



# DIAGNÓSTICO E REFLEXÃO SOBRE OS PROCESSOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NUMA EMPRESA DO RAMO METAL-MECÂNICO

## Bruno Miranda dos Santos

Mestre em Engenharia pela Universidade Federal de Santa Maria(UFSM) e pesquisador da UFSM

E-mail: [brmiranda10@gmail.com](mailto:brmiranda10@gmail.com)

## Leony Pentiado Godoy

Doutora em Engenharia de Produção e Professora da Universidade Federal de Santa Maria

E-mail: [leonigodoy@yahoo.com.br](mailto:leonigodoy@yahoo.com.br)

## Vinicyus Mourão Guillet

Pesquisador da Universidade Federal de Santa Maria

E-mail: [vineguillet@gmail.com](mailto:vineguillet@gmail.com)

## Cyro Rei Prato

Pesquisador da Universidade Federal de Santa Maria

E-mail: [cyroprato@yahoo.com.br](mailto:cyroprato@yahoo.com.br)

## Murilo Sagrillo

Pesquisador da Universidade Federal de Santa Maria

E-mail: [murilo28sp@hotmail.com](mailto:murilo28sp@hotmail.com)

## RESUMO

A redução de resíduos deixou de ser apenas um objetivo para alcançar a sustentabilidade ambiental, mas, sobretudo, são ações orientadas para elevar o grau de utilização dos recursos disponíveis, com benefícios econômicos e técnicos, agregando assim, a Produção mais Limpa (PmaisL), com o propósito não só de minimizar os desperdícios oriundos do sistema produtivo, mas concomitantemente colocar a organização em uma posição de maior destaque. Neste trabalho, foram identificadas oportunidades de implantação das práticas de PmaisL em uma indústria do setor metal mecânico, sendo avaliado o sistema produtivo no geral e, por fim, definido o setor de pintura com maior potencial de poluição. Diante disso, procurou-se sugerir ações de modo a oferecer subsídios para os gestores adequarem o referido setor às normas vigentes do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os resultados demonstram que, o processo de pintura pode trazer grandes prejuízos ambientais e econômicos para a organização objeto deste estudo e, que medidas simples podem trazer soluções eficazes.

**Palavras chaves:** Sustentabilidade ambiental, Produção mais limpa, redução de resíduos.

# DIAGNOSIS AND REFLECTION ON THE CLEANER PRODUCTION PROCESSES IN A METAL-MECHANICAL INDUSTRY

## ABSTRACT

Waste reduction is no longer just a goal to achieve environmental sustainability, but above all are oriented actions to raise the degree of utilization of available resources, technical and economic benefits, thus adding, Cleaner Production (PmaisL) So in order not to minimize waste arising from the production system, but simultaneously put an organization in a more prominent position. In this work, deployment opportunities for PmaisL practices in an industry mechanical metal sector were identified, assessed the production system in general and, finally, defined the paint industry with the greatest potential for pollution. Therefore, he tried to suggest actions in order to provide subsidies for managers fit the said sector to the current regulations of the National Environmental Council (CONAMA). The results show that the painting process can bring great environmental and economic damage for the organization object of this study, and that simple measures can bring effective solutions.

**Key words:** Environmental sustainability, cleaner production, waste Decrease.

# DIAGNÓSTICO Y REFLEXIÓN SOBRE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN UNA EMPRESA DEL RAMO METAL-MECÁNICO

## RESUMEN

La reducción de desechos ya no es sólo una meta para lograr la sostenibilidad del medio ambiente, pero sobre todo se orientan las acciones para elevar el grado de utilización de los recursos disponibles, los beneficios técnicos y económicos, añadiendo de este modo, la producción más limpia (PmaisL) Así que a fin de no reducir al mínimo los residuos generados del sistema de producción, pero a la vez poner una organización en una posición más destacada. En este trabajo, se identificaron oportunidades de implementación de prácticas PmaisL en un sector del metal mecánica industrial, evaluado el sistema de producción en general y, por último, se define la industria de la pintura con el mayor potencial de contaminación. Por lo tanto, trató de sugerir acciones con el fin de proporcionar subsidios para los administradores se ajustan al dicho sector a las regulaciones actuales del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Los resultados muestran que el proceso de pintura puede provocar un gran daño ambiental y económico para el objeto de organización de este estudio, y que las medidas simples pueden aportar soluciones eficaces.

**Palabras clave:** Sostenibilidad ambiental, producción más limpia, disminución de residuos.

## I INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil atravessa por grande estabilidade econômica, empresas do exterior e empresas nacionais estão investindo grandes valores com intuito de atingir mais mercados e por consequência grandes lucratividades. Entretanto, devido ao pensamento equivocado de que o lucro deve ser imediato, e que uma gestão ambiental não trará ganhos, empresários têm colocado os cuidados com o meio ambiente em segundo plano (Lemos & Nascimento, 2011).

As diversas formas de abordar os problemas ambientais demandam em controlar seus efeitos, precavendo o surgimento ou convertendo-os em oportunidades. A gestão ambiental procura, por meio de ações integradas com as diversas áreas da organização, reduzir ou minimizar os impactos ao meio ambiente, com ações integradas que buscam adequação à legislação

e melhoria da imagem da organização. Em outras palavras, a gestão ambiental é uma forma de inovação que surge para amenizar os impactos decorrentes das atividades empresariais, valorizando o bem-estar da comunidade e preservando o meio ambiente, além de trazer indicadores importantes à tomada de decisões dos gestores (Garé, 2011; Fernandes et al., 2015).

Diante desse panorama, apresenta-se a Produção Mais Limpa (PmaisL), a qual, de maneira sucinta, significa aplicar formas de minimizar a produção de resíduos, gerando ganhos econômicos. A adequação as normas do CONAMA possibilita a organização ser mais competitiva no seu mercado de atuação, nesse caso, a PmaisL pode contribuir para que se alcance tais normas e regulamentações ambientais exigidas pelo CONAMA. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é realizar um diagnóstico e reflexão sobre os processos de PmaisL em uma empresa do ramo metal mecânico. Por meio da análise de seus processos, observou-se a situação atual da organização e selecionou-se o setor de pintura para propor soluções baseadas nas práticas da PmaisL. A justificativa desse estudo está no sucesso que trabalhos anteriores mostraram, seja pela importância que a PmaisL traz para melhorar o processo produtivo como um todo, seja expondo a possibilidade de novas alternativas para a diminuição de resíduos gerados (Pereira et al., 2014).

A partir da mensuração dos resultados ambientais e sociais, que as atividades empresariais impactam, é possível notar que é preciso adotar uma nova visão referente a responsabilidade social empresarial e, dessa forma, rejeitar uma concepção antiga que se resumia em produzir bens e serviços dentro da lei (Fernandes, et al., 2015). Em vista disso, buscam-se soluções novas para problemas ambientais simples e recorrentes, através de posturas empresariais inovadoras e comprometidas em utilizar e se desfazer de seus recursos da maneira correta (Silva & Quelhas, 2016).

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: Na seção 1 é apresentada a introdução, contendo o problema de pesquisa, o objetivo e justificativa. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico. Na seção 3 é apresentada a metodologia de pesquisa. Na seção 4 são apresentados os resultados e as discussões. Na seção 5 é apresentada a conclusão, seguida das limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SUSTENTABILIDADE ORGANIZACIONAL**

As organizações, independente do setor que atuam, estão cada vez mais suscetíveis às mudanças relacionadas a questão de sustentabilidade organizacional. Isso faz com que busquem maneiras de adaptação, enquadradas em tal âmbito, que permita um comportamento adequado com relação aos pilares de tal cultura e, conseqüentemente, tenham uma posição estratégica diferenciada e uma atuação social mais predominante.

O desenvolvimento sustentável pode trazer diversos benefícios para a organização (Husted & Salasar, 2006). Assim, ao mesmo tempo em que uma organização sustentável atende as demandas e necessidades sociais e protege o meio ambiente, o lucro dos acionistas aumenta. (Husted & Salasar, 2006, Léon-Soriano, et al., 2010).

Conforme Kuzma, Doliveira e Silva (2017), o suporte para o atingimento da sustentabilidade organizacional, se dá por competências e entregas individuais dos colaboradores. Essas competências, são: foco em pensamento sistêmico; preventiva; normativa; estratégica e; interpessoal (Wiek, Withycombe & Redman, 2011).

Dessa forma, de maneira geral, ter um desenvolvimento sustentável, refere-se a busca de um equilíbrio entre o que é viável economicamente, desejável socialmente e sustentável

ambientalmente (Savitz & Weber, 2007). Assim, percebe-se a irrefutável necessidade de as organizações mostrarem-se abertas as práticas sustentáveis, adequando-se a uma realidade benéfica não somente a si, mas a sociedade como um todo.

## 2.2 Sustentabilidade no setor metal mecânico

Precedendo requisitos legais e normativos, a legislação brasileira formaliza princípios relativos a saúde, segurança, meio ambiente e trabalho, que por natureza devem ser atendidos para acautelar danos à saúde, integridade física das pessoas e ao meio. (Barros, 2010). Com isso as companhias buscam estar atualizadas mediante a legislação brasileira para conseguir atender de forma eficiente os critérios estabelecidos. De forma estrutural, empresas buscam fundamentar-se em critérios organizacionais estruturais, como entradas e saídas, produtos e serviços, ferramentas que possibilitam adequar novos processos de gerenciamento.

Posteriormente as definições das ferramentas de gerenciamento de sustentabilidade, aqui expostos como abordagens tecnológicas administrativas para gerenciar questões voltadas para sustentabilidade por meio da estruturação, organização, comunicação interna e a definição dos processos. (Windolph, Schaltegger & Herzig, 2014). Sustentabilidade empresarial é o controle lucrativo da companhia no período estabelecido, dentre as quais, a capacidade de simultaneamente ampliar a atividade econômica, auxiliar para a melhoria da qualidade de vida e diminuir os impactos ambientais (Barata & Chamas, 2003; Coutinho, Barata & Rovere, 2007)

De modo geral, em busca de sistemas ágeis e *lean* dentro de uma indústria organizada, a fim de obter níveis altos de produtividade, maior eficiência e respostas rápidas em seu processo, devem considerar a aplicabilidade de projetos complexos voltados para a sustentabilidade. (Flumerfelt, Manalang & Kahlen, 2012). Os conceitos de sustentabilidade, complexidade e aprendizagem organizacional para sistemas ágeis e enxutos destacam saídas de diferenças na produção de operacionalização, mas pode haver um alinhamento substancial na entrada das intenções estando intrínseca no setor metal mecânico este tema.

O ambiente industrial de pintura coloca-se em evidência em questões salutaras de sustentabilidade como a prevenção ante a poluição, porque há atuação de produtos químicos nocivos à saúde, tais como isocianatos, solventes incluindo (cloreto de metileno), metais pesados, propiciando algumas doenças profissionais asma e outras pulmonares. (Distefani et al., 2004; Bello et al., 2004; Munguía, et al, 2010).

No alinhamento dos conceitos de sustentabilidade e atenção voltada para o bem estar dos colaboradores, as companhias estão a buscar a adequação ante o processo de regulamentação ambiental e ocupacional, utilizando práticas de produção mais limpa no sistema produtivo da empresa, como enfatiza Severo, Patias, Olea e Galelli (2009), ao executar tais práticas, tendo como consequência, a crescente da eficácia dos colaboradores, diminuindo custos com matéria prima e energia, melhoria na qualidade do produto.

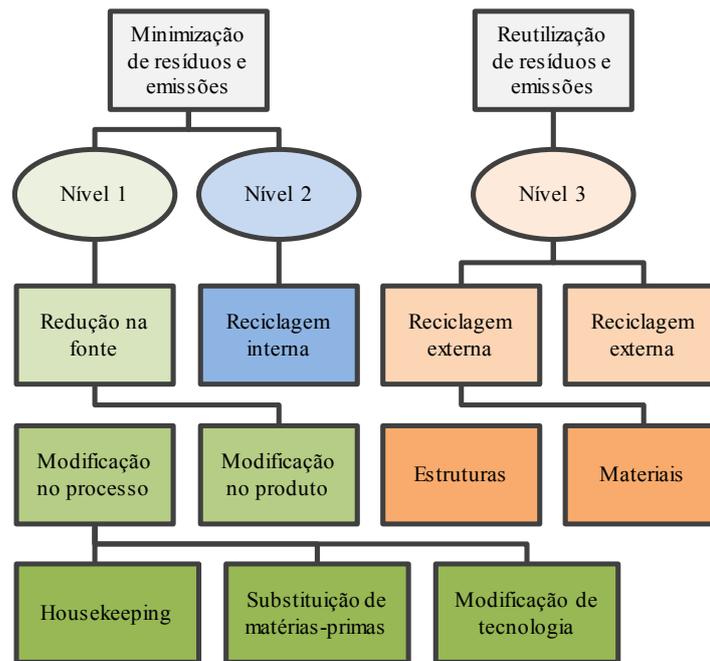
## 2.3 Produção mais limpa

A indústria brasileira percebe a existência da metodologia intitulada PmaisL apenas na década de noventa, após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92. Entretanto, suas origens nasceram das propostas estimuladas pela Conferência de Estocolmo, em 1972, na época conhecida como tecnologia limpa. Os propósitos que permeavam essa metodologia eram distintos, porém complementares, que eram: lançar menos poluição no meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais, principalmente os não renováveis (Silva et al., 2016).

A partir desse novo paradigma, as empresas têm atentado para diminuir os desperdícios em seus processos produtivos reduzindo o uso de energia, água e matéria prima. Nesse sentido,

a importância da PmaisL se traduz quando as empresas começam a preocupar-se com as questões ambientais e adotam estratégias sustentáveis em seus processos (Pereira et al., 2007), e dessa forma passam a usufruir de um processo de melhoria contínua, que propicia o surgimento de inovações em processo, produto e gerência (Argenta, 2007; Lemos & Nascimento, 2011).

A PmaisL integra os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões geradas, em termos de quantidade e periculosidade. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2014), propõe que a priorização das oportunidades esteja fundamentada na escala de prioridades para prevenção de resíduos, isto é, os níveis de aplicação da PmaisL que são apresentados na Figura 01 (Ribeiro, Guariente & Ruppenthal, 2007; Domingues & Paulino, 2009).



**Figura 01.** Níveis de aplicação da Produção mais Limpa.

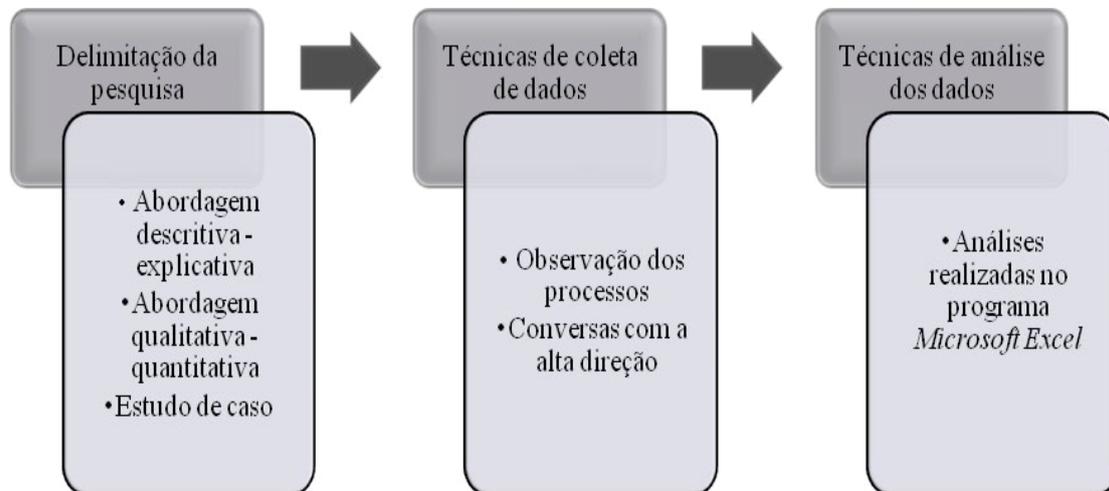
Fonte: Silva e Quelhas (2016). Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental: o uso da produção mais limpa nos canteiros de obras (p. 4). *Revista de administração geral*, Vol. 2, n. 2, 41 - 59.

A produção mais limpa busca gerir os processos produtivos conjuntamente com uma política correta com o meio ambiente, de modo que no primeiro momento se tenham as mínimas perdas lucrativas possíveis, e posteriormente se consigam ganhos financeiros baseados na diminuição de desperdícios. A PmaisL se releva uma ferramenta favorável a atuação das empresas de forma preventiva em relação aos seus aspectos ambientais, através da minimização de impactos associados com a diminuição de custos e otimização de processos, recuperação e otimização do uso de matérias-primas e energia, tendo de forma geral ganho de produtividade a partir de um controle ambiental preventivo (Silva et al., 2002; Pimenta, 2007; Souza, 2016).

A implementação da PmaisL busca a eficiência do processo produtivo, de modo que os recursos financeiros economizados reflitam positivamente quando comparados com o investimento realizado. Além disso, é necessário priorizar as oportunidades se baseando em uma escala de prioridades, buscando constantemente a prevenção dos resíduos na fonte, atingindo todos níveis hierárquicos da empresa, da alta direção até o sistema operacional, também denominado chão de fábrica (Barbiere, 2006; Campos, 2014).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse tópico é apresentada a descrição detalhada dos métodos, técnicas e processos seguidos na pesquisa. A organização, chamada neste estudo de “Empresa X”, por conveniência, atua no ramo metal mecânico com foco para o mercado agrícola. Possui uma completa linha de implementos agrícolas para lavoura arroseira, destacando-se por ser uma das maiores fabricantes de implementos desse segmentos da América Latina. Os procedimentos adotados para o desenvolvimento do estudo podem ser mais bem visualizados na Figura 02.

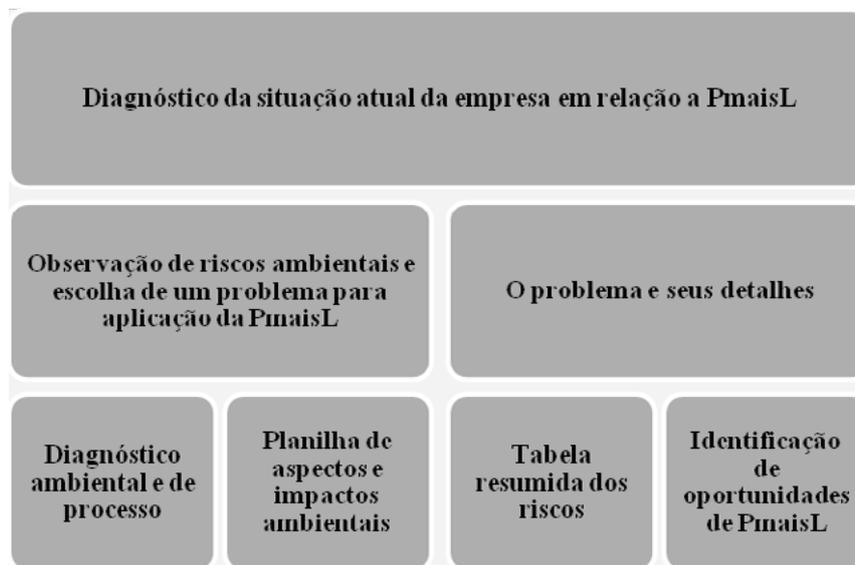


**Figura 02.** Roteiro dos procedimentos metodológicos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

A pesquisa apresenta-se como descritiva-explicativa, isto é, pretende descrever os fenômenos e verdades de determinada situação, além disso, ressalta a importância em identificar os elementos que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (Gerhardt & Silveira, 2009). A abordagem quantitativa busca centralizar esforços na obtenção de dados dos fenômenos analisados e posteriormente aplicação de testes estatísticos. Por outro lado, o método qualitativo tem o seu ambiente natural como um facilitador na busca por dados e o investigador como instrumento central (Miguel et al., 2012).

A metodologia proposta por CNTL (2014) apresenta 14 passos para a implementação da PmaisL. Por questões de conveniência o estudo de caso foi desenvolvido aplicando os seguintes passos da metodologia proposta, de acordo com Figura 03.



**Figura 03.** Hierarquização dos passos de desenvolvimento do trabalho.

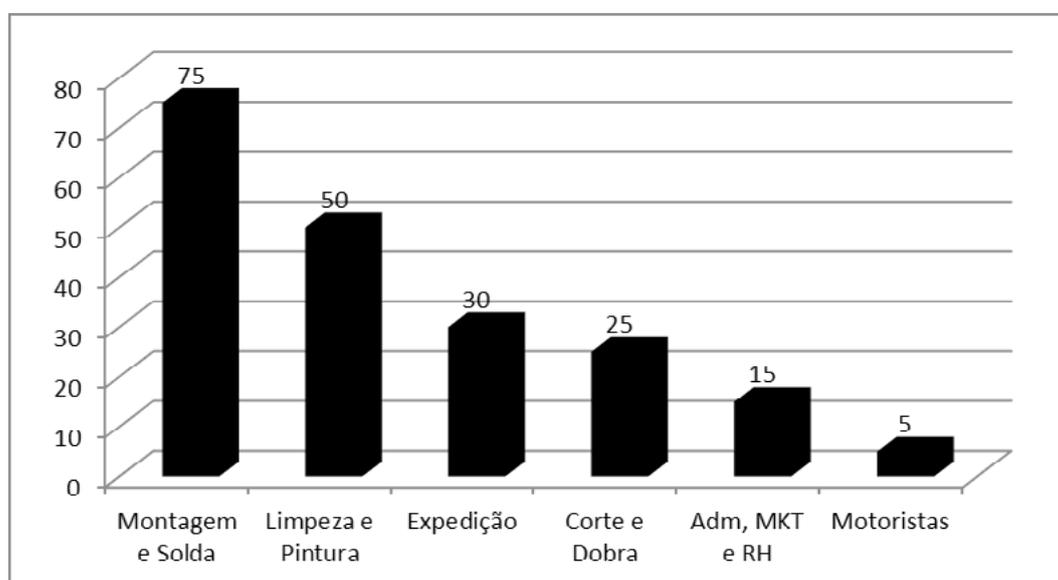
Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

O levantamento dos dados deu-se por meio de entrevistas com o Diretor Industrial da organização. A identificação de um problema na câmara de pintura, o qual apresenta potencial risco ambiental, se baseou no contexto atual vivido pela empresa, a qual está passando por constante expansão, sobretudo, no mercado de exportação, e necessita adequar ambientalmente seus processos para reduzir os impactos ambientais, buscando estar de acordo com a normas e vigências do CONAMA, de modo que isso reflita não só em redução de custos, mas também contribua para o desenvolvimento ambiental e social.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA EM RELAÇÃO À PMAISL

A Empresa X localiza-se na região central do Rio Grande do Sul, com atuação no ramo metal mecânico, voltada para o mercado agrícola. Atualmente conta com 200 colaboradores distribuídos em diferentes setores, conforme apresentado na Figura 04.



**Figura 04.** Distribuição setorial dos colaboradores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Por meio de visitas realizadas no chão de fábrica, constatou-se que a empresa apresenta um fluxo de processo complexo, visto que nos últimos anos o crescimento foi acelerado e as expansões, antes planejadas, tiveram que ser aceleradas e sem planejamento. Esse crescimento acelerado fez com que a empresa adota-se um controle de poluição conhecido como fim de tubo, ou seja, o controle de poluição é avaliado depois do desenvolvimento de processos e produtos e depois da ocorrência dos problemas.

Reduzir, prevenir, reusar e reciclar faz parte do conjunto de práticas da PmaisL. Ao contrário do sistema fim de tubo a PmaisL foca na redução de resíduos na vertente, enquanto busca oferecer alternativas pra organização manter a lucratividade, porém, aumentando a eficiência e protegendo o meio ambiente. Na Empresa X, portanto, foram visualizadas amplas oportunidades de implementação das práticas da PmaisL. No entanto, por delimitação do estudo, observa-se que se buscou identificar um problema com potencial risco ambiental para sugerir medidas de correção, com base nos princípios da PmaisL.

#### 4.1.1 OBSERVAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS E ESCOLHA DE UM PROBLEMA PARA A APLICAÇÃO DA PMAISL

As atividades industriais podem interferir no meio ambiente através de diversas maneiras em seus processos como produção (utilização de matérias primas, energia, água e consequente emissão atmosféricas, efluentes, geração de resíduos sólidos, ruído e vibração), distribuição e comercialização. Na Empresa X foram observados diversos problemas relacionados a gestão ambiental, desde má condução de alguns resíduos sólidos até poluição da água e do solo por produtos químicos (óleos e tintas). Embora a existência dessas irregularidades estivesse explícita, a intenção da pesquisa foi selecionar um dos problemas para sugerir, com base nos princípios da PmaisL, medidas para atuar na causa do problema e eliminar seus potenciais efeitos ao meio ambiente.

Sabido isso, o foco do trabalho direcionou-se para a câmara de pintura, pois se observou que os resíduos gerados nessa etapa do processo, se não dispostos corretamente, poderiam ter um impacto destrutivo no meio ambiente. Ademais, percebeu-se que o layout do local não apresentava caixa de contenção de vazamento/lavagem do piso, evidenciando que um potencial problema estava ocorrendo naquele local.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua resolução de nº465, de 5 de dezembro de 2014, dispõe sobre os requisitos técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos. Além disso, é alertado que o descumprimento das disposições dessa resolução sujeitará aos infratores às sanções penais e administrativas cabíveis, independentemente da obrigação de reparar os danos ambientais causados.

Adentrando na resolução disposta, ressalta-se a importância do inciso X que diz que a área dedicada para o acondicionamento e armazenamento temporário de embalagens deve:

- A. Ser um espaço exclusivo na área destinada à estocagem de embalagens não lavadas, com segregação física das demais embalagens vazias (gaiola);
- B. Possuir piso impermeável e bacia de contenção (barreira física);
- C. Possuir kit de emergência, contendo: extintor de pó químico, saco de vermiculita, areia, barrica de 50 l plástica, vassoura e pá, placa de instrução de uso;
- D. Dispor de embalagens para o acondicionamento de embalagens fechadas e sem vazamento e sacos de plástico grosso (liner) para acondicionar embalagens com vazamentos.

Na alínea “b” do inciso X da referida resolução do CONAMA, encontra-se à justificativa desse estudo, dado que não foi verificada a existência de uma caixa de contenção de vazamen-

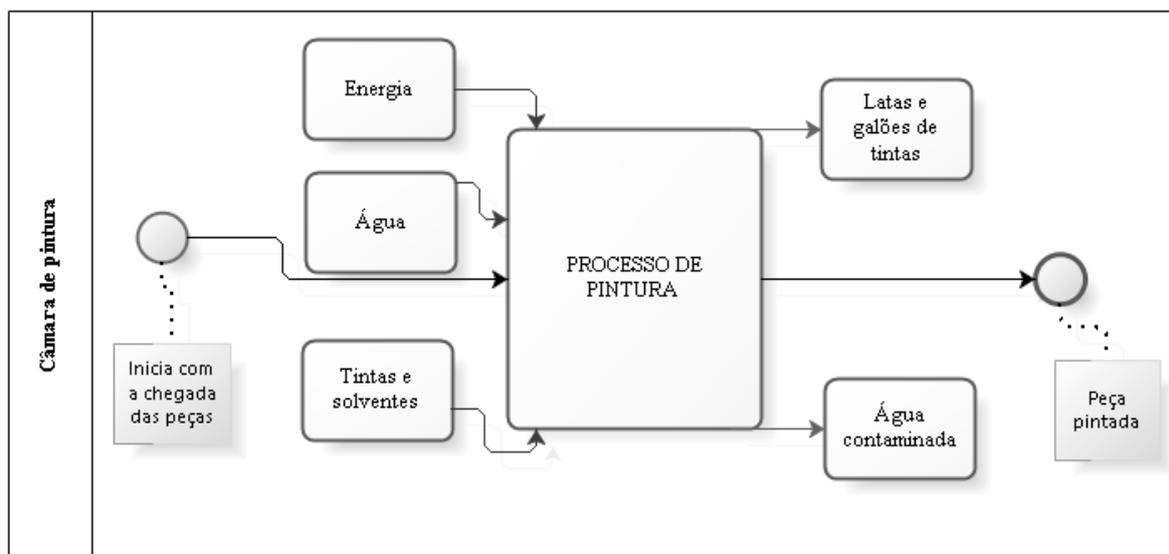
to/lavagem do piso, embora atenda a especificação de possuir piso cimentado impermeabilizante com no mínimo 5 cm de malha de ferro. Nesse contexto, o problema identificado foi pormenorizado a fim de compreendê-lo melhor, para posteriormente serem sugeridas medidas viáveis para corrigi-lo.

#### 4.1.2 O PROBLEMA E SEUS DETALHES

A partir da identificação do problema, buscou-se detalhar o processo de pintura, conhecer o sistema utilizado pela empresa para pintar os produtos e, por fim, as singularidades do local onde ocorre o processo, visto que por se tratar de materiais de alto risco ao meio ambiente, o espaço físico deve ser adequado de acordo com as normas vigentes na lei.

No setor de pintura trabalham 30 funcionários rotativos de acordo com a demanda do período, além disso, a área destinada para pintura localiza-se no ambiente externo da empresa, ou seja, fora da sequência do processo e do fluxo de materiais.

O layout do local foi projetado para que a poluição oriunda dos vapores causados pelos jatos de tinta seja absorvida por um sistema conhecido como cortina de água, onde há uma ventilação forçada em direção a esse sistema, retendo as partículas de tinta e, dessa forma, deixando o ar mais puro. De forma a melhorar o entendimento do processo, foi necessário fazer o mapeamento e elaborar o fluxograma do mesmo, conforme visualizado na Figura 05.



**Figura 05.** Fluxograma do processo de pintura.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Observa-se que os resíduos gerados pelo processo de pintura podem ser bastante nocivos se expostos de forma inadequada no meio ambiente. Ressalta-se que as latas e os galões de tinta, bem como o lodo formado (mistura de tinta e solventes) e a água contaminada, fruto do sistema de cortina de água, é coletada por uma empresa especializada, para ser dado o destino correto nesses resíduos. Todavia, não existe uma caixa de contenção de vazamento/lavagem do piso, estando, desse modo, em desacordo com a lei vigente. A ausência da caixa de contenção, que é basicamente uma extensão em forma de canaleta do piso impermeabilizante, resulta em contato direto do lodo (mistura de tinta, água e solventes) com o solo, podendo causar danos graves ao meio ambiente.

#### 4.1.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E DE PROCESSO

A busca de soluções e alternativas que causem menores riscos e impactos ambientais envolve efetivamente a aplicação de melhores práticas de gerenciamento ambiental. Para atender

a essas práticas, as empresas devem adotar ações proativas, que estimule uma mobilização da alta gerência da empresa. Essas alternativas podem promover a redução da quantidade e/ou toxicidade dos despejos da produção e dos produtos finais durante seu ciclo de vida. Ainda, eliminam ou amenizam os custos consequentes do uso inadequado dos insumos e com o descarte incorreto dos resíduos.

As organizações que operam e implantam um programa de PmaisL através de um sistema de gestão ambiental, são aquelas que obtêm ganhos financeiros e se destacam por se apresentarem como ambientalmente amigáveis. Quando esses programas são aplicados de maneira ativa, eles trazem muitas vantagens em termos de competitividade. Segundo Braile e Cavalcanti (1993), o planejamento e organização requerem o compromisso para com o programa de redução de resíduos, fixando objetivos claros e organização. Considerando a diversidade de especializações que há na área da pintura industrial, cada empresa deve se auto avaliar detalhadamente e adotar o sistema que atenda melhor às suas necessidades.

A principal preocupação analisada na Empresa X, neste primeiro momento, relaciona-se à implantação de um sistema de gerenciamento dos resíduos gerados no processo de pintura. Com o objetivo de promover o controle efetivo da geração e destinação de seus resíduos industriais, foi realizado, junto com o Engenheiro responsável, o estudo do processo de pintura, além de várias visitas no chão de fábrica.

Ao final do estudo, foi possível traçar o perfil do resíduo gerado na câmara de pintura. Constatou-se que, a maior geração de resíduos corresponde aos restos de tintas e seus derivados. Assim, foi necessário à utilização de ferramentas de gestão que nos mostrassem com mais clareza os reais motivos da ocorrência do risco ambiental identificado.

#### 4.1.4 PLANILHA DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Aspecto ambiental é qualquer intervenção direta ou indireta das atividades ou serviços de uma organização sobre o meio ambiente quer seja adversa ou benéfica (GOULART & CALLISTO, 2003). Diante disso, os aspectos ambientais identificados no setor de pintura da empresa alfa foram: possibilidade de vazamento de agentes químicos, destino inadequado dos refugos de máquina e matérias primas e o piso impermeabilizante inadequado.

Por outro lado, torna-se importante também destacar os impactos ambientais, que nada mais é do que a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população (Goulart & Callisto, 2003). Dessa forma, determinaram-se como possíveis impactos ambientais no processo de pintura os seguintes elementos: contaminações, ruídos e saúde.

A planilha de aspectos e impactos ambientais foi elaborada com a ajuda do Engenheiro responsável pelos processos da empresa. A escala utilizada como base na pesquisa é conhecida como escala *likert*, que é uma escala de resposta geralmente usada em questionários com objetivos de coletar opiniões diversas, portanto, o grau de importância e de prioridade correlacionado na avaliação dos aspectos ambientais vai de 0 - 5 (0-Baixa, 3-Média, 5-Alta), de acordo com o Quadro 01.

Aspectos	Impactos			Importância	Prioridade	Medidas de Controle
	Contaminações	Ruídos	Saúde			
Vazamento de agentes químicos	x		x	5	5	Realizar a manutenção periódica do maquinário
Destino dos refugos das máquinas	x			5	5	Fazer coleta dos resíduos regularmente
Piso impermeabilizante	x		x	5	3	Construir caixa de contenção de vazamento/lavagem do piso

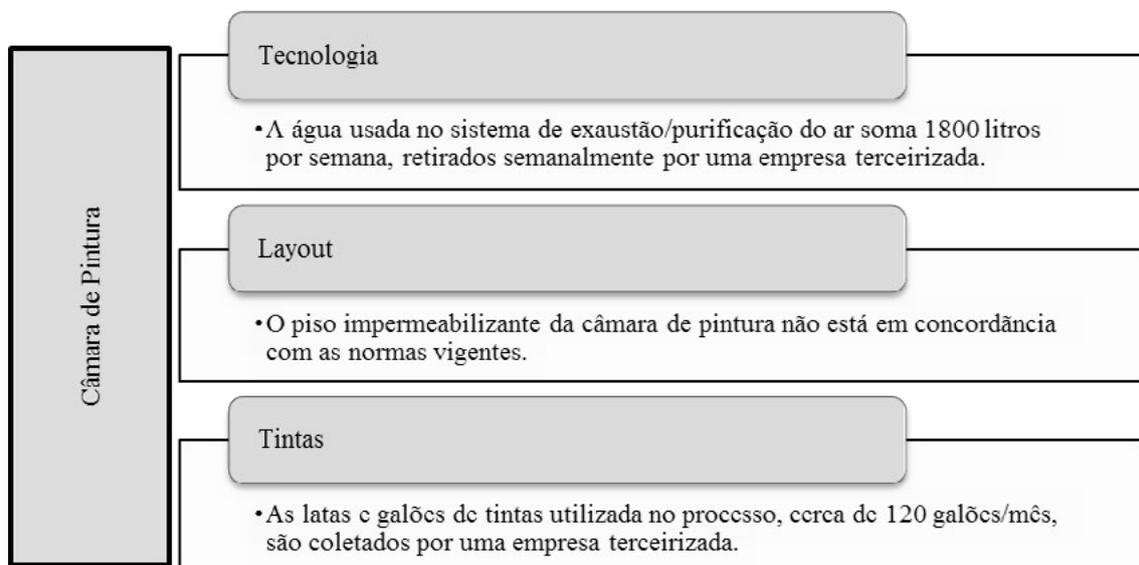
**Quadro 01.** Planilha de aspectos e impactos ambientais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Conseguiu-se organizar e identificar os principais aspectos e impactos gerados pelo processo estudado. Ainda, foi possível corroborar o problema identificado e escolhido para análise nessa pesquisa, muito embora a empresa atribua prioridade média ao principal ator de poluição do processo. No entanto, no sentido de mostrar alternativas de melhoria e evitar futuros prejuízos, isto é, multas por disposição indevida dos resíduos gerados, continuou-se a analisar o setor de pintura, com vistas a oferecer subsídios de ideias para melhorias no processo.

#### 4.1.5 QUADRO RESUMIDO DOS RISCOS

A partir do Quadro 01 ficam visíveis os elementos geradores de resíduos no processo analisado, explicitando os riscos que cada elemento apresenta, de acordo com a Figura 06.



**Figura 06.** Resumo dos riscos ambientais dos elementos geradores de resíduos.

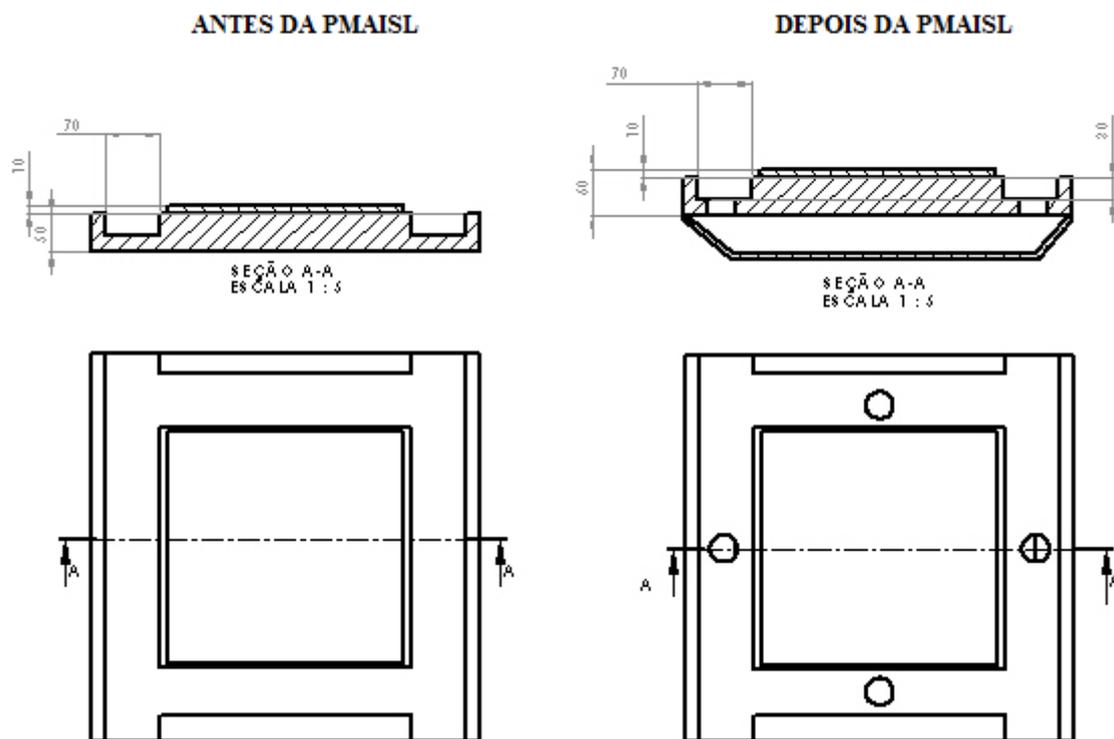
Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Torna-se, diante do exposto, irrefutável que o principal fator que pode vir a causar danos ambientais, bem como prejuízos financeiros para a empresa, é o layout inadequado do local de pintura. Ficando indiscutível que ações preventivas devem ser tomadas para evitar a poluição do solo e, dessa forma, caminhar para a transformação de um processo mais sustentável, assim como a imagem de uma empresa preocupada com o meio ambiente.

## 4.2 RESULTADOS E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PMAISL.

Os resultados indicam que a Empresa X possui uma política de gestão ambiental, visto que para a maioria dos resíduos gerados no chão de fábrica há uma alternativa correspondente. Entretanto, após as análises, foi diagnosticado que uma medida simples, com base nos princípios da PmaisL, poderia ser aplicada como solução para o problema identificado na câmara de pintura, dado que o layout está em desacordo com as normas vigentes estabelecidas pelo CONAMA.

Dessa forma, foi proposto para a empresa à adequação do layout em conformação com a resolução proposta pelo CONAMA, que estabelece como critério para locais que manejem matérias prima, que tenham um espaço exclusivo na área destinada à estocagem de embalagens não lavadas, possuir piso impermeável e bacia de contenção, possuir kit de emergência e dispor de embalagens para acondicionamento de embalagens fechadas. Isto posto, apresenta-se como medida corretiva uma solução para o problema abordado, fundamentando-se nas práticas da PmaisL, conforme visualizado na Figura 07.



**Figura 07.** Antes e depois da aplicação da PmaisL.

Fonte: Elaborada pelos autores (2015).

O desenho foi realizado na ferramenta *Solidworks* e demonstra a situação atual da câmara de pintura, onde é possível notar na vista frontal que, apesar de a empresa atender a alínea da resolução que exige uma malha de ferro abaixo do piso impermeabilizante, não existe a bacia de contenção para vazamentos/lavagem do piso, fazendo com que esse processo tenha um potencial de poluição grave, caso ocorra alguma fratura na malha de ferro.

A medida sugerida seria a construção de uma caixa de contenção de vazamento/lavagem abaixo da malha de ferro, bem como a colocação de ralos nas canaletas, a fim de facilitar a retirada do lodo gerado (tinta e solventes) no processo de pintura pela mesma empresa que coleta os outros resíduos gerados.

De modo a aprofundar-se nas características da medida sugerida, desenvolveu-se um plano de ação baseado na ferramenta 5W2H, no sentido de fornecer subsídios de informações pré-

vias a respeito de questões que podem facilitar a condução da proposta sugerida, de acordo com o Quadro 02.

### Quadro 02. Plano de ação para o problema identificado.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

PLANO DE AÇÃO						
PROBLEMA A SER RESOLVIDO	Vazamento pelas laterais do piso da mistura formada por tintas e solventes					
META	Fazer uma caixa de contenção de vazamento/lavagem do piso					
MEDIDA	RESPONSÁVEL	PRAZO	LOCAL	RAZÃO	PROCEDIMENTO	INVESTIMENTO
Buscar alternativas de locais para não interromper o processo	Engenheiro	10 dias	Região Central	O processo não pode ser interrompido	Buscar locais provisórios para continuar a pintura dos produtos	R\$ -
Estudar a viabilidade econômica da obra a ser executada	Engenheiro	5 dias	Região Central	Saber qual será o dispêndio financeiro que a empresa terá com tais modificações	Elaborar um planejamento de execução da obra, sobretudo com prazos estipulados.	R\$ -
Pesquisar empresas e fazer orçamentos da realização do serviço	Engenheiro	5 dias	Região Central	Buscar o melhor custo/benefício	Identificar quais empresas realizam tal serviço e solicitar um orçamento	R\$ -

Dentro da perspectiva de busca constante por atingir um nível desejado de sustentabilidade empresarial, acredita-se que por meio da execução da sugestão proposta nesse estudo, a organização estará, enfim, atendendo aos requisitos mínimos exigidos pelo CONAMA, no que se refere ao processo analisado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Implantar novas medidas numa empresa está sempre relacionado com o custo-benefício. Nesse estudo de caso, é notório como uma alternativa simples de PmaisL pode ser extremamente benéfica para solucionar problemas ambientais. Além disso, é possível perceber que através da aplicação das práticas de produção mais limpa, obtêm-se diversas vantagens como a redução dos custos de produção e aumento da eficiência e competitividade, redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação, redução dos riscos de acidentes ambientais, melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador, entre tantas outras que elevam a empresa a uma posição de mais destaque.

Dessa forma, este trabalho demonstrou baseado em um estudo de caso realizado numa indústria metal mecânica que, embora a medida sugerida para correção do problema identificado na câmara de pintura pareça simples, o estudo das práticas da PmaisL aborda pontos importantes dentro de uma organização. Uma produção eficiente, sem riscos ao meio ambiente e lucrativa pode acontecer a partir de uma Produção mais Limpa.

Inicialmente foi realizado o diagnóstico da situação atual da Empresa X em relação à PmaisL, na sequência foi entendido o processo produtivo por meio do fluxograma do processo. Também foi elaborada a planilha de aspectos e impactos ambientais para então identificar oportunidades de melhoria, com base nos princípios da PmaisL, para um determinado problema. Por fim, uma medida de correção foi sugerida para o setor de pintura da empresa, onde se constatou que o ambiente onde está instalada a câmara de pintura, nas condições atuais, existe riscos

potenciais de danos ao meio ambiente, além disso, pode trazer prejuízos altos para a organização na incidência de multas ambientais.

Este estudo apresenta algumas limitações, que são importantes destacar para a compreensão adequada dos resultados. A primeira limitação diz respeito a não generalização dos resultados, pois se entende que a Empresa X encontra-se em um contexto geográfico de localização e de investimentos financeiros singulares. A segunda limitação se refere a amostra restrita, tendo sido o estudo desenvolvido em apenas uma empresa. Nesse sentido, para trabalhos futuros, poderia considerar-se uma amostra maior e a análise de mais de um setor das organizações, sob a ótica da PmaisL, de modo que seja proposto relacionar as práticas de PmaisL com o desempenho organizacional de indústrias que atuam em diferentes segmentos industriais.

## REFERÊNCIAS

- Argenta, D. O. (2007). Alternativas de melhoria no processo produtivo do setor moveleiro de Santa Maria/RS: Impactos Ambientais. (Dissertação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.
- Barata, M. M., & Chamas, C. I. (2003). Gestão Ambiental e Desempenho Empresarial. Simpósio Internacional de Gestão do Conhecimento - ISKM, Curitiba/PR.
- Bello, D., Woskie, S.R., Streicher, R.P., Liu, Y., Stowe, M.H., Eisen, E.A., Ellenbecker, M., Sparer, J., Youngs, F., Cullen, M. & Redlich, C. (2004). Polyisocyanates in occupational environments: a critical review of exposure limits and metrics. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 46, pp. 480-91.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL). (2014). *Série Manuais de Produção mais Limpa*. Porto Alegre: SENAI-RS. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/pt-br/cntl>>. Acesso em abril 2015.
- Collis, J., & Hussey, R. (2005). Pesquisa em Administração: um guia prático para alunos da graduação. 2° Ed. Porto Alegre: Bookman.
- Coutinho, A. A., Barata, M., & Rovere, E. (2007). Indicadores De Sustentabilidade Empresarial E Gestão Estratégica. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*. Rio de Janeiro v. 1 n. 1, pp. 87-98.
- Cunha, A. S., Fernandes, J. L., Qualharini, E. L., & Da Nóbrega, M. D. (2015). Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. *Revista Augustus*, v.20, n.39, pp. 52-6.
- Di stefano, F., Siriruttanapruk, S., Mccoach, J., Di Gioacchino, M. & Burge, P.S. (2004). Occupational asthma in a highly industrialized region of UK: report from a local surveillance scheme. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, v. 36, pp. 56-62.
- Domingues, R. M., & Paulino, S. R. (2009). Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. *Gestão da Produção*. v. 16, n. 4, pp. 691-704.
- Emmel, L. A., Rocha, H. L., & Moraes, J. A. (2011). Implantação da pmaisl numa empresa fabricante de impermeáveis do Rio Grande do Sul. *Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*.
- Flumerfelt, S., Manalang, A., & Kahlen, F. (2012). Are agile and lean manufacturing systems employing sustainability, complexity and organizational learning?. *The Learning Organization*, v. 19, n. 3, pp. 238-247.

- Garé, J. (2011). Contribuições da Construção Civil Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. 164p (Dissertação (Administração), Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul/SP.
- Gerhardt, T., & Silveira, D. (2009). Métodos de pesquisa. Universidade Aberto do Brasil e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Ed. Da UFRGS.
- Goulart, M. D., & Callisto, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, v.2, n.1, pp. 156-164. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/goulartecallisto.pdf>>
- Husted, B. W., & De Jesús Salazar, J. (2006). Taking Friedman seriously: maximizing profits and social performance, *Journal of Management Studies*, v. 43 No. 1, pp. 75-91.
- Kuzma, E. L., Doliveira, S. D., & Silva, A. Q. (2017). Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática. *Cadernos EBAPE. BR*, v. 15, p. 428-444.
- Lemos, Â. D., & Nascimento, L. F. (2011). A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. *Revista de Administração Contemporânea*, v.3, n.1, pp. 23-46.
- Léon-Soriano, R., Munóz-Torres, M. J., & Chalmeta-Rosalen, R. (2010). Methodology for sustainability strategic planning and management. *Industrial Management & Data Systems*, v. 110, n. 2, p. 249-268.
- Lopes, A. D., Barra, B., Montes, M., Reno, G. & Yamaguti, H. (2011). Potencialidade da aplicação da produção mais limpa na construção civil: uma revisão teórica. *Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*, Belo Horizonte/MG.
- Marins, C., Santos, R., Souza, D., Ramos, R., & Filho, E. (2010). Análise de importação de mão-de-obra qualificada para o setor petrolífero. *Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*, São Carlos/SP.
- Miguel, P. A. C., Fleury, A. C., Mello, C. H., & Turrioni, J. B. (2012). Metodologia de Pesquisa em Engenharia da Produção e Gestão de Operações. 2° Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO.
- Munguia, N., Zavala, A., Marin, A., Eraso, R., & Velasquez, R. (2010). Identifying pollution prevention opportunities in the Mexican auto refinishing industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 21, n. 3, pp.324-335.
- Pereira, B. G., Neto, I. R., Yuyama, K., Pereira, H. G., & De Matos, C. L. (2006). Aplicação da Produção Mais Limpa em uma Indústria Madeireira no Estado do Amazonas. *International workshop: advances in cleaner production*, São Paulo/SP.
- Quelhas, O. & Silva, J. (2016). Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental: o uso da produção mais limpa nos canteiros de obras. *Revista geral da administração*, v. 1, n. 2, pp. 41-59.
- Ribeiro, F. C., Guarienti, A., & Ruppenthal, J. (2007). Empreendedorismo ambiental no setor de varejo alimentício. *Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*, Foz do Iguaçu/PR.
- Rocha, P. M., Roza, J. K., & Silveira, D. (2005). Avaliação do perfil do resíduo gerado numa fábrica de tintas. *Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*, Porto Alegre/RS.
- Savitz, A. W., & Weber, K. (2007). A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é lucro com responsabilidade social e ambiental. Rio de Janeiro: Elsevier.

Severo, E., Patias, T., Olea, M., & Galelli, A. (2009). Produção Mais Limpa: O Caso do Arranjo Produtivo Local Metal-Mecânico Automotivo da Serra Gaúcha. *International workshop advances em Cleaner Production* São Paulo, Brasil.

Silva, E. R., Mattos, U. A., Rosa, S. R., & Netto, E. (2002). Certificação de sistemas de gestão ambiental: um abordagem histórica e tendências. In *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, v.28, pp. 1-8. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-050.pdf>

Silva, L. F., Guevara, A. J., Saad, P. F., & De Oliveira, P. S. G. (2016). Análise das Externalidades na Produção de Serviços pela Perspectiva do Modelo de Produção mais Limpa. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 7, n. 1,

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, v. 6, p. 203-218.

Windolph, S. E., Schaltegger, S., & Herzig, C (2014). Implementing corporate sustainability: What drives the application of sustainability management tools in Germany? *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, v. 5, n. 4, pp. 378-404.