificadas no Nível 1 da P+L.

Essas oportunidades se referem à redução dos resíduos, com mudanças nos processos e boas práticas (*housekeeping*), indicando que pequenas alterações podem apresentar bons resultados para a cooperativa. Além disso, essas oportunidades podem propiciar a economia de recursos, e redução de impactos ambientais com consequentes ganhos sociais, ambientais e econômicos. Pode-se afirmar que o objetivo deste estudo de “identificar oportunidades de melhorias nos processos de reciclagem de plástico em uma cooperativa de Sorocaba-SP, por meio da utilização da ferramenta da P+L” foi alcançado.

Apesar dos potenciais benefícios, foram identificadas barreiras/dificuldades que precisam ser superadas para uma efetiva implantação das oportunidades identificadas na pesquisa. Dentre essas barreiras encontram-se: ausência de uma estrutura de gestão voltada para o planejamento da produção e para a gestão ambiental; limitações financeiras que dificultam a implementação de mudanças mais radicais; escassez de mão de obra que dificulta a criação de uma cultura de continuidade voltada para P+L; grande dependência dos atores da cadeia, que na maioria das vezes influenciam no volume de resíduos que serão gerados; foco na remediação de problemas gerados (*end-of-pipe*); pouco apoio governamental e ausência de programas de monitoramento e controle dos processos, que por sua vez não fornece uma documentação com informações detalhadas e principais deficiências; e dependência de agentes externos para a elaboração de projetos voltados para as questões ambientais.

A principal contribuição desta pesquisa foi o apoio técnico-conceitual para a cooperativa voltado para práticas ambientais preventivas, com o uso de ferramentas de gestão ambiental (P+L). Espera-se que esta pesquisa estimule e contribua para disseminação dos conhecimentos de P+L na reciclagem, principalmente em outros ambientes cooperativos na qual apresenta restrições técnicas, econômicas e estruturais.

As principais limitações desta pesquisa são a utilização de um caso único, devido à inexistência de cooperativas similares na área geográfica estudada, foco da pesquisa nas etapas características de planejamento, na qual as oportunidades apesar de terem sido avaliadas, não foram realizadas avaliações aprofundadas e quantitativas das questões econômicas e ambientais e nem foram aplicadas, monitoradas e identificadas os efetivos resultados. Assim, como trabalhos futuros sugere-se atentar-se para essas limitações.

Agradecimentos: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

Referências bibliográficas

Al-Salem, S.M; Lettieri, P; Baeyens, J. 2010. The valorization of plastic solid waste (PSW) by primary to quaternary routes: from re-use to energy and chemicals. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36, 103-129.

Aquino, I. F. de; Castilho Junior, A.B. de; Pires, T. S. de . L. 2009. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. *Gestão & Produção*, 16, n. 1, 15-24.

BRASIL. 2010. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 jan. 2017.

Campos, H.K.T. 2014. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, 85, 130-138.

Carmo, M.S. do; Oliveira, J.A.P. de. 2010. The semantics of Garbage and the Organization of the recyclers: Implementation Challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Resources, Conservations and Recycling*, 54, 1261-1268.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL. 2003. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Apostila. Porto Alegre, 46p.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB; Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado de São Paulo – SINDIPLAST. 2011. Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos. Recurso eletrônico. São Paulo, 96p.

Faria, F. P; Pacheco, E. B. A. V. 2011. A reciclagem de plástico a partir de conceitos de Produção Mais Limpa. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Ano 6, nº 3, 93-107.

Fidelis, R.; Ferreira, M.A; e Colmenero, J.C. 2015. Selecting a location to install a plastic processing center: Network of recycling cooperatives. *Resources, Conservation and Recycling*, 103, 1–8.

Gonçalves-Dias, S.L.F. 2009. Catadores: Uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem. 2009. 298f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Universidade de São Pulo, São Paulo.

Gutberlet, J; Baeder, A.M; Pontuschka, N.N.; Felipone, S.M.M.; Santos, T.L.F. dos. 2013. Participatory Research Revealing the Work and Occupational Health Hazards of Cooperative Recyclers in Brazil. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 10, 4607-4627.

Hamad, K; Kaseem, M; Deri, F. 2013. Recycling of waste from polymer materials: An overview of the recent works. *Polymer Degradation and Stability*, 98, 2801-2812.

Hopewell, J; Dvorak, R; Kosior, E. 2009. Plastic recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2115-2126.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2015 Cidades. 2015. Disponível em < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355220>>. Acesso em 30 Jun. 2016.

Oliveira Neto, G.C; Leite, R.R; Shibão, F.Y; Lucato, W.C. 2017. Framework to overcome barriers in the implementation of cleaner production in small and medium-sized enterprises: multiple case studies in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 142, 50-62.

Pacheco, E.B.A.V.; Ronchetti, L.M.; Masanet, E. 2012. An overview of plastic recycling in Rio de Janeiro. *Resources, Conservation and Recycling*, 60, 140– 146.

São Paulo. 2014. Lei Complementar nº 1.241, de 8 de maio de 2014. Cria a região Metropolitana de Sorocaba e dá providências.

Silva, E.L. da; Menezes, E.M. 2005. Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis: UFSC.

Vieira, L.C; Amaral, F.G. 2016. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic Review. *Journal of Cleaner Production*, 113, 5-16.

United Nations Environment Programme – UNEP (2016). Resource Efficient and Cleaner Production. Disponível em: < <http://www.unep.fr/scp/cp/>> Acesso em: 02 Dez.2016.

Yin, R. K. (2001). Estudo de Caso - Planejamento e Método. 2 ed. São Paulo: Bookman.