

UNIVERSIDADE PAULISTA

**PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO
MAIS LIMPA EM EMPRESA DE PEQUENO
PORTE FABRICANTE DE TINTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

ROBSON PASCHOA FAUSTINO

SÃO PAULO

2018

UNIVERSIDADE PAULISTA

**PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO
MAIS LIMPA EM EMPRESA DE PEQUENO
PORTE FABRICANTE DE TINTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Silvia Helena Bonilla

ROBSON PASCHOA FAUSTINO

SÃO PAULO

2018

Faustino, Robson Paschoa.

Proposta para implantação de produção mais limpa em empresa de pequeno porte fabricante de tinta / Robson Paschoa Faustino. - 2018.

47 f. : il. color.

Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2018.

Área de concentração: Avanços em Produção mais Limpa e Ecologia Industrial

Orientadora: Profª. Drª. Silvia Helena Bonilla.

1. Produção mais Limpa. 2. Microempresa. 3. Tintas.
I. Bonilla, Silvia Helena (orientadora). II. Título.

ROBSON PASCHOA FAUSTINO

**PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO
MAIS LIMPA EM EMPRESA DE PEQUENO
PORTE FABRICANTE DE TINTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Benedito Sacomano
Universidade Paulista – UNIP

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Guarnetti
ITE – Instituição Toledo de Ensino

Profa. Dra. Silvia Helena Bonilla
Universidade Paulista – UNIP – Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, principalmente à minha esposa Rita que com muito carinho e apoio não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

À professora Sílvia Helena Bonilla, pela extrema paciência em minha orientação, sempre com observações e indicações precisas, transmitindo tranquilidade e oferecendo-me apoio nos momentos necessários.

Aos professores do PPGE – Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção da UNIP por todo o conhecimento compartilhado, pela motivação e paixão sempre demonstradas em todas as atividades do Programa e pelas inúmeras palavras de orientação e incentivo.

À secretaria do Programa e todos os funcionários ligados aos cursos de Pós-graduação da UNIP, atuando no dia a dia, permitindo que o PPGE se desenvolva e caminhe sempre rumo à excelência.

À minha família, por entender minhas ausências e apoiar-me em todas as decisões, em especial ao meu cunhado Alexandre Formigoni, às minhas cunhadas Ana Sílvia e Márcia Regina e à minha irmã Pamela.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Rodrigo Luiz Guarnetti e Prof. Dr. José Benedito Sacomano, que contribuíram grandemente com seus apontamentos.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo fomento da bolsa de estudos.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para essa dissertação.

“Todas as inovações eficazes são surpreendentemente simples. Na verdade, maior elogio que uma inovação pode receber é haver quem diga: Isto é óbvio! Por que não pensei nisso antes?”

(Peter Drucker)

RESUMO

A implementação de uma gestão ambiental representa, além de uma possibilidade de melhoria contínua, uma vantagem competitiva para as empresas; entretanto, pode tornar-se onerosa para micro e pequenas empresas. Em contrapartida, intervenções de Produção Mais Limpa (P+L) podem representar um primeiro passo mais econômico na direção de uma gestão ambiental mais integrada. As micro e pequenas empresas enfrentam barreiras econômicas, administrativas, institucionais e de conhecimento para a implantação de P+L. O presente trabalho propõe identificar oportunidades de intervenção de P+L em uma microempresa fabricante de tintas e organizar as prioridades de acordo com o grau de risco dos impactos ambientais. A pesquisa de campo incluiu visitas à fábrica para conhecer as operações e identificar tanto aspectos ambientais como barreiras internas e análise dos documentos fornecidos. A ferramenta de avaliação de impactos Failure Mode and Effect Analysis (FMEA - método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo), adaptada para avaliação ambiental foi empregada para hierarquizar os riscos de impactos. As causas foram analisadas com o diagrama de Ishikawa. A proposta das soluções foi realizada considerando o compromisso entre a superação de barreiras internas e a de investimentos necessários para sua implementação.

Palavras-chave: Produção mais limpa, microempresa, tintas.

ABSTRACT

The implementation of an environmental management program represents for companies not only the possibility of continuous improvement, but also a competitive advantage. On the other side, for micro and small-enterprises the investment implies in costs beyond their possibilities. Alternatively, cleaner production (CP) interventions provide a more economical way towards a more integrated environmental management system. It is known that the micro and small-enterprises face economic, administrative, institutional and knowledge barriers for CP implementation. The present work aims to identify CP intervention possibilities in a micro-sized paint manufacture company and organize priorities according to the importance of environmental impacts. The field research included visits to the factory in order to be familiar with operations and environmental aspects and to identify the internal barriers; also internal documents were provided to be analyzed. A rating of environmental impacts was established from the aspect-impact environmental tool evaluation. The Ishikawa diagram was adopted to analyze the origin of the main environmental impacts. The proposal for improvement was elaborated by considering a balance between internal barriers overcoming and financial constraints.

Keywords: Cleaner production, micro enterprise, paint manufacture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Como funciona a serigrafia	13
Figura 2 – Impressão serigráfica manual	14
Figura 3 – Impressão serigráfica semiautomática	14
Figura 4 – Impressão serigráfica automática.....	15
Figura 5 – Diagrama que mostra a sistemática de busca	18
Quadro 1 – Lista dos artigos obtidos a partir da revisão bibliográfica	19
Figura 6 – Galpão da empresa.....	23
Figura 7 – Espaço de produção 1	24
Figura 8 – Espaço de produção 2	25
Figura 9– Espaço 2 da fábrica.....	25
Figura 10 – Processo para tintas à base de solvente.....	29
Figura 11 – Processo para tintas à base de água	30
Figura 12 – Diagrama de Ishikawa “Risco 54”, aspecto “Evaporação de solventes”.37	
Figura 13 – Diagrama de Ishikawa “Risco 27”, aspecto “solventes para a limpeza” .38	
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa dos 5 primeiros aspectos “Risco 18”, “Sólidos em suspensão”.....	38
Figura 15 – Diagrama de Ishikawa do 6º aspecto “Risco 18”, aspecto “Água de Limpeza”.....	39
Figura 16 – Diagrama de Ishikawa dos 1º e 2º aspectos do “Risco 12”, “embalagens danificadas”	40
Figura 17 – Diagrama de Ishikawa do 3º aspecto do “Risco 12”, “tambor furado”	40
Figura 18 – Diagrama de Ishikawa do 4º aspecto do “Risco 12”, “avaria em caixas e/ou latas”.....	41
Quadro 2 – Quadro das barreiras encontradas pelas indústrias na literatura	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de aspectos e impactos	34
Tabela 2 – Tabela de aspectos e impactos, em ordem de grau de risco	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Produção mais limpa	11
1.2	Fabricação de tintas serigráficas	12
1.3	Objetivo Geral	16
1.4	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3	MÉTODO.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 Produção mais limpa

Quazi (1998) explica que grande parte dos fornecedores das empresas de grande porte é considerada micro e pequenas empresas. Essas grandes empresas pressionam seus fornecedores por sistemas de qualidade implantados, o que é quase impraticável para essas micro e pequenas empresas por seu custo de implantação ou até mesmo pela falta de conhecimento. Em se tratando de P+L, as grandes empresas pressionam os seus fornecedores quando percebem que seus ganhos poderiam ser maiores.

Sabendo disso, muitas micro e pequenas empresas vêm aplicando melhorias de desempenho ambiental sistemáticas, como a Produção mais Limpa (P+L), com a qual é comum as empresas terem melhorias financeiras e também redução de impactos ambientais consideráveis (KHALILI et al., 2015; STONE, 2006a; VAN HOOFF E LYON, 2013).

O SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2012) mostra que no ano de 2009 as empresas de pequeno porte (EPP) junto com as microempresas foram responsáveis por 12,7% do PIB brasileiro. O SEBRAE (2015) também informa que em 2013 as micro e pequenas empresas (MPE) eram responsáveis por 17,1 milhões de empregos formais no Brasil, correspondendo a 52,1% do total.

Dessa forma, contribuir para que as micro e pequenas empresas evoluam é uma medida de grande importância econômica. As exigências por um sistema de produção, um produto e serviço mais sustentáveis nos levam a entender a importância de se estudar a produção mais limpa.

Sempre se enfatiza que a intensa concorrência global e as contínuas mudanças das exigências ambientais levam as empresas a buscar a P+L como um diferencial de vantagem competitiva (Cardoso Oliveira Neto et al., 2016). Isso pode ser verdadeiro em empresas a partir de um determinado tamanho com uma posição consolidada no mercado, o que geralmente não acontece com as PMEs no Brasil, onde sua vida média é de dois anos (SEBRAE, 2015).

Observa-se que manter um alto desempenho no padrão ambiental no Brasil é um dos caminhos que as empresas estão adotando para gozar de melhores

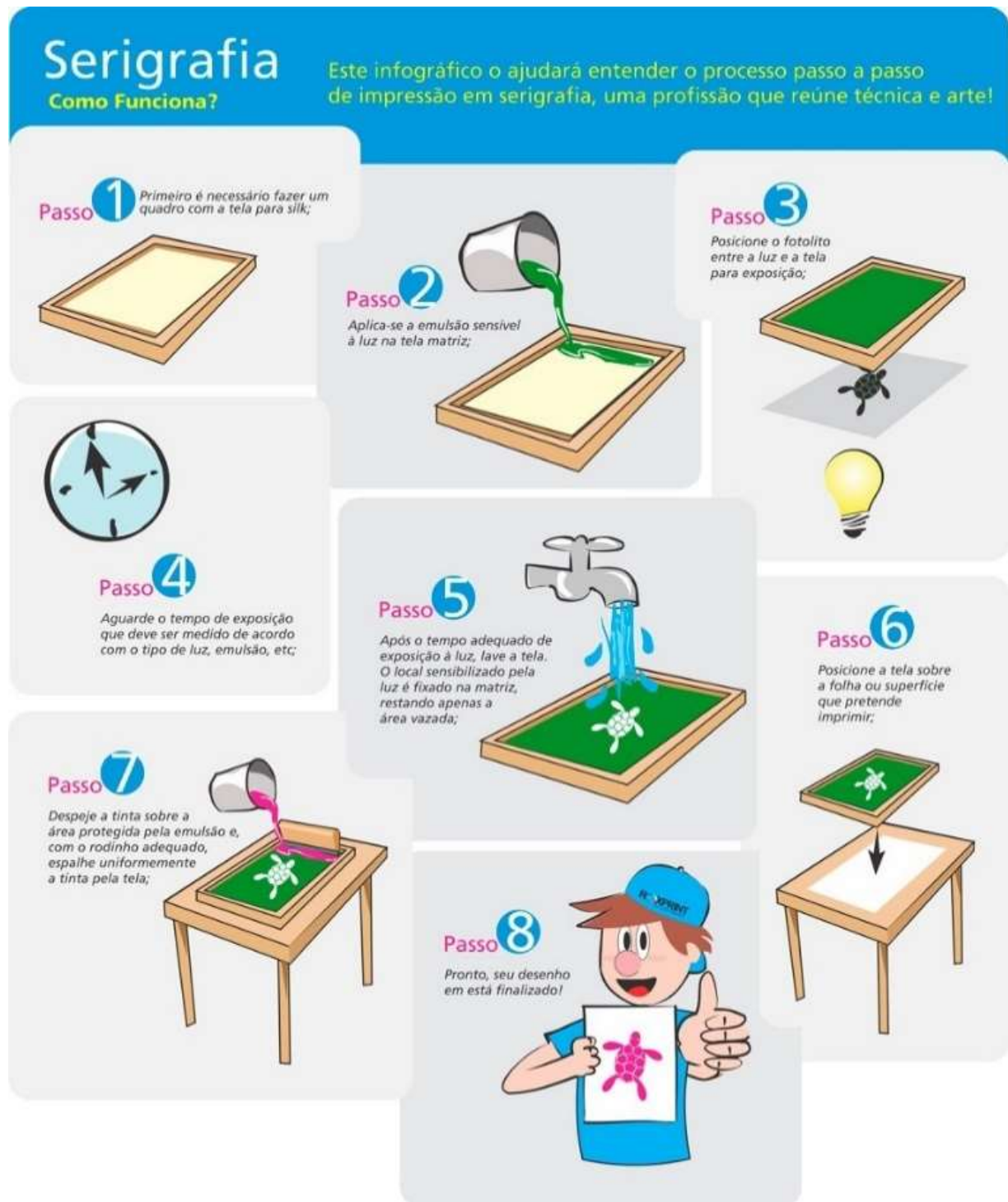
oportunidades de negócios (Gavronski et al., 2008). A adoção de uma gestão ambiental e, em particular, da ISO 14001 se depara com limitações orçamentárias especialmente nas micro e pequenas empresas, embora tenha revelado que oferece benefícios em várias dimensões: mudança operacional, impactos financeiros, relações com clientes, concorrentes e fornecedores, assim como com o governo, sociedade e ONGs (Gavronski et al., 2008).

Por outro lado, o sucesso de Produção mais Limpa (P+L) no mundo inteiro tem sido provado como ferramenta menos onerosa na implementação de sistemas de melhoria de desempenho ambiental efetivos, além de encurtar a distância das empresas rumo à certificação ISO 14001 (Khan, 2008). A intensa concorrência global e as mudanças contínuas das exigências ambientais levam as empresas a buscar a P+L como um diferencial de vantagem competitiva, mas ainda não é uma prática comum no Brasil (Cardoso Oliveira Neto et al., 2016).

1.2 Fabricação de tintas serigráficas

O sistema de impressão serigráfico é uma técnica milenar de estamparia que, se a princípio tinha tela feita com fios de cabelo, hoje conta com o avanço tecnológico no setor e utiliza tecidos técnicos que permitem maior perfeição das estampas, conforme mostra a Figura 1. Esses tecidos são confeccionados em nylon ou poliéster e têm tramas abertas ou fechadas, qualificados por fios por cm². Esse tipo de impressão pode ser feito de forma manual (Figura 2), semiautomática (Figura 3) ou automática (Figura 4) – o processo depende da tiragem das peças a serem produzidas.

Figura 1 – Como funciona a serigrafia



Fonte: <https://gravadores.wordpress.com/2015/09/16/serigrafia/>

Figura 2 – Impressão serigráfica manual



Fonte: o autor

Figura 3 – Impressão serigráfica semiautomática



Fonte: o autor

Figura 4 – Impressão serigráfica automática



Fonte: o autor

As tintas usadas para impressão são chamadas de tintas serigráficas. Elas podem ser à base de água ou à base de solvente. As tintas à base de água são para impressão em tecidos de algodão, misturas de algodão com fios sintéticos e tecidos sintéticos. Estas podem ser do tipo “*clear*”, que são tintas coloridas sem cobertura para impressão em tecidos claros; ou do tipo “*mix*”, tintas coloridas com cobertura para impressão em tecidos escuros. Estas tintas podem ter cores foscas, fluorescentes, metálicas e fosforescentes. As tintas à base de solvente são para impressão em chapa de vinil, poliestireno, adesivo de vinil, polietileno, entre outros substratos. Estas são diferenciadas pelos tipos de resinas usadas em sua composição: resinas vinílicas, polietileno, alquídicas etc.

A fabricação de toda tinta serigráfica é feita com resina, que é o agente de aderência ao substrato desejado. Por exemplo, usa-se resina acrílica à base de água para impressão em tecidos. O pigmento que dá a cor à tinta pode ser fosco, fluorescente, metálico e fosforescente. Ainda são usados aditivos para melhorar a performance das tintas em sua aplicação, secagem e ancoragem no substrato.

A empresa que fabrica tintas serigráficas precisa de um responsável técnico na área química, uma vez que há manipulação de produtos químicos. Os colaboradores têm que utilizar equipamento de proteção individual (EPI) conforme o produto manipulado. Para aquisição de alguns tipos de solventes, a empresa necessita de licenças da Polícia Civil, do Exército e ainda ter cadastro no Conselho Regional de Química (CRQ). No estado de São Paulo é necessária também uma

licença da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) que é a agência responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento das atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade da água, do ar e do solo.

1.3 Objetivo Geral

O presente trabalho propõe a implementação do conceito de P+L em uma microempresa fabricante de tintas e propõe organizar as prioridades de acordo com a severidade dos impactos ambientais. As soluções mais drásticas e diretas levam a mudanças que exigem investimento financeiro. O estudo mais detalhado das causas dos principais impactos mostrará que existem outras soluções de melhoria viáveis, desde que haja compromisso para a superação de barreiras internas.

Esta dissertação assume a forma de um estudo de caso onde os dados foram coletados, por meio de visitas à fábrica de tintas, analisados os processos fornecidos pelo proprietário e colaboradores da empresa. Tais informações foram úteis para o estabelecimento de grau de compromisso com o projeto, o conhecimento das exigências ambientais, operacionais e barreiras de natureza financeira.

Pode-se ressaltar que uma das principais contribuições da Produção Mais Limpa é a sua compatibilidade com empresas de menor porte, levando em conta que sua adoção pode proporcionar benefícios com pouco investimento (GIANNETTI et al., 2008). A implementação do conceito de P+L foi baseada nos cenários obtidos pelo emprego das ferramentas da qualidade, a Tabela de Aspectos e Impactos e o Diagrama de Ishikawa, que foram usados para identificar os processos mais onerosos para o meio ambiente, avaliando e conhecendo os riscos dos processos e suas causas.

O objetivo geral é apresentar e avaliar propostas de intervenção de produção mais limpa em microempresa de produção de tintas, apresentando a viabilidade de sua implantação.

1.4 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Coletar dados de campo no processo de produção;

- Apresentar o conceito de produção mais limpa no processo;
- Projetar cenários que apresentem soluções de propostas de melhorias ao sistema considerando impactos ambientais;
- Estudar a relação custo x benefício da implantação do conceito de produção mais limpa nos processos produtivos;
- Apresentar uma proposta para implantação do conceito de produção mais limpa mais adequado para a fábrica de tintas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

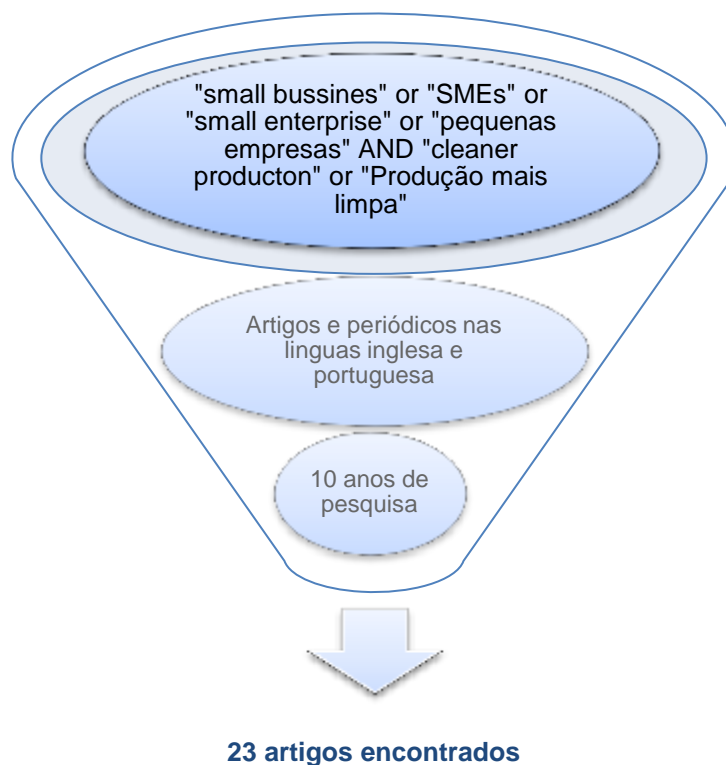
A base de dados usada para a pesquisa bibliográfica foi a “Science Direct”, por conter textos completos dos artigos e por termos acesso a todo o conteúdo do site irrestritamente. Foram utilizadas as ferramentas de inclusão e busca listadas na Figura 5.

Para a realização da revisão bibliográfica pesquisaram-se termos para a formação da sequência de busca (*string*), considerando o objetivo da pesquisa, que é o de propor implementação de produção mais limpa em empresa de pequeno porte fabricante de tintas.

Buscou-se a seguinte relação de termos: produção mais limpa; sistema de qualidade; fábrica de tintas; tintas; empresa de pequeno porte; sustentabilidade; produção sustentável, entre outros, e seus correspondentes na língua inglesa.

Foram escolhidos para utilização no *string* de busca os seguintes termos: “*small bussines*” ou “*SMEs*” ou “*small enterprise*” ou “pequenas empresas” e “*cleaner production*” ou “produção mais limpa”.

Figura 5 – Diagrama que mostra a sistemática de busca



A busca foi feita nos campos Resumo, Título e Palavras-chave, resultando uma relação de 23 artigos, que estão dispostos no Quadro 1, apresentando as referências, os objetivos, método de pesquisa e setor de aplicação dos artigos selecionados na revisão bibliográfica.

Quadro 1 – Lista dos artigos obtidos a partir da revisão bibliográfica

Referência	Objetivo	Método de pesquisa	Setor de Aplicação
Dobes; Fresner; Krenn; de Graaf; Dorer (2017)	Desenvolvimento de nova ferramenta de diagnóstico abrangente, orientada por necessidades e quantitativa chamada de "EDIT Value Tool"	Survey	Diversos
Prashar (2017)	Um sistema de gerenciamento de energia proposto adotou uma abordagem de processo PDCA para uma eficiência energética consistente e uma produção mais limpa	Estudo de caso	Fabricante de papel
Oliveira Neto; Keute; Shibao; Lucato (2017)	Propor um quadro para superar os obstáculos à implementação da produção mais limpa para pequenas e médias empresas.	Estudo de caso	Ramo metalúrgico
Scarpellini; Aranda-Usón; Maerco-Fondevila; Llera-Sastresa (2016)	Sistema de indicadores aplicados às atividades dos Institutos de Tecnologia é descrito para fornecer informações às empresas para a tomada de decisões na introdução de processos ou produtos ecoinovadores.	Survey	Diversos
Jasch (2015)	Abordagem para auxiliar as pequenas e médias empresas na execução de projetos de produção mais limpa com base em uma avaliação de balanço de massa, implementando também um sistema de gerenciamento ambiental para assegurar a implementação de melhorias contínuas.	Modelagem	Diversos
Fagundes. AB, da Silva. MC, Mello. R. (2015)	Contribuição para a indústria, o governo e os campos de pesquisa e desenvolvimento, no sentido de ampliar a compreensão das questões envolvidas e de subsidiar indústrias com menos poder econômico, especialmente micro e pequenas empresas.	Survey	Diversos
Triguero. A., Moreno-Mondéjar, L., Davia, MA (2014)	Examinar a influência relativa dos preços da energia em várias práticas ambientais nas pequenas e médias empresas da União Europeia.	Survey	Diversos

Klewitz, J., Hansen, EG (2014)	Analisa a pesquisa de imagens heterogêneas que desenhou nos últimos 20 anos com foco nas práticas de inovação, incluindo diferentes tipos de inovações orientadas para a sustentabilidade (SOI) e comportamentos estratégicos de sustentabilidade das pequenas e médias empresas por meio de uma revisão interdisciplinar e sistemática em um período entre 1987 e 2010.	Revisão	Diversos
Witjaksono, AD. Rahmadyanti, E. (2014)	Examinar os efeitos moderadores da descentralização na relação entre ambiente externo e desempenho organizacional das pequenas e médias empresas em Pasuruan.	Survey	Alimentos
Alkaya, E., Demirer, GN (2014)	Demonstrar melhorias concretas como resultado de uma metodologia sistemática de eficiência de recursos aplicada a uma PME na indústria de revestimentos de superfície na Turquia, que é um país de adesão à União Europeia.	Experimental	Indústria de revestimento
Fatimah, YA, Biswas, W., Mazhar, I., Islã, MN (2013)	Propor um conceito para o quadro de avaliação de manufatura sustentável através de estratégias de remanufatura em PME da Indonésia.	Modelagem	Alternadores remanufaturados
Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A., Geng, Y. (2013)	Analisar as barreiras para a implementação do conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento Verde (GSCM) divididos em duas fases, como identificação de barreiras e análise qualitativa.	Modelagem	Fabricação de componentes automotivos
Van Hoof, B., Lyon, TP (2013)	A pesquisa avalia os benefícios ambientais e econômicos e os custos de projetos de produção mais limpa formulados por pequenas e médias empresas que participam de um programa de abastecimento sustentável no México.	Estudo de caso	Diversos
Tschiggerl, K., Wolf, P. (2012)	Oferecer uma plataforma para uma transferência ativa de experiências e know-how entre empresas, autoridades e especialistas.	Modelagem	Diversos
Gazi, A., Skevis, G., Founti, MA. (2012)	Fornecer uma abordagem sistemática para avaliar o atual estado energético e ambiental de uma usina típica europeia de pedreiras e processamento e propõe medidas para atingir os objetivos da produção mais limpa.	Estudo de caso	Usina de pedreiras
Heras, Arana, G. (2010)	Analisar o conteúdo e os objetivos de um modelo de referência utilizado para a implementação de sistema de gerenciamento ambiental, o modelo Ekoscan, e compará-lo com o ISSO 14001.	Modelagem	Diversos
Fernandez-Vine, MB., Gomez-Navarro, T., Capuz-Rizo, SF. (2010)	O artigo apresenta uma análise comparativa da ecoeficiência nas pequenas e médias empresas da Venezuela.	Survey	Diversos

Domingues, RM, Paulino, SR (2009)	Examinar as oportunidades de integração de questões ambientais em um grupo de empresas pertencentes ao grupo de joias São José do Rio Preto, que é o segundo maior de Estado de São Paulo na fabricação de joalheiros feitos de ouro.	Modelagem	Jóias
AbRahman, MN, hernadewita, Deros, BM, Ismail, AR (2009)	Apresentação dos resultados da pesquisa de implementação da produção mais limpa realizada entre as pequenas e médias empresas da Indonésia.	Modelagem	Diversos
Ibrahim, NA, Abdel Moneim, NM, Abdel Halim, ES, Hosni, MM (2009)	Investigação de um caso que tratava da prevenção da poluição do tingimento reativo ao cone de algodão por várias opções, a saber: redução de corantes, minimização de carbonato de sódio, substituição de ácido e, finalmente, sua integração.	Estudo de caso	Indústria têxtil (Egito)
Shi, H., Peng, SZ, Liu, Y., Zhong, P. (2008)	Aplicação de um processo de hierarquia analítica (AHP) para examinar e priorizar as barreiras subjacentes à adoção de produção mais limpa por pequenas e médias empresas na China a partir das perspectivas do governo, indústria e grupos de especialistas interessados.	Modelagem	Diversos
Van Berkel, R. (2007)	Análise das iniciativas de produção mais limpa e Ecoeficiência de 30 pequenas empresas australianas que participaram de programas financiados pelo governo.	Survey	Diversos
Howgrave-Graham, A., Van Berkel. R. (2007)	Desenvolvimento de um método inovador de avaliação semi-quantitativa para estimar o nível de aceitação da produção mais limpa nas pequenas e médias empresas com base em três classificações: conscientização sobre ideias e benefícios do P+L; presença de características de gerenciamento e/ou componentes do sistema favorável ao P+L; e conteúdo de P+L de inovações recentes e melhorias operacionais.	Modelagem	Diversos

Fonte: o autor

3 MÉTODO

A pesquisa tem perfil qualitativo e trata-se de um estudo de caso. Foi escolhida como uma das ferramentas da qualidade o Diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta foi desenvolvida de forma que qualquer um pudesse utilizá-la, dispensando assim a obrigatoriedade de um especialista. Isso fez com que colaboradores comuns, do chão de fábrica, pudessem atuar melhor na qualidade das empresas. Outro fator importante é que o Diagrama é bastante versátil, podendo ser utilizado para promover a melhoria dos processos, para resolver problemas, encontrar as causas raízes e, de certa forma, até mesmo para analisar os processos.

A composição do Diagrama de Ishikawa leva em consideração seis causas que afetam os processos: método, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e material, apontando assim as raízes do problema.

1. Método: da forma de execução do trabalho, de processos incorretos ou aplicados indevidamente.
2. Material: toda causa proveniente de quaisquer materiais utilizados.
3. Máquina: causa que envolva a máquina, como ajustes incorretos ou defeitos mecânicos e elétricos.
4. Meio ambiente: além dos fatores climáticos, agrega também situações políticas e de mercado que podem causar problemas.
5. Medição: avaliações feitas de forma incorreta e levantamento de dados imprecisos.
6. Mão de obra: toda causa que envolva a ação de um colaborador.

Para avaliação será empregada uma Tabela de Aspectos e Impactos. Esta é uma ferramenta da qualidade também conhecida como FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) (ZAMBRANO et al, 2007). Por definição, FMEA se tornou uma técnica sistemática, que utiliza conhecimentos de engenharia, confiabilidade e técnicas de desenvolvimento organizacional, ou seja, formas de otimizar sistemas, designers, processos, produtos e/ou serviços (STAMATIS, 1991). No presente caso a ferramenta é adaptada para avaliar aspectos e impactos ambientais.

Caracterização da empresa: a empresa está localizada em um bairro tipicamente residencial e suas instalações compreendem um galpão de aproximadamente 70m² de área fabril. A empresa tem como produtos principais

tintas serigráficas, sendo tintas à base de água, para aplicação em tecidos de fio algodão e de fio sintético, e tintas à base de solvente, para aplicação em substratos rígidos ou semirrígidos como chapas de PVC, filmes de PVC, polietileno tratado, entre outros substratos.

A empresa conta também com um escritório que funciona em uma casa anexa ao galpão, onde trabalham duas pessoas, basicamente fazendo o atendimento e a parte burocrática da empresa.

Uma forma de se caracterizar o porte das empresas, empregada pelo SEBRAE (2015), é considerar o critério do IBGE de número de pessoas ocupadas. Utilizando esse critério fica caracterizada como microempresa a empresa do setor de atividade econômica industrial que tenha até 19 colaboradores. A empresa em questão possui seis colaboradores, sendo o proprietário, que gerencia os negócios, um assistente de escritório e quatro colaboradores na produção. Não há responsável técnico no local.

O galpão não possui espaços delimitados para as diferentes atividades, embora haja uma área onde ocorre preferencialmente o processo de produção. Há também uma área reservada para armazenagem de matérias-primas de aproximadamente 25m², que consiste basicamente em um espaço livre para onde são encaminhados os materiais após recebimento. Nesse local não existe equipamento algum, apenas alguns paletes. Há ainda uma área onde se organiza o pequeno estoque de produtos manufaturados, produtos esses armazenados em potes e frascos plásticos, potes e frascos metálicos, caixas e barricas de papelão.

Figura 6 – Galpão da empresa



Fonte: o autor

A empresa opera com dois batedores industriais para a mistura das matérias-primas na produção das tintas, um moinho de rolo para moagem dos pigmentos usados nas tintas à base de solvente e uma balança digital de carga máxima de 300 kg para pesagem dos materiais. Todos esses são equipamentos essenciais na produção das tintas. Como equipamento auxiliar há uma lavadora à pressão para lavagem dos tachos em que são produzidas as tintas à base de água. Duas mesas facilitam o processo de embalagem das tintas.

Figura 7 – Espaço de produção 1



Fonte: o autor

Figura 8 – Espaço de produção 2



Fonte: o autor

Figura 9– Espaço 2 da fábrica



Fonte: o autor

O trabalho seguiu uma sequência de quatro etapas. As etapas são: (1) planejamento e organização, (2) pré-avaliação, (3) avaliação e (4) cenários propostos.

(1) Planejamento e organização

- Tomar ciência:
 - das pessoas envolvidas, proprietário da empresa e sua equipe de funcionários;
 - de seus conhecimentos sobre produção mais limpa e sua importância para a empresa, funcionários, clientes, fornecedores, sociedade e meio ambiente.
- Apurar e analisar a aceitabilidade de implementação da P+L por parte do proprietário.

(2) Pré-avaliação

- Mapear:
 - setores da empresa,
 - tipo e quantidade de produtos com que a empresa trabalha,
 - número de colaboradores por setor,
 - linha de produtos da empresa,
 - processo de produção,
 - matéria prima e equipamentos empregados.
- Analisar:
 - pontos prioritários de implementação da produção mais limpa,
 - processos das linhas de produtos da empresa.

(3) Avaliação

- Identificar:
 - fontes e causas da geração de resíduos,
 - efluentes líquidos.

O estudo detalhado das causas dos principais impactos se faz necessário para permitir propor soluções de melhoria.

(4) Cenários propostos

Identificados os principais impactos e suas causas, foi elaborada uma proposta de melhoria. A aplicabilidade dos diferentes cenários levou em

consideração as barreiras a serem enfrentadas pela empresa. Foi feito um levantamento bibliográfico da literatura das principais barreiras de implementação de P+L em MPE. A partir disso, analisou-se a empresa em questão e suas barreiras. Aqueles cenários que não apresentaram barreiras ou cujas barreiras poderiam vir a ser superadas foram considerados os de maior aplicabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados conforme as etapas descritas em metodologia: (1) planejamento e organização, (2) pré-avaliação, (3) avaliação e (4) cenários propostos.

(1) Planejamento e organização

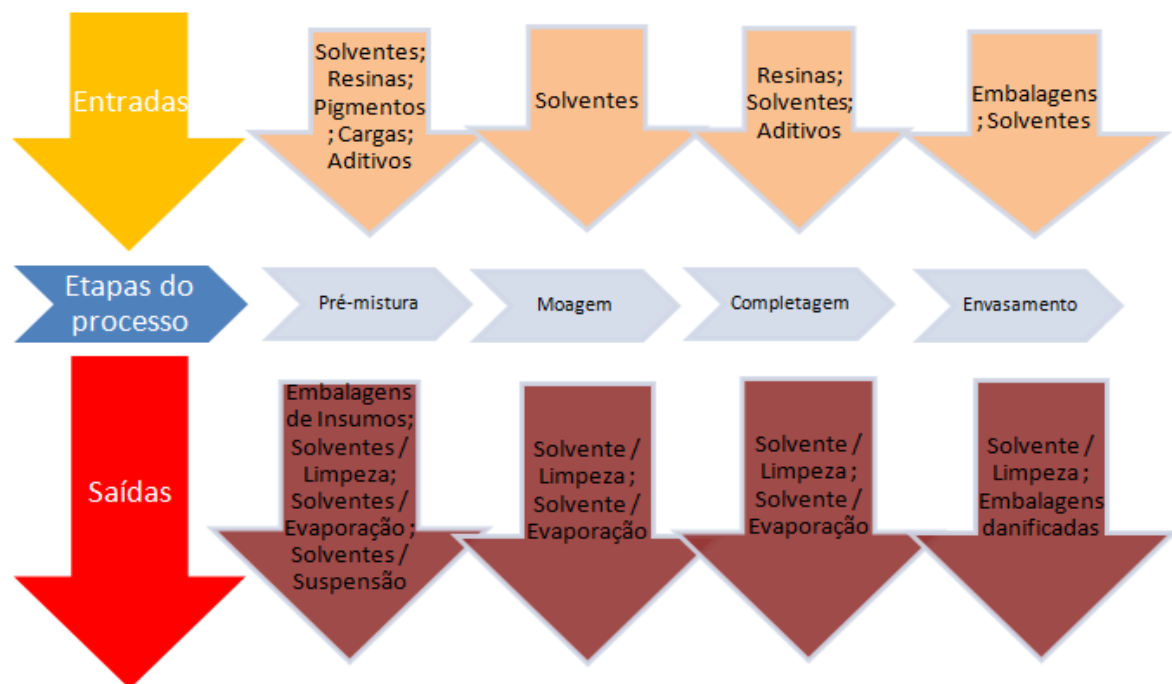
Foi identificado o grau de conhecimento acerca dos assuntos ambientais e dos benefícios da implantação de um programa de P+L na fábrica com o proprietário e seus funcionários. Foram identificadas barreiras de mão de obra, máquina, matéria-prima, metodologia, medidas e meio ambiente, conforme descritas e apresentadas pelos diagramas de Ishikawa, e o proprietário se mostrou contrário às medidas que implicassem gastos. Apenas intervenções praticamente sem custo, relacionadas às boas práticas, seriam aceitas.

(2) Pré-avaliação

Foram avaliados o tamanho da empresa, a variedade dos produtos fabricados, o fluxo de processos e o número de colaboradores. O escopo do trabalho abrange tanto a linha de tintas à base de água quanto à base de solvente. Os pontos de interesse que não estavam em conformidade com as normas ou regulamentações foram considerados como prioritários.

A análise dos materiais de entrada e saída coletados no chão da fábrica (*in loco*) são: caracterização dos processos, que são de dois tipos – um para tintas à base de água e outro para tintas à base de solvente; identificação dos materiais de entrada e saída, que é feita *in loco*.

Figura 10 – Processo para tintas à base de solvente

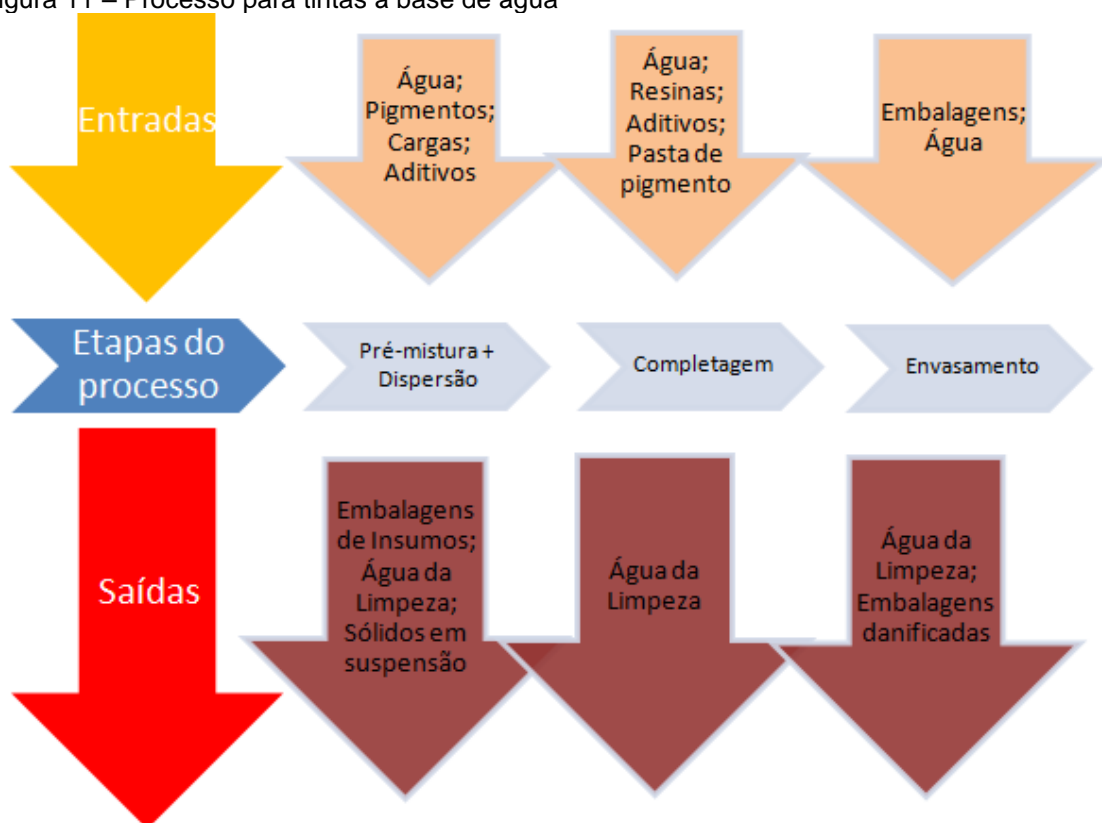


Fonte: o autor

Há solventes em todas as etapas do processo na fabricação de tintas à base de solvente, conforme Figura 10. Uma parte deles entra na composição do produto final e o restante é empregado para a limpeza do maquinário. Ocorre limpeza em todas as etapas do processo na seguinte ordem: na etapa de pré-mistura há limpeza da hélice do batedor; na moagem, dos cilindros do moinho; na completagem, novamente da hélice do batedor; e, por fim, no envasamento, das ferramentas utilizadas, concha e espátula. Dessa forma, o solvente sai com coloração da tinta produzida. Por se tratar de um produto volátil e os equipamentos serem abertos há evaporação de solvente durante as operações.

Na etapa de pré-mistura existe a saída das embalagens dos insumos utilizados. Essas embalagens são originadas dos materiais sólidos e dos líquidos. No caso dos materiais sólidos, as embalagens compreendem sacos plásticos internos e os de papelão externos. As dos materiais líquidos geralmente são bombonas plásticas, tambores plásticos e metálicos.

Figura 11 – Processo para tintas à base de água



Fonte: o autor

No processo de tintas à base de água, conforme Figura 11, há uma etapa a menos, a de moagem, pois os pigmentos são fornecidos em estado líquido. Há entrada de água em todas as etapas do processo de fabricação de tintas à base de água, assim como o solvente no processo das tintas à base de solvente. Essa água serve para diluição dos componentes e limpeza dos equipamentos.

As embalagens na saída da pré-mistura e dispersão têm o mesmo fim que no processo de tintas à base de solvente, pois são as mesmas: papelão, plástico, bombonas e tambores.

Não foram identificadas ações preventivas de natureza ambiental ou de saúde e para segurança dos funcionários.

Na manipulação das matérias-primas não há controle de processo. A informação sobre etapas e quantidades de matéria-prima requerida para cada produto é feita de forma verbal aos funcionários.

A armazenagem das matérias-primas sólidas é precária. As embalagens permanecem abertas ao lado dos batedores facilitando a contaminação cruzada e contribuindo com suspensão de partículas no ambiente.

Também não há cuidado na manipulação das matérias-primas líquidas. Na área produtiva da empresa os funcionários não usam EPI. Eles manipulam resinas, aditivos e solventes sem proteção nas mãos, olhos e rosto. É comum vê-los com chinelos de dedo, bermudas e camisetas regatas. Ressalta-se que, na maioria das vezes, os solventes são orgânicos e com restrições de compra e uso, o que torna obrigatório o uso de EPI.

Em todos os processos envolvendo os batedores, seja no processo de produção, seja na limpeza, há respingo de tinta ou de solvente dos baldes de limpeza. Para limpeza das hélices dos batedores, os funcionários usam baldes com água ou com solventes, onde são colocadas para girar. Usam ainda uma vassoura, o que provoca mais respingos. O descarte da lavagem dos tachos é feito em esgoto comum, não havendo controle de emissão de efluentes no processo.

Todas as embalagens de matérias-primas – sacarias de resinas, de pigmentos; bombonas de pigmentos, de especialidades químicas, como antiespumante, antimfo entre outros, são jogados em lixo comum, não havendo reciclagem interna nem externa. Os tambores são exceção porque a empresa os utiliza para alocação de material comprado a granel ou os vende quando seu estoque está alto.

Não foi identificada manutenção dos equipamentos visando a melhor eficiência de energia. Para todos os usos é empregada água potável da rede pública.

Como não há procedimentos operacionais padronizados não é possível mensurar as quantidades dos componentes empregados nas linhas de produção. Não há mensuração de massas de matérias-primas, uso de água ou de energia.

(3) Avaliação

As fontes e causas da geração de resíduos e efluentes líquidos foram identificadas e, a partir daí, apuraram-se as oportunidades de intervenção de P+L. A avaliação foi feita empregando uma tabela de aspectos e impactos.

Os dados foram coletados através de visitas ao local, com observação e entrevistas com o proprietário da empresa. Levantaram-se informações de documentos, contas e protocolos da empresa.

A empresa é uma fábrica de tintas localizada em Guarulhos e não possui sistema de gestão ambiental. Os contatos foram feitos e despertaram o interesse por parte do proprietário em realizar melhorias.

Foram identificadas as principais linhas de produção de tintas, seus produtos, maquinaria usada e número e atividades dos funcionários. As seguintes características de infraestrutura foram observadas: localização, área do local, disposição das áreas, layout, tipo de ventilação, tipo de energia consumida, características da água usada para as diferentes operações.

A tabela 1 está apresentada da seguinte forma por ordem de coluna:

- 1ª coluna: atividades específicas da empresa;
- 2ª coluna: etapas para essas referidas atividades;
- 3ª coluna: aspectos identificados em suas referidas etapas;
- 4ª coluna: efeitos dos impactos ambientais – faz referência ao efeito que o aspecto encontrado causa;
- 5ª coluna: causa do impacto ambiental – identifica-se o motivo pelo qual o aspecto se tornou um impacto ambiental.

As colunas identificadas pelas letras “S”, “O”, “D”, “A” e “R” correspondem a Severidade, Ocorrência, Detecção, Abrangência e Risco Ambiental.

- Severidade: classificada como alta, moderada e baixa. Com valoração de 3, 2 e 1, respectivamente.
- Ocorrência: classificada como alta, moderada e baixa. Com valoração de 3, 2 e 1, respectivamente.
- Detecção: classificada como baixa, média e alta. Com valoração de 3, 2 e 1, respectivamente.
- Abrangência: impactos ambientais fora dos limites da organização, impactos ambientais dentro dos limites da organização e impacto ambiental que ocorre no local onde está sendo realizada a operação. Com valoração de 3, 2 e 1, respectivamente.
- Risco Ambiental: é valorado multiplicando todos os outros itens das colunas “S”, “O”, “D” e “A”.

Por último, na coluna “Controles ambientais – ações recomendadas” estão relacionadas as ações indicadas para resolver, reduzir ou minimizar os impactos ambientais resultantes dos processos produtivos da organização.

Tabela 1 – Tabela de aspectos e impactos

Atividade	Etapas	Aspectos	Efeito do impacto ambiental	Causa do impacto ambiental	S	O	D	A	R	Controles ambientais - ações recomendadas
Fabricação de tintas à base de solventes	Pré-mistura	Embalagens de insumos	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis As embalagens são descartadas em lixo comum	1	3	1	2	6	Coleta seletiva
		Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
		Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Recipiente aberto de mistura aberto	3	3	2	3	54	Recipiente mais apropriados
	Moagem	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
		Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Local de moagem aberta	3	3	2	3	54	Adaptar barreiras físicas para minimizar evaporação
	Completagem	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
		Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Recipiente aberto de mistura aberto	3	3	2	3	54	Recipiente mais apropriados
	Envasamento	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
		Embalagens danificadas	Contaminação do solo	Embalagens são descartadas de forma incorreta	2	3	1	2	12	Coleta seletiva
Fabricação de tintas a base de água	Pré-mistura + dispersão	Embalagens de insumos	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis As embalagens são descartadas em lixo comum	1	3	1	2	6	Coleta seletiva
		Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
		Sólidos em suspensão	Contaminação do ar	Recipiente de mistura aberto	1	3	2	3	18	Recipiente mais apropriados
	Completagem	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
	Envasamento	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
		Embalagens danificadas	Contaminação do solo	Embalagens são descartadas de forma incorreta	2	3	1	2	12	Coleta seletiva
Estoque de matéria prima	Solventes	Tambor furado	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	3	2	1	2	12	Paletizar local
	Sacarias	Sacaria furada / rasgada	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	2	2	1	2	8	Paletizar local
	Resinas líquidas	Tambor furado	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	2	2	1	2	8	Paletizar local
Lavagem tachos / tambores	Lavagem	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	2	18	Sistema ETE
Área de produção	Balança	Poeira originada do transbordo da matéria prima	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Cuidado do funcionário
	Batedores	Poeira originada do transbordo da matéria prima	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Cuidado do funcionário
Expedição	Separação pedido cliente	Avaria em caixas e/ou latas	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Paletizar local

Fonte: o autor

O ranking da tabela permite ordenar os riscos ambientais de forma crescente à medida que o valor resultante na tabela aumenta. A Tabela 2 está organizada em ordem de riscos ambientais.

Tabela 2 – Tabela de aspectos e impactos, em ordem de grau de risco

Atividade	Etapa	Aspectos	Efeito do impacto ambiental	Causa do impacto ambiental	S	O	D	A	R	Controles ambientais - ações recomendadas
Base Solvente	Pré-mistura	Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Recipiente aberto de mistura aberto	3	3	2	3	54	Recipiente mais apropriados
Base Solvente	Moagem	Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Local de moagem aberta	3	3	2	3	54	Adaptar barreiras físicas para minimizar evaporação
Base Solvente	Completagem	Solventes de evaporação	Contaminação do ar	Recipiente aberto de mistura aberto	3	3	2	3	54	Recipiente mais apropriados
Base Solvente	Pré-mistura	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
Base Solvente	Moagem	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
Base Solvente	Completagem	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
Base Solvente	Envasamento	Solventes para a limpeza	Contaminação do solo	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	3	27	Descarte destinado a reciclagem
Base Água	Pré-mistura + dispersão	Sólidos em suspensão	Contaminação do ar	Recipiente de mistura aberto	1	3	2	3	18	Recipiente mais apropriados
Lavagem tachos / tambores	Lavagem	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	3	3	1	2	18	Sistema ETE
Base Solvente	Envasamento	Embalagens danificadas	Contaminação do solo	Embalagens são descartadas de forma incorreta	2	3	1	2	12	Coleta seletiva
Base Água	Envasamento	Embalagens danificadas	Contaminação do solo	Embalagens são descartadas de forma incorreta	2	3	1	2	12	Coleta seletiva
Estoque de matéria prima	Solventes	Tambor furado	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	3	2	1	2	12	Paletizar local
Área de produção	Balança	Poeira originada do transbordo da matéria prima	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Cuidado do funcionário
Área de produção	Batedores	Poeira originada do transbordo da matéria prima	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Cuidado do funcionário
Expedição	Separação pedido cliente	Avaria em caixas e/ou latas	Sujeira e contaminação do solo	Falta de cuidado / habilidade do operador	2	3	1	2	12	Paletizar local
Base Água	Pré-mistura + dispersão	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
Base Água	Completagem	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
Base Água	Envasamento	Água da limpeza	Contaminação da água	Descarte fora da conformidade para o material	1	3	1	3	9	Sistema ETE
Estoque de matéria prima	Sacarias	Sacaria furada / rasgada	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	2	2	1	2	8	Paletizar local
Estoque de matéria prima	Resinas líquidas	Tambor furado	Contaminação do solo	Armazenamento impróprio	2	2	1	2	8	Paletizar local
Base Solvente	Pré-mistura	Embalagens de insumos	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis As embalagens são descartadas em lixo comum	1	3	1	2	6	Coleta seletiva
Base Água	Pré-mistura + dispersão	Embalagens de insumos	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis As embalagens são descartadas em lixo comum	1	3	1	2	6	Coleta seletiva

Fonte: o autor

Para avaliar as causas dos principais impactos estabelecidos anteriormente, foram construídos diagramas causa e efeito (espinha de peixe ou Ishikawa) para os aspectos de maior risco ambiental (valores de 54 a 12). Os três riscos ambientais de maior valor, 54, são os itens com maior prioridade para intervenção. Todos envolvem o sistema de produção das tintas base solvente, dois com causas identificadas como recipientes abertos de mistura e um como local aberto de moagem.

Figura 12 – Diagrama de Ishikawa “Risco 54”, aspecto “Evaporação de solventes”



Fonte: o autor

O Diagrama de Ishikawa indica seis causas plausíveis para o problema. A partir dele é possível atacar as causas individualmente para se conseguir uma minimização nos pontos de maior risco. Para solucionar o problema dos recipientes abertos teriam que ser comprados recipientes hermeticamente fechados e resistentes a solventes. Já para solucionar o problema de local aberto de moagem seriam necessários moinhos que atuassem em sistema fechado. Cria-se assim um cenário para intervenção de produção mais limpa. Ambas as soluções apresentam custo.

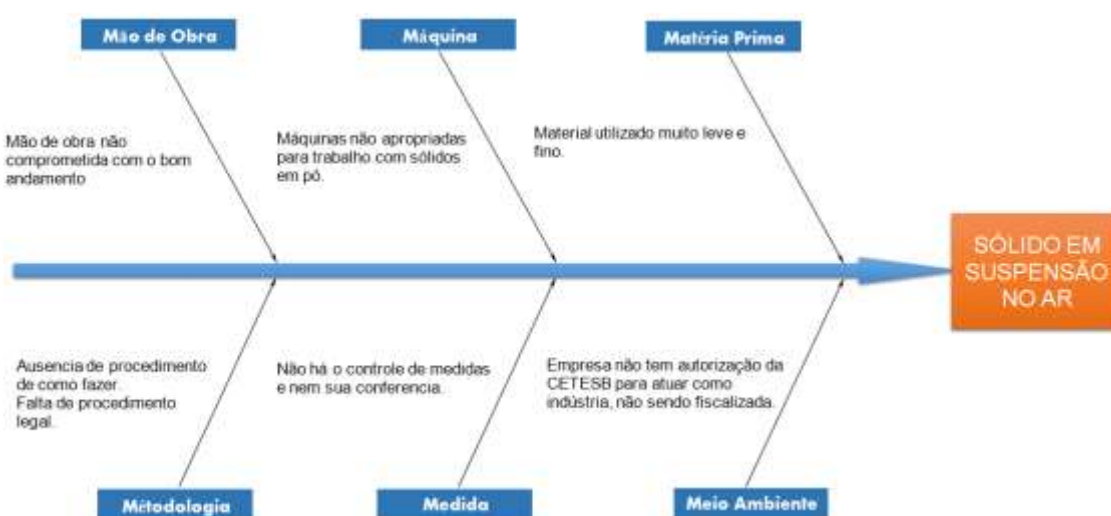
Figura 13 – Diagrama de Ishikawa “Risco 27”, aspecto “solventes para a limpeza”



Fonte: o autor

Neste aspecto, a causa do impacto ambiental levantada pela tabela 2 é o descarte fora da conformidade para o material. Pelo Ishikawa, escolheu-se atacar o problema identificado em metodologia, propondo a criação de um protocolo operacional padrão, pois dessa forma seriam solucionados outros problemas, como o despreparo da mão de obra, matéria-prima e medida. Ação esta que teria custo zero caso houvesse um responsável técnico da área química contratado.

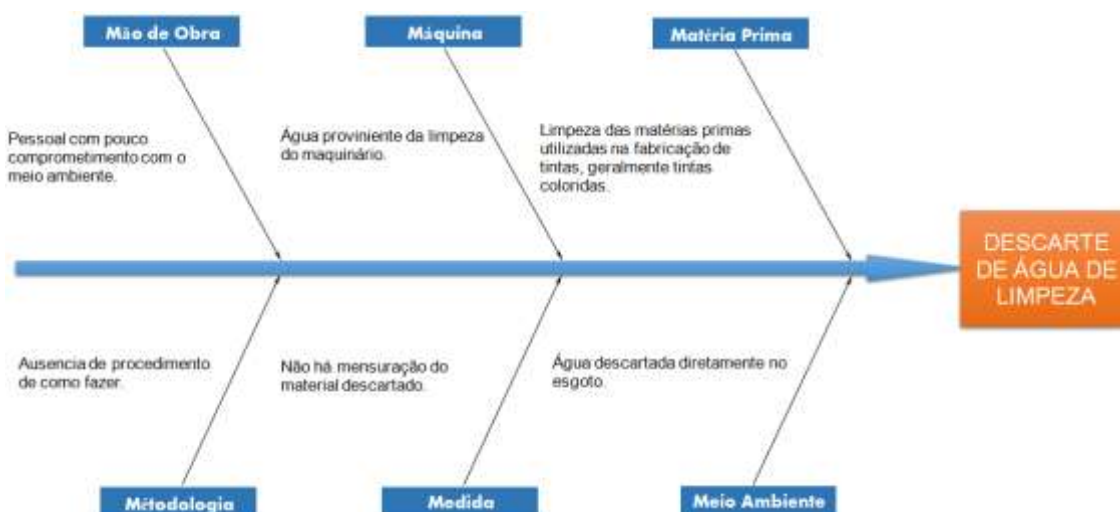
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa dos 5 primeiros aspectos “Risco 18”, “Sólidos em suspensão”



Fonte: o autor

Neste aspecto foi escolhido para ataque o braço “Máquina”, pois a indústria utiliza maquinário não adequado ao produto fabricado. O sólido é despejado no tanque em que se encontra a parte líquida já em movimento, sem haver canalização ou exaustão, formando assim uma nuvem de poeira da parte sólida, poluindo o ar do ambiente e prejudicando a saúde dos colaboradores. Isso se trata de uma barreira tecnológica na implantação de P+L na indústria, uma vez que seria necessário adequação do local, instalando-se, por exemplo, exaustores e cabines em volta do maquinário. Esta ação possui custo elevado, pois requer renovação da parte produtiva.

Figura 15 – Diagrama de Ishikawa do 6º aspecto “Risco 18”, aspecto “Água de Limpeza”

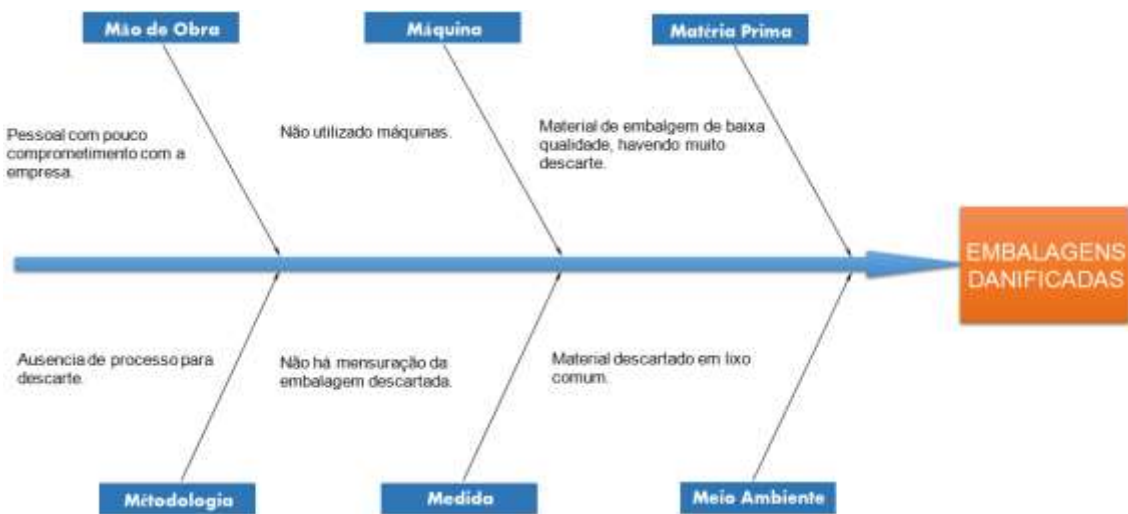


Fonte: o autor

Para este aspecto, segundo o Diagrama de Ishikawa, foi escolhido “Ausência de procedimento de como fazer”, problema identificado em metodologia, propondo a criação de um protocolo operacional padrão, pois dessa forma seriam solucionados outros problemas, como o despreparo da mão de obra, matéria-prima e medida, assim como proposto para o aspecto “solvente para a limpeza”. Essa ação também seria de custo zero caso houvesse um responsável técnico da área química contratado.

De acordo com a tabela 2, o próximo risco ambiental mais elevado e o último analisado é o de valor 12. Nele encontramos três aspectos diferentes, que são identificados cada um por um diagrama de Ishikawa a seguir.

Figura 16 – Diagrama de Ishikawa dos 1º e 2º aspectos do “Risco 12”, “embalagens danificadas”



Fonte: o autor

Novamente a causa do problema é “metodologia” e é possível solucionar outros braços apontados, como mão de obra, medida, matéria-prima e meio ambiente. A criação de um procedimento operacional padrão levaria a um treinamento mais direcionado dos colaboradores que, por sua vez, poderiam notificar os fornecedores de embalagens, medir os desperdícios relacionados a este processo e realizar os descartes de forma apropriada, seja metal, papel, papelão ou plástico, aplicando o conceito de P+L novamente. A ação também teria custo zero caso houvesse um responsável técnico da área química contratado.

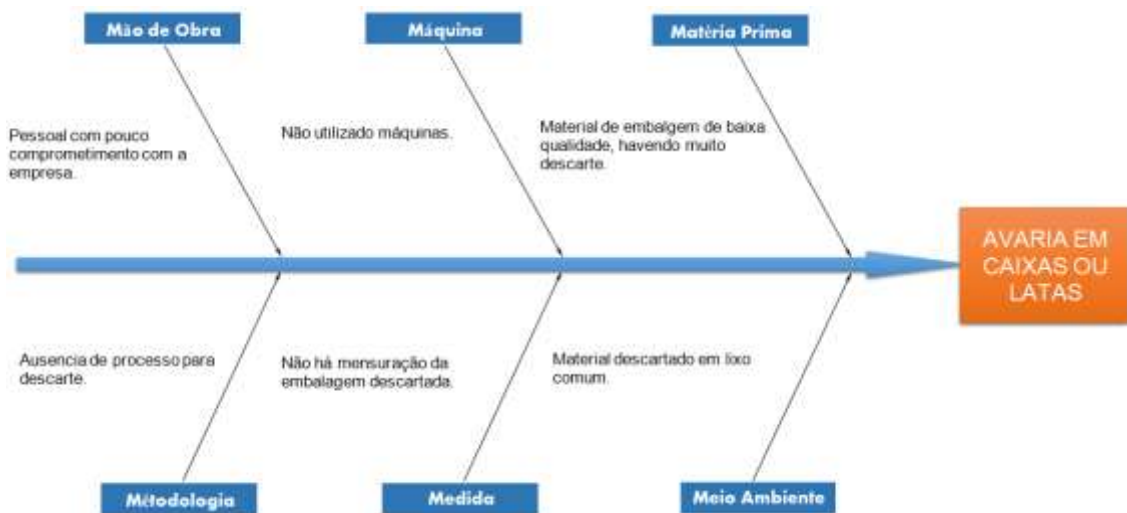
Figura 17 – Diagrama de Ishikawa do 3º aspecto do “Risco 12”, “tambor furado”



Fonte: o autor

Neste aspecto temos três braços do diagrama que se relacionam: o de “Mão de obra”, pois o pessoal não é treinado nem qualificado para o serviço, o braço de “Máquina”, pois não há equipamento próprio para transporte dos tambores, e o braço “Matéria-prima”, pois o material comprado para uso na produção é adquirido de empresas não certificadas e sem garantia de procedência. As ações propostas para este aspecto teriam custo envolvido, como, por exemplo, a compra de maquinário para movimentação dos tambores e a compra de matérias-primas de empresas certificadas.

Figura 18 – Diagrama de Ishikawa do 4º aspecto do “Risco 12”, “avaria em caixas e/ou latas”



Fonte: o autor

A “metodologia”, por mais uma vez identificada como causa do problema e é possível solucionar outros braços apontados, como “mão de obra”, “medida”, “matéria-prima” e “meio ambiente”. A criação de um procedimento operacional padrão levaria a um treinamento mais direcionado dos colaboradores, evitando a separação e estocagem inadequada do produto, novamente aplicando o conceito de P+L. Essa ação envolveria custo baixo, que seria a compra e organização dos produtos em paletes, considerando, por exemplo: empilhamento máximo, distância entre embalagens e entre superfícies.

(4) Cenários propostos

As propostas de intervenção de P+L foram elaboradas levando-se em consideração a relação custo x benefício, tanto ambiental quanto financeiro. Os cenários foram criados a partir dos riscos ambientais mais elevados de acordo com a

Tabela 2. Foram apresentados cenários que envolvessem investimentos, como também aqueles que não requeriam recursos financeiros.

De acordo com os diagramas de Ishikawa apresentados, as ações propostas foram agrupadas conforme se descreve a seguir:

- Compra de recipientes hermeticamente fechados e resistentes a solventes.
- Compra de paletes.
- Adequação do local de moagem:
 - Exaustores,
 - Cabines.
- Criação de protocolos de operação padrão.
- Treinamento de funcionários.
- Coleta seletiva.
- Automação de processos:
 - Canalização para transferência de sólidos,
 - Maquinário para transporte de materiais.
- Avaliação/ notificação de fornecedores.
- Sistema ETE.

Soluções simples, como as compras de recipientes e paletes poderiam ser rapidamente implementadas, porém possuem custo elevado.

Como a empresa não conta com um responsável técnico, a criação dos protocolos operacionais padrão ficaria prejudicada pela falta de conhecimento especializado dos colaboradores. Neste caso, a contratação de mão de obra preparada tecnicamente poderia requerer um investimento inicial, mas que retornaria em curto prazo à empresa, uma vez que haveria redução de desperdícios diversos e otimização dos processos. Esse mesmo profissional poderia ter como escopo de trabalho oferecer treinamentos periódicos para os funcionários, no que envolve tanto a produção em si como os impactos que suas ações geram.

A aquisição de maquinário específico, além do alto custo, precisaria contar também com cronograma de manutenção. Ressaltando que as máquinas e ferramentas utilizadas em produção atualmente ainda não os possuem. Estes cronogramas atuariam de forma preventiva evitando assim a parada inesperada da

fabricação, que gera prejuízos financeiros. Podemos considerar também que a automação poderia aumentar o tamanho e capacidade de produção.

A compra de matéria-prima de empresas certificadas se faz indispensável para que na produção haja somente material de procedência confiável, o que impacta diretamente na qualidade do produto, além de evitar grandes desperdícios, como se descreveu anteriormente.

Será sugerida a regularização da empresa perante o órgão responsável, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), para a emissão da licença ambiental, regularizando assim toda emissão de efluentes.

Algumas das barreiras que as PMEs do Brasil enfrentam, mostradas no quadro 2 são de natureza econômica, o que leva a direcionar a proposta das intervenções para a implementação de P+L de forma a conciliar a limitação orçamentária com as necessidades de melhoria no desempenho ambiental.

Quadro 2 – Quadro das barreiras encontradas pelas indústrias na literatura

Proviniente da:	Barreira encontrada:
Dos Empresários	Falta de conhecimento sobre subsídios/fundos disponibilizados pelo governo (Cardoso Oliveira Neto et al., 2016)
Das Universidades	Falta de interação com as universidades e centros de pesquisa. Problemas para gerar inovação. (Cardoso Oliveira Neto et al., 2016)
	Necessidade de aumentar fundos para pesquisa, que inclua aspectos como gestão, políticas públicas, regulações, guias técnicos. (Chang et al., 2015)
Dos Interessados	Melhorar capacidade técnica, implementar treinamentos, (Chang et al., 2015)
	Facilitar disseminação de tecnologias e conhecimento mediante Publicação de casos de sucesso e guias técnicas para diferentes setores industriais (Chang et al., 2015).
Das Políticas Públicas	As normas e requerimentos legais deveriam representar uma oportunidade para a melhoria. (Viera e Amaral, 2016)
	Aumentar o fomento com políticas públicas para promover subsídios, diminuição de taxas, etc. (Chang et al., 2015)
	Necessidade de melhorar a gestão administrativa governamental. Refinar o campo de ação das agências do governo e promover colaboração entre governo, setor industrial e agências de fomento (Chang et al., 2015).

Fonte: o autor

Não é incomum que as MPEs do Brasil estejam operando sem conformidade com os requerimentos legais e regulatórios. Empresas que atuam nesta situação

possuem menor visibilidade no mercado, o que as limita evitando sua expansão e conquistando novos clientes.

5 CONCLUSÃO

Embora os resultados aqui mostrados não possam ser generalizados, acredita-se que o estudo contribui para evidenciar alguns dos problemas que as empresas de pequeno porte enfrentam por falta de conhecimento e orçamento.

A preocupação com o meio ambiente não parece ser sinônimo de melhora na ecoeficiência, pelo que as propostas consideradas viáveis são aquelas de menor custo, mesmo que não as que necessariamente podem trazer mais benefícios financeiros ou ambientais.

No entanto, a avaliação de aspectos e impactos que permitiu efetuar um ranking de risco ambiental integrada ao diagrama de Ishikawa oferece uma visão bem abrangente das causas e possíveis soluções, o que aumenta o leque para o empresário de pequenas empresas de efetuar melhorias.

Um ponto que merece ser enfatizado para se eliminarem barreiras de implementação de P+L é que tendo em vista o baixo valor agregado dos produtos acabados qualquer melhoria no consumo de matérias-primas aumentaria a competitividade no mercado. Sendo assim, ao implantar as ações sem custo, teríamos um excelente resultado de custo x benefício.

Vale ainda ressaltar que todos os pontos de risco levantados neste trabalho eram de natureza ambiental, porém os colaboradores que trabalhavam diretamente na produção estavam expostos a riscos de natureza ocupacional. Uma vez implementadas as ações de P+L, os colaboradores também obteriam um impacto positivo na saúde e segurança.

Trabalhos futuros poderiam incluir a avaliação dos aspectos relacionados a saúde e segurança do trabalhador, incluindo a necessidade de uso de EPIs, mudança de layout, e análise ergonômica.

REFERÊNCIAS

- BAYRAKTAR, E.; JOTHISHANKAR, M. C.; TATOGLU, E.; WU, T. **Evolution of operations management: past, present and future.** *Management Research News*, v. 30, n. 11, p. 843-871, 2007.
- CARDOSO OLIVEIRA NETO, G.; YTOSHI SHIBAO, F.; GODINHO FILHO, M. **The state of research on cleaner production in Brazil.** *RAE*. 2016, 56 (5) 547-577.
- CETESB www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em: 14 dez. 2017.
- CHANG, I. S.; WU, J.; QIAO, H.; ZHANG, Z. **The spatio-temporal approach to regional analysis on cleaner production in China.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015, 52 1491-1503.
- GAVRONSKI, I.; FERRER, G.; PAIVA, E. L. **ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits.** *Journal of Cleaner Production*, 2008, 16 87-94.
- GIANNETTI, B.; BONILLA, S. H.; SILVIA, I. R.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: When little changes make the difference.** *Journal of Cleaner Production*: 2008, 16 1106-1117.
- KHALILI, N. R.; DUECKER, S.; ASHTON, W.; CHAVES, F. **From cleaner production to sustainable development: the role of academia.** *Journal of Cleaner Production*. 2015, 96 30-43.
- KHAN, Z. **Cleaner production: an economical option for ISO certification in developing countries.** *Journal of Cleaner Production*. 2008, 16 22-27
- QUAZI, H. A., PADIBJO, S. R. **A journey toward total quality management through ISO 9000 certification – a study on small – and medium – sized enterprises in Singapore.** *The International Journal of Quality & Reability Management*. 1998. 15(5) 489-508.
- SEBRAE. **Anuário das pesquisas sobre as Micro e Pequenas Empresas (2011). Série Estudos e pesquisas.** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, 116 p., 2012.
- SEBRAE. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2014.** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, 7ª ed. São Paulo, 296 p., 2015.
- STAMATIS. https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TTxl8jbTkVwC&oi=fnd&pg=PT8&dq=fmea+failure+mode+and+effect+analysis&ots=OvrOPTNYja&sig=WiaCgGjT0SSPui4qv_Zyp9s3LkA#v=onepage&q=fmea%20failure%20mode%20and%20effect%20analysis&f=false. Acesso em: 14 dez. 2017.

STONE, L. J. **Limitations of cleaner production programmed as organizational change agents. I. Achieving commitment and on-going improvement.** Journal of Cleaner Production. 2006. 141-14.

VAN HOOFF, B.; LYON, T. P. **Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program.** Journal of Cleaner Production. 2013. 41270-282.

ZAMBRANO, T. F., MARTINS, M. F. **Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental.** Gestão e Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 295-309, 2007.