

II-021 - PROPOSTA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

Darlan Roque Dapieve⁽¹⁾

Especialista em Tecnologias Mecânicas do Setor Sucroalcooleiro pela Universidade Estadual de Maringá. Mestrando em Tecnologias Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Professor do Instituto Federal do Paraná.

Diogo Segnanfredo

Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestrando em Tecnologias Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Lucas Lanzarini

Engenheiro Ambiental pela Universidade União Dinâmica de Faculdade Cataratas.

Juliana Bortoli Rodrigues Mees

Doutora em Engenharia Agrícola: Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professor e Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Endereço⁽¹⁾: Rua Bolívia, 320 – Jardim América – Assis Chateaubriand - PR - CEP: 85935-000 - Brasil - Tel: +55 (44) 9915-8307 - e-mail: darlan.dapieve@ifpr.edu.br.

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada em uma Indústria Química da Região Oeste do Estado do Paraná, que é especializada na produção de produtos de limpeza como detergentes, amaciantes, água sanitária, alvejantes, desinfetantes e aromatizantes. A proposta deste artigo está baseada na redução da quantidade de resíduos líquidos gerados no processo produtivo. Conforme sugere a metodologia utilizada, o trabalho foi desenvolvido em três fases: o planejamento, a avaliação e a proposição de medidas de minimização. A priorização dos resíduos ocorreu para aqueles de maior potencial ou facilidade de minimização, maiores quantidades geradas e maior potencial de remoção de gargalos de produção, determinando as águas de lavagem dos tanques de produção, embalagens retornáveis e de limpeza do piso como os resíduos prioritários. Por fim, foram apresentadas as oportunidades de melhorias, sendo: redução na fonte, com controle na fonte - processo, e de reuso interno. Em relação ao controle na fonte constataram-se oportunidades em mudança de tecnologia, pela alteração da geometria do fundo do tanque, pela inclusão de novos tanques para produção e por sistema de armazenamento da água de lavagem dos tanques. Colaborando para as boas práticas operacionais, foi sugerido um ordenamento das bateladas de produção de mesmos produtos por critério de cores, dos mais claros para os escuros. Com o reuso interno constatou-se a oportunidade de utilização de água de lavagem dos tanques para higienização de embalagens retornáveis e dos pisos da indústria. Estima-se que por meio da implantação das propostas de minimização apresentadas neste trabalho, a empresa possa reduzir aproximadamente 43,1% do consumo de água empregada em processos de higienização, sem comprometimento da qualidade dos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Prevenção à poluição, controle na fonte, mudança de tecnologia, reuso, indústria química.

INTRODUÇÃO

A partir do anseio da sociedade em consumir produtos que não causam efeitos danosos ao meio ambiente e a legislação cada vez mais restrita a contaminações, o setor industrial busca integração de práticas socialmente responsáveis e ambientalmente corretas. A partir disso, iniciou-se a busca por novas tecnologias de produção, visando melhoria da qualidade ambiental, além de reduzir custos e atender as novas expectativas dos consumidores.

Surgem então metodologias como Produção mais Limpa (P+L), Prevenção a Poluição (P2), Redução na Fonte, entre outras, cujas propostas baseiam-se na aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos à sociedade e ao meio

ambiente, além de minimizar os desperdícios, reduzir custos e alavancar o potencial inovador da organização, visando ganhos de competitividade e otimização dos processos industriais (WERNER; BACARJI & HALL, 2009).

De acordo com a definição da Environmental Protection Agency, EPA (1988), minimização de resíduos é a redução, tanto quanto possível, de resíduos gerados, tratados, estocados ou dispostos. Inclui qualquer atividade de redução na fonte ou reciclagem nas quais o resíduo é submetido a operações que reduzam seu volume total ou sua toxicidade. A Figura 1 apresenta as oportunidades de aplicação de P2.

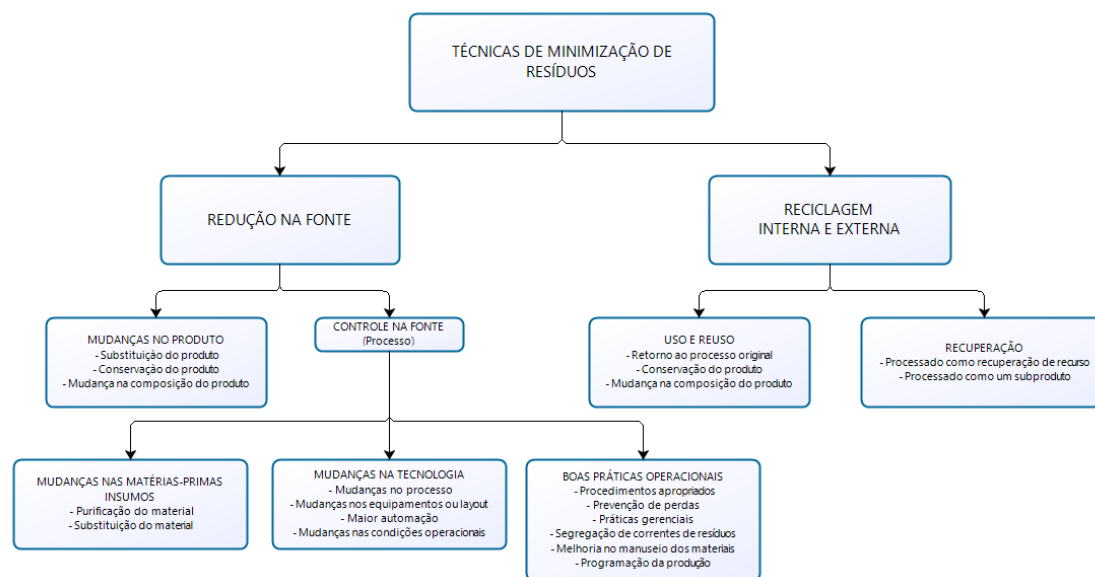


Figura 1: Níveis de aplicação de prevenção a poluição.

Fonte: Adaptado de EPA (1988).

A metodologia P2 implica na diminuição da quantidade de resíduos, ou seja, reduzir na fonte, onde quanto menor quantidade de resíduos produzido, menor será a preocupação em tratá-lo. Também está englobada nesse item a melhor eficiência na utilização de matérias primas, de energia, entre outros recursos naturais (CETESB, 1999).

As técnicas de redução na fonte envolvem ações que incluem mudanças no produto, mudanças de material, tecnologia e práticas operacionais. As mudanças no produto ocorrem por substituição, conservação e/ou mudanças em sua composição e requerem investimentos em pesquisa, resultando em um elevado aumento no desempenho ambiental do ciclo de vida do produto. As técnicas relativas às modificações nos materiais utilizados no processo industrial incluem as atividades que promovam a redução de resíduos através da diminuição da toxicidade de uma determinada substância ou a substituição de um material perigoso por um não perigoso, geralmente envolvem elevados investimentos em pesquisa e implementação, mas com impactos de grande relevância ambiental. As mudanças de tecnologias são modificações relativas ao próprio processo ou a seus equipamentos, visando à redução de resíduos, abrangendo desde pequenas modificações que podem ser implementadas com baixo custo e em poucos dias, até complexas mudanças no processo com custo elevado. As boas práticas operacionais incluem medidas administrativas, institucionais ou procedimentos que uma companhia pode utilizar para minimizar resíduos. (MATOS & SCHALCH, 1997).

Além das técnicas de redução na fonte, já citadas, também podem ser consideradas opções de reciclagem/reuso interno ou externos. Segundo Weber et al. (2010) o reuso da água em uma indústria pode ser utilizado como ferramenta eficaz contra os danos causados ao meio ambiente, seja pela redução das cargas poluentes emitidas ao corpo receptor ou volumes de água captados.

Para a implantação de medidas de prevenção à poluição, é fundamental conhecer o processo como um todo, assim como as matérias-primas e fontes de geração de resíduos. Quanto maiores forem as perdas de matéria-prima e insumos de um processo, maior será a quantidade de resíduos gerada, no entanto é necessário também

a caracterização dos resíduos, para que assim possa saber qual resíduo é o prioritário, ou seja, aquele que a empresa deve se preocupar primeiro (LEITE & PAWLOWSKY, 2005).

Para Lacerda et al. (2012) o efluente da indústria de detergentes e amaciantes apresentaram características físico-químicas que tornam o seu tratamento bastante complexo e oneroso. Cunha et al. (2001) complementam dizendo que os produtos de limpeza foram desenvolvidos para substituir o sabão e essas formulações comerciais são misturas de várias composições, sendo que o seu componente mais importante é o surfactante ou agente tensoativo, sendo este um composto de baixa biodegradabilidade.

Conforme CETESB (2005) na indústria de produtos de limpeza, a água é considerada, em termos de quantidade, como uma das principais matérias-primas. Além da incorporação nos produtos, a água também é utilizada em procedimentos de limpeza e sanitização de máquinas, equipamentos, tubulações de transferência e mangueiras.

Desta forma o objetivo do trabalho é utilizar metodologia de P2 em uma indústria química, indicando oportunidades de minimização de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma indústria química da região oeste do Estado do Paraná, localizada a 25°3'34" Sul, 53°52'45" Oeste. A empresa é especializada na produção de detergentes de uso geral, desincrustantes e alcalinos, amaciantes para roupas, água sanitária, alvejante sem cloro, desinfetantes e aromatizantes.

Com base na metodologia desenvolvida pela EPA (1988) estabeleceu-se a sequência de etapas do estudo de alternativas de minimização de resíduos, conforme ilustrado na Figura 2.

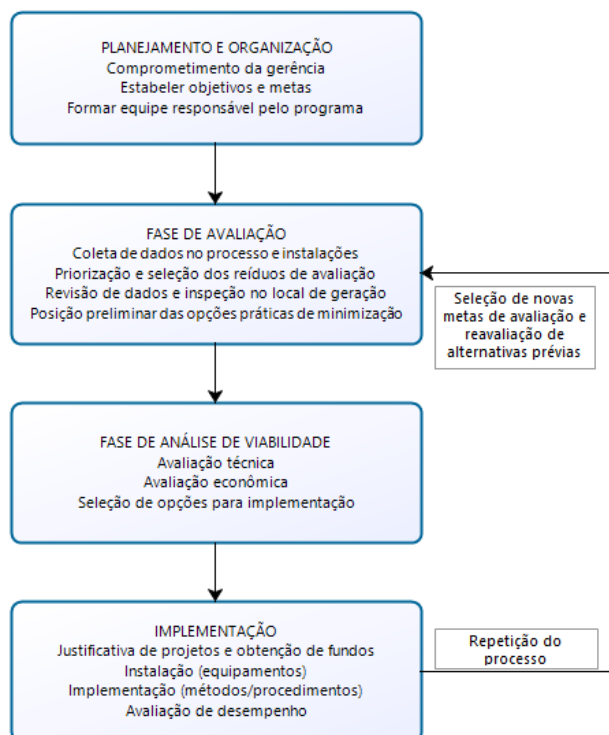


Figura 2: Fluxograma da elaboração do estudo de minimização de resíduos.

Fonte: Adaptado de EPA (1988).

Conforme sugere a metodologia adotada neste trabalho, a fase de planejamento consistiu em definir os objetivos junto ao corpo gestor da indústria e definir equipe integrante do trabalho. Na fase de avaliação

realizou-se levantamento do fluxograma do processo produtivo e de geração de resíduos. Por meio de medições volumétricas, do balanço entre as entradas de matérias primas e insumos e saída de produtos dos processos, foram quantificadas as gerações de resíduos.

O modelo utilizado para a priorização dos resíduos é o apresentado pela EPA (1988) em "Waste Minimization Opportunity Assessment Manual". Os critérios utilizados, bem como o peso adotado para cada critério, de acordo com a sua importância para a empresa, foram:

- A. Conformidade da destinação do resíduo com a legislação - Peso 1;
- B. Custos com o tratamento e disposição final do resíduo - Peso 2;
- C. Riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança - Peso 2;
- D. Quantidade gerada do resíduo - Peso 3;
- E. Potencial ou facilidade de minimização do resíduo - Peso 3;
- F. Potencial de recuperação de subprodutos valiosos - Peso 3;
- G. Potencial para a remoção de gargalos na produção ou tratamento do resíduo - Peso 3.

Através de técnica nominal de grupo, por meio de consenso ou votação, quantificou-se os impactos dos resíduos estudados em cada um dos critérios, utilizando os mesmos símbolos do QFD (Quality Function Deployment), adaptados por Mello e Pawlowsky (2003), onde:

3^0 = 1: Probabilidade fraca ou inexistente;

3^1 = 3: Probabilidade mediana;

3^2 = 9: Alta probabilidade.

A atribuição dos pesos dos critérios e das valorações dos impactos de cada um dos resíduos estudados foram realizadas pela equipe de trabalho definida e de acordo com os dados e interesses da empresa. A seguir, são estabelecidos os impactos para a valoração dos resíduos para os critérios definidos.

A. Conformidade da destinação do resíduo com a legislação

Este item verifica se a manipulação e a disposição do resíduo estão em conformidade com a legislação, priorizando os resíduos sujeitos a riscos de multas e sanções públicas pela sua desconformidade a Legislação. Valoração:

3^0 : Manipulação e disposição do resíduo atendem a legislação;

3^1 : Manipulação e disposição conformes, mas com possibilidade de melhoria;

3^2 : Manipulação ou disposição do resíduo não atende a legislação.

B. Custos com o tratamento e disposição final do resíduo

Este critério verifica os custos relacionados a geração, armazenagem, transporte e disposição final do resíduo, priorizando os que geram maior custo à empresa. Valoração:

3^0 : Custos menores que R\$ 1.000,00 ao ano;

3^1 : Custos entre R\$ 1.000,00 e R\$ 3.000,00 ao ano;

3^2 : Custos acima de R\$ 3.000,00 ao ano.

C. Riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança

Este item avalia o potencial de poluição e os riscos à saúde ou segurança no manuseio, armazenagem, transporte e disposição final do resíduo, priorizando os resíduos que oferecem maior potencial de poluição e riscos à saúde e segurança. Valoração:

3^0 : Resíduo não oferece risco ou não entra em contato com funcionários em nenhuma etapa de seu manuseio, armazenagem, transporte ou disposição final;

3^1 : Resíduo oferece risco e possibilidade do funcionário entrar em contato com o resíduo em alguma etapa de seu manuseio, armazenagem, transporte ou disposição final;

3^2 : Resíduo oferece risco e necessidade de contato direto do funcionário com o resíduo em alguma etapa de seu manuseio, armazenagem, transporte ou disposição final.

D. Quantidade gerada do resíduo

Este critério avalia a quantidade da geração do resíduo, priorizando os resíduos gerados em maiores quantidades. Valoração:

3⁰: Até 1 t/ano de resíduo ou até 150 m³/ano;

3¹: De 1 t até 10 t/ano de resíduo ou de 150m³/ano até 300 m³/ano;

3²: Mais de 10 t/ano de resíduo ou mais de 300 m³/ano.

E. Potencial ou facilidade de minimização do resíduo

Este item avalia o potencial ou facilidade de minimização do resíduo com pequenas adequações ou investimentos, priorizando os resíduos com maiores possibilidades e potenciais de minimização. Valoração:

3⁰: Investimento para minimizar o resíduo com tempo de retorno superior a 2 anos;

3¹: Investimento para minimizar o resíduo com tempo de retorno de 1 a 2 anos;

3²: Não há necessidade de investimentos para minimizar o resíduo ou tempo de retorno inferior a 1 ano.

F. Potencial de recuperação de subprodutos valiosos

Este critério avalia o potencial de recuperação de subprodutos contidos no resíduo anterior ao seu destino final, priorizando resíduos que oferecem maior condição de redução de custos pela recuperação de subprodutos valiosos. Valoração:

3⁰: O resíduo não oferece condição ou redução de custos inferior a R\$ 1.000,00 ao ano pela recuperação de subprodutos;

3¹: O resíduo oferece condição de redução de custos de R\$ 1.000,00 a R\$ 5.000,00 ao ano pela recuperação de subprodutos;

3²: O resíduo oferece condição de redução de custos superior a R\$ 5.000,00 ao ano pela recuperação de subprodutos.

G. Potencial para a remoção de gargalos na produção ou tratamento do resíduo

Este item avalia o potencial de remoção de gargalos na produção ou tratamento do resíduo, priorizando os que possuem maior potencial. Valoração:

3⁰: O resíduo não oferece gargalos na produção ou no tratamento;

3¹: O resíduo oferece baixo potencial de remoção de gargalos na produção ou tratamento;

3²: O resíduo oferece alto potencial de remoção de gargalos na produção ou tratamento.

Número de Priorização

O Número de Prioridade (NP) é a somatória da respectiva multiplicação da valoração do impacto de cada resíduo pelo peso de cada critério, conforme apresentado na equação 1.

$$NP = A \times PA + B \times PB + C \times PC + D \times PD + E \times PE + F \times PF + G \times PG \quad \text{equação (1)}$$

onde:

A, B, C, D, E, F e G são os critérios adotados para valoração dos resíduos;

NP é o Número de Prioridade;

PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG são os pesos atribuídos a cada critério.

A escala de priorização dos resíduos será determinada do maior Número de Prioridade para o menor. Ainda na fase de priorização, relacionaram-se as possibilidades preliminares de minimização para os três resíduos com maior Número de Prioridade.

Na próxima fase, realizou-se análise da viabilidade técnica e econômica para cada uma das possibilidades de minimização, selecionando as alternativas com maior facilidade e potencial de minimização da geração de resíduo e menor custo de implementação.

Para a definição de oportunidades de prevenção a poluição foi utilizada a metodologia da EPA (1988), conforme apresentado na Figura 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta o fluxograma do processo produtivo da indústria e de geração de resíduos.

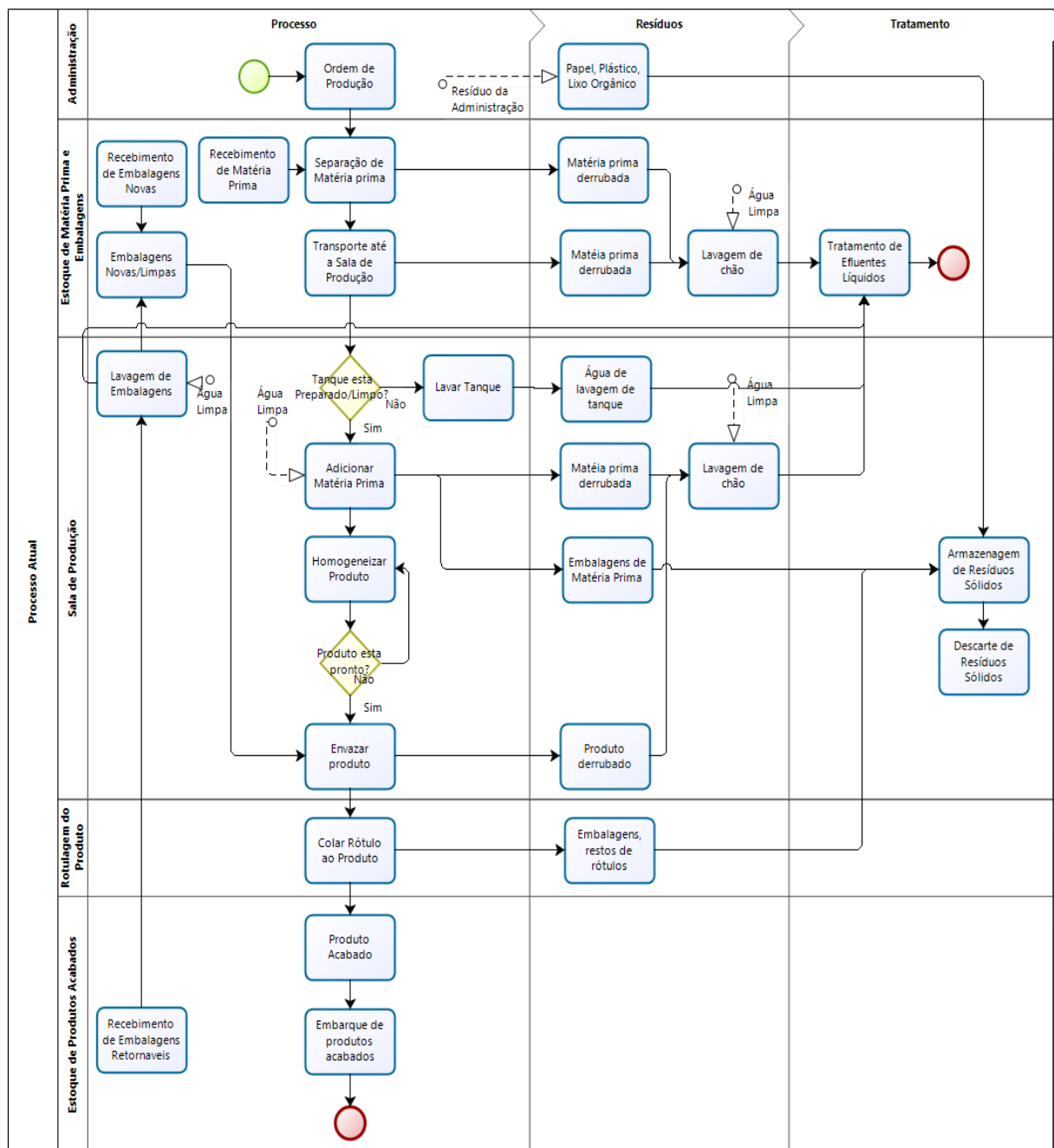


Figura 3: Fluxograma do processo produtivo e de geração de resíduos.

Fonte: Os autores.

A partir do fluxograma do processo produtivo pode-se identificar as operações realizadas assim como os resíduos gerados em cada uma das etapas de produção. Verifica-se a geração de resíduos de papel, plástico e orgânico nas atividades administrativas e papel e plástico na rotulagem dos produtos. Todos estes resíduos sólidos são devidamente armazenados até seu destino final, onde os resíduos orgânicos são encaminhados a aterro sanitário e plástico e papel são entregues a cooperativa de catadores, devidamente cadastrados na cidade de instalação da indústria.

No ambiente de estocagem de matérias primas e embalagens há a utilização de água para higienização de embalagens retornáveis e limpeza de pisos, resíduos que são destinados a estação de tratamento de efluentes da indústria. Na sala de produção ocorre utilização de água para limpeza de piso e para lavagem dos tanques de produção, quando há mudança do produto a ser produzido em um mesmo tanque e no fim do turno de trabalho. Ainda oriundo da produção, as embalagens de matérias primas utilizadas são encaminhadas e devidamente armazenadas no ambiente de estocagem, para posterior devolução às respectivas empresas na compra de novos produtos.

A Tabela 1 apresenta as valorações obtidas e o Número de Prioridade de cada um dos resíduos estudados.

Tabela 1: Valorações e Número de Prioridade obtidos para os resíduos estudados

Resíduo	Critério							NP
	A	B	C	D	E	F	G	
Água de limpeza de tanque	1	6	18	27	27	3	9	91
Água de lavagem de embalagens	1	2	18	27	27	3	3	81
Água de limpeza de piso	1	2	18	3	27	3	3	57
Desperdício de materiais	3	2	6	3	3	9	3	29
Plástico	1	2	6	3	9	3	3	27
Papel	1	2	6	3	3	3	3	21
Lixo orgânico	1	2	2	3	3	3	3	17

A ordem de priorização sugerida pelo método atende ao objetivo principal estabelecido pela empresa que era dos resíduos de maior geração e de maior potencial de minimização.

Analisando a tabela 1, pode-se constatar que a valoração prioritária para os resíduos concorda com os objetivos estipulados pelo grupo de trabalho, sendo que a sequência de relevância indica o fator majoritário, a água proveniente da limpeza dos tanques de produção, seguido pela água de higienização de embalagens retornáveis e de limpeza do piso.

A avaliação do processo produtivo da indústria, de acordo com a metodologia utilizada, permitiu a constatação de oportunidades de melhorias de redução na fonte, com controle na fonte, e de reuso interno.

Controle Na Fonte - Processo

Em relação ao controle na fonte constataram-se oportunidades em mudança de tecnologia e de boas práticas operacionais.

A mudança de tecnologia proposta consiste na alteração da geometria do fundo dos tanques de produção de fundo plano para cônico, facilitando o escoamento dos produtos para o envasamento e também na sua limpeza, o que resultaria em redução no desperdício de produtos no envase e minimização da água necessária para limpeza dos tanques, e pela inclusão de novos tanques para produção, produzindo somente um tipo de produto em cada tanque, reduzindo a necessidade de lavagem dos tanques pela variação de produtos na produção.

Nas classes de amaciantes e detergentes são produzidos produtos de mesma composição, em cada classe, alterando-se apenas a coloração. Uma boa prática operacional foi proposta pelo ordenamento das bateladas de produção por critério de cores, iniciando-se pelos produtos de tonalidades mais claras e passando-se progressivamente para as mais escuras evitando a necessidade de lavagem do tanque na mudança da produção, sem afetar significativamente os produtos das tonalidades seguintes. Isto proporcionaria redução do número diário de lavagens de tanque e consequente minimização do uso de água limpa e de geração de resíduos. Conforme relatado por CETESB (2008), a ordenação da produção por critério de cores escalonando a produção das cores mais claras para as mais escuras, promoverá a diminuição da frequência das operações de limpeza entre lotes, o que resulta na redução de água ou solventes e dos efluentes e resíduos gerados.

Reuso Interno

A quantidade de água mensal utilizada pela indústria é de aproximadamente 460 m³, desse total, aproximadamente 85,48% do volume é utilizado como insumo sendo incorporado nos produtos, enquanto os outros 14,52% são utilizados para higienização, totalizando mensalmente 66,8 m³ de água consumido para esse fim.

Os 8 produtos produzidos pela empresa possuem características semelhantes, são utilizados insumos, destacando a água e aditivos para a elaboração desses produtos. No processo, são utilizados tanques de 1.000 litros para a mistura dos ingredientes e embalagens menores para o envasamento. Para o envasamento a empresa trabalha com embalagens de 4 diferentes volumes, sendo: 5, 20, 50 e 200 litros, dentre estas as embalagens de 20 e 50 litros são retornáveis.

Os tanques de produção são higienizados a cada mudança na produção (troca de produto a ser produzido) ou no final de turno, ocorrendo em média 12 limpezas diárias, considerando que a cada lavagem são necessários 120 litros de água, desta forma no final de cada mês são utilizados cerca de 28,8 m³ de água.

Para as embalagens retornáveis, antes de serem reutilizadas, é necessário a higienização das mesmas e, de acordo com os relatórios da empresa, são reutilizadas em média 150 embalagens por dia onde o consumo de água para limpeza de cada embalagem é de aproximadamente 10 litros, representando assim um consumo mensal de cerca de 30 m³.

Outro ponto de utilização de água de lavagem, é na limpeza dos pisos da área de produção o que consome por volta de 400 litros por dia e mensalmente esse valor chega a 8 m³ de água.

Dentro desse aspecto de consumo e verificando in loco a utilização de água limpa para a limpeza dos recipientes retornáveis, do piso e dos tanques de mistura, sugere-se o gerenciamento do resíduo gerado na limpeza dos tanques de produção para a possível reutilização no processo de higienização das embalagens retornáveis e limpeza de piso. Moruzzi (2008) destaca que a água de reuso tem potencial para atender as demandas menos exigentes e que não necessitam de tratamento, contribuindo para a diminuição da quantidade captada em mananciais destinados ao abastecimento, aumento da vida útil de estações de tratamento de água e diminuição dos riscos e custos associados a busca por novos mananciais. O reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, através de ações planejadas ou não planejadas e para fins potáveis e não potáveis (MORUZZI, 2008).

Estima-se que seja possível a reutilização de toda a água proveniente da limpeza dos tanques de produção para higienização das embalagens retornáveis e limpeza do pisos, sendo necessário a implementação de um sistema com reservatório para armazenamento desse resíduo e mecanismo de bombeamento para seu posterior uso.

Conforme os técnicos da empresa, são necessários três enxágues para a completa higienização das embalagens retornáveis, sendo que os dois primeiros enxágues, onde é retirada a parte mais grosseira dos contaminantes por meio de jato pressurizado de água, podem ser realizados com a água proveniente da limpeza dos tanques de produção, uma vez que esta contém apenas baixa concentração dos produtos produzidos. Para o enxágue final ainda seria necessária a utilização de água limpa afim de garantir a qualidade da limpeza desejada para as embalagens. Nesse cenário seria possível uma redução de aproximadamente dois terços do volume de água limpa utilizada para esse processo. Larcercda et al. (2012) em seus estudos concluíram que a recirculação deste efluente no processo de produção além de disporem de um menor volume de efluentes no meio ambiente, mostrou-se que é possível a reutilização da água de lavagem dos tanques, pois as características físico-químicas e microbiológicas desse efluente não constituem barreira à reutilização no processo. Já para a limpeza do piso, poderia ser utilizada somente água residual da limpeza dos tanques, então sem necessidade de utilização de água limpa.

Conforme Moruzzi (2008) para a concepção da estratégia de produção de água de reuso a quantidade demandada para cada finalidade é fator determinante. Portanto, a estimativa de economia total de água limpa, pelo reuso da água de lavagem dos tanques de produção, seria de: 66,6% da água utilizada para limpeza de embalagens e 100% da água utilizada para limpeza de pisos. Com isso, a quantidade total minimizada de água

limpa para higienização seria de 43,1% e mesma proporção de redução de resíduo a ser destinado ao tratamento, o que resultaria também em menor custo de tratamento e disposição final dos efluentes.

Weber et al. (2010) em seus estudos demonstraram que com a utilização de ferramentas de reuso interno foi possível reduzir em mais de 50% a vazão média de efluentes, e concluíram que o reuso de água é eficaz para a revitalização das estações de tratamento.

CONCLUSÕES

Com base no estudo desenvolvido para minimização de resíduos em indústria química de produção de produtos de limpeza, fica clara a viabilidade da utilização da metodologia empregada como forma de identificar oportunidades de minimização de resíduos, a fim de reduzir a utilização e o custo com insumos ou auxiliares de processo, a quantidade de resíduos gerados e o custo com seu tratamento e disposição final, resultado em menor impacto ambiental e caminhando ao desenvolvimento sustentável.

Neste estudo, as sugestões de implementação de alternativas a minimização do uso de água em processo, com mudança de tecnologia, boas práticas operacionais e reuso interno, permitem redução de aproximadamente 43,1% de água de higienização, sem comprometimento da qualidade dos produtos.

A alteração do fundo dos tanques de plano para cônico resultaria em redução da perda residual no processo de envasamento dos produtos, bem como facilitaria sua limpeza e, da mesma forma que a implementação de tanques individuais para cada produto produzido, reduziria a quantidade de água e o tempo gasto neste processo, gerando menor custo unitário aos produtos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Medianeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Manual para implementação de um programa de prevenção a poluição. São Paulo: CETESB, 1999. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/manual_implem.pdf>. Acesso em 30 mai. 2013.
2. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos - Por uma Produção mais Limpa. São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em: <http://www.abigraf.org.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=20&Itemid=38>. Acesso em 30 mai. 2013.
3. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Tintas e Vernizes – série P+L. São Paulo: CETESB, 2006. 70 p. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/tintas.pdf>>. Acesso em 30 mai. 2013.
4. CUNHA, C.P., LOBATO, N., DIAS, S. Problemática dos tensoativos na indústria de produção de detergentes em Portugal. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2001.
5. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Waste minimization opportunity assessment manual. Ohio, 1988, 96p.
6. LACERDA, M. F. A. R., JÚNIOR, L. A. dos S., SALES, P. de T. F., SCHIMIDT, F., SANTIAGO, M. F. Avaliação do reuso de água de limpeza em uma indústria de sabão em pó sintético. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. v. 5, n. 2. 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/reec/index>>. Acesso em 03 jun. 2013.
7. LEITE, B. Z., PAWLOWSKY, U. Alternativas de minimização de resíduos em uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba. Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, jun. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 28 mai. 2013.



8. MATOS, S. V., SCHALCH, V. Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição. In: 19º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Foz do Iguaçu: ABES, p. 1742-1755. 1997.
9. MELLO, E. T., PAWLOWSKY, U. Minimização de Resíduos em uma indústria de bebidas. Engenharia sanitária e ambiental, v. 8, n. 4, p. 249-256, out. 2003.
10. MORUZZI, R.B. Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios. OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil - ISSN: 1982-7784. v. 8, n. 3. 2008.
11. WEBER, C. C., CYBIS, L. F., BEAL, L. L. Reuso da água como ferramenta de revitalização de uma estação de tratamento de efluentes. Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, jun. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 03 jun. 2013.
12. WERNER, E., BACARJI, A., HALL, R. Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas. 2009. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos09/306_306_PMaisL_Conceitos_e_Definicoes_Metodologica_s.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2013.