

ANÁLISE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE RECUPERADORA DE SOLVENTES ORGÂNICOS NO SETOR GRÁFICO DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS

Willian Guilherme Simon¹
Cleusa Teresinha Anschau²
Elaine Cristina de Sousa Neves Serpa³
Mara Lúcia Grando⁴

RESUMO

Com o aumento na industrialização e no consumo, as embalagens plásticas se tornaram essencialmente úteis no mercado globalizado. A crescente produção de embalagens plásticas acaba gerando um aumento exponencial dos resíduos provenientes dos processos produtivos sendo, muitos deles, de difícil manejo e descarte como é o caso dos solventes orgânicos utilizados em abundância para a limpeza de equipamentos. O presente artigo tem como objetivo apresentar a viabilidade econômica para a implantação de uma unidade recicladora de solventes visando a redução de custos e de utilização de resíduos químicos. A pesquisa foi realizada em uma empresa da área de embalagens, no setor de impressão, e foram utilizados métodos indutivos e uma pesquisa exploratória classificando-se como um estudo de campo. A coleta de dados foi realizada a partir de observação, do estudo de documentos e da realização de entrevistas para posterior análise qualitativa. Os dados observados mostraram que apesar do gasto mensal com a aquisição de solventes ser consideravelmente alto, o investimento em uma unidade de recuperação de solventes acaba inviabilizado devido ao alto custo do equipamento, visto que, o payback do equipamento, considerando diferentes situações, compreenderia um período entre 13 e 17 meses para se obter o retorno do investimento, porém, a existência de mercados alternativos que praticam preços mais acessíveis, como o mercado chinês, mostra-se atrativo, reduzindo acentuadamente o payback. Ao utilizar a geração de resíduos como métrica para o crescimento produtivo da empresa, observa-se, futuramente, que a utilização do equipamento pode trazer um bom impacto econômico.

Palavras-Chave: Solvente. Embalagens. Recuperação. Payback

1 INTRODUÇÃO

Em uma indústria de embalagens plásticas, além dos resíduos sólidos que podem ser reciclados com facilidade, existem os resíduos químicos que são uma parte importante do processo de produção, porém, possuem uma maior dificuldade de descarte. O controle de resíduos perigosos, assim como seu transporte, armazenamento e tratamento, reutilização e

¹ Graduando em Engenharia Química. UCEFF, 2021. willian.guisim@gmail.com.

² Docente da UCEFF, orientadora da pesquisa. cleusaanschau@uceff.edu.br.

³ Mestre em Engenharia Química, Coordenadora dos Cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Química da Uceff Faculdades, Chapeco SC. E-mail: elaine@uceff.edu.br.

⁴ Mestre em Engenharia de Produção e Docente da UCEFF. E-mail: eng.producao@uceff.edu.br.

recuperação, são de extrema necessidade visando a proteção do meio ambiente e da saúde humana, (SORENSEN et al., 1998 apud LEVADA, 2008).

Os administradores de empresas e os ambientalistas precisam perceber que a indústria não está desligada do meio ambiente, e sim, faz parte dele. Neste ambiente industrializado, as instituições sofrem muita pressão para realizar sua produção demonstrando capacidade de fornecer processos menos agressivos sem comprometer a qualidade dos produtos, (MISSIAGGIA, 2002; apud, ROSA, 2020).

Os resíduos químicos gerados em uma indústria de embalagens têm como característica a dificuldade da destinação quando não fazem mais parte do processo ou não tem mais utilidade industrial. Os compostos químicos gerados, em sua maioria, correspondem a solventes orgânicos que estão presentes no processo, principalmente, de impressão e também na limpeza dos equipamentos. Os solventes orgânicos presentes nas etapas, como outros componentes do processo, apresentam alta toxicidade e devem ser manejados de forma correta para que se possa minimizar os riscos ambientais e possíveis riscos à saúde. Além do fator ambiental envolvendo os produtos químicos da indústria de embalagens, outro fator muito importante a ser considerado é o custo que envolvem esses materiais, tanto o custo de aquisição quanto o custo de tratamento. Os sistemas utilizados para o tratamento adequado de efluentes líquidos gerados requer o auxílio de pesquisas para que possam ser determinados, respeitando a legislação e mantendo custos razoáveis para a instituição, (LATYKI, 2016).

Diante disto, questiona-se: **Como analisar os impactos econômicos da implantação de uma unidade recuperadora de solventes utilizados durante o processo de impressão de embalagens?**

A pesquisa tem como objetivo realizar o estudo dos impactos econômicos da implantação de uma unidade de recuperação de solventes orgânicos. Tem como objetivos específicos a análise de dados sobre o consumo de solventes utilizados para limpeza de equipamentos no setor de impressão de embalagens, avaliar a coletada de dados referentes aos gastos envolvidos na aquisição dos insumos e do equipamento, por fim, avaliar as vantagens econômicas da possível implantação de uma unidade recuperadora de solventes.

A pesquisa está baseada na importância de se desenvolver novos métodos que auxiliem na contenção do uso excessivo de componentes prejudiciais ao meio ambiente, visto que, os resíduos gerados em um ambiente industrial têm o enorme potencial poluidor, além, de gerar custos excessivos para as instituições que necessitam do seu uso.

A busca pela sustentabilidade é um dos valores exigidos em todos os ramos de atuação na área industrial. O uso do conhecimento na análise e modificação dos processos industriais visando a redução da poluição é uma missão diária ao profissional de engenharia química, (CONSEQ, 2021). Justifica-se, portanto, a participação do engenheiro químico na formulação de planos de gestão para resíduos, com o objetivo de identificá-los e gerenciá-los da melhor forma possível, reduzindo os riscos ambientais e gerando, através da recuperação e reutilização, redução de custos para a instituição.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o aumento na demanda global de consumo de produtos industrializados, aumenta-se também, a quantidade de resíduos tóxicos utilizados para tais fins. Com o crescimento industrial e o desejo humano de buscar uma melhor qualidade de vida aumentou significativamente os problemas ambientais causando uma degradação constante do meio ambiente, (LEVADA, 2008).

Os resíduos químicos oriundos dos processos industriais constituem uma boa parcela dos compostos prejudiciais ao meio ambiente. Segundo Coletti (2019), as indústrias químicas são as maiores geradoras de resíduos perigosos e são associadas a elas as responsabilidades por danos ao meio ambiente em qualquer evento de descarte irregular de compostos químicos, sendo os principais alvos dos órgãos ambientais.

A gestão de resíduos em uma empresa, que emprega componentes químicos, se faz extremamente necessária devido ao potencial de nocividade ao meio ambiente. A gestão de resíduos em uma empresa está diretamente ligada à sua eficiência, pois, melhorado a produção diminui-se a geração de resíduos. É necessário, cada vez mais, estabelecer uma produção mais limpa, não apenas para cumprir aspectos legislativos, mas também, pela pressão de uma sociedade civil muito mais informada e organizada, sendo fundamental para que uma empresa atue com certificação e licenciamento ambiental, (SOUZA, 2009).

Para que as instituições possam aderir a modelos de gestão mais sustentável se faz necessária uma análise econômica para que os objetivos produtivos da empresa não sejam afetados de forma a trazer deficiências aos processos. A análise econômica ou análise financeira mostra, além da geração de lucro, o potencial de desenvolvimento, dispondo de métodos que nos permitem avaliar a situação financeira do negócio. O objetivo é determinar o seu desempenho para o melhor uso dos seus recursos. (CLAUDINO, 2021).

2.1 RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS

No desenvolvimento do mercado as embalagens plásticas possuem um papel fundamental, mas, a fabricação excessiva acaba gerando uma quantidade muito grande de resíduos, que nem sempre são biodegradáveis ou assimiláveis pelo ambiente, e sua gestão depende muito das suas características, (HOPEWELL, DVORAK e KOSIOR, 2009; apud ROSA et al, 2020).

Para uma gestão eficiente de resíduos, o conhecimento das quantidades de resíduos e as suas principais características é fundamental para um planejamento dos sistemas de recolha, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos. Para determinar as características da gestão como: infraestrutura, mão-de-obra, equipamentos, impactos socioambientais entre outros aspectos, o gestor necessita de ter boas projeções das quantidades e composições dos resíduos gerados ao longo do tempo, (MARTINHO; GONÇALVES, 2000).

A produção de embalagens tem como característica a geração acentuada de resíduos plásticos decorrente das perdas do processo. Um dos plásticos mais conhecido e utilizados é o polietileno que é obtido através da polimerização do etileno. A polimerização ocorre em ambientes controlados e, à medida que este ambiente é modificado, o polímero adquire propriedades diferentes podendo formar o Polietileno da Alta Densidade (PEAD), composto de macromoléculas grandes que forma um material compacto de alta resistência, e o Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), formado por macromoléculas menores produzindo um material mais flexível que é utilizado na fabricação de sacos e sacolas, (CABRAL et al., 1984; apud BARÃO, 2011). Já o polipropileno, criado a partir da polimerização do gás propileno, também possui uma grande utilização na indústria de embalagens devidos as suas propriedades físicas como: resistência a ruptura, resistência a impactos, resistência química, boa resistência elétrica, (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Grande parte dos resíduos gerados na fabricação de embalagens é fruto de perdas durante o processo e são compostos, basicamente, de substâncias plásticas. Porém, existem resíduos que são produzidos indiretamente e que também devem ser gerenciados. Um exemplo é a embalagem da matéria-prima, que chega do fornecedor embalada em sacos, empilhada em pallets e revestido com filme plástico, utilizado na paletização, para dar sustentação a carga, (SCHRAMM, 2018).

Alguns resíduos gerados são considerados perigosos e necessitam de atenção redobrada quanto a armazenagem e ao tratamento, como é o caso dos solventes, que são substâncias que

quando dissolvem outras substâncias formam líquidos com alto potencial poluidor. Podem ter origem sintética ou natural. São encontrados em estado líquido, em temperatura ambiente, ou em vapor podendo ser classificados quanto a sua estrutura química, (LEVADA, 2008; apud LATYKI, 2017).

Os solventes, por serem amplamente utilizados em diversos tipos de processos e por terem alto grau de periculosidade, são bastante visados para a recuperação e a reutilização. A recuperação e o descarte dos mesmos são tópicos fundamentais que possuem aspectos econômicos e ambientais relevantes, salientando que a não recuperação dos mesmos acarreta um maior custo em termos de tratamento de efluentes ou disposição final de um material que poderia ser reaproveitado, (SANSEVERINO,2002; apud CARUBELLI; PERON, 2016).

2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS

Para que as instituições possam elaborar soluções para as demandas ambientais sem prejudica os processos, necessita-se o conhecimento básicos de gestão de resíduos. “O conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios.”. (SCHALCH et al, 2002 p.71)

A problemática mundial envolvendo resíduos, apesar do recente aumento da industrialização, não surgiu de repente e nem tão recentemente. Registros arqueológicos demonstram que questão da geração de resíduos acompanha a evolução humana desde a transição do nomadismo para o sedentarismo, (MARTINHO; GONÇALVES, 2000).

Para Formosinho (2000) resíduos são substâncias, produtos, ou objetos, que ficaram incapazes de utilização para os fins para que foram produzidos, ou são restos de um processo de produção, transformação ou utilização e, em ambos os casos, pressupõem que o detentor se tenha de desfazer deles.

Para isso instituiu-se a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, segundo Rede Asta (2019) a Política Nacional de. Resíduos Sólidos (PNRS), também conhecida como Lei nº 12.305/10, tem como objetivo regular a forma com que o país lida com os resíduos, exigindo transparência de todos os setores, tanto público como privado. Tem como proposição a prática de hábitos sustentáveis de consumo, o reaproveitamento e a destinação adequada dos resíduos.

Os resíduos industriais restantes dos processos produtivos são um grande problema a ser resolvido no pós-processo, pois, além de gerar custos a indústria, necessita fazer o controle

de danos. “Os resíduos industriais representam um problema para as empresas que os geram, carecendo de gestão adequada no contexto de legislação ambiental crescentemente exigente”. (CASTRO et al, 2004, p.2).

2.2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 10004, 2004) os resíduos sólidos podem ser divididos em três classificações. São elas:

- a) Resíduos classe I (Perigosos);
- b) Resíduos classe II (Não perigosos): resíduos classe II A (Não inertes) e resíduos classe II B (Inertes).

Ainda segundo Martinho e Gonçalves (2000), a classificação dos resíduos pode ser de acordo com as fontes que o produzem (domésticos, comerciais, industriais), pelo tipo de material (papel, vidro, plástico), composição química (orgânicos, inorgânicos), propriedade face aos sistemas (compostáveis, recicláveis), perigosidade (corrosivos, tóxicos, explosivos) e de acordo com a utilização (resíduos de embalagens, resíduos de demolição).

Os compostos químicos, orgânicos ou inorgânicos, presentes na produção fabril podem ser classificados, segundo a política nacional dos resíduos sólidos, como Resíduos Sólidos Classe I que constituem produtos com alta periculosidade em função de suas propriedades físico-químicas e infectocontagiosas e apresentam características como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Nota-se, portanto, que esses resíduos necessitam de atenção do gerador, já que esse tipo de matérias é o principal causador de acidentes ambientais, (OPERSAN, 2018).

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 10004, 2004) os resíduos de classe II podem ser divididos em duas classes, que são:

- a) Resíduo Classe II A - Não Inerte: São aqueles resíduos que não são enquadrados nem como resíduos perigosos (Classe I) e nem como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
- b) Resíduos Classe II B – Inertes: São resíduos que se amostrados e submetidos a um contato com água destilada ou desionizada, em temperatura ambiente, não tiver nenhum de seus constituintes solubilizados alterando os padrões de potabilidade da água, excetuando-se os aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2.2 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS

Segundo a Lei nº 12.305/2009, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), é um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2009)

Para se conhecer os resíduos gerados e uma determinada indústria, o primeiro passo é a implementação de um PGRS, e aquelas cuja atividades possuem grande potencial de impacto ambiental, são obrigados, por legislação, a realizarem seus PGRS e os atualizarem constantemente. É um documento que tem o objetivo de apresentar as características da empresa e as atividades que resultam e descartes de resíduos. É possível também analisar o comportamento dos setores e identificar processos em que a atuação esteja gerando desperdícios de matéria prima que resultam em perdas de insumos, (SEBRAE, s.d).

A gestão relacionada a produtos oriundos de processos industriais é extremamente necessária para que se tenha um controle sobre rejeitos nocivos e se eles estão sendo gerenciados dentro das normas. “Em programas de gestão e gerenciamento de resíduos, um princípio básico é a responsabilidade objetiva, ou seja, o gerador do resíduo é o responsável por ele, de acordo com a Lei 6938/1981”, (BEZERRA, 2019, p.17).

A implantação de um sistema de gestão para estabelecer, tanto um sistema de tratamento, quanto um sistema de reaproveitamento dos componentes de interesse presentes no rejeito, como os solventes, pode ser de grande utilidade e trazer muitos benefícios ambientais e econômicos. “Os resíduos químicos industriais assemelham-se aos resíduos sólidos no que diz respeito à complexidade, pois além de serem gerados em grande quantidade nos processos de produção, são de naturezas diferentes e exigem análises e tratamentos específicos”, (BEZERRA, 2019, p.16).

Os solventes utilizados no processo de impressão, após sua utilização, acabam gerando grandes problemas como: armazenagem (dificultada pelo grande volume), transporte e tratamento. Para Marques (2019, apud OLIVEIRA et al, 2011) uma das soluções economicamente viáveis para a recuperação de solventes é a implantação de um equipamento de destilação que permite purificação do solvente para que possa ser utilizado novamente no processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O conjunto de atividade sistêmicas utilizadas para atingir determinado objetivo com segurança e economia é a definição de método, utilizado para traçar o caminho, detectar erros e auxiliar nas decisões, (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para essa pesquisa foi utilizado o método indutivo que parte da coleta de dados e da observação de dados concretos para posterior generalização, fundamentando-se no empirismo, sem levar em conta princípios preestabelecidos. No método indutivo, quando se deseja conhecer as causas de fatos ou fenômenos a observação é o primeiro passo a ser realizado. A seguir procura-se, por comparação, as relações existentes entre eles. A generalização, por fim, é aplicada na relação verificada entre os fator ou fenômenos, (GIL, 2008).

O nível da pesquisa é exploratório buscando a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores com a finalidade de mudar, desenvolver ou esclarecer ideias e conceitos. Levantamento bibliográfico e documental, entrevistas e estudos de caso fazem parte da pesquisa exploratória onde, procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas não são muito aplicados. Portanto, tem o objetivo de proporcionar uma visão mais ampla de um fato. O produto da pesquisa exploratória é um fato, ou fenômeno, mais esclarecido que só então e passível de receber procedimentos sistematizados, (GIL, 2008).

O delineamento desta pesquisa classifica-se como pesquisa de campo. “O interesse da pesquisa de campo está voltado para o estudo de indivíduos, grupos, comunidades, instituições e outros campos, visando à compreensão de vários aspectos da sociedade” apresentando algumas vantagens como: o acúmulo de informações que podem ser utilizadas por outros pesquisadores para finalidades diferentes e facilidade na obtenção de amostragem, (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.189). A pesquisa foi direcionada, principalmente, para o setor de impressão que é responsável por gerar a maioria dos resíduos químicos, entre eles os solventes, que são o principal foco do artigo.

O instrumento de coleta de dados, ainda, para Marconi e Lakatos (2003) é onde se inicia a aplicação das técnicas selecionadas. Esta etapa costuma tomar muito tempo do pesquisador exigindo-lhe paciência, perseverança e esforço pessoal além de necessitar um bom preparo anterior. O planejamento prévio é importante para que não haja desperdício de tempo e é fundamental que a aplicação dos instrumentos seja rigorosamente controlada. Ainda segundo o autor a coleta de dados pode ser dividida em vario procedimento que variam com a

circunstância. Para a presente pesquisa foram utilizados os instrumentos de coleta de dados: observação, documentos e entrevista.

O método da observação é um elemento fundamental no método de pesquisa possibilitando a formulação do problema, a construção da hipótese, coleta, análise e interpretação dos dados podendo ser utilizada em conjunto com outras técnicas. A observação configura-se na utilização dos sentidos para a aquisição de dos conhecimentos necessários, (GIL, 2008). A partir disto, a pesquisa, em um primeiro momento, baseou-se na observação de todos os processos produtivos que constituem a fabricação de embalagens para se obter o conhecimento sobre quais resíduos são gerados em cada etapa da produção.

Já, o método de análise documental é uma técnica de coleta de dados em que a fonte está restrita a documentos, escritos ou não, podendo ser realizada durante o acontecimento do fato ou posteriormente, (MARCONI; LAKATOS, 2003). Os dados coletados na pesquisa, referentes a geração de resíduos, foram obtidos através de uma fonte primaria, isto é, de documentos e arquivos privados dispostos em formato de planilhas e exibidos e um software de controle de produção. Os documentos contêm dados sobre apontamentos realizados durante o processo de fabricação, constituindo uma fonte importante para acompanhamento e tomada de decisão. Os dados foram coletados durante o período de 16 de agosto de 2021 até 04 de novembro do mesmo ano durante o período do estágio curricular obrigatório.

A técnica de entrevista pode ser considerada uma forma de interação social em que o investigador se apresenta frente ao investigado formulando perguntas e obtendo respostas que interessam a investigação. É uma forma de diálogo assimétrico em que uma das partes busca a informação e a outra toma para si o papel de fonte da informação, (GIL, 2008). Os dados, referentes ao setor de impressão, necessários para a elaboração do artigo, foram obtidos através de questionamentos sem elaboração prévia, sobre o funcionamento do processo de impressão, realizado juntamente ao responsável pelo setor, especialmente, na limpeza dos equipamentos. Dados sobre consumo e valores referentes aos solventes orgânicos forma obtidos através da mesma técnica, juntamente ao responsável pelo almoxarifado que possui atribuição para controle de estoque e compra de solventes. As entrevistas foram realizadas durante o período de estagio decorrido entre os meses de agosto/2021 e outubro/2021.

Quando a pesquisa abrange um universo muito grande de elementos, para que se torne possível considerá-los, é necessário, frequentemente, se trabalhar com uma amostra, ou seja, uma pequena parte dos elementos que compõem o universo, (GIL, 2008). Neste sentido, a amostras a serem coletadas correspondem aos dados de produção e aos dados econômicos

referentes ao consumo de componentes químicos, como os solventes orgânicos utilizados para a limpeza de equipamentos de impressão.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa foi utilizada por apresentar aspectos onde o levantamento e a pesquisa não foram definidos previamente por não possuir fórmulas ou receitas para orientar a pesquisa dependendo muito do estilo do pesquisador. A pesquisa foi baseada, como dito anteriormente, em observação e análise de dados obtidos em documentos e entrevistas, sem que houvesse programação antecipada ou cronograma de atuação. Os dados obtidos foram selecionados direcionando-os para área de interesse e de amostragem da pesquisa. Os dados coletados foram expostos para a análise e para as devidas explicações, (GIL, 2008).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em uma indústria de embalagens flexíveis, onde foram realizadas observações para caracterizar os resíduos gerados nas etapas envolvidas no processo, tendo como principal foco o setor de impressão, que é responsável pela maior parte dos resíduos químicos. O produto químico de interesse para a pesquisa se trata de um solvente orgânico utilizado para a limpeza dos equipamentos de impressão necessitando ser recuperados após a utilização.

A maioria dos resíduos identificados são de Classe II, sendo classificados como não perigosos, o que facilita sua armazenagem e seu tratamento. Dos resíduos da Classe II, gerados na produção, as aparas representam a maior parte, pois, são geradas em todos os processos de fabricação. Outros que também apresentam problemas são resíduos gerados indiretamente como pallets e resíduos de manutenções (lâmpadas, sacos e tubos de exaustão). Os pallets ocupam muitos espaços e são de difícil descarte e os resíduos de manutenções necessitam de um armazenamento especial, principalmente as lâmpadas.

O Quadro 1 identifica os resíduos gerados durante a impressão, principal foco de geração de produtos perigosos.

Quadro 1: Resíduos identificados durante impressão de embalagens

RESÍDUO	CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM	TRATAMENTO
Toneis	Classe II B	Armazenagem de solventes/aditivos	Reutilização e Logística Reversa
Tintas	Classe I	Sobra do processo de impressão	Reutilização

Quadro 2: Resíduos identificados durante impressão de embalagens (continuação)

RESÍDUO	CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM	TRATAMENTO
Verniz	Classe I	Processo de impressão	Reutilização
Vapores	Classe I	Secagem Impressão	Não recebem tratamento
Solvente	Classe I	Limpeza de ferramentas de impressão	Reciclagem e Reutilização

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Resíduos como baldes e toneis que são gerados na impressão apresentam alguns problemas quanto ao descarte e a armazenagem, pois, a reciclagem é mais complicada que a de outros resíduos considerando que sua reutilização é baixa, acabam ocupando muito espaço e devem ser mantido abrigados para que não se tornem reservatórios de água parada.

A Figura 1 mostra a impressora flexográfica utilizada no processo de impressão no qual são utilizados aditivos, para atribuir a tinta diferentes características, e solventes na limpeza do equipamento. Durante a impressão flexográfica, os equipamentos utilizados, em sua grande maioria, entram em contato com as tintas presentes no sistema, necessitando passar por uma limpeza para que possam ser reutilizados. Peças importantes como injetores, tubos e clichês, após o uso, passam pelo processo de limpeza para que a tinta residual não tenha interferência em impressões posteriores.

Figura 1: Impressora Flexográfica

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Todos os resíduos identificados recebem o tratamento adequado, porém, alguns podem receber tratamentos específicos para que se torne possível uma reutilização como é o caso dos solventes orgânicos utilizados na limpeza de equipamentos. Contudo, os solventes utilizados como diluentes nas tintas, em sua maioria, evaporam tornando o processo de coleta e recuperação muito complicado e custoso sendo eficientemente usado por empresas que possuem uma grande quantidade de equipamentos de impressão, ou seja, que possuem um volume de geração muito acentuado que viabilizada a recuperação dos vapores emitidos pelas impressoras.

4.1 RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES

Os solventes orgânicos são utilizados na indústria de embalagens para a realização de limpeza de equipamentos bem como para alterar as características físicas das tintas utilizadas na impressão. Esses compostos químicos são classificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como resíduos de Classe I, ou seja, são considerados perigosos e devem receber tratamento especial se tratando de armazenagem e descarte.

Figura 2: Reservatório de solventes e aditivos para a impressão



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A Figura 2 apresenta o armazenamento de solventes e de outros aditivos utilizados no processo de fabricação. Neste caso, os solventes são novos ou recentemente recuperados por uma empresa terceirizada, que realiza a coleta dos solventes usados, recupera-os e os revende.

Figura 3: Tanques para descarte de solventes



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A Figura 3 mostra os recipientes onde são despejados os solventes que foram utilizados. Posteriormente, estes resíduos são entregues a uma empresa terceirizadas que realiza a recuperação e a revenda, se necessário, dos solventes.

A utilização de solventes pela empresa tem como principal objetivo a realização de limpezas em peças que compõem o sistema de impressão de embalagens. Em agosto de 2021 foram adquiridos 23.400 litros de solvente para a realização do trabalho ao custo de R\$4,68 por litro de solvente já somado aos impostos que são diluídos no custo final do produto. Já o preço dos solventes, sem os impostos, tem o custo de R\$3,69, ou seja, um gasto total de R\$83.360,00 sem contabilizar os impostos, e um gasto, contabilizando os impostos de R\$109.512,00.

Após a utilização o solvente é encaminhado a uma empresa que realiza a sua recuperação e revende o solvente a um custo de R\$ 0,60 por litro. A recuperação dos solventes possui uma taxa de conversão que pode variar entre 85% e 95% devido as perdas do processo por evaporação ou pela quantidade de resíduos indesejados presentes no solvente. A quantidade recomprada de solventes foi um total, aproximado, de 90% do solvente enviado para a recuperação somando 21400 litros, ou seja, R\$12.840,00.

Portanto, o custo somado de compra de solvente novo e reutilizado ficou em R\$122.412,00. Em uma análise mais ampla o cálculo de gastos com a aquisição de solvente pode somar, aproximadamente, R\$ 1.500.000 no período de um ano.

O Quadro 2 mostra a compilação dos dados referentes os gastos relacionados a aquisição dos solventes orgânicos.

Quadro 3: Gastos envolvidos na compra de solventes

AQUISIÇÃO 08/2021	SOLVENTE COM IMPOSTO (R\$4,68/L)	SOLVENTE SEM IMPOSTO (R\$3,69/L)	SOLVENTE TRATADO 90% (R\$0,60/L)	CUSTO TOTAL	CUSTO ANUAL
23.400 litros	R\$109.512,00	R\$83.360,00	R\$12.840,00	R\$122.412,00	≈R\$1.500.000

Fonte: Dados da Pesquisa 2021

4.1.1 Equipamento para recuperação de solventes

Foram realizados cálculos para determinar a capacidade mínima necessária do equipamento para que pudesse suprir a demanda da recuperação dos solventes. Primeiramente, determina-se quantos dias de operação serão realizados, para este caso, foi determinado que o equipamento operaria durante 20 dias/mês, divididos em 2 turnos de 8 horas, totalizando 320 horas de operação mensalmente. Após buscou-se pelas especificações de alguns equipamentos e constatou-se que as operações acontecem em ciclo que duram entre 4 e 5 horas, portanto, utilizou-se uma média de 4,5 horas por ciclo totalizando 71 ciclos durante o período de 320 horas mensais disponíveis. Com todos os dados em mãos, foi possível obter a capacidade mínima do equipamento para que se pudesse suprir a demanda, portanto, necessitar-se-ia que o equipamento dispunha de uma produção mínima de 600 litro de solvente por ciclo. A Tabela 1 relaciona os elementos analisados para o cálculo de capacidade.

Tabela 1: Elementos para o cálculo de capacidade do equipamento

Elementos de Controle	
Dias mensais de operação	20
Quantidade de turnos (8 horas)	2
Tempo de operação mensal (horas)	320
Tempo de ciclo do equipamento (horas)	4,5
Quantidade de Ciclos	71
Capacidade do equipamento (Litros)	600

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com a determinação da capacidade do equipamento estimou-se a quantidade de solvente que pode ser reciclado utilizando os elementos da Tabela 1. Se considerar que a geração média de solventes é em torno de 25.000 litros/mês, tem-se, nesta configuração de operação, o suprimento da demanda, possuindo a capacidade de recuperar 46.933,33 litros/mês. Utilizando-se de projeções, pode-se considerar que empresa em questão, apresenta um elevado potencial

de crescimento produtivo lavando ao aumento na produção de resíduos. Prevendo tal crescimento, pode-se ajustar os cálculos visando uma produção mais elevada permitindo que o equipamento atenda as demandas por um tempo maior.

Tabela 2: Custos de implantação da recicladora

Custos	Valor (R\$)
Recicladora de Solventes	1.829.000,00
Conversão	12.241,20
Descarte de Resíduo	15.000,00
Consumíveis	10.000,00
Energia	8.175,00
Solventes	130.622,00

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A Tabela 2 mostra os custos envolvidos na implantação de uma estação de tratamento de solvente onde foram considerados valores mensais, exceto, para o custo da recicladora que corresponde a um valor unitário do equipamento. O custo energético foi calculado utilizando o gasto potencial do equipamento que é de 48 KW/h de consumo. Os custos apresentados foram calculados utilizando valores específicos, obtidos durante a período da pesquisa, que podem sofrer alterações, como no caso dos solventes e das tarifas elétricas.

A Figura 4 mostra o equipamento para a recuperação de solventes fornecido no Brasil:

Figura 4: Recuperadora de Solventes



Fonte: Adaptado de WS EQUIPAMENTOS (2021).

A operação do equipamento, segundo o próprio fornecedor, é muito facilitada e não necessita de um funcionário específico para a operação precisando apenas de um treinamento para realizar as trocas necessária nos sistemas como a retirada dos toneis cheios e reposição dos toneis vazios no equipamento. As manutenções relacionadas ao equipamento podem ser realizadas de forma programada a cada seis meses, porém, o fornecedor informa que as manutenções podem ser necessárias somente após cinco anos de utilização, garantindo também, uma vida útil de 20 anos.

A Tabela 3 apresenta o cálculo de Payback, desconsiderando que a empresa, após o investimento, não precisaria adquirir solvente novo para a realização das atividades e supriria a demanda apenas com o solvente recuperado. Nesta condição, o Payback demonstrado, compreenderia um período entre 14 e 15 meses para que se possa haver o retorno do investimento.

Tabela 3: Payback desconsiderando a compra adicional do solvente

Meses	Custo (R\$)	Saldo (R\$)
0	1.829.000,00	
1	130.622,00	-1.698.378,00
2	130.622,00	-1.567.756,00
3	130.622,00	-1.437.134,00
4	130.622,00	-1.306.512,00
5	130.622,00	-1.175.890,00
6	130.622,00	-1.045.268,00
7	130.622,00	-914.646,00
8	130.622,00	-784.024,00
9	130.622,00	-653.402,00
10	130.622,00	-522.780,00
11	130.622,00	-392.158,00
12	130.622,00	-261.536,00
13	130.622,00	-130.914,00
14	130.622,00	-292,00
15	130.622,00	+130.330,00

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Já, a Tabela 4 mostra o valor de Payback quando necessário a aquisição de solvente novo. Por se tratar de um procedimento que gera perdas no processo, necessita-se trabalhar com um valor para o rendimento do processo que, segundo alguns fornecedores, pode variar entre 85% e 95%, dependendo da composição do solvente a ser recuperado, o que mostra a

necessidade de reposição de solvente. Para esta situação foi utilizado como base um rendimento de 85%, ou seja, uma reposição de 15% de solvente.

Tabela 4: Payback considerando a compra adicional de solvente

Meses	Custo (R\$)	Saldo (R\$)
0	1.829.000,00	
1	111.028,00	-1.7179.72,00
2	111.028,00	-1.606.944,00
3	111.028,00	-1.495.916,00
4	111.028,00	-1.384.888,00
5	111.028,00	-1.273.860,00
6	111.028,00	-1.162.832,00
7	111.028,00	-1.051.804,00
8	111.028,00	-940.776,00
9	111.028,00	-829.748,00
10	111.028,00	-718.720,00
11	111.028,00	-607.692,00
12	111.028,00	-496.664,00
13	111.028,00	-385.636,00
14	111.028,00	-274.608,00
15	111.028,00	-163.580,00
16	111.028,00	-52.552,00
17	111.028,00	+58.476,00

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Considerando uma situação de idealidade, onde se necessita a reposição de solvente, o Payback pode ser estimado em um período entre 16 e 17 meses, considerado um tempo alto para o retorno do investimento.

Algumas outras situações podem interferir nos resultados, como a realização do investimento utilizando financiamentos. Se financiado, o valor total do investimento, considerando uma taxa de juros de 10% sobre o valor do investimento, acrescenta-se ao cálculo o valor do juro, que seria de R\$ 182.900,00; que somado ao valor do equipamento totaliza um investimento total de R\$ 2.011.900,00.

A Tabela 5 apresenta a alteração do Payback com a adição de um possível financiamento.

Tabela 5: Payback considerando financiamento para a realização do investimento

Meses	Custo (R\$)	Saldo (R\$)
0	2.011.900,00	

1	130.622,00	-1.881.278,00
2	130.622,00	-1.750.656,00
3	130.622,00	-1.620.034,00
4	130.622,00	-1.489.412,00
5	130.622,00	-1.358.790,00
6	130.622,00	-1.228.168,00
7	130.622,00	-1.097.546,00
8	130.622,00	-966.924,00
9	130.622,00	-836.302,00
10	130.622,00	-705.680,00
12	130.622,00	-444.436,00
13	130.622,00	-313.814,00
14	130.622,00	-183.192,00
15	130.622,00	-52.570,00
16	130.622,00	+78.052,00

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observa-se, portanto, que a realização de um financiamento para a realização do investimento acaba aumentando o tempo de retorno para um período entre 15 e 16 meses.

Os resultados encontrados utilizando diferentes fatores, que poderiam alterar significativamente os valores referentes ao retorno do investimento, mostram que o Payback se encontra em uma faixa de 13 a 17 meses resultando em um período considerado elevado para que o investimento se torne viável.

4.1.2 Alternativas de mercado

A análise de custos realizada levou em considerações os valores praticados no mercado interno brasileiro. A maioria dos equipamentos, adquiridos nacionalmente, são fruto de importação, o que acaba agregando um alto valor ao produto devido aos impostos atribuídos a produtos importados. Contudo, existem mercados em que o crescimento industrial exponencial possibilitou uma concorrência na produção tornando os preços, mesmo com a atribuição de impostos, atrativos tendo como um dos exemplos mais contundentes o mercado chinês.

Durante a pesquisa, a utilização da importação direta mostrou-se extremamente atraente devido aos preços praticados. Os produtos relacionados com a recuperação de solventes, segundo os fornecedores, possuem qualidade e garantia semelhantes aos produtos comercializados no Brasil, mas, com um preço muito abaixo.

A Tabela 6 apresenta o resultado do Payback para o equipamento importado da China.

Tabela 6: Payback considerando o valor no mercado chinês sem o custo de importação

Meses	Custo (R\$)	Saldo (R\$)
0	366.954,44	
1	148.577,00	-218.377,44
2	148.577,00	-69.800,44
3	148.577,00	+78.776,56

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os valores estabelecidos como base pelos fornecedores chineses, para um equipamento semelhante ao avaliado anteriormente, é de US\$ 65.999,00 ou R\$ 366.954,44 (cotação do dólar para o dia 26/10/2021). Mesmo que adicionados os custos de importação, transporte e seguro ainda assim, o valor pode ser considerado extremamente baixo o que pode viabilizar a aquisição.

Os resultados do Payback mostram, sem considerar outros custos como impostos e transporte, que o retorno do investimento é de 2 a 3 meses o que pode ser considerado muito satisfatório. Se houver a adição dos custos de importação e transporte os resultados mostram um aumento no tempo de retorno para aproximadamente 6 meses o que ainda pode ser considerado baixo se comparado com o equipamento adquirido nacionalmente.

A capacidade do equipamento deve ser levada em consideração, pois, o equipamento chinês possui uma capacidade de recuperação menor que os equipamentos avaliados nacionalmente, o que necessita uma alteração nos elementos de operação do equipamento, aumentando o número de horas disponíveis.

4.1.3 Vantagens e desvantagens da utilização de uma recicladora de solventes

A aquisição de solventes, como já avaliado anteriormente, pode acarretar custos altíssimos para o empreendedor. A aquisição do equipamento de recuperação tem muitas vantagens que podem ser exploradas, porém, as desvantagens podem ter papel fundamental na tomada de decisão. O Quadro 2 relaciona as vantagens e desvantagens da implantação da unidade recicladora de solventes.

Quadro 4: Vantagens x Desvantagens

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Redução na compra de solventes	Geração de resíduo
Minimização de riscos na área externa	Área de implantação

Marketing e propaganda	Aumento no gasto energético
Solvente com alta pureza sem adição de outros componentes químicos indesejados	Aquisição de novos insumos e manutenções

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A principal vantagem que poder observada é a redução no custo de compra de solventes, visto que, haverá a diminuição da necessidade de compra de solvente por parte da instituição. Além disso, vantagens como a diminuição de riscos são um fator importante a ser considerado, pois, a diminuição na quantidade armazenada e o trânsito de tanques contendo solventes diminuirá, além do equipamento possuir sistema de segurança para evitar acidentes com o material inflamável. O setor de marketing e propaganda também pode se beneficiar a partir da criação de conteúdos relacionados com a sustentabilidade, mostrando que a instituição faz o gerenciamento e a recuperação de seus resíduos. A obtenção de uma garantia, referente a composição dos solventes recuperados, é uma vantagem que permite a padronização, sem o risco de obter produtos com a composição indesejada que pode influenciar na quantidade de solvente utilizado para a realização de determinado trabalho.

A geração de novos resíduos, pelo processo de recuperação de solventes, é a principal desvantagem da implantação, pois, o novo resíduo necessita de destinação gerando uma nova relação com custos de descarte. O equipamento, apesar de possuir dimensões relativamente pequenas, deve ser mantido em um local apropriado, o que levaria a instituição a realizar a adequação de um espaço para que o equipamento possa ser instalado. O aumento do gasto energético pode variar dependo da utilização equipamento, porém, mesmo que utilizado por períodos muito longos, o gasto com energia pode ser considerado baixo. A aquisição de insumos para a o funcionamento do equipamento possuir um baixo valor, visto que, são poucos insumos necessários para a realização do procedimento. As manutenções, apesar de uma garantia do fornecedor, também são determinantes devido aos custos. O equipamento, se não possuir sistema automatizado de realimentação e de retirada do solvente após o término dos ciclos, necessita que um operador realize a retirada e reposição dos tambores, o que leva a instituição a treinar e designar um funcionário para que realizar tais tarefas.

Apesar do número de desvantagens ser maior que o de vantagens observou-se, durante os cálculos de Payback, que os custos envolvendo as desvantagens não seriam suficientemente altos para tornar a recuperação economicamente ruim, ou seja, por mais que os custos das desvantagens tenham um valor significativo, ainda assim, o valor economizado com a recuperação dos solventes é atrativo e compensatório.

A incorporação de processos para a recuperação de solventes industriais já possui utilização prática por grandes corporações do ramo de embalagens plásticas trazendo benefícios como a otimização de processos, melhor aproveitamento energético e redução do impacto ambiental. Em grandes escalas, como é o caso de empresas com volume de produção muito maiores, os processos de reaproveitamento e tratamento dos solventes orgânicos atinge níveis altíssimos de tecnologia fornecendo meios de recuperação não convencionais como a captação dos vapores emitidos dentro do ambiente, principalmente, de impressão, porém, este nível de tecnologia implica em altos custos de implantação, tornando o método de recuperação por equipamentos, como as recuperadoras apresentadas na pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A procura por meios de produção mais limpa, objetivando a sustentabilidade, sem comprometer as instituições no aspecto financeiro, é um desafio árduo, porém, necessário. A pesquisa teve como objetivo a intenção de realizar o estudo de viabilidade de implantação de uma unidade de recuperação de solventes orgânicos de fornecer uma alternativa para a reutilização de resíduos, possibilitando aliar a sustentabilidade e os aspectos econômicos, fornecendo uma diminuição de gastos e de utilização de insumos.

O grande volume de solventes utilizados no setor de impressão de embalagens, para realização de limpeza dos equipamentos, tem um grande impacto econômico para a instituição, o que tornaria a recuperação uma excelente alternativa para a redução de custos. A recuperação possui altas taxas de conversão tornando possível a diminuição na compra de solventes novos e, como consequência, diminuiria a quantidade, em volume, de resíduos passíveis de gerenciamento.

Contudo, segundo o levantamento de custos realizado, a recuperação de solventes, neste momento, pode ser considerada inviável devido ao alto custo de compra do equipamento fornecido no mercado brasileiro que, na maioria dos casos, é importado e acaba tendo os custos elevados pelas altas taxas de importação praticadas no Brasil.

Porém, a busca por meios que poderiam diminuir o tempo de retorno do investimento, mostrou que mercados em ascensão, como mercado chinês, podem proporcionar alternativas ao alto custo. Diante disto, constatou-se que a importação direta pode ser atrativa devido ao baixo custo, chegando a valores que correspondem a 50% do valor do produto vendido no

Brasil, incluindo impostos de importação. Nesta perspectiva, notou-se uma grande diminuição do Payback, tornado possível a viabilidade de implantação.

O investimento na recuperação de solventes é um grande passo em direção a sustentabilidade e a redução de custos, porém, se o desejo da instituição é delegar investimento para melhorar e aumentar a produção, o valor do equipamento de recuperação de solventes pode ser parte importante do orçamento da empresa, o que ocasiona um direcionamento do investimento para os setores da produção.

Portanto, a implantação de uma unidade recuperadora de solventes, mostra-se atraente quanto a análise de diminuição de gastos e sustentabilidade, mas, acaba esbarrando nos altos valores de implantação. Ao utilizar projeções baseadas na geração de resíduos, em breve, a instituição poderá realizar o investimento, visto que, o aumento da produção levará ao aumento de resíduos, o que diminuirá o tempo de retorno do investimento, tornando viável a recuperação dos solventes.

O desenvolvimento de novas tecnologias e métodos para a recuperação dos solventes orgânicos, visando a diminuição de custos não só de aquisição dos solventes, mas também barateando o valor dos equipamentos, é uma alternativa futura que pode implicar em benefícios para as corporações e, por consequência, para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. 2004. Disponível em: /. Acesso em: 16 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS QUÍMICAS (ABIQUIM) – **Produção, vendas internas e demandas dos produtos químicos de uso industrial mantêm ritmo de crescimento em 2021** – Notícias ABIQUIM, março de 2021. Disponível em: <https://abiquim.org.br/comunicacao/noticia/9392> – Acesso em: 04/10/2021

BARÃO, Mariana Zanon. **Dossiê Técnico: Embalagens para produtos alimentícios – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Paraná: TECPAR, 2011.

BEZERRA, Rayanne Araujo. **Recuperação de solvente (acetoneitrila) por métodos de destilação**. 2019.. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Escola Superior de Tecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019. pag.16 e 17.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. . Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivel_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 ago. 2021.

CARUBELLI, Célia Regina; PERON, Ana Paula. **Vantagens ambientais e econômicas da recuperação de solventes utilizando a técnica de destilação fracionada.** In: CONEX - Conversando Sobre Extensão, 13., 2015, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016. p. 1-6.

CASTRO, Fernando; VILARINHO, Cândida; SOARES, Delfim. **Gestão de Resíduos Industriais por Incorporação em Materiais para Construção Civil.** In: Congresso Iberoamericano De Metalurgia Y Materiales, 8., 2004, Quito. **Anais [...]**. Quito: Iberomet, 2004. p. 2.

CLAUDINO, Kelvin. **A importância da análise financeira na gestão da empresa.** 2021. Disponível em: <https://conube.com.br/blog/analise-financeira/>. Acesso em: 02 mar. 2022.
COELHO, Rivaldo Teodoro. **Contribuição ao estudo da aplicação de materiais alternativos nos compósitos a base de cimento Portland: uso de grãos de polipropileno reciclado em substituição aos agregados do concreto.** 2005. 150p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258509>>. Acesso em: 20 set. 2018

COLETTI, Guilherme Furlan; TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLLI, José Albertino. **Recuperação de acetona em resíduos laboratoriais: uma abordagem sobre aspectos da gestão, operacionais e da eficiência ambiental.** In: QUÍMICA NOVA, 0., 2019, Piracicaba. **Anais [...]**. [S.L.]: Química Nova, 2019. p. 1-8..

CONSEQ (org.). **Como a Engenharia Química Pode Te Ajudar?** 2021. Disponível em: <https://conseqconsultoria.com.br/como-a-engenharia-quimica-pode-te-ajudar/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

FORMOSINHO, Sebastião J.; PIO, Casimiro A.; BARROS, José Henrique; CAVALHEIRO, José R.. **Parecer relativo ao tratamento de resíduos industriais perigosos.** Aveiro: Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incineração, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LATYKI, Bruna Lupepsa. **Comparação entre os métodos de recuperação de solvente industrial por destilação simples e fracionada.** 2017. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

LEVADA, Juliana Cristina. **Gestão e gerenciamento de resíduos químicos e aplicação da tecnologia de destilação na recuperação de solventes orgânicos: estudo de caso da reciclagem do xileno.** 2008. 60 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Química Analítica, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo., São Carlos, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, Kleber Augusto. ROCHMAM Comércio de Equipamentos e Montagem. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS, 16., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Abrafati, 2019. p. 1-8.

MARTINHO, Maria da Graça Madeira; GONÇALVES, Maria da Graça Pereira. **Gestão de Resíduos**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

OPERSAN (org.). **Resíduos classe I ou resíduos classe II: qual é a diferença?** 2018. Disponível em: <http://info.opersan.com.br/residuos-classe-1-ou-residuos-classe-2-qual-e-a-diferenca>. Acesso em: 08 set. 2021.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Conversando sobre ciências em alagoas. Maceió: Edufal, 2005.

REDEASTA. **A quem se destina a PNRS (Política Nacional dos Resíduos Sólidos)?** 2019. Disponível em: <https://www.redeasta.com.br/post/a-quem-se-destina-a-pnrs-politica-nacional-dos-residuos-solidos>. Acesso em: 08 out. 2021.

RODRIGUES, Taynara Tatiane. **Polímeros nas indústrias de embalagens**. 2018. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – Mg, 2018.

ROSA, Tiago Oscar da; SALES, Gabriel Fernandes; CARVALHO, Taís Soares de; GUERREIRO, Eliana Maria Andriani; SANTOS JÚNIOR, Elias Lira dos. **Gerenciamento de resíduos industriais em uma empresa paranaense de embalagens plásticas**. In: Congresso Sul-Americano De Resíduos Sólidos E Sustentabilidade, 3., 2020, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. p. 1-9

SCHALCH, Valdir; LEITE, Wellington Cyro de Almeida; FERNANDES JÚNIOR, José Leomar; CASTRO, Marcus Cesar Avezum Alves de. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. P.71

SCHRAMM, Alexandra Mara. **Identificação dos resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo da indústria de embalagens flexíveis para a correta destinação**. 2018. 33 f. Curso de Gestão Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SEBRAE - **Como implementar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em sua empresa** – Núcleo de Inteligência e Sustentabilidade. Disponível em: www.sustentabilidade.sebrae.com.br – Acessado em: 13/09/2021

SOUZA, Patrícia Aparecida Ferreira de. **Recuperação Do Solvente dos Resíduos Do processo De Pintura Na Indústria Moveleira**. 2019. 106 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

STALTER, Carline Fabiane. **Avaliação ambiental e econômica do processo de embalagem de utilidades domésticas a partir da abordagem de produção mais limpa**. 2017. 126 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação, – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

WSEQUIPAMENTOS. **Recuperador de Solvente 600L**. 2021. Disponível em:
<https://wsequipamentos.com.br/produto/recuperador-de-solvente-600l>. Acesso em: 21 out.
2021.