

ANÁLISE DO DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM TINTAS EM UMA EMPRESA ESPECIALIZADA EM EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO: ESTUDO DE CASO

WASTE SOLID WASTE DISPOSAL ANALYSIS IN A COMPANY SPECIALIZED IN CORRUGATED PAPER PACKAGING: CASE STUDY

88

Natália Porfirio Rossi¹; Joaquim M. F. Antunes Neto²

2- *Bacharel em Química e Tecnóloga em Gestão da Produção Industrial, pela Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco” (FATEC de Itapira);*

1- *Doutor em Biologia Funcional e Molecular, na área de Bioquímica, pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, e docente da FATEC de Itapira e da Faculdade Municipal Prof. Franco Montoro (FMPFM – Mogi Guaçu).*

Contato: joaquim_netho@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os procedimentos de tratamento dos resíduos de tintas utilizados na estampagem de embalagens produzidas a partir de papelão ondulado e dimensionar a relevância do reuso de efluentes tratados para racionalização da água no processo produtivo. Trata-se de um estudo de caso de caráter transversal, cujo objetivo foi estreitar o conhecimento sobre tratamento específico da natureza dos efluentes, o que permitiu explicar tal fenômeno com fundamentação científica. O controle do pH da água de reuso é de extrema importância na estratégia de envio desta para a rede de esgoto e alterações extremas têm implicações sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano. Pôde-se averiguar que a faixa de pH obtida da coleta de água de reuso da empresa residia em 7,8 no dia de mensuração, apresentando condição satisfatória. O uso de sulfato de alumínio como agente coagulante possibilita eficiência em remoção de turbidez e controle de pH. Conclui-se que os ganhos ambientais são obtidos tanto na redução da captação de água quanto na redução da emissão de poluentes ao meio ambiente, preservando esse recurso natural em quantidade e qualidade.

Palavras-chaves: Gestão. Resíduos Sólidos. Legislação. Indústrias.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the treatment procedures of waste ink used in the stamping of packaging made from corrugated cardboard and to measure the relevance of the reuse of treated effluents to rationalize water in the production process. This is a cross-sectional case study, whose objective was to narrow the knowledge about specific treatment of the nature of effluents, which allowed to explain this phenomenon with scientific basis. Control of the reuse water pH is extremely important in the strategy of sending it to the sewage system and extreme changes have implications for the quality of water intended for human consumption. It was verified that the pH range obtained from the company's reuse water collection resided at 7.8 on the measurement day, presenting a satisfactory condition. The use of aluminum sulfate as a coagulant enables efficiency in turbidity removal and pH control. It is concluded that environmental gains are obtained both in reducing water abstraction and reducing pollutant emissions to the environment, preserving this natural resource in quantity and quality.

Keywords: Management. Solid waste. Legislation. Industries.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI)¹, o Brasil é um dos cinco maiores mercados mundiais para tintas. Há centenas de fabricantes, de grande, médio e pequeno porte, espalhados por todo o país, correspondendo os dez maiores fabricantes a 75% do total das vendas brasileiras. Os grandes fornecedores mundiais de matérias-primas e insumos para tintas estão presentes no país, de modo direto ou através de seus representantes (FAZENDA, 2009; FAZENDA, 2005)

No ano de 2018, o volume de tintas produzido foi de 1,548 bilhão de litros, com as exportações chegando a 140 milhões de dólares, excluindo tintas gráficas, apresentando um crescimento do biênio 2017/2018 de 0,85% em volume. O setor de tinta para a indústria em geral, que interessa neste trabalho, representa 10,7% do volume total, cerca de 166 milhões de litros, conforme a ABRAFATI².

As tintas possuem grande importância no segmento de produção de embalagens, uma vez que estão presentes no processo de estampagem de rótulos, marcas e logotipos que representam e vendem um determinado produto. Mas um aspecto a ser considerado é a pigmentação da tinta utilizada no caso em estudo, que é o de estampagem em produtos de papelão ondulado.

Os pigmentos são, principalmente, de origem inorgânica, embora também possam ser corantes orgânicos insolúveis. A propriedade de insolubilidade é importante para impedir que sua dispersão no meio possa incorrer em qualquer reação química com

¹ Disponível em: <https://www.abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/>

os demais componentes do produto. As substâncias mais utilizadas como pigmentos inorgânicos são: dióxido de titânio, amarelo óxido de ferro, vermelho óxido de ferro, cromatos e molibdatos de chumbo, negro de fundo, silicato de magnésio e óxido de zinco (CUNHA, 2012).

Desta forma, estabelece-se a problemática da pesquisa, cujo interesse reside em compreender como a empresa do estudo de caso concebe o conceito de “embalagens com qualidades ideais”, considerando os aspectos de dimensionamentos corretos, estruturas de papelão ecologicamente corretas e, sobretudo, sua solução para tratar os resíduos poluentes do meio ambiente.

O armazenamento ou descarte de resíduos prejudiciais é um problema sério para a saúde pública e para o meio ambiente, de acordo com a legislação do Ministério do Meio Ambiente, Lei nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A mesma contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). A norma prevê a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

Além da questão dos riscos eminentes de contaminação do ambiente e de intoxicação de quem manuseia as tintas no processo de produção das embalagens de papelão ondulado, há a necessidade de se considerar a perspectiva futura/presente da escassez de água. A redução dos volumes disponíveis para cada habitante e a degradação de sua qualidade são os dois aspectos que configuram esse quadro de escassez: quantidade e qualidade. A indústria de embalagens de papelão ondulado, por exemplo, ao utilizar tintas recalcitrantes aos processos de tratamento convencionais, representa importante capacidade poluidora. Os corantes azoicos, constituintes dessas tintas, chegam aos corpos receptores após passarem pelo tratamento de efluentes e, quando incorporados às águas de abastecimento, oferecem risco de saúde à população (WEBER; CYBIS; BEAL, 2010).

A Legislação Ambiental estabelece que os despejos industriais devem ser tratados de modo que as suas características físico-químicas dos efluentes estejam de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2006. No estado de São Paulo, o lançamento de efluentes industriais é regulamentado pelo Decreto 8468/76, com atendimento aos padrões mais restritivos. Em relação ao conteúdo destas leis, existem dois tipos de padrões: de emissão (ou lançamento) e de qualidade. O primeiro regulamenta a máxima concentração de cada poluente que será permitida no efluente lançado (seja em corpos d'água ou rede coletora de esgoto), enquanto o segundo determina as concentrações máximas desses poluentes para cada classe de corpo d'água. Quando lançados em corpos

d'água os efluentes devem a ambos os padrões de emissão e qualidade, apresentando características aceitáveis.

No Brasil, a legislação federal Resolução nº 357, de 17/03/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Assim, normatiza seu artigo 24: o descarte de efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderá ser feito direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostas nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. Segundo esta Resolução, os valores máximos dos parâmetros inorgânicos de lançamento de efluentes tais como: os íons metálicos cromo, cobre, zinco, níquel e estanho são: 0,5 mg/L para o cromo, 1,0 mg/L para o cobre, 5,0 mg/L para o zinco, 2,0 mg/L para o níquel e 4,0 mg/L para estanho (VAZ, 2009, p. 4).

Considerando o exposto acima, o presente trabalho tem como objetivo analisar os procedimentos de tratamento dos resíduos de tintas utilizados na estampagem de embalagens produzidas a partir de papelão ondulado e dimensionar a relevância do reuso de efluentes tratados para racionalização da água no processo produtivo.

METODOLOGIA

Tipo de Trabalho

O trabalho intitulado “Análise de Descarte de Resíduos Sólidos com Tintas em uma Empresa Especializada em Embalagens de Papelão Ondulado: Estudo de Caso” trata-se de uma pesquisa de campo transversal cujo objetivo foi estreitar o conhecimento sobre tratamento específico da natureza dos efluentes, o que permitiu explicar tal fenômeno com fundamentação científica (GIL, 2010):

- Com base em sua natureza é aplicada, pois buscou gerar conhecimentos dirigidos à compreensão de um problema específico, conforme a sua questão norteadora;
- Com base na obtenção de informações é de abordagem qualitativa, uma vez que se propõe a qualificar as ações de dimensionamentos e especificações técnicas que envolvem o descarte de resíduos sólidos com tintas, considerando o processo de produção de papelão ondulado;
- Com bases nos seus objetivos é exploratória, pois se utilizou de visitas na empresa (pesquisa de campo) especificada para a compreensão do fenômeno, e

descritivo, pois visa a sistematização das informações como resultados desta monografia;

- Com base nos procedimentos técnicos adotados, apresenta argumentos bibliográficos e de levantamento, uma vez que se baseou em estudos de base de dados indexadas para sua fundamentação e de uma pesquisa de campo com caráter de estudo de caso.

Levantamento Bibliográfico

Utilizou-se os procedimentos de uma revisão bibliográfica para o levantamento do material científico desta monografia. A escolha seletiva do material chegou aos principais estudos primários para que a resposta da questão norteadora pudesse ser elucidada. A revisão bibliográfica recuperou, selecionou e avaliou os resultados dos estudos relevantes e permitiu considerar a evidência científica de maior grandeza na tomada de decisão (LAKATOS; MARCONI, 2007).

A pesquisa teve seu início com a formulação da seguinte questão norteadora: Os processos de descarte de resíduos sólidos com tintas na empresa em estudo atendem a todas as normativas e especificidades técnicas para este segmento de produção? As palavras-chave para o levantamento das informações bibliográficas foram: descarte, resíduos sólidos, tintas, compostos orgânicos voláteis, papelão ondulado.

As bases de dados indexadas disponibilizadas na internet para a busca do material bibliográfico foram: Google Acadêmico, SCIELO e o Portal de Periódicos da CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior subordinada ao Ministério da Educação).

Após o levantamento do material bibliográfico, tornou-se necessário estabelecer critérios de inclusão e exclusão destes para o processo de desenvolvimento textual. Os critérios de inclusão permitiram a participação de estudos originais e de revisão, artigos escritos na língua portuguesa e publicados entre 2005 e 2019. Os critérios de exclusão consideraram os objetivos específicos da pesquisa e relações com os títulos e resumos dos trabalhos obtidos.

Estudo de Caso

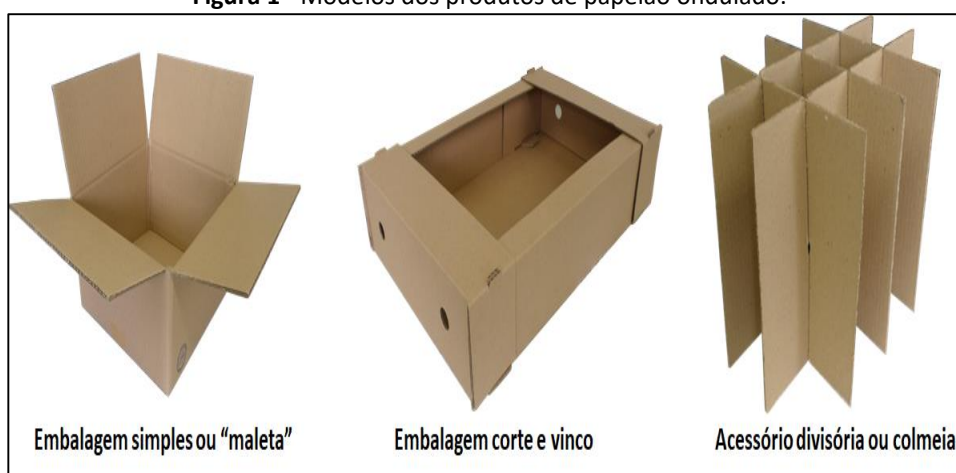
Empresa

A empresa deste estudo encontra-se localizada na cidade de Itapira, região leste do interior do estado de São Paulo, especializada no desenvolvimento e produção de embalagens e acessórios de papelão ondulado. Está instalada numa área de 14.000 m². Possui a certificação ISO 9001, firmando compromisso com a qualidade e a melhoria

contínua dos processos de trabalhos. Declara uma gestão empresarial moderna, voltada ao atendimento com qualidade assegurada às empresas e núcleos empresariais de segmentos diversos da indústria e do comércio. Busca constantemente melhorias, respeito e integração entre os colaboradores, aperfeiçoamento e inovações tecnológicas de ponta, fatores que são decisivos à nossa consolidação e crescimento.

Sua produção de papelão ondulado varia entre os modelos: simples ou maleta, corte e vinco e acessórios, conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1 - Modelos dos produtos de papelão ondulado.



Fonte: site da empresa

Relação da empresa com qualidade, sustentabilidade e meio ambiente

No setor de embalagens e acessórios de papelão ondulado, as Embalagens com Qualidades Ideais são aquelas produzidas com dimensionamentos corretos e com estruturas de papelão (chapas) ecologicamente corretas. Tais embalagens apresentam as especificações técnicas ideais para atender e justificar, com qualidade e menores custos, exclusivamente as necessidades dos produtos acondicionados, em função dos seus respectivos tipos, pesos, números de empilhamentos utilizados e condições de armazenamentos e transportes da empresa. As utilizações de Embalagens e Acessórios, produzidas com matérias-primas virgens e com dimensionamentos e especificações técnicas inadequadas, superiores ou inferiores ao ideal necessário, para os acondicionamentos, empilhamentos, armazenamentos e transporte de seus respectivos produtos, em ambos os casos geram danos ambientais e prejuízos para as empresas. Uma embalagem produzida com dimensionamentos e estruturas de papelão inadequadas pode aumentar em até 30% o resíduo poluente no meio ambiente e gerar o mesmo ou maior percentual de gastos desnecessários para as empresas.

Estrutura do estudo de caso

O estudo de caso considerou a abordagem de Miguel (2007) e Ventura (2007) sobre a condução da investigação (nível operacional). Cinco etapas foram estruturadas

Definição da estrutura conceitual teórica

Nesta etapa houve a definição do referencial conceitual teórico do trabalho, com objetivo de mapear dados primários e secundários sobre o assunto. A seguir, tem-se como foi elaborado o constructo teórico disponível, o que permitiu identificar lacunas onde a pesquisa pôde ser justificada (em termos de relevância), bem como possibilitou extrair os constructos (elementos extraídos da literatura que representam um conceito a ser verificado).

Planejamento do caso

Uma das primeiras tarefas do planejamento é a escolha da unidade de análise, ou seja, do caso. No caso do presente estudo, o estabelecimento da questão norteadora foi o primeiro passo do planejamento. Ainda em termos de classificação de estudo, estabeleceu-se que se trata de um estudo transversal, cujo a observação do caso teve seu tempo bem delimitado.

A técnica escolhida para a coleta de informações foi a entrevista semiestruturada, pautando-se, também, em análise documental e observações diretas, realizada com a visita ao setor de tratamento de efluentes da empresa. A entrevista semiestruturada seguiu a um protocolo composto por três partes: o contexto da pesquisa, a parte a ser investigada (o setor de tratamento de efluentes) e as variáveis de controle do processo de produção.

Condução do teste piloto

O objetivo foi verificar os procedimentos de aplicação com base no protocolo, visando seu aprimoramento. Realizou-se uma visita prévia no dia 17/06/2019, a qual permitiu identificar os constructos prévios e, conseqüentemente, se contribuiriam para o atendimento aos objetivos da pesquisa. A partir do teste fizeram-se então as correções e ajustes necessários.

Coleta de dados

Após a realização do teste piloto e possíveis ajustes no protocolo de pesquisa, essa etapa considerou a coleta dos dados, utilizando-se o questionário da entrevista

semiestruturada. Ressalta-se que o contato inicial ocorreu junto a diretora executiva da empresa, que designou o principal informante do setor da estação de tratamento de efluentes. A pesquisa teve, de fato, seu início, após ambas as partes terem assinado a um termo de consentimento livre e esclarecido, idealizado pela FATEC de Itapira, o qual constava das etapas de condução da pesquisa e das responsabilidades assumidas pela Instituição de Ensino Superior e a organização. Ficaram evidentes neste documento a clareza do objetivo e a importância da pesquisa, com os pesquisadores assumindo o caráter de confidencialidade dos dados coletados.

Os dados foram registrados por meio de fotografias dos equipamentos e processos da estação de tratamento de efluentes e de anotações para os registros das entrevistas. As anotações de campo são extremamente relevantes e todas e quaisquer impressões, descrições do que ocorre, e observações devem ser levadas em consideração.

Buscou-se convergências e divergências no conjunto de dados e esclarecimento sobre as situações vivenciadas. A coleta foi concluída quando a quantidade de dados e informações foram consideradas suficientes para endereçar a questão da pesquisa. Obviamente, outros aspectos foram considerados, como a premência de tempo em função de prazos assumidos. Porém, esse último aspecto não pode influenciar negativamente o rigor metodológico.

Análise dos dados

A partir do conjunto de dados coletados, considerando as múltiplas fontes de evidência, produziu-se uma narrativa geral do caso. Isso não implica que tudo que foi coletado foi incluído no relatório da pesquisa. Houve uma redução dos dados (*data reduction*) de tal forma que foram incluídos na análise somente os argumentos considerados essenciais e que tiveram estreita ligação com os objetivos e constructos da pesquisa. As anotações foram estruturadas conforme o protocolo de pesquisa. Dados secundários documentais também foram utilizados, sobretudo aqueles relacionados a caracterização do objeto de análise, que é o setor da estação de tratamento de efluentes da empresa. Todas as análises foram validadas pelo orientador da pesquisa, para que a discussão tivesse seu início.

Geração do relatório de pesquisa

Todo o conjunto de atividades das etapas anteriores foi sintetizado em um relatório de pesquisa. Esse relatório foi o gerador da monografia. Os resultados presentes estão estreitamente relacionados à teoria, tomando-se o devido cuidado para que não se ajustasse a teoria aos resultados e evidências, mas o inverso, ou seja, os resultados e as evidências foram associados à teoria.

RESULTADOS

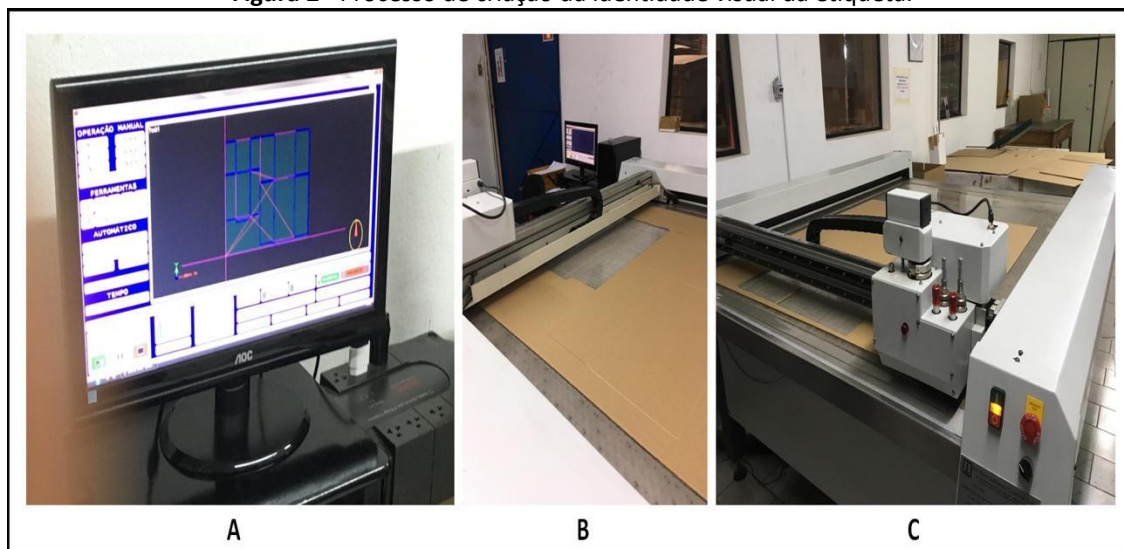
Os resultados do presente estudo de caso serão apresentados conforme a dinâmica do processo de produção e o destino dos resíduos sólidos e dos derivados de solventes das tintas. A sequência dos eventos permitirá que se compreenda como se desenvolvem as devidas etapas de coleta dos derivados de solventes e o procedimento final de tratamento de efluentes.

Processo de Produção

O processo de produção de embalagens de papelão ondulado, conforme observado na visita técnica que culminou com o presente estudo de caso, varia entre os modelos simples ou maleta, corte e vinco e acessórios.

A processo tem seu início no setor de criação de identidade visual, o qual permite a elaboração de um desenho técnico de acordo com as especificidades determinadas pelo cliente. Após esta etapa, há a análise do material configurado pelo escopo (etiqueta), em termos de qualidade e medida final.

Figura 2 - Processo de criação da identidade visual da etiqueta.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Observa-se pela Figura 2 que o processo de identidade visual se inicia por meio de *software* específico de elaboração da matriz (Figura 2-A), que por fim determinará a etiqueta (por exemplo, o logotipo, desenho, figura, etc.). Este processo é desenvolvido por um técnico especialista, que utiliza um equipamento de corte e impressão que reproduz com qualidade e medidas idênticas ao produto que será entregue ao cliente

(Figura 2-B; Figura 2-C). A matriz será repassada para o processo produtivo após aprovação prévia feita pelos responsáveis do setor.

Os moldes dos logotipos e figuras gerados graficamente serão impressos após a aprovação e encaminhados para um setor, que se localiza no próprio ambiente de produção, e ficarão arquivados para uso no equipamento de estampagem (Figura 3).

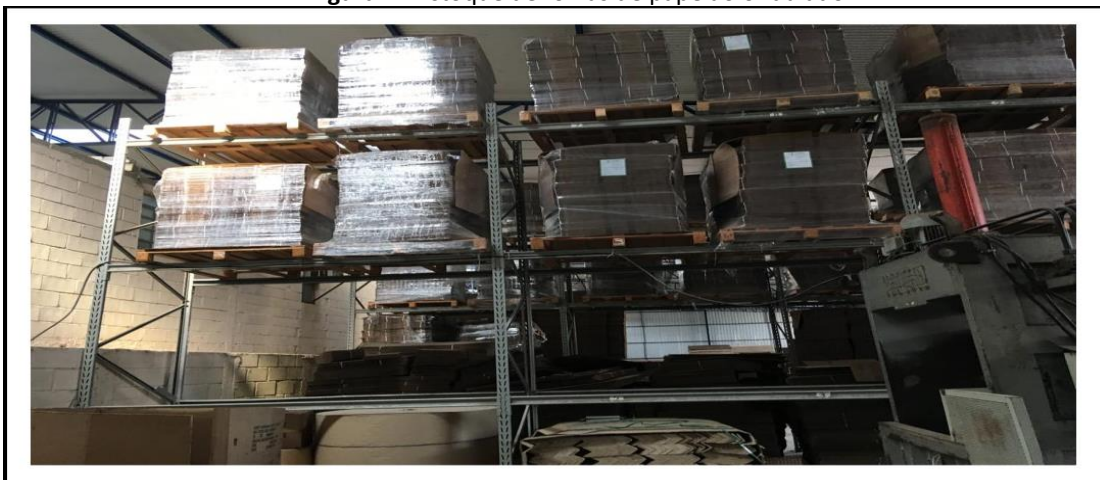
Figura 3 - Arquivo de moldes para estampagem.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

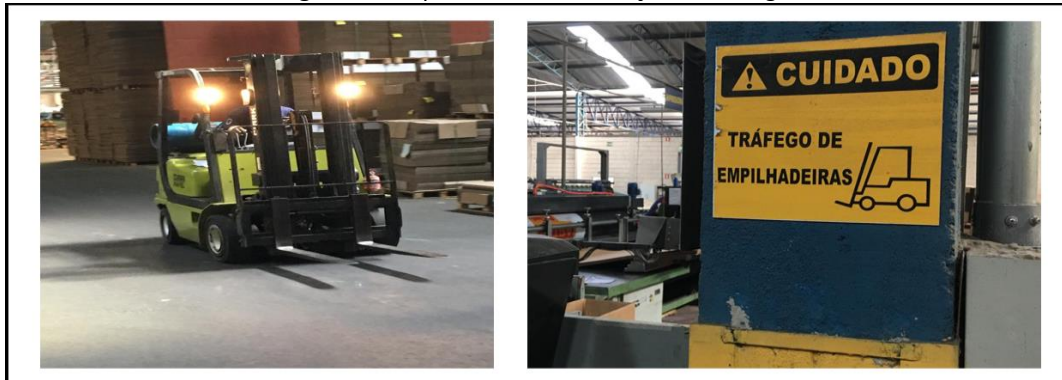
Uma vez toda a etapa de concepção de imagem e padrão de corte definida, parte-se para o processo de produção propriamente dito, com a retirada do estoque das folhas de papelão ondulado que serão utilizadas (Figura 4 e Figura 5). A Figura 6 (A, B e C) apresenta as fases de estampagem.

Figura 4 - Estoque de folhas de papelão ondulado.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Figura 5 - Empilhadeira e sinalização de tráfego.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Figura 6 - O processo de estampagem.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Pela Figura 6-A é possível observar o molde de estampagem, confeccionado pelo processo descrito na Figura 3, bem como a entrada da folha de papelão ondulado no equipamento automatizado de impressão. A Figura 6-B já apresenta a rolagem durante o processo de estampagem, com a conseqüente saída da folha com a inserção de um determinado logotipo (Figura 6-C).

Após a estampagem, as folhas são encaminhadas para o equipamento de contagem serial, que possibilita o fechamento do lote (Figura 7).

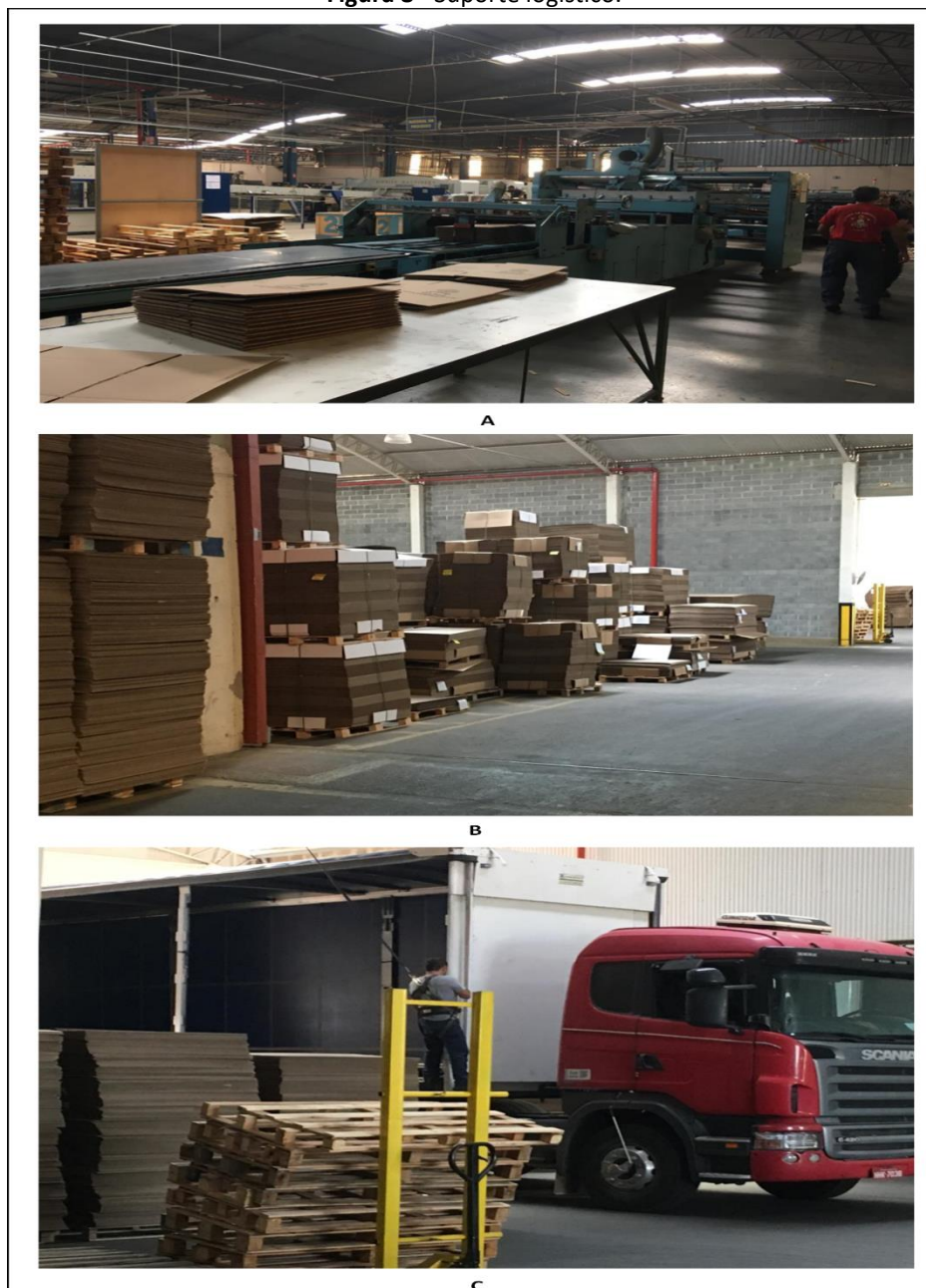
Figura 7 - O processo de contagem para fechamento de lote.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

A Figura 7-A apresenta o painel de controle de contagem de unidade, seguida pela entrada no sistema (Figura 7-B), organização de lote (Figura 7-C) e seu respectivo encerramento (Figura 7-D). A etapa final, que culmina com a entrega do produto, pode ser vista na Figura 8:

Figura 8 - Suporte logístico.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

A Figura 8-A apresenta um único lote separado, que passará pelo empilhamento e armazenamento no setor de estoque (Figura 8-B) e, conseguinte, despache para o cliente (Figura 8-C).

Processo de Descarte

O processo de produção de materiais derivados do papelão ondulado gera uma quantidade muito significativa de recortes que poderão ser descartados. Em um primeiro momento, há um procedimento de avaliação destes materiais para que sejam montados lotes considerados de descartes de possível interesse por parte do cliente.

Figura 9 - Material de possível aproveitamento pelo cliente.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Em contrapartida, surge o primeiro ponto de interesse de estudo deste trabalho, que é a gestão dos descartes de recortes das folhas de papelão ondulado. A Figura 10 e a Figura 11 apresentam muito bem tal condição:

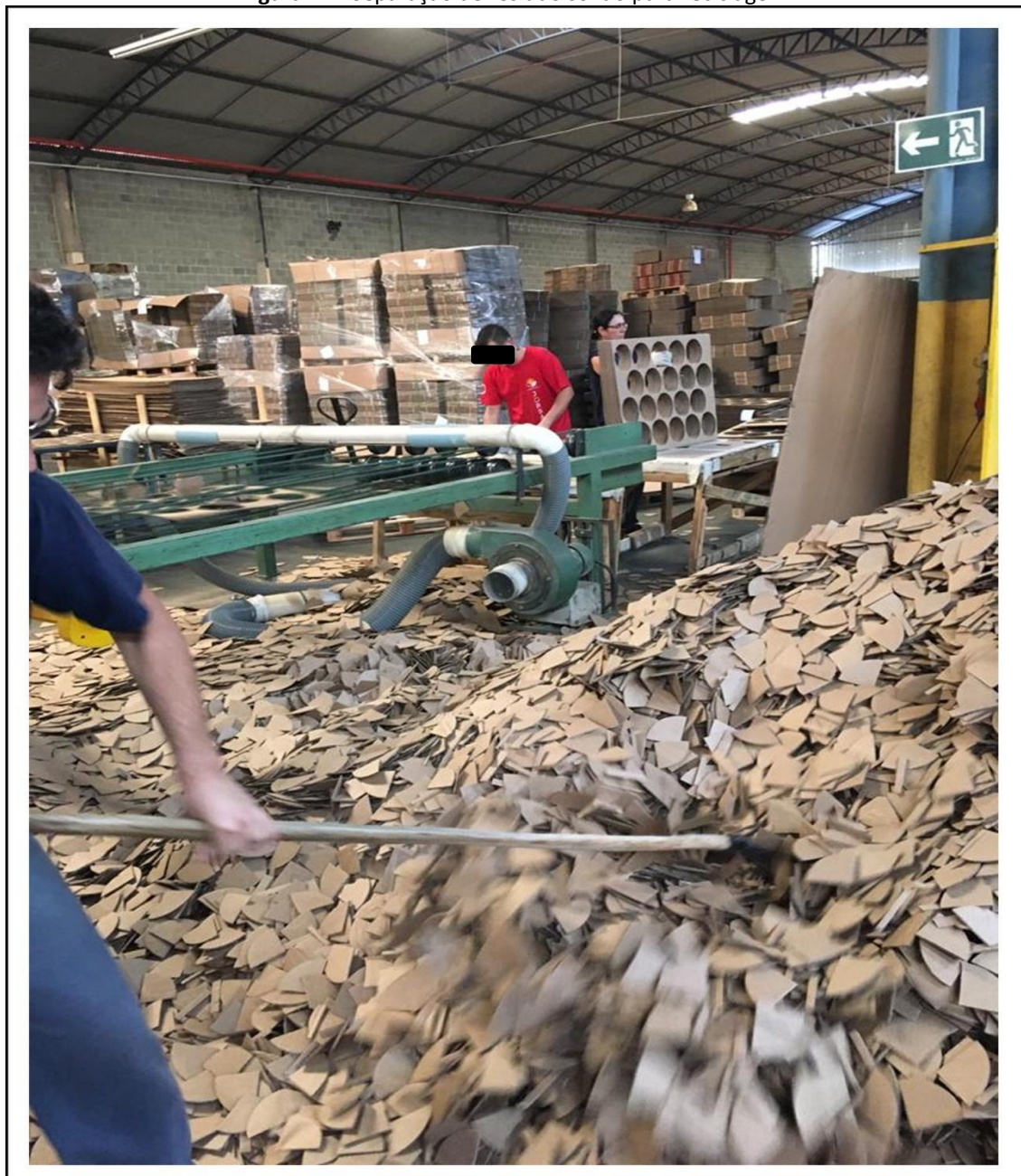
Figura 10 - Produção e descarte.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Os recortes das folhas de papelão ondulado são rastelados por funcionários que ficam próximos ao maquinário (Figura 10) e direcionam os mesmos para uma esteira que está instalada em um nível abaixo do chão de fábrica, separados por uma grade (Figura 11 e Figura 12).

Figura 11 - Separação de resíduo sólido para reciclagem.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Figura 12 - Rastelagem de descarte para a esteira.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

O material de descarte é direcionado pela esteira (em amarelo, na Figura 13) a um *container* (em azul) que transportará o resíduo para a empresa coletora.

Figura 13 - Ligação da esteira ao container de descarte.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

A empresa coloca que há um investimento cada vez maior na produção de estruturas de papelão recicladas, mais leves e com mais resistência em kgf de coluna, oferecendo ao mercado consumidor excelentes opções com qualidade e com custos de até 13% mais baixos por quilo.

Também explicita que faz uso de um *software* capaz de realizar diversos cálculos e comparações para chegar na chapa ideal para compra ou para produção de uma pequena quantidade, se baseando nas chapas de estoque. Este *software* enfim, ajuda na diminuição de refugo (peças inteiras de papelão não conforme ou sobras de produção) e contribui tanto para o meio ambiente quanto para redução de custos da empresa e/ou valor da caixa.

A empresa que coleta os descartes derivados dos recortes das folhas de papelão ondulado é classificada como fábrica recicladora. As fábricas recicladoras podem funcionar sem impactos ambientais, pois a fase crítica de produção de celulose já foi feita anteriormente, salvo as ocasiões em que os fabricantes não investem em controles ambientais. Estima-se que, ao reciclar papéis, sejam criados cinco vezes mais empregos do que na produção do papel de celulose virgem e dez vezes mais empregos do que na coleta e destinação final de lixo. Assim para a prática da Responsabilidade Ambiental no setor de embalagens e acessórios de papelão ondulado, torna-se premente para as empresas a identificação da especificação técnica que qualifique suas respectivas embalagens como Embalagens com Qualidades Ideais e que conheçam e utilizem as atuais opções em estruturas de papelão ondulado, ecologicamente corretas, específicas para a produção desses suprimentos².

Em se tratando de madeira, uma tonelada de aparas pode substituir de 2 a 4 m³ de madeira, conforme o tipo de papel a ser fabricado, o que se traduz em uma nova vida útil para de 15 a 30 árvores. Na fabricação de uma tonelada de papel reciclado são necessários apenas 2.000 litros de água, ao passo que, no processo tradicional, este volume pode chegar a 100.000 litros por tonelada. Em média, economiza-se metade da energia, podendo-se chegar a 80% de economia quando se comparam papéis reciclados simples com papéis virgens feitos com pasta de refinador¹.

Tratamento de Efluentes

A empresa conta com uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) capaz tratar 4 mil litros de água/dia, a qual é utilizada para limpeza dos grupos impressores e áreas internas do processo fabril. Este sistema foi implantado com o intuito de preservar o meio ambiente e evitar a contaminação de rios e lagos.

Antes de abordar a questão do tratamento de efluentes, torna-se necessário compreender o processo de produção com a inserção da tinta e como é importante ter

² Dados disponibilizados pela empresa: <http://www.jorsa.com.br/meio-ambiente/>

procedimentos que deem suporte para a coleta e o tratamento propriamente dito do descarte líquido. Salienta-se, ainda, que da fase líquida, deriva-se a fase sólida ou formação de lodo, que de fato será o material específico de descarte da empresa.

A tinta utilizada na estampagem fica armazenada em um repositório, conforme observado na Figura 14. Salienta-se, que a tinta é obtida em baldes, que serão repassados a tais repositórios conforme necessidade de uso e estampagem.

Figura 14 - Repositório para o processo de produção.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Figura 15 - Tinta armazenada para o processo de produção.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

O próprio procedimento de abastecimento do “cartucho” que será inserido no maquinário já possibilita certa dispersão da tinta, conforme observado na Figura 14. Na sequência, tem-se a tinta do “cartucho” (que se assemelha a um balde, Figura 16-A) sendo transferida para a máquina de estampagem (Figura 16-B).

Figura 16 -Tinta em transferência para processo de estampagem.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

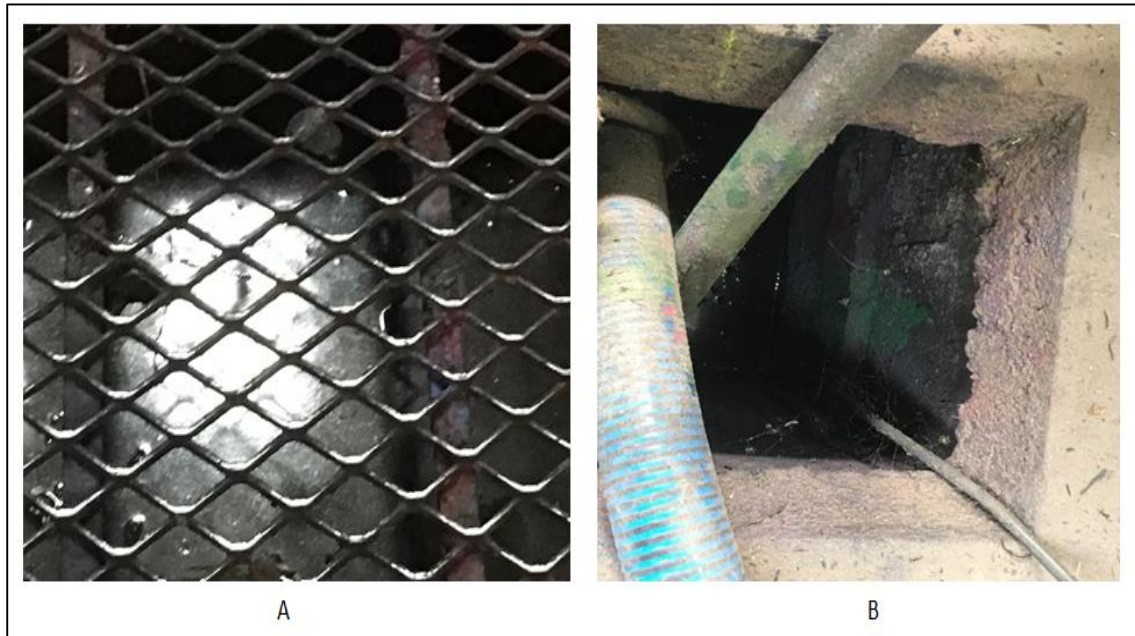
No processo de estampagem, há escorrimento de tinta do maquinário (Figura 17), para um ducto condutor (Figura 18-A) que está interligado a ETE (Figura 18-B).

Figura 17 - Resíduo de tinta gerado no processo de estampagem.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Figura 18 - Resíduo de tinta escoado (A) e levado para a ETE (B).



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Uma vez a tinta chegando a ETE, ela é conduzida para uma caixa de efluente bruto com capacidade para 5.000 litros, vista na Figura 19:

Figura 19 - Caixa de efluente bruto.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Nesta mesma caixa a água é oxigenada por 20 minutos antes da transferência para o tanque reator com capacidade de tratamento por batelada de 2.000 litros.

Figura 20 - Transferência da água para o tanque reator de tratamento.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Para realizar o tratamento da água no tanque de reator são adicionados os produtos necessários para redução de cargas orgânicas aeróbias e anaeróbias e clarificação da água por alteração de valor de pH (Figura 21).

Figura 21 - Processo de clarificação da água e alteração de valor de pH.

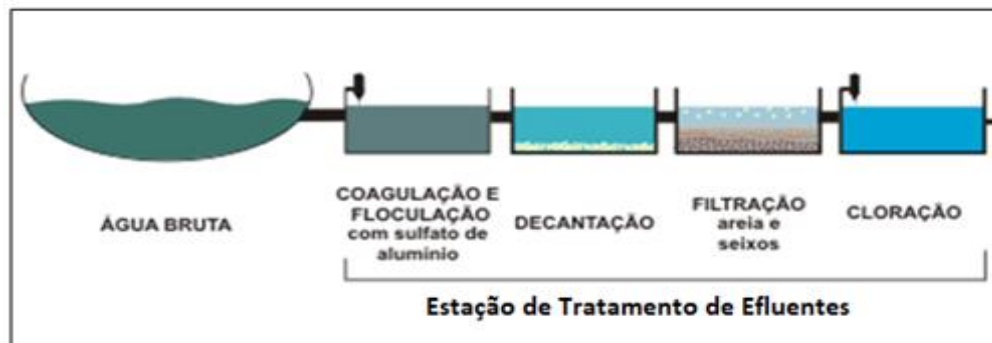


Fonte: imagem capturada pelos autores.

Observa-se uma mudança de coloração, da mais escura (água com alta concentração de tinta) para a mais clara (água com menor concentração de tinta), condição determinada pelo procedimento de clarificação e alteração de pH.

A matéria suspensa em fontes de água bruta é removida por vários métodos para fornecer água adequada para fins domésticos e a maioria dos requisitos. A matéria suspensa pode consistir em sólidos grandes, sedimentáveis por gravidade apenas, sem qualquer ajuda externa, e material não sedimentável, geralmente coloidal por natureza. Geralmente a remoção é feita por coagulação ou floculação (MARTINI, 2013). A combinação desses processos é chamada clarificação. O processo todo é apresentado na Figura 22:

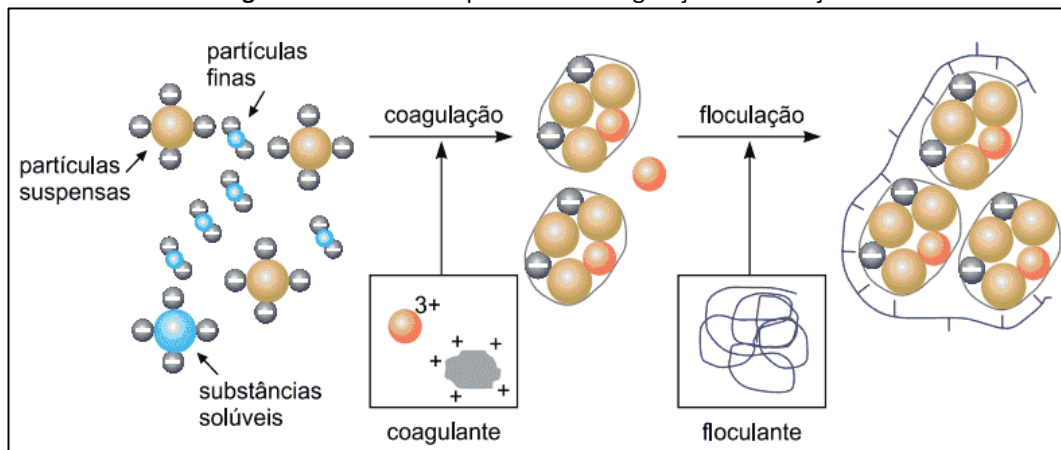
Figura 22 - Processo de coagulação/floculação de efluentes.



Fonte: elaborado pelos autores.

Antes do procedimento de coleta da água para clarificação, é acionado o sistema de homogeneização da água onde são adicionados os produtos floculantes e coagulantes para geração das partículas das substâncias sólidas – no caso do estudo de caso é o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), e posteriormente decantação do lodo (Figura 25), favorecendo a remoção de ferro, sólidos suspensos, cor orgânica e dureza da água afluenta, dentre outros contaminantes como óleo, fosfato e metais pesados. Para aplicações de água bruta, os produtos de polímeros ajudam a eliminar a necessidade de ajuste de pH, reduzem a carga de desmineralizadores, aumentam a produção do filtro e reduzem significativamente o volume de lodo.

Do ponto de vista químico, as impurezas contidas na água bruta apresentam carga superficial negativa, o que impede que elas se aglomerem no meio aquoso. Para solucionar esta questão, é necessário alterar as forças catiônicas do meio, ocorrendo por meio de adição de íons de cargas contrárias às das partículas, o que caracteriza o processo de coagulação. A coagulação pode ser entendida como o resultado combinado de quatro mecanismos diferentes: compressão da dupla camada elétrica, adsorção seguida por neutralização, varredura e a adsorção seguida da formação (MURAKAMI, 2011).

Figura 23 - Processos químicos da coagulação e floculação.

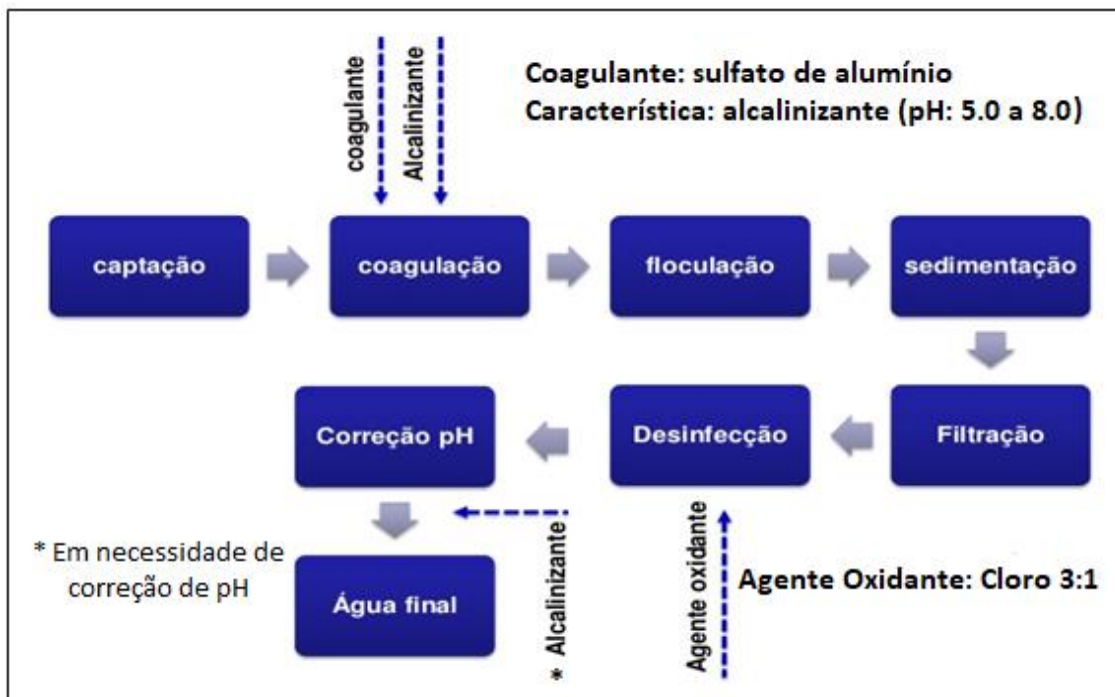
Fonte: adaptado de Murakami (2011).

O processo de coagulação, geralmente realizado por sais de alumínio e ferro, resulta de dois fenômenos, sendo um essencialmente químico (reação do coagulante com a água, seguido da formação de espécies hidrolisadas com carga positiva) e o outro essencialmente físico (transporte das espécies hidrolisadas para que haja contato entre as impurezas). Durante a fase física do processo, as impurezas que se chocam vão se aglomerando, formando partículas cada vez maiores, denominadas flocos, que podem ser removidas facilmente da água pela sedimentação, flotação ou filtração rápida (LIBÂNIO, 2005), tal como visto na Figura 23.

Após a etapa de floculação, pode-se empregar um processo chamado de sedimentação, que é um fenômeno físico em que as partículas em suspensão apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade (MURAKAMI, 2011). O processo de filtração vem na sequência do tratamento, sendo a remoção de partículas suspensas e coloidais contidas na água, passando a mesma por um material granular, o meio filtrante (MARTINI, 2013).

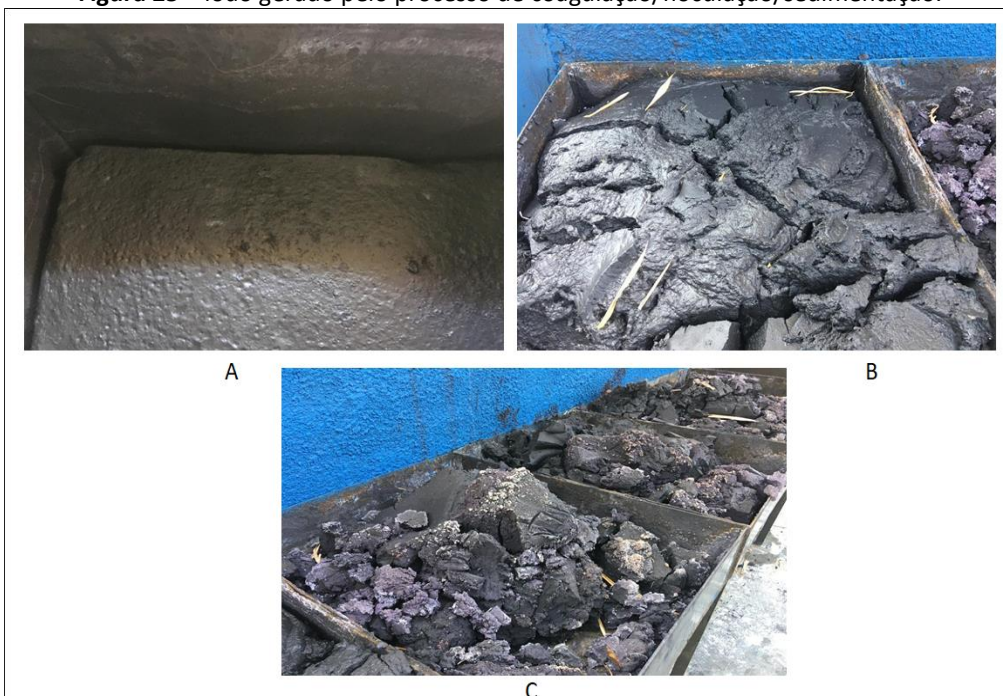
No presente estudo, a água é limpa e tratada em um filtro com pastilhas de cloro ativo 3:1 e em um filtro de areia. Logo após é enviada para uma caixa de armazenamento de água para posterior uso no processo fabril e outras áreas, como descargas de vasos sanitários, contemplando, portanto, todas as fases descritas na Figura 24.

Figura 24 - Processo total de tratamento de efluente do estudo de caso.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 25 – lodo gerado pelo processo de coagulação/floculação/sedimentação.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Tem-se na Figura 25-A o lodo decantado em fase inicial, intermediária (Figura 25-B) e fase final sólida (Figura 25-C).

Na sua fase sólida, o resíduo é coletado por uma empresa especializada e o mesmo é levado para o aterro sanitário da cidade de Mogi Guaçu, que determina o procedimento adequado de deposição.

DISCUSSÃO

Uma das maiores parcelas da poluição ambiental é responsabilidade das atividades industriais, as quais causam impactos ambientais negativos resultantes das suas atividades econômicas. É de interesse dos setores industriais alterarem a forma de gestão, incluindo o conceito de qualidade do meio ambiente, além das questões sociais, o que são estratégicos na sobrevivência da organização (SILVA, 2010). Considerando que a empresa em estudo se utiliza de tinta no processo de estampagem das embalagens produzidas, há uma maior preocupação nas questões de responsabilidade ambiental, sobretudo quanto ao tratamento de seus efluentes e reuso da água.

No mercado há inúmeras formulações de tintas, cada qual com propriedades distintas. Contudo, as tintas líquidas são elaboradas a partir da mesma composição base: resina, pigmento, aditivo e solvente. Esses constituintes, na formulação e fabricação de uma tinta, são rigorosamente selecionados, qualitativa e quantitativamente, a fim de que o produto final atenda aos requisitos desejados (GUEDES, 2018).

A tinta é uma composição líquida formada por uma mistura de uma parte sólida - constituída por um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido - e por uma parte volátil, chamada solvente. A parte sólida, a qual adere à superfície a ser impressa, é formada basicamente por pigmentos, cargas, aditivos e resinas. A parte líquida ou volátil pode ser constituída por água, solventes orgânicos e/ou aditivos, como: secantes, desengraxantes, dispersantes, antiespumantes, espessantes, dentre outros (CUNHA, 2012). Tendo em vista o objeto do estudo, importa abordar as tintas de impressão.

As tintas de impressão são líquidas ou pastas coloridas formuladas para transferir e reproduzir uma imagem para a superfície de impressão. Também são formadas pela dispersão de corantes insolúveis ou por soluções de corantes em um verniz ou um veículo, de modo que a combinação resultante seja um fluido que distribui e transfere a imagem para a superfície de impressão. (SOLYON, 2009)

Considerando que os pigmentos, cargas, aditivos, resinas e solventes das tintas utilizadas na estampagem do papelão ondulado determinam a toxicidade, irritabilidade e corrosividade deste processo, torna-se necessário ter o devido conhecimento sobre os efeitos danosos à saúde pública e ao meio ambiente (CETESB, 2003).

Neste estudo de caso, percebe-se que se busca garantir condições de trabalho seguras para as pessoas que lá executam suas atividades, pois há um compromisso,

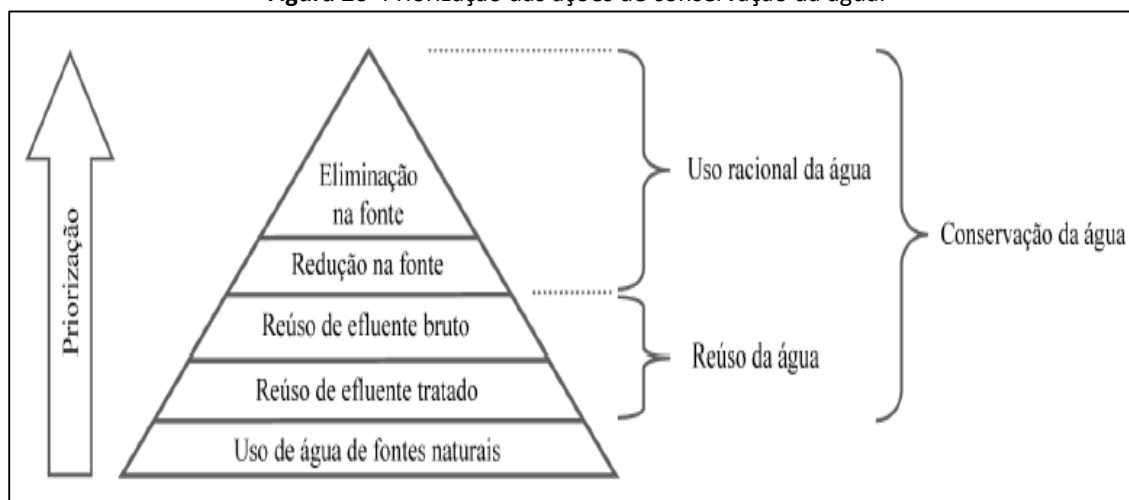
sustentado também por Silva (2010), de adotar formulações que se adequem às tecnologias que respeitem o meio ambiente, com baixos teores de compostos orgânicos voláteis, reduzindo a probabilidade de instalação de problemas de saúde, como irritações e alergias.

No estudo em questão, as possibilidades de dispersão de tintas podem ser vistas nas Figuras 16 e 17. Há um sistema de captação destes resíduos de tinta, levando-os para a ETE. O processo de tratamento do efluente em questão necessita ser bem controlado, pois a condição de reuso, em situação inadequada, pode tornar maior ainda a concentração de solventes e sólidos suspensos, vindo a aumentar a possibilidade de contaminação do meio ambiente se jogados em corpos de água.

O reuso no setor produtivo da planta industrial ocorre nas áreas de impressão e de tratamento de efluentes. Segundo dados coletados na entrevista, a empresa utiliza-se de cerca de 8m³ litros de água de reuso/dia. A área de impressão consome água principalmente quando as impressoras trocam a embalagem que está em produção por outra que requer cores distintas daquelas que estão sendo usadas. Exerce-se, então, a limpeza de todo o sistema de impressão, gerando o consumo de água e a emissão de efluentes. Além dessa, ocorrem limpezas periódicas de manutenção, nas quais as partes móveis das impressoras são desmontadas e lavadas. Existe, também, uma área que coordena a logística de fornecimento de tintas e de peças de impressão (clichês) às impressoras, chamada de sala de tintas. Nela, consome-se água durante a lavagem das embalagens vazias de tinta e dos clichês.

As ações empregadas pela empresa deste estudo favoreceram aos setores e usos de maior consumo receberem a atenção inicial na busca de oportunidades de conservação da água, tal como pode ser visto na Figura 26:

Figura 26 -Priorização das ações de conservação da água.



Fonte: Adaptado de Weber; Cybis; Beal (2010).

As perdas físicas e os hábitos e procedimentos operacionais que geravam desperdício foram identificados e, consecutivamente, intervenções de ordem comportamental e física foram adotadas. Os procedimentos da empresa em estudo corroboram com os direcionamentos de Weber; Cybis; Beal (2010), os quais apontam que intervenções comportamentais compostas por medidas de caráter educativo, visando obter mudanças de hábito no uso da água por meio da conscientização, devem vir em primeiro lugar. Nada adianta estabelecer intervenções físicas - eliminação de perdas de água, tais como vazamentos em tubulações e reservatórios, e de desperdícios por processos ineficientes de uso – se o fator humano não estiver alinhado com o compromisso socioambiental. Nas ações de Semana Interna de Prevenções de Acidente de Trabalho – SIPAT da empresa, as questões de sustentabilidade e responsabilidade ambiental são temáticas sempre presentes, o que colabora com a conscientização das ações de conservação da água.

Sendo assim, o controle do pH da água de reuso é de extrema importância na estratégia de envio desta para a rede de esgoto e alterações extremas têm implicações sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano. Considera-se que o intervalo de pH para água de abastecimento público deva manter-se na faixa entre 6,0 e 9,5. Este parâmetro tem por objetivo minimizar problemas relativos a incrustação e corrosão das redes de distribuição.

Pôde-se averiguar que a faixa de pH obtida da coleta de água de reuso da empresa residia em 7,8 no dia de mensuração, apresentando condição satisfatória, indo de acordo com os dados obtidos por Guedes (2018), que também se utilizou como agente coagulante o sulfato de alumínio e observou eficiência em remoção de turbidez e controle de pH. O CONAMA (2006) estabelece que os níveis para lançamento de um efluente devem estar entre pH 6 e 9, logo o efluente tratado pela empresa, com o coagulante sulfato de alumínio, estaria apto neste requisito para descarte ou ser reintroduzido no processo de utilização.

Ressalta-se que, em 75% dos processos convencionais de remoção de metais pesados de soluções, o processo de precipitação química é o mais utilizado pelas indústrias com as mesmas características daqui em estudo. Trata-se de um processo que desencadeia a desestabilização de suspensões coloidais de partículas sólidas, que não poderiam ser removidas por sedimentação, flotação ou filtração (VEIT, 2006). Estes coagulantes produzem cátions e ânions de valência elevada, que reagem com a alcalinidade da água para formar hidróxidos insolúveis precipitáveis, sem contar também que se trata de um método simples e economicamente viável, porém trazendo o inconveniente de geração de grandes quantidades de lodo (SCARIOTTO, 2013).

Neste estudo de caso, aponta-se que o processo de precipitação química é o mais indicado, pois se observa concentrações diluídas de metais pesados nos efluentes (<100mg/L). O que ocorre é que o precipitado apresenta baixa cinética de sedimentação e a adição de sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) inicia a fase de coagulação química,

influenciando as demais etapas de tratamento subsequentes (VAZ, 2009). Os contatos provocados pelo adensamento dos flocos permitem que os mesmos aumentem em tamanho e densidade, tornando-se mais fáceis de sedimentarem, o que contribui para que se obtenha uma melhor clarificação da água (floculação).

Cardoso e colaboradores (2008) atestam que o sulfato de alumínio é o coagulante químico mais utilizado no Brasil, pelo fato da boa eficiência e pelo baixo custo. Mas um problema é que o sulfato de alumínio não é biodegradável e elevadas concentrações desse composto podem ocasionar problemas à saúde humana, devido à deficiência renal em filtrar os metais do sangue que é levado ao cérebro, provocando doenças de demência e coordenação motora (SCARIOTTO, 2013).

A utilização de coagulantes/floculantes naturais tem se tornado alternativa para o uso racional. Apresentam vantagens em relação à biodegradabilidade, baixo índice de produção de lodos naturais e baixa taxa de toxicidade. Estudos avançam ao pesquisarem plantas com propriedades coagulantes/floculantes, tendo a planta *Moringa oleífera* Lam apresentado uma proteína catiônica de alto peso molecular que desestabiliza as partículas contidas na água e coagula os colóides, assemelhando-se ao mecanismo induzido pelos polieletrólitos (CARDOSO et al., 2008).

Libâneo (2010) aponta que o pH deve ser observado com constante frequência na rotina operacional do tratamento de efluentes, pois sua variação tende a interferir em determinados processos unitários de tratamento, sobretudo na coagulação química. Também infere que a alta alcalinidade pode determinar a adição de um agente acidulante para o ajuste do pH. Na empresa em estudo, há a mensuração constante e programada do pH pelo equipamento específico da ETE, da mesma forma que há o pós-teste pelo técnico responsável, pautando-se por metodologia manual de controle. A tomada de decisão para interferência no processo de coagulação é tomada quando há uma discrepância entre o aferido pelo equipamento (acima de 5%) e pelo procedimento de bancada.

Dentro do processo de tratamento dos efluentes, o gerenciamento do lodo é outra fase de grande responsabilidade ambiental. Os lodos de tratamento físico-químico e biológico são considerados, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos de classe IIA – não inerte, portanto, não podem ser descartados nas redes de esgoto ou em corpos de água. Portanto, seu destino é um problema ambiental. A empresa em estudo direciona cerca de 2.000 quilos de lodo/semana gerado para um aterro sanitário específico da cidade de Mogi Guaçu, que realiza a devida anulação do material.

A empresa busca atender ao que se compreende como gerenciamento de resíduos por “prevenção à poluição e produção mais limpa”. Solyon (2009) indica que a prevenção à poluição necessita estar atenta às práticas, processos, técnicas e tecnologias que visem à redução ou eliminação dos resíduos em termos de volume, concentração, toxicidade dos poluentes na fonte geradora.

No caso específico do lodo gerado pela empresa em estudo, observa-se que há a necessidade de ter um olhar amplo para todo o processo, pois o resultado final, ou seja, o lodo, é dependente de quaisquer modificações que ocorram nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento dos produtos, substituição de matérias-primas, eliminação de substâncias tóxicas, melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias-primas, energia, água ou outros recursos (SOLYON, 2009).

O Quadro 1 permite refletir sobre as hierarquias das práticas de gerenciamento, considerando a questão da produção e prevenção mais limpa:

Quadro 1 - Hierarquia das práticas de gerenciamento.

Práticas de Gerenciamento	Características
Eliminação	Completa eliminação do resíduo.
Redução na fonte	Evitar, reduzir ou eliminar o resíduo, geralmente dentro de uma unidade produtiva, promove mudanças nos processos industriais ou procedimentos.
Reciclagem	O uso, reuso ou reciclagem na função original ou outro propósito como matéria-prima, material recuperado ou produção de energia.
Tratamento	A destruição, desintoxicação, neutralização ou a transformação em resíduos menos poluentes.
Disposição	A descarga de resíduos na atmosfera, na água ou no solo de maneira apropriada ou controlada para torná-los menos poluentes. Uma disposição correta no solo pode envolver a redução no volume, encapsulamento, contenção de lixiviação e técnicas de monitoramento.

Fonte: adaptado de Solyon (2009).

Considerando as práticas adotadas pela empresa, observa-se que a **eliminação** completa do resíduo (lodo) ocorre por serviço terceirizado que contempla as legislações específicas de descarte deste material (incineração em aterro sanitário com licença tecnológica para efetuar o processo, com pré-secagem e tratamento dos gases gerados). O outro resíduo existente, que são os recortes de papelão, é destinado para as fábricas recicladoras. Eliminação e **reciclagem** são processos que devem ser pensados de forma efetiva e eficaz. Quanto a **redução na fonte** dos resíduos, a empresa faz uso de um *software* capaz de realizar diversos cálculos e comparações para chegar na chapa ideal para compra ou para produção de uma pequena quantidade, se baseando nas chapas de estoque. Este *software* enfim, ajuda na diminuição de refugo (peças inteiras de papelão não conforme ou sobras de produção) e contribui tanto para o meio ambiente quanto para redução de custos da empresa e/ou valor da caixa. O **tratamento** é todo o processo apresentado nesta discussão, priorizando as ações de conservação da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao ser implantado na organização um plano para os descartes corretos para cada resíduo tóxico, a indústria estará adotando práticas ambientais sustentáveis. A gestão ambiental passou a ser uma das condições para se estar inserido no mundo dos negócios, sem contar que a sociedade tem valorizado cada vez mais as empresas que são sustentáveis. Reforça-se, no caso deste estudo, que o processo produtivo, a geração de efluentes, o uso de produtos ou a geração de embalagens após o uso estão associados aos principais impactos ambientais.

A gestão ambiental consiste em uma administração criteriosa para manter o equilíbrio ambiental, promovendo assim o bem-estar e a saúde pública. Trata-se de um processo que necessita de etapas definidas e alinhadas a uma política ambiental, da organização em relação as legislações vigentes do município e do estado, com um claro planejamento que delimite a execução da política por meio do gerenciamento do manejo ambiental. O planejamento ambiental define as metas e as etapas para a implantação das ações a serem colocadas em prática, abrangendo diagnósticos e prognósticos sobre as fragilidades e problemas encontrados, tendo como princípio o desenvolvimento sustentável (BROLO; SILVA, 2016).

Contudo, quando se trata da parte de gerenciamento ambiental, este se refere à implantação da política por meio de ações de gerência, coordenação, execução, controle e monitoramento das atividades que estão associadas ao meio ambiente, todas efetuadas sob medidas econômicas, normas, regulamentos e legislações (LIMA; FERREIRA, 2007).

A gestão depende de como a organização encara os problemas ambientais, sendo, no caso da empresa deste estudo, desenvolvidos três tipos de abordagens, como o controle da poluição (impedir os efeitos da poluição gerada), prevenção da poluição (reduzir ou modificar a geração de resíduos poluentes) e estratégia de gestão (praticar as estratégias de controle e prevenção):

- No caso do controle da poluição, observou-se a implantação de uma estação de tratamento de efluentes que atende à demanda para uma menor produção de resíduos poluentes;
- A prevenção da poluição tem relação direta com as estratégias de controle, sendo notório que o controle de pH da água de reuso é o fator de maior importância para atender as especificidades da produção dos suprimentos da empresa;
- Por fim, a estratégia de gestão atende ao pressuposto de produção de embalagens com qualidades ideais, onde adequam o dimensionamento e estruturas de papelão para uma redução de resíduos sólidos e de gastos desnecessários para a empresa, enfatizando, finalmente, o reuso da água para a limpeza dos grupos impressores e áreas internas do processo fabril.

A conservação da água, por meio do uso racional e do reuso, é uma ferramenta eficaz na preservação dos recursos hídricos. O estudo demonstrou que os ganhos

ambientais são obtidos tanto na redução da captação de água quanto na redução da emissão de poluentes ao meio ambiente, preservando esse recurso natural em quantidade e qualidade.

Estudos de caso como este demonstram a carência da área industrial por estudos específicos voltados à conservação da água. A falta de padrões de qualidade para reuso dificulta a implantação dessa prática que, quando adotada sem critérios, pode trazer riscos aos equipamentos e à saúde humana. A criação de bancos de dados com critérios de qualidade específicos demonstra-se necessária à implantação bem-sucedida da conservação na indústria.

Uma questão lançada para a empresa é de fato estabelecer um laboratório de controle dos efluentes, e não somente uma ETE, dada a grande importância deste processo de separação e dos agentes coagulantes nesta etapa. A inconveniência da coagulação química é a geração de um lodo não biodegradável. O investimento em pesquisa para o uso de biopolímeros no tratamento dos efluentes seria um interessante compromisso de responsabilidade ambiental, uma vez que se trata de uma empresa onde boa parte das ações giram em torno da reutilização do recurso hídrico.

REFERÊNCIAS

AUTRAN, M. M. M.; LLARENA, R. A. S.; PINHEIRO, V.; OLIVEIRA, G. Revisão sistemática: desvelando a gestão do conhecimento nos Anais do ENANCIB. **Revista Biblionline**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 84 – 100, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados/** Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.305/10** que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de 02 de agosto de 2010. Publicada no Diário Oficial da União em 03 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 20 abr. 2019.

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005**. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil N° 053, págs. 58-63. 2005.

CUNHA, V. Tintas imobiliárias, vernizes e solventes. **VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, p. 1-18. Rio de Janeiro, 2012.

BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. **Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, Paraíba, ABES, 2001. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-078.pdf>. Acesso em 13 jul. 2009.

CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008.

CETESB. Tintas e Vernizes. **Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes**. Série P+L, 2006. FAZENDA, J. M. R. **Tintas Imobiliárias de Qualidade: Livro de Rótulos da ABRAFATI**. 2. ed. São Paulo: Blucher; 2009. 598p.

FAZENDA, J. M. R.; DINIZ, F. D. **Tintas e Vernizes – ciência e tecnologia**. ABRAFATI. São Paulo: Edgard Blucherlv, 2005. 1044p

GUEDES, M. R. **Estudo sobre os processos de coagulação, floculação e decantação para o tratamento de efluentes gerados em uma indústria de tintas local**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2018.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 6 ed. São Paulo: atlas, 2011.

MARTINI, M. V. P. **Estudo da tratabilidade de água pluvial utilizando coagulante natural a base de tanino visando fins não potáveis**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2013.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua produção.** Produção, v. 17, n. 01, p. 216-229, 2007.

MURAKAMI, M. F. **Avaliação do desempenho de uma unidade em escala real para tratamento de água pluvial empregando a filtração rápida por meio de filtro de pressão e amido natural de milho como coagulante primário.** 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SCARIOTTO, M. C. **Estudo da utilização da goma xantana como auxiliar no processo de floculação em tratamento de água para abastecimento.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

LIMA, R. G. C.; FERREIRA, O. M. **Resíduos industriais- métodos de tratamento e análise de custo.** Artigo [publicação on-line] Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia Ambiental – Goiânia/GO, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7312300-Residuos-industriais-metodos-de-tratamento-e-analise-de-custos.html>. Acesso em: 15 ago 2019.

SILVA, Q. V. **Análise da aplicação de ferramentas de P+L em uma empresa de tintas imobiliárias.** Dissertação (Mestrado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, 2010.

SOLYON, G. J. P. **Minimização e reaproveitamento de resíduos de uma indústria de tintas e impressão de papéis decorativos.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

VAZ, L. G. L. **Performance do processo de coagulação/floculação no tratamento do efluente líquido gerado na galvanoplastia.** Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2009.

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SOCERJ**, v. 20, n. 05, p. 383-386, 2007.

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. **Reuso da água como ferramenta de revitalização de uma estação de tratamento de efluentes.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 119-128, 2010.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.