



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Avaliação das Oportunidades de Produção mais Limpa para o Processo de Embalagem Horizontal

STALTER, C. F. ^{a*}, MORAES, C. A. M. ^a

a. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo

**Corresponding author, carlinestalter@gmail.com*

Resumo

O polipropileno biorientado (BOPP) é um tipo de polímero flexível muito utilizado no formato de filme para a embalagem de diversos materiais, inclusive no mercado alimentício. A rota das embalagens começa com a produção do filme que segue para o processo de impressão flexográfica para então chegar ao processo de embalagem horizontal. Os três processos são realizados por empresas diferentes e cada um apresenta seus impactos ambientais, neste sentido, este trabalho visa realizar o diagnóstico destes processos e partir desse levantamento, apontar oportunidades de Produção mais Limpa (P+L) no processo de embalagem buscando a redução de resíduos na fonte geradora. Foram apontados os impactos ambientais potenciais de cada um dos processos e para o processo de embalagem foram ainda identificadas oportunidades de melhoria visando a redução da geração de resíduos na fonte. Para isso, foi levado em consideração que a empresa que realiza o processo de embalagem possui duas máquinas diferentes para o mesmo tipo de processo: uma antiga e outra de um modelo mais atual. A partir de um simples acompanhamento do processo, foi identificado que a máquina antiga gera uma quantidade de resíduos maior quando comparada à nova. Desta forma, foi destacado como oportunidade de melhoria o controle de qualidade adequado das bobinas, a substituição da alimentação manual das esteiras pela alimentação automática e a instalação de um sensor de parada para que a máquina interrompa o processo quando não houver material na esteira evitando assim a geração de embalagens vazias que são descartadas como resíduo.

Palavras-chave: BOPP, embalagem, Produção mais Limpa.

1. Introdução

A escassez de recursos naturais, a pressão da sociedade para que as empresas adotem medidas de prevenção de impactos ambientais negativos além das questões econômicas, aumentam a busca por alternativas sustentáveis. Neste contexto surge a oportunidade de se desenvolverem ações de Produção mais Limpa (P+L), buscando a redução ou até mesmo a eliminação da geração de resíduos na fonte geradora. Para Guimarães et al. (2017) essa ferramenta tem sido um importante meio para motivar sistematicamente a redução de resíduos e a reutilização de produtos. Severo et al. (2017) afirmam que métodos de P+L, bem como as práticas de Gestão Ambiental, visam a eficiência do processo produtivo, a utilização de insumos e a não geração de resíduos. Ainda segundo Severo et al. (2017), tais ferramentas podem contribuir para a inovação sustentável dos produtos, devido ao uso racional dos recursos naturais. Chareonpanich et al. (2017) mostram que ferramentas de avaliação ambiental vem sendo aprimoradas e ajustadas aos padrões, leis e regulamentos com o objetivo de melhorar a sustentabilidade dos produtos, processos e serviços.

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

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

O diagnóstico do processo é de suma importância quando se fala em P+L, pois este auxilia no conhecimento do processo produtivo e suas estruturas além de identificar pontos da cadeia produtiva para os quais cabe propor ações de mitigação, redução ou minimização de impactos, possibilitando ainda quantificar a geração de resíduos (POPI et al., 2016; SCHUEROFF, 2013).

O polipropileno biorientado (BOPP) trata-se de um filme muito utilizado na indústria de embalagens flexíveis. É obtido através da biorientação do Polipropileno (PP) e apresenta diversas vantagens, porém, é um material pouco estudado em termos de reciclagem, tanto do produto final quando dos resíduos gerados no processo produtivo. Os filmes de BOPP utilizados na indústria de embalagens são comercializados na forma de bobinas, como mostrado na Figura 1, e podem ou não apresentar impressão, ou seja, desenhos e textos produzidos através do processo de impressão flexográfica com tinta específica.



Fig. 1. Bobina de filme de BOPP sem nenhum tipo de impressão. Fonte: PoloFilms (2016).

O processo de embalagem genérico funciona da seguinte maneira: o BOPP é recebido em forma de bobinas que são inseridas manualmente em equipamentos específicos, as chamadas embaladoras do tipo FlowPack, que realizam o processo de embalagem dos produtos.

Existem diversos tipos de embaladoras FlowPack, desde as mais modernas até as mais comuns. Contudo, todas têm o mesmo princípio: fechar a embalagem por termoselagem, ou seja, pelo aquecimento do filme de BOPP. O processo de embalagem, representado na Figura 2, inicia-se com o produto a ser embalado que é colocado na esteira de alimentação (de forma automática ou manual) para ser transportado até a área de embalagem. As bobinas de BOPP são colocadas no eixo girante da máquina que opera com três eixos independentes: um para o avanço do filme, um para a tração da corrente de alimentação e o último para o acionamento dos mordentes. O filme é continuamente retirado da bobina envolvendo o produto como um tubo. Após, roletes selam longitudinalmente e mordentes selam e cortam transversalmente esse todo, formando assim o pacote. A próxima etapa é o encaixotamento do produto embalado (MENDES, 2009).

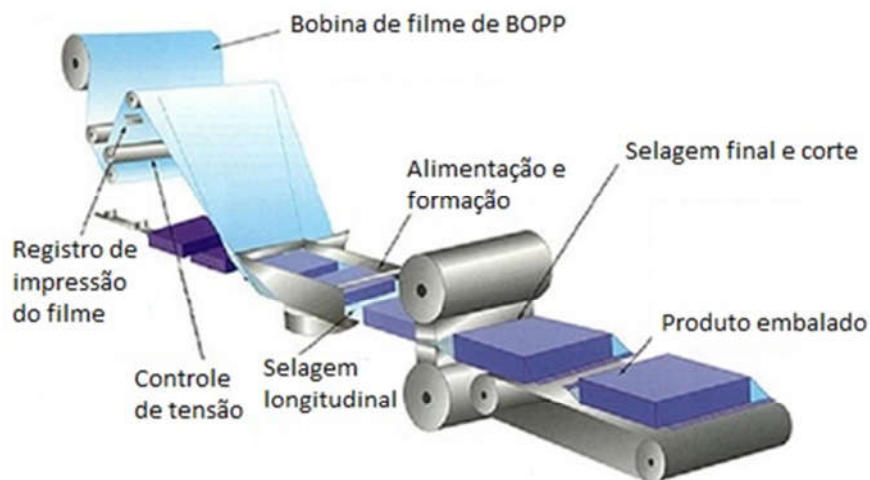


Fig. 2. Processo de embalagem horizontal utilizando filme de BOPP. Fonte: Adaptado de Maquinaria (2010).

Este processo, assim como tantos outros, gera resíduos que são sinônimo de perdas econômicas e impactos ambientais negativos, já que são necessários custos com tratamento e disposição. Sendo assim, diminuir ou eliminar a geração tem grande impacto econômico e ambiental (SEIFFERT, 2011).

Neste contexto, este trabalho visa realizar o diagnóstico dos processos de produção do filme de BOPP, impressão flexográfica e de embalagem. A partir desse levantamento, serão apontadas possíveis ações de P+L no processo de embalagem buscando a redução de resíduos na fonte geradora.

2. Metodologia

A rota das embalagens aqui avaliadas é composta por três etapas: produção do filme de BOPP, processo de impressão flexográfica e processo de embalagem, cada um deles realizado por uma empresa diferente. Contudo, é importante salientar que as oportunidades de melhoria serão apontadas apenas para o processo de embalagem, foco desta pesquisa. Este processo é realizado por uma empresa de grande porte com mais de 70 anos de experiência no mercado de limpeza doméstica e está localizada no estado do Rio Grande do Sul. Essa empresa produz e embala diversos tipos de produtos, através do uso de filmes transparentes de BOPP.

Os filmes de BOPP utilizados são extremamente leves, porém, de acordo com o acompanhamento mensal de resíduos da empresa, é gerada cerca de uma tonelada por mês desse resíduo no processo de embalagem. Na Fotografia 1, tem-se a representação dos resíduos gerados, contudo, é importante destacar que o resíduo aqui fotografado não apresenta nenhum tipo de impressão flexográfica para não divulgar a marca da empresa.



Fig. 3. Resíduo de filme de BOPP sem impressão.

Na empresa existem dois tipos de máquinas FlowPack que realizam o processo de embalagem, uma delas é de um modelo mais novo e moderno e a outra de um modelo mais antigo. Previamente, a partir do simples acompanhamento do processo, foi constatado que a máquina nova gera uma quantidade de resíduo bem menor quando comparada a máquina antiga.

2.1 Identificação das Etapas Geradoras e Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais

Para a identificação das etapas geradoras foi realizado o diagnóstico através do acompanhamento *in loco* dos três processos para a elaboração de um diagrama de blocos mostrando suas entradas e saídas.

Para a aplicação da metodologia de avaliação de aspectos e impactos ambientais, foram utilizados como base os critérios aplicados conforme UNISINOS (2013).

A partir do levantamento dos aspectos ambientais gerados no processo produtivo do BOPP, no processo de impressão flexográfica e no processo de embalagem, foram descritos os impactos potenciais associados a cada um desses aspectos. Após, foram atribuídos valores pré-definidos a cada um dos critérios de avaliação da planilha. Esses valores e critérios de avaliação serão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Abrangência (ABR): critério que indica a localização do impacto e atribui valores para cada impacto ocorrido dentro de um dos limites pré-estabelecidos, conforme Tabela 1.

Tab. 1. Abrangência. Fonte: Adaptado de UNISINOS, 2013.

| Legenda | Situação | Nota | Descrição |
|-------------|-------------------|------|---|
| ABR. | Local | 1 | Impacto apenas no local da ocorrência |
| | Limite da empresa | 2 | Impacto dentro dos limites da empresa |
| | Até 100km | 3 | Impacto com ocorrência dentro de um raio de 100km |
| | Acima de 100km | 4 | Impacto com ocorrências fora dos limites anteriores |

Severidade (SEV): critério que apresenta a gravidade do impacto ocorrido e tem a sua nota conforme classificação da Tabela 2.

Tab. 2. Severidade. Fonte: Adaptado de UNISINOS, 2013.

| Legenda | Situação | Nota | Descrição |
|---------|----------|------|---|
| SEV. | Isenta | 1 | Não há severidade na ocorrência deste aspecto |
| | Leve | 2 | Aspectos que geram impactos mínimos ou desprezíveis |
| | Severa | 4 | A ocorrência gera alteração na qualidade ambiental |

Frequência (FREQ): critério que atribui nota conforme a frequência ocorrida, as notas são apresentadas na Tabela 3.

Tab. 3. Frequência. Fonte: Adaptado de UNISINOS, 2013.

| Legenda | Situação | Nota | Descrição |
|---------|-----------------|------|---|
| FREQ. | Semestral/Maior | 1 | Aspectos que ocorrem no máximo uma vez por semestre |
| | Mensal | 2 | Aspectos que ocorrem no máximo 3 vezes por mês |
| | Semanal | 3 | Aspectos que ocorrem no máximo uma 5 vezes por semana |
| | Diária | 4 | Aspectos que ocorrem diariamente |

A partir das tabelas 1,2 e 3, foi criada a tabela LAIA (Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais) onde a cada aspecto e impacto foi atribuída uma nota. Após, foram somadas as notas dos itens (ABR, SEV, FREQ) e a partir da pontuação gerada se classificou o impacto conforme Tabela 4.

Tab. 4. Impactos e Significância. Fonte: Adaptado de UNISINOS, 2013.

| | |
|------------------|------------------------|
| IMP (Impacto) | SIG (Significância) |
| ≥ 10 | SIM |
| < 10 | NÃO |

2.2 Oportunidades em P+L

Bhupendra e Sangle (2016) afirmam que as estratégias que buscam a não geração devem ser as primeiras a serem implementadas para alcançar vantagens financeiras e mitigar riscos. Neste contexto, a P+L adota uma abordagem preventiva buscando a otimização de matérias-primas, água e energia. A redução na fonte é integrada aos processos através da substituição de matérias-primas, mudanças tecnológicas, boas práticas operacionais e mudança nos produtos (GASI e FERREIRA, 2013).

Desta forma, no Quadro 1 são apresentadas duas ações principais: modificação nos produtos e modificação nos processos. Esta última ainda dividida em outras três etapas: substituição de matéria-

prima, modificação tecnológica e housekeeping. Todas essas opções estão dentro do escopo das ações de nível 1 da P+L.

Quad. 1. Ações para redução de resíduos na fonte. Fonte: Adaptado de Benkel (2000 apud CORREA; JERÔNIMO, 2012) e Gasi e Ferreira (2013).

| Ação | | Exemplo |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| Modificações no produto | | Modificações na composição, tipo de embalagem e tempo de vida útil dos produtos. |
| Modificação no processo | Substituição de matéria-prima | Utilização de matérias-primas e insumos menos poluentes e com maior vida útil. |
| | Modificação tecnológica | Melhoria na automação de processos, substituição de equipamentos e processos. |
| | <i>Housekeeping</i> | Mudanças nos procedimentos operacionais, na gestão e no treinamento de funcionários. |

A partir das ações apresentadas no Quadro 1 foram avaliadas as possibilidades de redução da geração de resíduos do processo de embalagem.

3. Resultados

No quadro 2 está representado o diagrama de blocos qualitativo de cada uma dos processos envolvidos nesse estudo.

Quad. 2. Diagrama de blocos dos processos. Fonte: Elabora pela autora.

| BALANÇO DE MASSA QUALITATIVO | | |
|--|------------------------------------|--|
| Entradas | Etapas | Saídas |
| Matéria prima: Polipropileno Insumo: Energia, graxa do maquinário | Produção do filme de BOPP | Produto: Bobina de BOPP Resíduo: graxa do maquinário Emissões: ozônio (emitido no tratamento da superfície do filme para receber a impressão). |
| Matéria prima: Filme de BOPP, tinta de impressão Insumo: Energia, graxa do maquinário | Processo de impressão flexográfica | Produto: Bobina com impressão Resíduo: embalagem de tinta borra de tinta, graxa do maquinário, filme de BOPP com defeito de impressão Emissões: evaporação de solventes orgânicos |
| Matéria prima: Bobina de BOPP, produto Insumo: Energia, graxa do maquinário | Processo de embalagem | Produto: Produto embalado Resíduo: BOPP, graxa do maquinário, embalagem da bobina, miolo da bobina |

A partir da identificação dos aspectos e impactos ambientais do processo, foi elaborada a Tabela 5, onde estão representados a abrangência, a severidade, a frequência e, a partir da soma destes, a significância. Dessa forma é possível verificar quais aspectos causam os impactos mais significativos para a tomada de decisão e de medidas mitigadoras.

Tab. 5. Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA).

| PROCESSO | Nº | ASPECTOS | IMPACTOS | ABR. | SEV. | FREQ. | IMP. | SIG. |
|------------------------------------|----|--|---|------|------|-------|------|------|
| Produção do filme de BOPP | 1 | Consumo de energia elétrica | Uso de recursos naturais não-renováveis ou escassos | 2 | 4 | 4 | 10 | SIM |
| | 2 | Emissão de Ozônio | Poluição atmosférica | 3 | 4 | 4 | 11 | SIM |
| | 3 | Óleo utilizado nas máquinas | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 3 | 8 | NÃO |
| Processo de impressão flexográfica | 4 | Consumo de energia elétrica | Uso de recursos naturais não-renováveis ou escassos | 2 | 4 | 4 | 10 | SIM |
| | 5 | Óleo utilizado nas máquinas | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 3 | 8 | NÃO |
| | 6 | Evaporação de solventes orgânicos | Poluição atmosférica | 3 | 4 | 4 | 11 | SIM |
| | 7 | Borra de tinta | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 4 | 9 | NÃO |
| Processo de embalagem | 8 | Resíduo de BOPP | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 4 | 9 | NÃO |
| | 9 | Consumo de Energia Elétrica | Uso de recursos naturais não-renováveis ou escassos | 2 | 4 | 4 | 10 | SIM |
| | 10 | Óleo utilizado nas máquinas | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 3 | 8 | NÃO |
| | 11 | Geração de resíduo de papel do miolo da bobina de BOPP | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 4 | 9 | NÃO |
| | 12 | Geração de resíduo de filme de BOPP | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 4 | 9 | NÃO |
| | 13 | Geração de papel que embala a bobina | Contaminação do solo e dos recursos hídricos | 3 | 2 | 4 | 9 | NÃO |

A partir do conhecimento do processo e do levantamento de aspectos e impactos ambientais foi possível identificar as etapas geradoras de resíduos de BOPP no processo de embalagem e apontar oportunidades de melhoria (Quadro 3).

Quad. 3. Oportunidades de melhoria. Fonte: Elaborado pela autora.

| Problema | Oportunidade de melhoria | Benefícios |
|--|--|---|
| Controle de qualidade: Um dos ensaios de controle de qualidade mais importantes é o coeficiente de fricção, que se trata da resistência que se obtém ao deslizar uma superfície sobre a outra. Caso este parâmetro esteja fora da faixa o filme arrebenta com facilidade durante o processo. Foi também observado que algumas bobinas estavam com o miolo amassado, com isso ela não tem estabilidade no suporte fazendo que saia do padrão e haja a geração de resíduos. | Exigir do fornecedor o correto controle de qualidade para que o coeficiente de fricção não fique fora da faixa de especificação e que as bobinas não sejam entregues com o miolo amassado. | Diminuição da geração de resíduos, já que, toda vez que o filme arrebenta é preciso recolocá-lo no sistema de eixos girantes e reajustá-lo. |
| Alimentação manual: este fator ocorre somente na máquina antiga. Neste caso a avaliação quanto à qualidade do produto a ser embalado (tamanho, massa, defeitos) é totalmente pessoal, realizada pelo operador, diferente da máquina nova onde a alimentação é mecânica e os materiais passam pela avaliação de câmeras especiais que | Instalar um sistema de alimentação automatizada com avaliação de qualidade através de câmeras. | Evita a embalagem de materiais fora de especificação e também a geração de resíduos, já que o material pode não ser embalado adequadamente e assim tenha que ser removido da embalagem que será |

| | | |
|---|--|---|
| detectam defeitos no material e expulsam da alimentação os materiais fora de especificação. Caso um material com problema seja alimentado na máquina, resultará na geração de resíduos de filme, pois poderá não ser embalado adequadamente por estar com dimensões fora dos padrões, por exemplo. | | descartada como resíduo. |
| Sensor de parada: na máquina nova há um sensor de parada, onde toda vez que uma peça estiver desalinhada ou mesmo quando faltar material na esteira, ele faz com que a máquina pare. Por outro lado, na máquina antiga não há, então, por exemplo, se faltar material na esteira a bobina continuará rodando e gerando embalagens vazias que serão descartadas como resíduo. | Instalar um sensor de parada na máquina para que no momento em que não houver material a ser embalado ou caso algum dos materiais esteja desalinhado a máquina pare. | Evita que sejam geradas embalagens vazias diminuindo assim a geração de resíduos. |

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, é possível observar que o diagnóstico é de suma importância para aplicação das ações de P+L, pois através dele é possível identificar as oportunidades de melhoria para assim agir sobre elas.

Através do levantamento dos aspectos e impactos ambientais dos processos, foi possível verificar os impactos ambientais de maior significância. O processo produtivo do filme de BOPP bem como o processo de impressão flexográfica e o processo de embalagem causam impactos ambientais significativos, isso mostra a importância de se evitar a geração de resíduos, já que, cada embalagem descartada como resíduo traz consigo uma carga de impactos ambientais e energéticos.

Grandes investimentos, por vezes, são difíceis de serem implantados, como é o caso do sistema de alimentação automatizado com avaliação da qualidade através de câmeras, por isso é preciso que se tenha um estudo detalhado de viabilidade econômica. Já nas questões de qualidade do filme e das bobinas, podem ser feitos acertos com o fornecedor para que ele garanta a qualidade dos produtos, não necessitando nenhum tipo de investimento nesse caso. Quanto ao sensor de parada, este necessita um baixo investimento e pode trazer bons ganhos ambientais e econômicos com a não geração de resíduos. Na continuidade do trabalho esta avaliação econômica será desenvolvida assim como a quantificação dos impactos significativos, com a utilização da ferramenta de avaliação de ciclo de vida.

5. Referências

GUIMARÃES, J. C. F. de, SEVERO, E. A., VIEIRA, P.S., 2017. Cleaner production, project management and Strategic Drivers: an empirical study. J. Clean. Prod. 141, 881-890.

SEVERO, E. A., GUIMARÃES, J. C. F. de, DORION, E. C. H., 2017. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. J. Clean. Prod. 142, 87 – 97.

CHAREONPANICH, M., KONGKACHUICHAY, P., DONPHAI, W., MUNGCHAROEN, T., HUISINGH, D., 2017. Integrated transdisciplinary technologies for greener and more sustainable innovations and applications of Cleaner Production in the AsiaePacific region. *J. Clean. Prod.* 142, 1131-1137.

POPI, M. G. C.B., JESUS, L. B., KULAY, L. A., 2016. Seleção de alternativas de processamento de álcool laurílico etoxilado sulfatado baseada na variável ambiental. V Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida, Setembro de 2016 – Fortaleza – CE – Brasil.

SCHUEROFF, S. (2013). Diagnóstico Ambiental e Propostas para a Aplicação de Produção mais Limpa (P+L), Estudo de Caso: Abatedouro de Frangos Orgânicos. 2013. 71p. (Trabalho de Conclusão de Curso)- Curso de Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC, Criciúma.

MAQUINARIA de embalaje flexible. Trujillo, [S.l.], 14 dic. 2010. Disponível em: <https://plaen.blogspot.com.br/2010_12_12_archive.html>. Acesso em: 18 jul. 2016. Blog: PLAEN - Plásticos, Envasado y Afines.

GASI, T., M., T.; FERREIRA, E. Produção mais Limpa. In: VILELA JUNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (Org.). Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Senac, 2013. p. 45-82.

SEIFFERT, M. E. B., 2011. Sistemas de gestão ambiental (SGA-ISO 14001): melhoria contínua e produção mais limpa na prática e experiência de 24 empresas brasileiras. Atlas, São Paulo.

BHUPENDRA, K. V., SANGLE, S., 2016. Pollution prevention strategy: a study of Indian firms. *J. Clean. Prod.* 133, 795- 802.

CORREIA, B. R. B.; JERÔNIMO, C. E. M., 2012. Oportunidades de Produção mais Limpa no Consumo de Recursos Hídricos da Exploração & Produção de Petróleo *On Shore* no Estado do RN. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v(7), nº 7, p. 1335-1348.