



AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PROCESSOS DE LAVAGEM DE ROUPAS EM UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL

Graziella Kassick Saft, Daiane Calheiro*

** Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – graziellakassick@hotmail.com*

SÚMULA

Este trabalho realizou a Análise do Ciclo de Vida dos processos de lavagem de roupa a seco e a úmido de uma lavanderia industrial da cidade de Novo Hamburgo/RS. A metodologia do estudo foi baseada na Norma NBR ISO 14040, sendo que os dados coletados se dividiram entre quantitativos (Inventário) e qualitativos (Levantamento de aspectos e impactos ambientais). O Inventário mostrou que a lavagem a seco utiliza 6 (seis) litros do solvente percloroetileno para lavar 1 (um) quilograma de roupa, enquanto que, na lavagem a úmido, são gastos 16 (dezesesseis) litros de água para a mesma quantidade de roupa. A lavagem a seco demanda maior consumo de energia elétrica, porém, a lavagem a úmido possui aspectos ambientais relacionados ao consumo de energia proveniente da queima de lenha, como a geração de cinzas e de emissões atmosféricas. Foi identificada uma série de pontos críticos que podem ser melhorados, como a melhor utilização dos insumos e redução de geração de resíduos. Por fim, conclui-se que, apesar de não haver um processo de lavagem de roupas livre de impactos ambientais associados, a utilização da ACV permite avaliações sistêmicas sobre os processos e suas implicações.

Palavras-chave: Análise de Ciclo de Vida, lavagem a seco, lavagem a úmido.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WASHING CLOTHES PROCESS IN AN INDUSTRIAL LAUNDRY

ABSTRACT

This study did the Life Cycle Assessment in a couple of washing clothes processes (dry cleaning and conventional cleaning) in an industrial laundry at Novo Hamburgo/RS. The study methodology was based on the International Standard ISO 14040, and the data collected were divided between quantitative (Inventory) and qualitative (environmental aspects and impacts). The Inventory showed that are used six (6) liters of perchlorethylene to wash one (1) kilogram of clothes, while the conventional cleaning process spent sixteen (16) liters of water for the same quantity of clothes. The dry cleaning demands more electricity, but the conventional cleaning has environmental aspects related to the consumption of energy from burning wood, as the generation of ash and air emissions. It was identified some critical points that can be better, such as better use of inputs and reduced waste generation. Finally, although there aren't any washing clothes processes free of associated environmental impacts, the LCA allows systemic reviews of the processes and their implications.

Keywords: Life Cycle Assessment, dry cleaning, conventional cleaning.

1. INTRODUÇÃO

A lavagem de roupas é um processo muito antigo e vem sendo aprimorada à medida que se desenvolvem novos equipamentos e materiais, como máquinas de lavar, branqueadores e detergentes cada vez mais eficientes. Porém, em alguns casos, a lavagem convencional não cumpre perfeitamente o seu papel, deixando a peça desbotada ou até sem atingir o grau necessário de limpeza. Esses inconvenientes motivaram a pesquisa de processos de limpeza diferenciados, como, por exemplo, a lavagem a seco (BORGES; MACHADO, 2013).





Devido à comprovada toxicidade dos solventes empregados na lavagem a seco, esse processo possui regulamentações mais rígidas. A ANVISA (2004) estabeleceu, a partir da RCD 161 de 2004, regras para a utilização do percloroetileno, principal agente de limpeza utilizado. Além de controles relacionados à emissão de vapores, seus resíduos sólidos são classificados como Classe I – Perigoso pela ABNT NBR 10004 (2004) e exigem disposição de acordo com as regulamentações em vigor. Tendo em vista que diferentes processos de lavagem de roupas, a seco e a úmido, têm o mesmo objetivo, propõe-se que seja feita uma avaliação de seus desempenhos ambientais. Uma alternativa é a Análise do Ciclo de Vida – ACV, que identifica e avalia os aspectos e impactos ambientais relacionados a um produto ou serviço, englobando etapas que vão desde a extração das matérias-primas na natureza (berço) até a disposição do produto final (túmulo). O estudo encoraja as indústrias a perceber questões ambientais associadas a questões produtivas, tais como insumos, sistemas de manufatura, distribuição e uso, afastando-se do enfoque tradicional *end of pipe* para soluções ambientais (CHEHEBE, 1997).

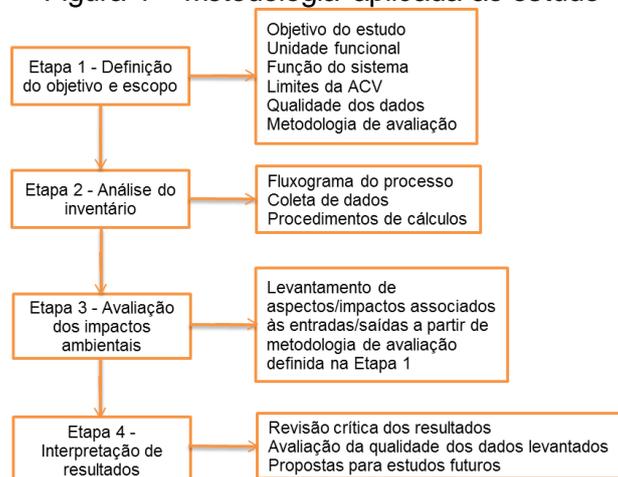
2. OBJETIVO

Avaliar, a partir da ferramenta de gestão ambiental Análise de Ciclo de Vida (ACV), os sistemas de lavagem de roupas a seco e a úmido, identificando pontos de melhorias em seus processos.

3. MÉTODOS

O estudo de caso coletou as informações na “Lavanderia A” da cidade de Novo Hamburgo/RS, no período de outubro a novembro de 2013. Os procedimentos aplicados foram baseados na metodologia de Análise de Ciclo de Vida, referenciada pela Norma NBR ISO 14040 (ABNT, 2006). A Figura 1 apresenta esquematicamente o fluxograma da metodologia aplicada.

Figura 1 – Metodologia aplicada ao estudo



Fonte: Próprio autor

A Etapa 1 define a metodologia da ACV, determinando objetivo, unidade funcional, função e limites do sistema, qualidade dos dados e os critérios de avaliação de impactos. Os dois processos avaliados nesse estudo possuem a mesma função, ou seja, remover sujidades e cargas microbianas de roupas, a partir de sistemas de lavagem. A unidade funcional considerada para este estudo foi “quilograma de roupas lavadas”. Foi analisado o intervalo de aspectos referentes às entradas no sistema de lavagem (insumos) até as saídas desses sistemas (roupas lavadas e resíduos). Nesse contexto, não foram inclusos os sistemas de retirada de manchas pré-lavagem,



tratamento de resíduos, pessoas envolvidas nos processos, sistemas de iluminação, nem depreciação e manutenção de equipamentos.

A coleta dos dados necessários (Etapas 2 e 3) se deu de forma quantitativa e qualitativa para os processos inclusos nos limites do sistema, a partir do Inventário e do Levantamento de aspectos e impactos ambientais. Os dados coletados possuem fontes preferencialmente primárias, porém, as variáveis que não puderam ser quantificadas, foram calculadas a partir de literaturas técnicas (fontes secundárias). No processo de lavagem a seco, o único equipamento utilizado foi o Lavasecco 10 da marca Italclean (Italclean Ltd., Bologna, Itália). No processo de lavagem a úmido, os modelos da máquina de lavar e da centrífuga foram, respectivamente, MLX050 e EXT050, ambos da MSA Máquinas Santo André (MSA Máquinas Santo André, Santo André, São Paulo). A combustão da lenha, utilizada na secagem de roupas, é feita em um gerador de ar quente, IBMetalcover, da marca IBCaldogno (IBCarldogno Brasil, Erechim, Rio Grande do Sul).

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais considerou os critérios de Abrangência, Gravidade, Probabilidade ou Frequência, fundamentada em Menezes (2006). A Tabela 1 apresenta os critérios de avaliação e suas respectivas pontuações.

Tabela 1 - Critérios de definição de relevância de impactos ambientais

Critérios		Graus		
		1 – Pontual	2 - Local	3 - Global
Consequência Abrangência x Gravidade	Abrangência Extensão do impacto ambiental	Restrita à área da empresa	Restrita à vizinhança da empresa, podendo ou não incluir sua área interna	Abrange áreas superiores à vizinhança da empresa, podendo ou não incluir sua área interna
	Gravidade Intensidade do impacto ambiental	Causa danos ao meio ambiente que podem ser reversíveis pela natureza em curto espaço de tempo	Causa danos consideráveis ao meio ambiente, que exigem recursos técnicos e financeiros para mitigação	Causa danos ambientais marcantes, com efeitos irreversíveis
Relevância Relação entre Consequência x Probabilidade / Frequência	Probabilidade / Frequência Probabilidade de ocorrência do impacto ambiental ou frequência do aspecto associado	2 – Baixa Aspecto ocorre uma vez durante a tarefa e/ou impacto nunca ocorreu ou é pouco provável que ocorra	3 - Média Aspecto ocorre de duas a quatro vezes durante a tarefa e o impacto já ocorreu, mas de maneira esparsa	4 - Alta Aspecto ocorre mais do que quatro vezes ou continuamente durante a tarefa e possivelmente ocorrerá o impacto

Fonte: Adaptado de Menezes, 2006

Após essas classificações, o aspecto ou impacto ambiental é enquadrado quanto à sua significância, conforme apontado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do impacto ambiental

Relevância	Classificação	Significância
$R \geq 18$	Muito relevante	Significativo (S)
$18 > R \geq 9$	Relevante	
$R < 18$	Irrelevante	Não Significativo (NS)

Fonte: Adaptado de Menezes, 2006



A Etapa 4 está relacionada à qualidade dos dados levantados e às possibilidades de melhoria identificadas a partir da revisão dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, resultados referentes à Análise do Inventário (Etapa 2) e Avaliação dos impactos ambientais (Etapa 3).

4.1. Análise do Inventário

O processo de lavagem a seco é dividido entre as etapas de lavagem, centrifugação e secagem. Para a limpeza, utiliza-se unicamente o solvente orgânico percloroetileno. Este passa por etapas de purificação, que permitem sua recirculação. Se tratando de um circuito fechado, o solvente é repostado à medida que vão ocorrendo perdas no processo, tais como solvente que fica retido no filtro e nas roupas, que escapa para a atmosfera ou traços que não são retirados da água.

A Tabela 3 apresenta os aspectos ambientais quantificados a partir da unidade de referência estabelecida, “quilograma de roupa lavada”, bem como a indicação a cerca da origem dos dados apresentados. Pode-se dizer que não foram contabilizados os aspectos ambientais relacionados ao tratamento de resíduos, como os filtros de carvão ativado saturados e o lodo proveniente da limpeza do solvente. Estes estão fora do escopo do estudo devido a inviabilidades técnicas e administrativas de serem avaliados na Lavanderia A, no período da coleta de dados. Por sua vez, o tambor que contém percloroetileno para reposição das perdas no processo foi discriminado como “consumo”. Ele não pode ser considerado um resíduo sólido no momento do esgotamento do solvente, pois este retorna ao fornecedor para ser reabastecido.

É importante ressaltar a diferença entre os itens denominados “Consumo de percloroetileno” e “Perda de percloroetileno”. O primeiro está associado à quantidade de solvente necessária para efetuar a lavagem em si, ou seja, a proporção de solvente e roupa existente no tambor de lavagem (6:1). O segundo item, no entanto, refere-se à quantidade de percloroetileno que não pôde ser recuperada pelo processo existente. Essa perda total foi calculada a partir da diferença da quantidade de solvente que entrou e saiu do processo. No entanto, não foi possível quantificar individualmente as possibilidades de perda.

Tabela 3 – Síntese de aspectos ambientais da lavagem a seco e origem dos dados

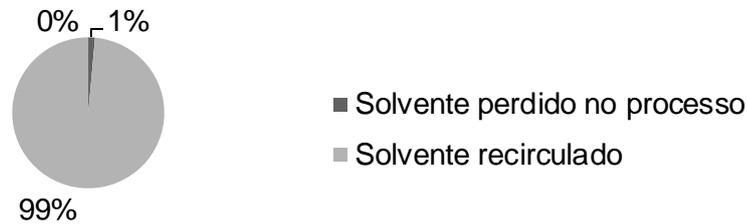
Aspecto ambiental	Quantidade a cada kg de roupa lavada	Origem dos dados
Consumo de percloroetileno	6,000 L	Primária
Perda de percloroetileno	0,085 L	Primária
Consumo de energia elétrica	0,407 kWh	Secundária
Consumo de tambor de percloroetileno	0,0039 (un)	Primária
Geração de efluente líquido (água com traços de percloroetileno)	0,0009 L	Primária

Fonte: Próprio autor

A partir dos dados de consumo e perda de solvente, calculou-se a eficiência do sistema, conforme representado pelo gráfico da Figura 2. Percebe-se que 1% de todo o percloroetileno que entra no processo precisa ser repostado, pois foi perdido nos mais diversos pontos já citados, como retenção no filtro e nas roupas, escape para a atmosfera ou má separação do efluente líquido gerado. Entretanto, todo o restante (99%) pode ser recirculado.



Figura 2 – Destino do solvente do processo de lavagem a seco



Fonte: Próprio autor

O processo de lavagem a úmido é dividido entre lavagem, enxágue 1 e 2, centrifugação e secagem, esta última realizada em estufa aquecida por queima de lenha. Os dados da Tabela 4 apresentam a síntese dos aspectos ambientais associados à lavagem de um quilograma de roupa, bem como a origem dos dados informados.

Tabela 4 – Síntese de aspectos ambientais para a lavagem a úmido e origem dos dados

Aspecto ambiental	Quantidade a cada kg de roupa lavada	Origem dos dados
Consumo de sabão em pó	3 mL	Primária
Consumo de amaciante	6,25 mL	Primária
Consumo/Geração de embalagem de sabão em pó	0,00012 (un)	Primária
Consumo/Geração de embalagem de amaciante	0,00031 (un)	Primária
Consumo de água	16 L	Primária
Consumo de energia elétrica	0,019 kWh	Secundária
Consumo de lenha	0,24 kg	Primária
Geração de efluente líquido	15 L	Primária
Geração de emissões atmosféricas (CO ₂ , H ₂ O, N ₂)	0,236 kg	Secundária
Geração de cinzas	0,004 kg	Secundária
Geração de vapor d'água	0,85 L	Primária

Fonte: Próprio autor

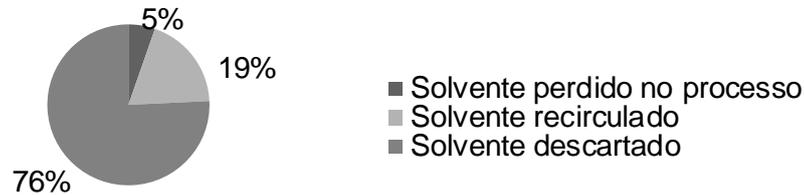
Pode-se classificar o consumo de energia elétrica como dado secundário, uma vez que o valor informado partiu de cálculos que consideravam informações técnicas dos fabricantes. A geração de emissões atmosféricas e cinzas provenientes da queima da lenha também são fontes secundárias, pois os valores informados são oriundos de literaturas em uma condição de combustão completa, ou seja, desconsiderando subprodutos (BIZZO, 2008). Os itens relacionados às embalagens consumidas foram estimados a partir das quantidades de insumos utilizadas na lavagem das roupas e a partir do tamanho dos recipientes em que são fornecidos. As embalagens primárias dos insumos são de polietileno de alta densidade (PEAD), com capacidade de 25 quilogramas, classificadas como Resíduo Classe II – Não Perigoso pela ABNT NBR 10004:2004. As Fichas de Informação e Segurança de Produtos Químicos (FISPQs) dos insumos indicam possibilidade de reciclagem das embalagens pós-consumo (YPÊ, 2011; YPÊ, 2012).

Além disso, a emissão de vapor d'água proveniente da etapa de secagem também foi considerada um dado primário, apesar de este ter sido estimado a partir da diferença entre o peso da roupa centrifugada e seu peso final (dados primários). O consumo de água refere-se à totalidade utilizada em quatro (4) ciclos de lavagem, ou seja, cada um deles utiliza a proporção de quatro (4) litros de água a cada quilograma de roupas, ou 4:1.

A água perdida por evaporação representa a perda de 5% na lavagem a úmido, conforme representado do gráfico da Figura 3. Além do maior percentual de perda dentro do processo, quando comparado à lavagem a seco, apenas 19% do efluente líquido gerado é recirculado. A maior parte (76%) é descartada em corpo hídrico após tratamento.



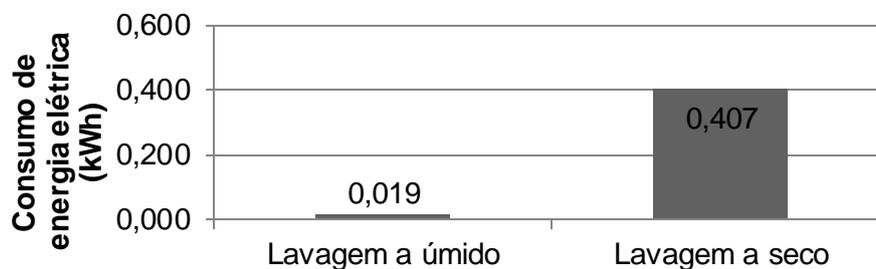
Figura 3 – Destino do solvente do processo de lavagem a úmido



Fonte: Próprio Autor

O consumo de energia elétrica também pode ser comparado entre os dois sistemas de lavagem, de acordo com o gráfico da Figura 4, uma vez que estes utilizam a mesma matriz energética.

Figura 4 – Relação de consumo de energia elétrica entre os processos

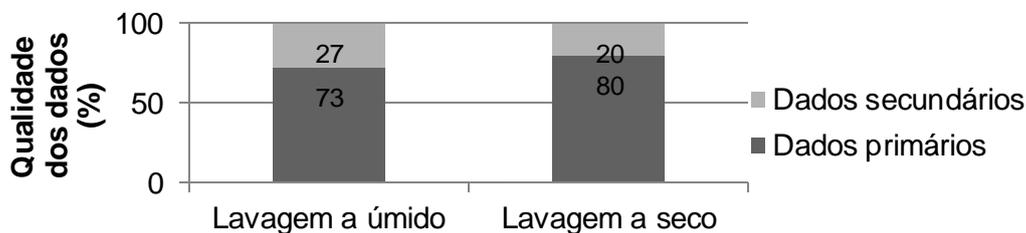


Fonte: Próprio autor

Embora haja menor consumo de energia elétrica proveniente do processo de lavagem a úmido, é importante salientar que a energia utilizada no mesmo não é, em sua totalidade, elétrica, uma vez que se utiliza energia térmica na etapa de secagem das roupas.

A qualidade dos dados levantados pode ser avaliada a partir da relação de fontes primárias e secundárias entre os dois processos, conforme representado pelo gráfico da Figura 5. Verifica-se que, apesar de haver um maior número de dados coletados no processo de lavagem a úmido, a relação percentual de dados primários e secundários não se distancia entre os dois processos. Isso significa que, dentro das possibilidades de medição encontradas na realidade da empresa, ambos os sistemas de lavagem forneceram informações passíveis de interpretações e correlações.

Figura 5 – Relação da qualidade dos dados



Fonte: Próprio autor

4.2. Avaliação dos impactos ambientais

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais foi feita de acordo com os critérios definidos na Etapa 1. Na Tabela 5, é possível verificar a síntese das avaliações de aspectos e impactos ambientais realizadas para o processo de lavagem a seco. Nota-se que os itens avaliados como



significativos neste processo são aqueles relacionados ao percloroetileno, além do uso de energia elétrica. Pode-se dizer que a avaliação de aspectos e impactos ambientais procurou ser o mais abrangente possível. Um exemplo foi a análise de consumo de energia elétrica. Apesar de esta ser classificada como um recurso renovável, os impactos oriundos da implantação de uma hidrelétrica envolvem consequências de difícil remediação, tais como perda da biodiversidade local, inundação de áreas e remoção de comunidade da região.

A avaliação considerou o consumo de percloroetileno como um aspecto ambiental de menor frequência, uma vez que o solvente é recirculado ao processo. Ou seja, o consumo de percloroetileno está relacionado à capacidade do sistema de recircular a maior quantidade possível desse solvente. A geração de efluente líquido de percloroetileno e a emissão de vapores orgânicos também foram avaliadas de forma criteriosa. Apesar de o equipamento possuir sistemas de retenção de solvente com a finalidade de evitar a sua liberação para a atmosfera, não se tem nenhuma garantia de que a perda de percloroetileno identificada no Inventário esteja em sua totalidade nos filtros, pois há diversos outros pontos passíveis de perda, como retenção nas roupas, evaporação ou má separação do efluente líquido gerado. Os aspectos ambientais associados obtiveram os valores máximos de classificação de abrangência, gravidade e frequência, dados os riscos locais e globais de se trabalhar com o solvente.

Tabela 5 – Avaliação de aspectos e impactos ambientais para o processo de lavagem a seco

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Significância					
		Abrangência	Gravidade	Consequência	Probabilidade / Frequência	Relevância	Significativo / Não significativo
Consumo de recursos sintéticos (percloroetileno)	Redução da disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis	3	7	21	2	42	S
Consumo de energia elétrica de fonte renovável	Perda da biodiversidade; Inundação de áreas; Deslocamento da comunidade	3	7	21	4	84	S
Consumo de tambor metálico de percloroetileno	Redução da disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis	3	1	3	2	6	NS
Geração de efluente líquido (percloroetileno)	Alteração da qualidade do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas	3	7	21	4	84	S
Geração de emissões de vapores orgânicos	Alteração da qualidade do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas	3	7	21	4	84	S
Consumo de ar atmosférico	Redução da disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis	1	1	1	4	4	NS
Geração de tambor vazio de percloroetileno	Alteração da qualidade do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas	3	1	3	2	6	NS
Geração de efluente líquido (água com traços de percloroetileno)	Alteração da qualidade do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas	3	3	9	4	36	S

Fonte: Próprio autor

O processo de lavagem a úmido apresenta a maior parte dos aspectos ambientais classificados com altos valores de frequência, conforme pode ser verificado na Tabela 6. Com exceção dos itens relacionados ao consumo de embalagens e geração de resíduos sólidos proveniente destas, os aspectos ambientais avaliados ocorrem continuamente durante o processo.

Seguindo o mesmo critério de avaliação global dos impactos, constatou-se que o consumo de embalagens plásticas, por si só, gera redução da disponibilidade de petróleo, classificado como um recurso natural não renovável. No entanto, há consumo de recursos naturais renováveis envolvidos



no seu processo de obtenção e refino, tais como o consumo de energia elétrica e de recursos hídricos. Da mesma forma, não se avaliou apenas a derrubada de árvores para o fornecimento de lenha, mas também as consequências negativas de uma “floresta homogênea”, tais como a perda de biodiversidade local e as interferências no ciclo hidrológico.

Tabela 6 – Avaliação de aspectos e impactos ambientais para o processo de lavagem a úmido

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Significância					
		Abrangência	Gravidade	Consequência	Probabilidade / Frequência	Relevância	Significativo / Não significativo
Consumo de recursos naturais (água) e sintéticos (sabão em pó e amaciante)	Redução da disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis	3	3	9	4	36	S
Consumo de embalagens plásticas de sabão em pó e amaciante	Redução da disponibilidade de recursos naturais renováveis e não renováveis	3	1	3	2	6	NS
Consumo de energia elétrica de fonte renovável	Perda da biodiversidade; Inundação de áreas; Deslocamento da comunidade	3	7	21	4	84	S
Geração de efluente líquido com tensoativos	Alteração da qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas	2	3	6	4	24	S
Geração de resíduos plásticos de embalagens	Alteração da qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas	2	3	6	3	18	NS
Consumo de recursos naturais renováveis (lenha)	Impacto no ciclo hidrológico; Perda de biodiversidade	3	7	21	4	84	S
Geração de cinzas provenientes da queima da lenha	Alteração da qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas	2	3	6	4	24	S
Geração de vapor d'água	Alteração da qualidade do ar	1	1	3	4	12	NS
Geração de emissões atmosféricas (CO ₂ , H ₂ O, N ₂)	Alteração da qualidade do ar	3	3	9	4	36	S

Fonte: Próprio Autor

Os problemas decorrentes da utilização de energia elétrica são os mesmos abordados anteriormente, em função de se tratar da mesma matriz energética para os dois processos. Os aspectos ambientais classificados como significativos, neste processo, foram o consumo de energia elétrica, consumo de água e outros insumos (sabão em pó, amaciante e lenha), geração de efluente líquido, gases de combustão da lenha e geração de cinzas provenientes da queima da mesma.

5. CONCLUSÃO

A apresentação dos dados coletados possibilita uma série de estudos em diversas áreas dos sistemas de lavagem de roupas em lavanderias industriais, tais como a redução da utilização de insumos, o melhor aproveitamento dos resíduos gerados ou, até mesmo, melhorias nos sistemas de controles ambientais.

Quanto ao consumo de solvente de limpeza (percloroetileno), pode-se dizer que o sistema de lavagem a seco é mais econômico, utilizando a proporção de 6 (seis) litros de solvente (percloroetileno) para cada quilograma de roupa lavada. O sistema de lavagem a úmido, por sua



vez, utiliza 16 (dezesesseis) litros de solvente (água) para a mesma quantidade de roupa. No entanto, a razão da utilização de maior volume de água está no número de ciclos do equipamento de lavagem, uma vez que a proporção entre solvente e roupa dentro do tambor fica em 4:1. Dadas essas considerações, abre-se um importante campo de estudo de redução de percloroetileno, no qual se pode avaliar a possibilidade de redução da proporção de solvente e roupa no tambor de lavagem, de 6:1 para 4:1, mesma proporção utilizada no processo de lavagem a úmido. Da mesma forma, pode-se ponderar no processo a úmido a diminuição do número de ciclos, sem que haja redução do nível de limpeza das roupas. Também pode ser projetado um sistema de aumento da recirculação do efluente líquido gerado na neste processo, contribuindo com a diminuição do lançamento de efluente.

Quanto às perdas de solvente nos processos, pode-se dizer que a lavagem a seco possui menor percentual (1%), quando comparada à lavagem a úmido (5%). No entanto, a avaliação dos aspectos e impactos ambientais mostrou que o aspecto relacionado à perda de percloroetileno (geração de emissões de vapores orgânicos), foi avaliado como muito relevante (significativo), enquanto que o aspecto relacionado à perda de água (geração de vapor d'água) foi avaliado como irrelevante (não significativo). O percloroetileno possui uma série de pontos no processo nos quais pode ter sido perdido, porém, em virtude das tecnologias de controle da Lavanderia A no momento da coleta de dados, não foi possível quantificar o percentual de perda em cada ponto. Pode-se dizer que seria interessante, a nível conceitual e prático, realizar medições de emissões atmosféricas, uma vez que estas estão associadas aos impactos ambientais significativos do processo, bem como às suas perdas, ou seja, pode impactar significativamente o custo de operação da lavagem de roupas.

Foram identificadas diferenças relevantes quanto ao consumo de energia elétrica entre os dois processos avaliados. O processo de lavagem a úmido desprende menor dependência de energia elétrica, aspecto ambiental avaliado como muito relevante (significativo). No entanto, possui uma etapa em seu processo (secagem das roupas) na qual se faz necessário o uso de energia térmica, oriunda da queima de lenha. A utilização de lenha, além de ter um impacto ambiental significativo, também possui outros aspectos vinculados e ela, igualmente significativos, tais como geração de cinzas e geração de emissões atmosféricas provenientes de sua queima.

Pode-se dizer que a geração de resíduos sólidos, no processo de lavagem a seco, se encontra nas etapas de tratamento de resíduos, fora do escopo do estudo. Apesar das dificuldades técnicas e administrativas de se estudar esses itens, sua avaliação de impacto ambiental seria semelhante aos aspectos relacionados ao consumo de percloroetileno, ou seja, muito relevantes. O processo de lavagem a úmido, por sua vez, apresenta geração de resíduos sólidos inclusas no escopo do sistema, tais como a geração de cinzas provenientes da queima da lenha (muito relevante) e as embalagens vazias de sabão em pó e amaciante (irrelevante). Além disso, o tratamento de resíduos desse processo também possui geração de lodo, oriundo da Estação de Tratamento de Efluentes. Dada à importância dessas considerações, torna-se essencial a continuidade do estudo, de modo que os impactos ambientais dos sistemas de lavagem sejam avaliados com fronteiras de sistemas mais extensas.

Este trabalho pode contribuir para pesquisas futuras, nas quais o Gestor Ambiental avalia alternativas aos itens aqui discutidos e apontados como críticos. A ferramenta de Análise de Ciclo de Vida foi de suma importância para se chegar a essas conclusões, uma vez que mostra a necessidade de se realizar avaliações integrais dos processos, afastando-se do pensamento linear e aproximando-se do pensamento sistêmico, no qual os aspectos ambientais estão associados a consequências que vão além dos limites da empresa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Esclarecimentos para inspeção e fiscalização em lavanderias a seco com percloroetileno.** Resolução RDC 161, de 23/06/2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040. **Gestão ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios de Estrutura.** 2006.

_____. **ABNT NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação.** 2004.

BIZZO, Waldir A. **Geração, distribuição e utilização de vapor.** Cap. 1 – Combustão. 2010.

BORGES, Luciana Diniz; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. **Lavagem a seco.** Química Nova na Escola, Vol. 35, nº 1, p. 11-18, fev. de 2013.

CHEHEBE, José Ribamar. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997.

IBCARLDOGNO BRASIL. **Geradores de ar quente.** Erechim, Rio Grande do Sul, 2014.

ITALCLEAN LTD. **Catálogo de produtos.** Bologna, Itália, 2007.

MENEZES, J. R. R. de; SILVA, J. J. R.; FILHO, O. M. B.; VALENTE, M. C. B. S.; ALMEIDA, M. L. de. **Contribuição para a identificação de aspectos ambientais e impactos significativos na gestão da construção de edificações urbanas.** XIII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

MSA MÁQUINAS SANTO ANDRÉ. **Produtos.** Santo André, São Paulo, 2009.

PRANDI, Maria Lúcia. **Ref: Projeto de Lei 473/2003.** Associação de Consciência à Prevenção Ocupacional, 2003.

YPÊ. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ.** *Amaciante de roupas Ypê Aconchego.* São Paulo, 2011.

_____. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ.** *Lava-Roupas Pó Tixan Ypê.* São Paulo, 2012.