

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO – UNINOVE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ROBERTO RODRIGUES LEITE

**MECANISMO PARA SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS NA IMPLANTAÇÃO DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ESTUDO DE
MÚLTIPLOS CASOS NO SETOR METALÚRGICO**

São Paulo

2014

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO – UNINOVE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROBERTO RODRIGUES LEITE

**MECANISMO PARA SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS NA IMPLANTAÇÃO DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ESTUDO DE
MÚLTIPLOS CASOS NO SETOR METALÚRGICO**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador. Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto

São Paulo
2014

Leite, Roberto Rodrigues.

Mecanismo para superação das barreiras na implantação da produção mais limpa em pequenas e médias empresas: estudo de múltiplos casos no setor metalúrgico./ Roberto Rodrigues Leite. 2014.

134 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo. 2014.

Orientador (a): Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto.

1. Produção mais limpa. 2. Pequenas e médias empresas. 3. Avaliação econômica. 4. Avaliação ambiental.

I. Oliveira Neto, Geraldo Cardoso de. II. Título.

CDU 658.5



São Paulo, 18 de julho de 2014.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno: ROBERTO RODRIGUES LEITE

Titulo da Dissertação: MECANISMO PARA SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS DA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS NO SETOR METALÚRGICO.

Presidente: PROF. DR. GERALDO CARDOSO DE OLIVEIRA NETO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Geraldo Cardoso de Oliveira Neto".

Membro: PROF. DR. FÁBIO YTOSHI SHIBAO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Fábio Ytoshi Shibao".

Membro: PROF. DR. WAGNER CEZAR LUCATO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Wagner Cezar Lucato".

Dedico este trabalho aos meus pais
Por seu carinho e compreensão
Por seu apoio e dedicação
Por todo amor que tenho por eles

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pela oportunidade de vida.

Aos meus pais, José Rodrigues Leite e Santa de Souza Leite, meu porto seguro.

Ao meu orientador, conselheiro e sempre amigo, Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto, que me orientou, incentivou, ensinou e acima de tudo acreditou em mim. Sem ele nada disso teria se concretizado e a ele faltarão agradecimentos.

Aos Profs. Drs. Fabio Ytoshi Shibao e Wagner Cezar Lucato pela ajuda e contribuições valiosas e pela disponibilidade em participar das bancas de Qualificação e Defesa.

Aos demais professores que me transmitiram conhecimentos e experiências.

Aos meus filhos Kenny, Sindy e Johnny pelo incentivo e motivação.

Minha companheira de todas as horas, Elizangela o meu agradecimento especial pelo amor, compreensão, incentivo e paciência.

Por fim, a todos que participaram de forma direta ou indireta deste trabalho.

Muito obrigado!

Não existe falta de tempo,
O que existe é a falta de vontade,
Quando se quer mesmo a noite vira dia,
E o momento vira oportunidade.

R.R.Leite

RESUMO

A Produção Mais Limpa é uma abordagem interessante para ser aplicada em Pequenas e Médias Empresas do ramo metalúrgico, pois, oferece alternativas viáveis para melhorias em seus processos de fabricação possibilitando ganhos econômicos e ambientais. Ela se apresenta como estratégia de prevenção aos riscos de impactos ambientais e ao mesmo tempo proporciona aumento na eficiência dos processos, melhorando a qualidade dos produtos e serviços. Infelizmente as Pequenas e Médias Empresas fazem pouco uso desta ferramenta, utilizando como alternativa ambiental o tratamento final de tubo. Mesmo a legislação brasileira caracterizando o gerador como o responsável pela destinação de seus resíduos, a escassez de informações e o desconhecimento sobre as alternativas disponíveis para esse fim faz com que pouca atenção seja dada pelas empresas a tal responsabilidade, o que pode ser resultado da deficiência na fiscalização ou na crença de que ações direcionadas para preservação do meio ambiente acarretem altos custos. Este estudo apresenta os resultados do trabalho realizado junto a quatro Pequenas e Médias Empresas do ramo metalúrgico com o objetivo de desenvolver um mecanismo para identificação e superação das barreiras que dificultam a implantação da Produção Mais Limpa, considerando a avaliação econômica e ambiental como fator preponderante para a tomada de decisão. Em específico, realizou-se um estudo bibliográfico e bibliométrico sobre o tema, identificou-se as barreiras, analisou-se suas causas e seus efeitos com o objetivo de encontrar alternativas para superá-las. A técnica adotada para coleta de dados foi entrevista e observação, possibilitando compor um estudo de múltiplos casos. O mecanismo para identificação e superação das barreiras que dificultam a implantação da Produção Mais Limpa foi aplicado nas quatro empresas possibilitando entender que, com a determinação dos efeitos causados pelas barreiras se torna possível identificar alternativas de solução para sua superação, e caso uma empresa decida pela implantação da Produção Mais Limpa, obterá ganho econômico com significativa redução dos seus impactos ambientais.

Palavras-chave: Produção Mais Limpa, Pequenas e Médias Empresas, Avaliação econômica, Avaliação ambiental.

ABSTRACT

Clean Production is an interesting approach to be applied in Small and Medium Enterprises of metallurgical branch because offers viable alternatives for improvements in their manufacturing processes enabling economic and environmental gains. It introduces herself as a prevention strategy to risks of environmental impacts while providing increased process efficiency, improving the quality of products and services. Unfortunately Small and Medium Enterprises make little use of this tool, using as alternative the final treatment of tube. Even Brazilian law characterizing the generator as responsible for disposal of their waste, lack of information and ignorance about the alternatives the available for this purpose causes little attention for given this responsibility by the companies, which may result from deficiency in supervision or in the belief that actions directed at preserving the environment entail in high costs. This study presents the results of work carried out with four Small and Medium Enterprises of the metal industry with the goal of developing a mechanism for identifying and overcoming barriers to implementation of Cleaner Production, considering the economic and environmental assessment as a major factor for decision making. In particular, was held a bibliographic and bibliometric study on the subject, we identified the barriers, we analyzed its causes and effects in order to find alternatives to overcome them. The technique adopted for data collection was interviews and observation, enabling compose a study of multiple cases. The mechanism for identifying and overcoming barriers to implementation of Cleaner Production was applied in four companies enabling understand that, with the determination of the effects caused by the barriers becomes possible to identify alternative solutions to overcome, and if a company decides to implement the Cleaner Production, can get significant economic gain and reduce their environmental impacts.

Keywords: Cleaner Production, Small and Medium Enterprise, Economic evaluation
Environmental evaluation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Gráfico de evolução das publicações.....	34
FIGURA 2 -	Gráfico de artigos publicados por país.....	39
FIGURA 3 -	Metodologias de pesquisa utilizadas.....	42
FIGURA 4 -	Método de trabalho Produção Mais Limpa.....	49
FIGURA 5 -	Guia de implantação de Produção Mais Limpa.....	51
FIGURA 6 -	Estrutura conceitual de programas Produção Mais Limpa.....	52
FIGURA 7 -	Passos para implantação da Produção Mais Limpa.....	54
FIGURA 8 -	Níveis de Produção Mais Limpa que sofreram atualização.....	55
FIGURA 9 -	Mecanismo proposto para superação de barreiras.....	56
FIGURA 10 -	Condução do estudo de múltiplos casos.....	65
FIGURA 11 -	Fluxograma do processo de fabricação da empresa “A”	79
FIGURA 12 -	Fluxograma do processo de fabricação da empresa “B”	91
FIGURA 13 -	Fluxograma do processo de fabricação da empresa “C”	100
FIGURA 14 -	Fluxograma do processo de fabricação da empresa “D”	111

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	Barreiras para implantação de P+L em PMEs.....	43
QUADRO 2 -	Modelos para implantação de Produção Mais Limpa.....	47
QUADRO 3 -	Identificação das barreiras.....	57
QUADRO 4 -	Análise de causa e efeito.....	59
QUADRO 5 -	Metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas de eco eficiência em operações	61
QUADRO 6 -	Identificação das barreiras na empresa “A”.....	76
QUADRO 7 -	Identificação das barreiras na empresa “B”.....	88
QUADRO 8 -	Identificação das barreiras na empresa “C”.....	97
QUADRO 9 -	Identificação das barreiras na empresa “D”.....	107
QUADRO 10 -	Análise intercasos – semelhanças e diferenças.....	116

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Classificação das empresas.....	30
TABELA 2 -	Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência.....	58
TABELA 3 -	Resultados GUT da empresa “A”.....	77
TABELA 4 -	Identificação de barreiras e GUT da empresa “A”.....	78
TABELA 5 -	Balanço de massa e redução de perdas – empresa “A”.....	81
TABELA 6 -	Ganho econômico com a implantação de P+L - empresa “A”....	82
TABELA 7 -	Cálculo de retorno de investimento na empresa “A”.....	83
TABELA 8 -	Resumo da avaliação econômica na empresa “A”.....	84
TABELA 9 -	Avaliação ambiental da empresa “A”.....	85
TABELA 10 -	Resumo da avaliação ambiental na empresa “A”	85
TABELA 11 -	Resultados GUT da empresa “B”.....	89
TABELA 12 -	Identificação de barreiras e GUT da empresa “B”.....	90
TABELA 13 -	Balanço de massa anual e redução de perdas - empresa “B”...	92
TABELA 14 -	Ganho econômico com implantação de P+L na empresa “B”....	93
TABELA 15 -	Cálculo de retorno de investimento na empresa “B”.....	93
TABELA 16 -	Resumo da avaliação econômica na empresa “B”.....	94
TABELA 17 -	Avaliação ambiental da empresa “B”.....	94
TABELA 18 -	Resumo da avaliação ambiental na empresa “B”.....	94
TABELA 19 -	Resultados GUT da empresa “C”.....	98
TABELA 20 -	Identificação de barreiras e GUT da empresa “C”.....	99
TABELA 21 -	Balanço de massa anual e redução de perdas - empresa “C”...	101
TABELA 22 -	Ganho econômico com implantação de P+L na empresa “C”....	102
TABELA 23 -	Cálculo de retorno de investimento na empresa “C”.....	102
TABELA 24 -	Resumo da avaliação econômica na empresa “C”.....	103
TABELA 25 -	Avaliação ambiental da empresa “C”	103
TABELA 26 -	Resumo da avaliação ambiental na empresa “C”.....	104
TABELA 27 -	Resultados GUT da empresa “D”.....	108

TABELA 28 -	Identificação de barreiras e GUT da empresa “D”.....	109
TABELA 29 -	Balanço de massa anual e redução de perdas - empresa “D”...	112
TABELA 30 -	Ganho econômico com implantação de P+L na empresa “D”....	112
TABELA 31 -	Cálculo de retorno de investimento na empresa “D”.....	113
TABELA 32 -	Resumo da avaliação econômica na empresa “D”.....	114
TABELA 33 -	Avaliação ambiental da empresa “D”.....	114
TABELA 34 -	Resumo da avaliação ambiental na empresa “D”.....	114
TABELA 35 -	Comparação dos resultados GUT em cada caso.....	117
TABELA 36 -	Resumo geral da avaliação ambiental-econômica.....	119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CADRIS	Certificado de Autorização de Destinação de Resíduos Industriais Sólidos
CETESB	Centro Tecnológico de Saneamento Básico
CNLT	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA	Environmental Impact Assessment
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
GE	Ganho Econômico
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IEC	International Electrotechnical Commission
IF	Intensity Factor
ISO	International Organization for Standardization
M	Massa
MIC	Mass Intensity per Compartiment
MIF	Mass Intensity Factores
MIPS	Mass Intensity per Service
MIT	Mass Intensity Total
MTE	Material Total Economizado
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
P+L	Produção Mais Limpa
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	21
1.2 PROPOSIÇÕES DE PESQUISA.....	22
1.3 OBJETIVOS GERAL.....	23
1.3.1 Objetivos específicos.....	23
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	24
1.5 JUSTIFICATIVAS.....	24
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E BIBLIOMÉTRICA.....	27
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1.1 Produção Mais Limpa.....	27
2.1.2 Pequenas e Médias Empresas.....	29
2.1.3 Dificuldades das Pequenas e Médias Empresas Brasileiras.....	31
2.2 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA.....	33
2.2.1 Evolução das publicações.....	34
2.2.2 Avaliação ambiental.....	36
2.2.3 Avaliação econômica.....	37
2.2.4 Países pesquisados.....	39
2.2.5 Metodologias de pesquisa utilizadas pelos autores.....	41
2.2.6 Barreiras para implantação da Produção Mais Limpa.....	42
2.2.7 Modelos para implantação da Produção Mais Limpa.....	46
2.3 PROPOSTA DE MECANISMO PARA SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS.....	55
2.3.1 O mecanismo para superação das barreiras.....	56
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	65
3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	66
3.1.1 Revisão bibliográfica e bibliométrica.....	66

3.1.2 Abordagem da pesquisa.....	67
3.1.3 Tipo de pesquisa.....	67
3.1.4 Método de pesquisa.....	68
3.2 PLANEJAMENTO DOS CASOS.....	68
3.2.1 Meios para coleta e análise de dados.....	68
3.2.2 Protocolo para coleta de dados.....	70
3.2.3 Procedimento de pesquisa.....	70
3.3 ESTUDO DE CASO "A".....	71
3.3.1 Testar procedimento de aplicação.....	71
3.3.2 Coleta de dados.....	72
3.3.3 Análise dos dados.....	72
3.3.4 Análise intercasos e identificação de causalidade.....	72
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA DE CAMPO.....	74
4.1 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO.....	74
4.1.1 Estudo de caso na empresa "A".....	75
4.1.1.1 Identificação das barreiras na empresa "A".....	75
4.1.1.2 Análise das barreiras da empresa "A".....	78
4.1.1.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica – empresa "A".....	78
4.1.1.4 Sugestões de superação de barreiras na empresa "A".....	86
4.1.2 Estudo de caso na empresa "B".....	87
4.1.2.1 Identificação das barreiras na empresa "B".....	87
4.1.2.2 Análise das barreiras da empresa "B".....	90
4.1.2.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica – empresa "B".....	90
4.1.2.4 Sugestões de superação de barreiras na empresa "B".....	95
4.1.3 Estudo de caso na empresa "C".....	96
4.1.3.1 Identificação das barreiras na empresa "C".....	96
4.1.3.2 Análise das barreiras da empresa "C".....	99

4.1.3.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica – empresa "C".....	100
4.1.3.4 Sugestões de superação de barreiras na empresa "C".....	104
4.1.4 Estudo de caso na empresa "D".....	105
4.1.4.1 Identificação das barreiras na empresa "D".....	106
4.1.4.2 Análise das barreiras da empresa "D".....	109
4.1.4.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica – empresa "D".....	110
4.1.4.4 Sugestões de superação de barreiras na empresa "D".....	115
4.2 ANÁLISE INTERCASOS E IDENTIFICAÇÃO DE CAUSALIDADE.....	115
5. CONCLUSÕES.....	120
6. REFERÊNCIAS.....	123
7. APÊNDICE.....	132

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais vêm se agravando cada vez mais em consequência dos constantes e contínuos descartes de resíduos e emissões lançados no meio ambiente sem nenhuma forma de controle ou tratamento prévio. As autoridades procuram por meio de regulamentações minimizarem tais problemas, porém, sem grande sucesso, quer seja por falta de uma fiscalização mais rigorosa ou pelo fato de tais regulamentações não serem suficientemente abrangentes para solucionar o problema.

Com o crescimento das diversas atividades econômicas os problemas ambientais se agravaram. A busca por uma produção mais eficiente trouxe benefícios do ponto de vista econômico e social, porém, promoveu uma degradação nos ecossistemas provocada tanto pelo crescimento econômico como pelas questões associadas ao aumento populacional. Assim, as questões ambientais que antes não eram fator de preocupação passaram a ter importância cada vez maior.

As indústrias por sua vez, vêm contribuindo significativamente com os problemas ambientais, não apenas por suas emissões atmosféricas, efluentes e descartes de resíduos sólidos, mas também, pelo uso indiscriminado de matérias primas, água e energia. Todo produto fabricado provoca um impacto ao meio ambiente podendo ser em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome ou devido ao seu uso e disposição final (CHEHEBE, 1997; ROCHA; LINS; SANTO, 2011).

As indústrias têm adotado ações ambientais ligadas primeiramente em atender requisitos da legislação, que em geral, trata da disposição final dos resíduos gerados pelos seus processos, se concentrado na adoção das tecnologias de final de linha, quando o ideal, seria ter a variável ambiental integrada ao processo produtivo, em especial pelo fator econômico, que aparece como diferencial competitivo que é criado pela imagem ambiental favorável da empresa junto ao mercado.

Toda mudança de atitude diante da adoção de práticas de preservação ambiental se deve, em sua grande maioria, ao reconhecimento do valor da comercialização de uma filosofia ambiental (JABOUR, 2010).

As empresas consideram o gerenciamento de resíduos como uma atividade secundária que não faz parte do processo de fabricação. Os aspectos ambientais

não são vistos como um fator de sucesso e a tratativa dos assuntos relacionados ao meio ambiente só ocorrem quando do atendimento de regulamentações, principalmente quando se trata das PMEs (FERNANDEZ-VINE; NAVARRO; CPUZ-RIZO, 2010).

A evolução da legislação ambiental e as mudanças do mercado consumidor, somados às pressões da sociedade visando melhorias na qualidade de vida, tem exercido forte pressão sobre as indústrias para que tomem atitudes voltadas à redução da poluição por elas geradas, dessa forma, influenciando nas mudanças estratégicas empresariais (DONAIRE, 1999).

As indústrias que até então se preocupavam apenas com o crescimento econômico tiveram que se adaptar a uma nova realidade e se preocupar com o melhor aproveitamento das matérias primas utilizadas em seus processos, e também, com o tratamento e a destinação dos seus resíduos. A adoção de boas práticas ambientais em PMEs conforme Worthington e Patton (2007) pode simultaneamente melhorar desempenho nos negócios, ajudando a criar o que tem sido chamado de duplo dividendo do comportamento ambiental, além de estimular as pequenas empresas a buscar vantagens competitivas ao agirem desta forma (CLEMENS, 2006; HALILA, 2007; STUDER; WELFORD; HILLS, 2006).

Com o objetivo de adequarem suas ações, as indústrias passaram a visualizar o processo não somente pela geração de produtos, mas também, pela necessidade de adequação às exigências governamentais e dos consumidores, integrando-se a um novo cenário, no qual, a variável ambiental insere-se sem interferir no seu desenvolvimento. A busca por soluções que minimizem os problemas ambientais faz com que gestores adotem ferramentas que auxiliem as organizações a agir de forma proativa em relação às questões relacionadas com a gestão dos recursos naturais (ALPERSTEDT, QUINTELLA; SOUZA, 2010).

As grandes empresas conseguem, por meio de investimentos em ferramentas ambientais, promover em seu processo de fabricação condições para um melhor resultado ambiental, obtendo a médio e longo prazo retorno financeiro do capital investido. Os benefícios econômicos e ambientais estão diretamente relacionados com o tamanho da empresa (VAN HOOF; LYON, 2013).

Por outro lado, as PMEs demonstram certa resistência em relação aos investimentos relacionados aos aspectos ambientais, por acreditarem que tal investimento não lhes trará nenhum retorno financeiro (FERNANDEZ-VINE;

NAVARRO; CPUZ-RIZO, 2010).

Os problemas ambientais associados com as PMEs são complexos e possuem grandes variações de escopo e magnitude. Elas se caracterizam pela perspectiva econômica de curto prazo, diversidade de fluxos de resíduos gerando dificuldades em administra-los, e seus trabalhadores são na sua maioria de baixa renda e com pouca cultura e habilidades (DASGUPTA, 2000).

De uma maneira geral as PMEs contribuem significativamente para a poluição do meio ambiente e dispõem de poucos incentivos para controlá-la. A simples aplicação da regulamentação ambiental impediria o desenvolvimento econômico da pequena empresa e acabaria por desacelerar o crescimento do emprego, sendo assim, a P+L se torna uma abordagem promissora para controlar a poluição de uma forma economicamente viável (FRIJNS; VAN VLIET, 1999).

Um fato importante e que deve ser enfatizado, é que as PMEs não têm conhecimento dos seus impactos ambientais, dificultando assim, uma melhor compreensão sobre o problema e impossibilitando iniciativas voluntárias de curto, médio e longo prazos, voltadas à preservação do meio ambiente sem a necessidade de imposições e normas (FERNANDEZ-VINE; NAVARRO; CAPUZ-RIZO, 2010).

Nos tempos atuais, simplesmente tratar ou destinar de forma correta os descartes já não são ações suficientes para que as empresas atendam as necessidades ambientais. Nesse cenário surge um novo enfoque, no qual se tem a busca pela prevenção da geração de resíduos e não mais o tratamento desses por técnicas de fim de tubo.

A atual Administração de Produção tem o desafio de reduzir o consumo de matérias primas e insumos, minimizar as perdas nos processos de fabricação e reaproveitar ao máximo todo o material que, por algum motivo, foi destinado ao descarte. Sendo assim, se faz necessário gerar o mínimo de resíduo possível nos processos de fabricação, e se gerado, que seja adequadamente manuseado, armazenado, transportado, reprocessado, tratado e disposto no ambiente da forma mais segura possível.

Muitas evidências, como por exemplo, a conscientização dos consumidores em relação à poluição do meio ambiente, a escassez de recursos naturais entre outros, sugerem que se as empresas não derem atenção aos aspectos ambientais envolvidos em seus processos de produção, perderão uma importante vantagem

competitiva. As empresas não podem mais conduzir processos que viabilizam somente o produto final desprezando todo um conjunto de fatores como subprodutos, balanço energético e impacto ao meio ambiente, sob pena de sucumbirem devido à sua insustentabilidade. (JACOBI, 2006).

Neste contexto surge a P+L, que pode ser aplicada pelas empresas sem restrições, trazendo benefícios econômicos por meio da redução de custos operacionais e diminuição dos impactos ambientais, pela otimização no uso de recursos e diminuição dos desperdícios, além dos benefícios sociais pela conscientização ambiental dos funcionários (CNTL, 2003; LOPES SILVA *et al.*, 2013; GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; RADOVIC *et al.*, 2009).

A P+L é um dos instrumentos mais eficazes para a redução do colapso do meio ambiente, reduzindo os riscos ao ser humano, alcançando melhores desempenhos no domínio da proteção ambiental por intermédio do investimento em prevenção em vez da destinação de resíduos já gerados, proporcionado ganhos ambientais e vantagens econômicas para empresa, bem como, vantagens para a sociedade como um todo (DODIC *et al.*, 2010).

Segundo a CNTL (2003) a P+L tem como objetivo aumentar a competitividade e produtividade industrial com ações voltadas diretamente às empresas.

A P+L tem potencial para melhorar significativamente o desempenho ambiental e econômico, possibilitando proteção ao meio ambiente, reduzindo a poluição, utilizando os recursos de forma sustentável, reciclando mais os resíduos e produtos e tratando os dejetos residuais de uma forma ambientalmente aceitável (RADONJI; TOMINC, 2007).

Pode-se entender então, que a P+L tem por finalidade aprimorar a eficiência dos processos, produtos e serviços, demonstrando ser um caminho favorável para as empresas atuarem na prevenção dos impactos ambientais por elas gerados, caminhando assim, na busca da sustentabilidade.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

As PMEs são pressionadas para adotar práticas mais sustentáveis em seus processos e a P+L, para as PMEs, ainda é um tema a ser desmistificado, tendo em vista que ainda predomina no setor a crença de que práticas direcionadas à preservação ambiental acarretam aumento de custos e perda de competitividade.

Faz-se, portanto, necessário um estudo que demonstre resultados reais da implantação da P+L em PMEs com vistas à sensibilização dos gestores empresariais, para que estejam mais atentos às expectativas dos *stakeholders* e desenvolvam uma gestão ambiental mais efetiva com vistas à sustentabilidade (ALPERSTEDT; QUINTELLA; SOUZA, 2010).

Nesse estudo, com base nos trabalhos avaliados e destacados na revisão bibliométrica, constatou-se que as PMEs do segmento metalúrgico situadas nos países em desenvolvimento apresentam maior dificuldade em implantar a P+L em função da falta de capital para investimentos em técnicas e tecnologias limpas além do baixo apoio dos governos (FRIJNS; VAN VLIET, 1999), enquanto que as empresas alocadas em países desenvolvidos, apesar de citarem o aspecto econômico como uma das barreiras para a implantação da P+L, demonstram preocupação em relação às barreiras culturais e ausência de mão de obra qualificada (SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005).

O principal fator para a decisão de implantação da P+L em PMEs nos países em desenvolvimento, conforme foi constatado na revisão bibliométrica, está na análise das barreiras durante o processo de concepção do projeto (SHI *et al.*, 2008), denotando assim, a necessidade de se desenvolver um mecanismo para identificar barreiras com o objetivo de encontrar meios de superação nos processos de implantação da P+L. Entende-se também, ser necessária a avaliação econômica e ambiental como fator determinante do mecanismo para a decisão de implantação da P+L, pois, conforme resultado das pesquisas de Zhang; Bi e Liu (2009) e Cordano; Marshall e Silverman (2010), muitos dos dirigentes das PMEs somente estão dispostos a se engajar em projetos ambientais se eles percebem uma melhoria econômica para suas empresas.

Diante deste cenário foi possível desenvolver a seguinte questão de pesquisa; Como desenvolver um mecanismo para identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L pelas PMEs do segmento metalúrgico?

1.2 PROPOSIÇÕES DE PESQUISA

Para uma bem sucedida implantação de P+L se faz necessário não apenas a cooperação interna entre as equipes gerenciais, técnicas e operacionais da

empresa, mas também, incentivos externos como políticas de mercado favoráveis, linhas de financiamentos entre outros (OLIVER; ORTOLANO, 2006).

É essencial identificar as principais barreiras internas e externas para implantação da P+L, pois, identificar corretamente as barreiras que são críticas para as PMEs é pré-requisito para formulação de políticas públicas adequadas para superá-las (SHI *et al.*, 2008).

Diante deste achado e com base nas lacunas de pesquisa encontradas no que se refere às alternativas de superação das barreiras e avaliação econômica e ambiental, sugerem-se as seguintes proposições:

P1: A análise das barreiras antes da implantação de P+L permite desenvolver mecanismos de superação direcionando para sua implantação em PMEs.

P2: A aplicação de um procedimento de avaliação econômica e ambiental em P+L contribui com a decisão de sua implantação em PMEs.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal dessa pesquisa é desenvolver um mecanismo para superação das barreiras que dificultam a implantação da P+L em PMEs no ramo metalúrgico, considerando a avaliação econômica e ambiental como fator preponderante para a tomada de decisão.

1.3.1 Objetivos específicos

- I) Realizar uma revisão bibliométrica sobre avaliação econômica e ambiental da aplicação da P+L em PMEs do segmento metalúrgico para identificação de *gap* de pesquisa.
- II) Identificar as barreiras que dificultam a implantação da P+L em PMEs do segmento metalúrgico por meio de revisão bibliométrica.
- III) Analizar causa e efeito das barreiras encontradas nos estudos de caso que dificultam a implantação de P+L em PMEs do segmento metalúrgico.
- IV) Propor soluções para superação das barreiras para a implantação da P+L em PMEs do ramo metalúrgico, considerando a análise

quantitativa das vantagens econômicas e ambientais feitas nos estudos de caso.

1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Delimitar a pesquisa é estabelecer limites para a investigação, podendo ser limitada por assunto na qual se pretende pesquisar (MARCONI; LAKATOS, 2005).

Este estudo será desenvolvido em PMEs do segmento metalúrgico, em razão da importância deste segmento produtivo dentro da cadeia de suprimentos, pela sua contribuição social na geração de empregos e renda, mas em especial, pelos impactos ambientais causados em razão do consumo de matérias primas e descartes de resíduos e emissões gerados em seus processos de produção, assunto ainda pouco estudado como demonstrado na revisão bibliométrica.

As PMEs do segmento metalúrgico representam um importante papel na economia brasileira. Estão presentes na cadeia de valor de diversas grandes empresas proporcionando um lastro de estabilidade econômica, servindo em muitas situações de incertezas e de refluxo das atividades econômicas como verdadeiros colchões amortecedores dos impactos da crise, tornando mínimos os seus efeitos negativos sobre as grandes empresas (AMATO NETO, 2008).

No desenvolvimento do mecanismo para identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L pelas PMEs, considera-se importante avaliar o possível ganho econômico que a empresa pode obter caso decida pela implantação da P+L, ganho econômico que trará consigo o ganho ambiental como consequência, e neste contexto, pretende-se pesquisar se a aplicação do mecanismo para superação de barreiras antes da implantação de P+L em PMEs do setor metalúrgico é um fator impulsionador para a tomada de decisão de sua implantação.

1.5 JUSTIFICATIVAS

As PMEs estão sofrendo fortes pressões de vários setores em relação ao seu desempenho ambiental. Segundo Perez-Sanchez; Barton e Bower (2003) as pressões ambientais sobre as empresas estão, atualmente, no mesmo patamar de

importância de outras pressões sofridas pelas organizações, tais como a financeira e operacional.

Muitas vezes, conforme é explicado por Quazi e Padibjo (1998), as pequenas e médias empresas são fornecedoras para as grandes, dessa forma, elas têm sentido o impacto da imposição dos programas de qualidade por parte das grandes empresas, e a P+L é um instrumento que pode ajudar de forma preventiva as PMEs, possibilitando um melhor resultado em termos de aproveitamento das matérias primas e energia, minimizando as perdas no processo de fabricação e reduzindo a geração de resíduos e emissões de uma forma economicamente viável, possibilitando obter ganhos econômico e ambiental (CNTL, 2013).

Mesmo a P+L sendo um instrumento de melhorias, as PMEs encontram dificuldades em implantá-la em razão de diversas barreiras como econômicas, culturais, organizacionais entre outras (SHI *et al.*, 2008; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005).

Partindo da relevância da metodologia da P+L e sua inovação em processos para a competitividade das organizações, bem como para a preservação dos recursos naturais e da sustentabilidade ambiental, este estudo visa contribuir com o desenvolvimento de um mecanismo para superação de barreiras que dificultam a implantação de P+L em PMEs, considerando como elemento essencial para a decisão de implantação da P+L a possibilidade de obter ganhos econômicos e ambientais com essa ação.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para o melhor entendimento do assunto estudado, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos, sendo eles:

- O primeiro capítulo é introdutório, no qual são abordados os aspectos referentes ao tema proposto com as justificativas de sua realização.
- O segundo capítulo envolve a revisão bibliográfica e bibliométrica, apresentando estudos publicados sobre o tema na procura de lacunas de pesquisa.
- O terceiro capítulo é de caráter metodológico, esclarecendo as questões técnicas da pesquisa, detalhando a estrutura da dissertação.

- O quarto capítulo refere-se ao trabalho de campo, com a aplicação do mecanismo para superação de barreiras na implantação de P+L em PMEs nas empresas "A", "B", "C" e "D".
- No quinto capítulo se conclui a dissertação com as considerações finais e sugestões para pesquisas futuras e contribuições para a prática da implantação da P+L em PMEs do setor metalúrgico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E BIBLIOMÉTRICA

Neste capítulo são apresentados a revisão bibliográfica e os resultados obtidos com a realização da pesquisa sistemática nas bases de dados Capes, Ebsco, Proquest, Science Direct e Google Acadêmico, na seleção e análise dos artigos e no estudo bibliométrico dos dados coletados.

2.1- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta sessão busca-se esclarecer alguns aspectos sobre Produção Mais Limpa, Pequenas e Médias Empresas e sobre as dificuldades que as Pequenas e Médias Empresas brasileiras encontram para se manter atuantes no mercado.

2.1.1 Produção Mais Limpa

A expressão Produção Mais Limpa (P+L) surgiu em 1989 lançado pela *United Nations Environmental Programme* (UNEP) como uma estratégia contínua e integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, visando o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, UNIDO (2002), a P+L consiste em uma estratégia preventiva e integrativa, que é aplicada a todo ciclo de produção para: 1) aumentar a produtividade assegurando um uso mais eficiente de matéria-prima, energia e água; 2) promover melhor desempenho ambiental por meio da redução de fontes de desperdícios e emissão; 3) reduzir o impacto ambiental por todo o ciclo de vida de produto por meio de um desenho ambiental com baixo custo efetivo.

A P+L consiste na aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental, integrada aos processos e produtos a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômica (CNTL, 2003).

A P+L atua preventivamente aumentando a ecoeficiência e reduzindo os riscos ao homem e ao meio ambiente. É voltada para a identificação de fontes de

geração de resíduos e suas causas e no desenvolvimento de soluções para eliminá-las, resultando em benefícios econômicos e ambientais em curto prazo (VAN BERKEL; WILLEMS; LAFLEUR, 1997).

No processo produtivo a P+L tem por objetivo reduzir o consumo de recursos naturais e energia, eliminar matérias-primas tóxicas e reduzir a toxicidade dos resíduos e emissões. No produto, envolve a seleção de partes e peças menos poluidoras com foco na análise do ciclo de vida, considerando desde a extração de matérias-primas até a disposição final. No serviço, visa à incorporação de aspectos ambientais no planejamento e entrega (PNUMA, 1990).

No aspecto ambiental a P+L proporciona ganhos expressivos que podem ser obtidos com a sua implantação, considerando além de melhorias na produtividade, um melhor desempenho ambiental (SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005).

A P+L insere-se no contexto preventivo, pois ao contrário de apenas minimizar o impacto ambiental dos resíduos pelo seu tratamento e/ou disposição adequada, ela procura evitar a poluição antes que esta seja gerada (CNTL, 2003).

A adoção de P+L leva a redução de emissões de poluentes de 20% a 50% devido à minimização de desperdícios e emissões, por meio da eliminação de suas causas no processo de fabricação e no desenvolvimento dos produtos de maneira proativa, resultando também, em ganho econômico e ambiental por estar alinhado com as fontes de perdas no processo de fabricação e ao aumento de produtividade (WANG, 1999; STRUGARIU; GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; VAN BERKEL, 2007; HEPUT 2012).

Os resultados econômicos com a P+L podem ser obtidos em duas condições, quando não a investimentos, ocorrendo a princípio uma redução dos custos totais pela adoção de ações de boas práticas operacionais, como por exemplo, *housekeeping*, e outra quando há investimentos para as adaptações necessárias, incluindo a adoção de novas tecnologias e modificações no processo existente, quando ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (CNTL, 2003).

Conforme Van Hoff e Lion (2013) a implantação de P+L em PMEs em países emergentes pode contribuir de forma significativa com benefícios econômicos e ambientais em suas operações.

Para as PMEs do ramo metalúrgico a minimização ou eliminação total dos danos causados por este tipo de atividade são uma condição necessária e aspecto importante para manter uma vantagem competitiva (GAJDZIK, 2009).

A P+L é, portanto, uma das principais variáveis do desenvolvimento sustentável e tem sido reconhecida como um importante passo para operacionalização dos conceitos de gestão ambiental, desta forma, criando maior conscientização entre as pessoas e trazendo uma nova visão sobre os ganhos alcançados para o meio ambiente e para a sociedade (DUARTE *et al.*, 2005; VAN BERKEL, 2007; GIANNETTI *et al.*, 2008).

2.1.2 Pequenas e médias empresas

Com o aumento da importância do papel das pequenas e médias empresas, a literatura vem abordando o importante papel que elas cumprem em praticamente todas as economias. As pequenas e médias empresas apresentam-se como relevantes no contexto socioeconômico sendo identificadas como poderoso fator de promoção social, base da estabilidade política e força propulsora do desenvolvimento dada sua capacidade de gerar empregos (LEONARDOS, 1984).

Antes de definir o que são pequenas e médias empresas, primeiramente deve-se entender o que é empresa. Pelo artigo 6 da Lei Federal nº 4.137, de 10 de Setembro de 1962, “Considera-se uma empresa, toda organização de natureza civil ou mercantil destinadas à exploração por pessoa física ou jurídica de qualquer atividade com fins lucrativos”. A empresa é um organismo econômico que sob seu próprio risco recolhe e põe em atuação, sistematicamente, os elementos necessários para obter um produto destinado à troca (KREPSKY, 1992).

A partir dessa definição pode-se entender que empresa, seja ela pequena média ou grande, são organizações de atividades econômicas, cujo objetivo é através da utilização de recursos materiais, financeiros e humanos, transforma-los em produtos ou serviços, remunerando por meio do lucro à atividade empreendedora.

Não existe critério único universalmente aceito para definir as PMEs. Vários indicativos podem ser utilizados para a classificação das empresas nas categorias micro, pequena, média e grande, mas eles não podem ser considerados completamente apropriados e definitivos para todos os tipos de contexto. A maioria

das tentativas de definição dos tipos de empresa nos mais variados países foi feita não apenas por razões fiscais, mas também, para estabelecer critérios de identificação de empresas elegíveis para receber diferentes tipos de benefícios oferecidos pelos governos (FILION, 1990).

Para tratar da classificação da empresa quanto ao seu porte é prudente recorrer a algum parâmetro. Existem muitos parâmetros para definir as pequenas e médias empresas, muitas vezes dentro de um mesmo país (CHER, 1991).

Conforme Deitos (2002), as principais características das pequenas e médias empresas são: 1) estrutura organizacional simples; 2) limitação de recursos humanos e financeiros; 3) ausência de burocracia interna; 4) baixo grau de diversificação produtiva; 5) produção para mercados locais; 6) flexibilidade e adaptabilidade às mudanças.

No Brasil existem diferentes formas de classificação das micro, pequenas e médias empresas. Segundo as Leis Federais esta classificação se dá de acordo com o tamanho da receita bruta das empresas durante o ano-calendário. Já o Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Médias Empresas (SEBRAE) as classifica a partir do número de colaboradores (pessoas ocupadas), forma assumida neste trabalho para classificação das PMEs, e as diferencia de acordo com o setor da economia a que pertencem, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das empresas

PORTE	SETORES	
	INDÚSTRIA	COMÉRCIO E SERVIÇOS
Micro Empresa	até 19 pessoas ocupadas	até 09 pessoas ocupadas
Pequena Empresa	de 20 a 99 pessoas ocupadas	de 10 a 49 pessoas ocupadas
Média Empresa	de 100 a 499 pessoas ocupadas	de 50 a 99 pessoas ocupadas
Grande Empresa	500 pessoas ou mais ocupadas	100 pessoas ocupadas ou mais

Fonte: (SEBRAE, 2012)

Aproximadamente 6,1% das quase 4,2 milhões de empresas brasileiras hoje são consideradas pequenas ou médias, sendo outras 93% de microempresas e as demais grandes empresas, segundo seu faturamento (SEBRAE, 2005).

As PMEs são responsáveis por 31% dos empregos formais gerados no Brasil, atuando principalmente nos setores de comércio e serviços com aproximadamente 80% do total de empresas e outros 14% na indústria. Aproximadamente 75% destas empresas estão localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SEBRAE, 2005).

As Micro, Pequenas e Médias Empresas representam cerca de 99% do total de empresas registradas no Brasil o que equivale a aproximadamente 20% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, sendo responsáveis por 60% dos 94 milhões de empregos no País (ECONOMIA E EMPREGO, 2012).

As PMEs possuem a capacidade de responder de forma rápida às mudanças advindas das novas oportunidades do mercado e da economia, sendo este um dos maiores diferenciais competitivos que contribuem para seu crescimento econômico (DELOITTE, 2011).

As PMEs levam algumas vantagens em comparação com as grandes, pois são mais flexíveis, se adaptando com maior rapidez às mudanças, sua estrutura é menos complexa, seus colaboradores geralmente atuam em múltiplas tarefas e o acesso aos gestores é mais fácil (LEE, 2009).

2.1.3 Dificuldades das pequenas e médias empresas brasileiras

As PMEs brasileiras estão sujeitas a grandes dificuldades, porém, são importantes agentes para fomentar a concorrência e precisam estar atualizadas para se manter competitivas dentro do concorrido mercado atual, o que as obriga a mudanças profundas em sua filosofia com reflexos diretos nos valores empresariais, estratégias, objetivos, produtos e processos (KRAEMER, 2013).

Inseridas em um ambiente competitivo, as PMEs brasileiras, na maioria das vezes, têm grande dificuldade de sobrevivência. Devido ao seu tamanho, normalmente apresentam dificuldades para dominar todas as etapas da cadeia de valor, mas suas chances aumentam na medida em que alcançam maior experiência nos negócios, sobretudo no conhecimento do próprio mercado em que atuam e estando preparadas para superar as dificuldades que este mesmo mercado irá impor (MAGALHÃES; DAUDT; PHONLOR, 2009).

Entre as dificuldades encontradas pelas PMEs brasileiras podem-se citar as culturais, que estão relacionadas à capacidade intelectual dos colaboradores no entendimento e envolvimento para solução dos problemas da empresa, nas

questões comportamentais, nos aspectos de conscientização e também em relação aos custos de reciclagem e treinamento da mão de obra para atualização tecnológica (BALESTRIN; VARGAS, 2004).

Em relação às dificuldades financeiras, as PMEs brasileiras têm problemas no acesso a linhas de financiamentos e na obtenção de créditos devido às garantias impostas, como tamanho do negócio, histórico da empresa e de seus sócios e taxas de juros elevadas (GONÇALVES *et al.*, 2007; MAGALHÃES; SHENG, 2008; DAUDT; PHONLOR, 2009).

O acesso a crédito é elemento fundamental para definir o sucesso das PMEs, pois, se relaciona diretamente ao aumento e manutenção de sua capacidade produtiva (LUCATO; VIEIRA JUNIOR, 2006; GONÇALVES *et al.*, 2007; SHENG, 2008; CAMARGOS *et al.*, 2010).

Apesar de terem um mercado de crédito estruturado, as PMEs no Brasil enfrentam problemas de financiamento. Suas principais questões são as relacionadas com estas dificuldades: restrição de volume, prazo curto, elevada taxa de juros e exigência de garantias (SHENG, 2008).

Para ter acesso aos financiamentos as PMEs passam por dificuldades em razão da excessiva burocracia, pois, precisam atender às exigências bancárias no que se refere às obrigações fiscais, sociais, tributárias entre outras, requisitos necessários para concessão de crédito em longo prazo (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Outra dificuldade que as PMEs enfrentam relaciona-se ao elevado custo de capital associado ao risco do negócio, pois quanto maior risco com que são vistas, faz com que as instituições financeiras exijam delas taxas de juros mais elevadas nos empréstimos, tornando o acesso ao crédito, tanto de curto quanto de longo prazo, dificultados por exigências e condições inibidoras (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Não se pode afirmar que a disponibilidade de créditos em longo prazo para as PMEs seja ilimitada, pois, este tipo de financiamento só é disponível em alguns bancos oficiais, o que não significa que tais recursos estejam fora de alcance da maioria das PMEs (LUCATO; VIEIRA JUNIOR, 2006).

No que diz respeito ao fator econômico, as PMEs encontram dificuldades em obter melhores preços e vantagens na compra de matérias primas e componentes, custos de participação em feiras, custos de campanhas publicitárias, custos de aluguel, custos envolvidos na exportação de produtos, além dos aspectos que dizem

respeito a fatores como falta de capital de giro, encargos e impostos elevados (BALESTRIN; VARGAS, 2004; CAMARGOS *et al.*, 2010).

As PMEs também se defrontam com dificuldades técnicas em razão de possuírem tecnologias ultrapassadas como máquinas e equipamentos obsoletos, ferramentas pouco produtivas entre outros, além, da necessidade de acesso às informações técnicas mais adequadas e mão de obra especializada, problemas latentes que dificultam a sobrevivência e crescimento das PMEs (CAMARGOS *et al.*, 2010).

As dificuldades organizacionais também fazem parte dos problemas que as PMEs enfrentam, como gestão amadora baseada apenas no empirismo e em experiências anteriores, o que compromete o seu crescimento e desenvolvimento, falta de visão de negócios, ausência de planejamento estratégico de longo prazo norteador das ações e diretrizes da empresa (CAMARGOS *et al.*, 2010).

No aspecto governamental pode-se afirmar que muitos dos problemas enfrentados pelas PMEs podem ser atribuídos à falta de condições de se fazer ouvir pelas autoridades governamentais, por ter pouco poder de barganha em negociações comerciais e por não possuir fundos para promover seu próprio desenvolvimento (COLOSSI; DUARTE, 2012).

2.2 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

O estudo bibliométrico agrupa informações relevantes sobre determinado assunto em publicações dentro das bases de conhecimento científico que circulam através da informatização (SANTOS; KOBASHI, 2009).

Par a pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras chave:

“cleaner production” “small and medium sized” “metal industry” “economic” “environmental”
 “cleaner production” “small and medium enterprise” “metal industry” “economic” “environmental”
 “cleaner production” “SMEs” “metal industry” “economic” “environmental”
 “produção mais limpa” “pequenas e médias empresas” “indústria metalúrgica” “econômica” “ambiental”
 “produção mais limpa” “PMEs” “indústria metalúrgica” “econômica” “ambiental”

Como resultado foram encontrados na pesquisa 856 artigos, dos quais, vinte e nove identificados como relevantes para o estudo do tema proposto, envolvendo 66 autores destacando-se, Van Berkel, R., com três publicações, uma na Holanda em 1997 e duas na Australia em 2007, e também Shi, H., com duas publicações na

China em 2003 e 2008, sendo que os demais autores encontrados no estudo apresentam uma publicação cada.

2.2.1 Evolução das publicações

Conforme apresentado na Figura 1, foram constatadas 29 publicações que relacionam as variáveis ambientais e econômicas com a implantação da P+L em PMEs, no entanto, não há expressivo aumento de pesquisas sobre o assunto, denotando uma lacuna de pesquisa científica no qual se encaixa a proposta dessa dissertação.

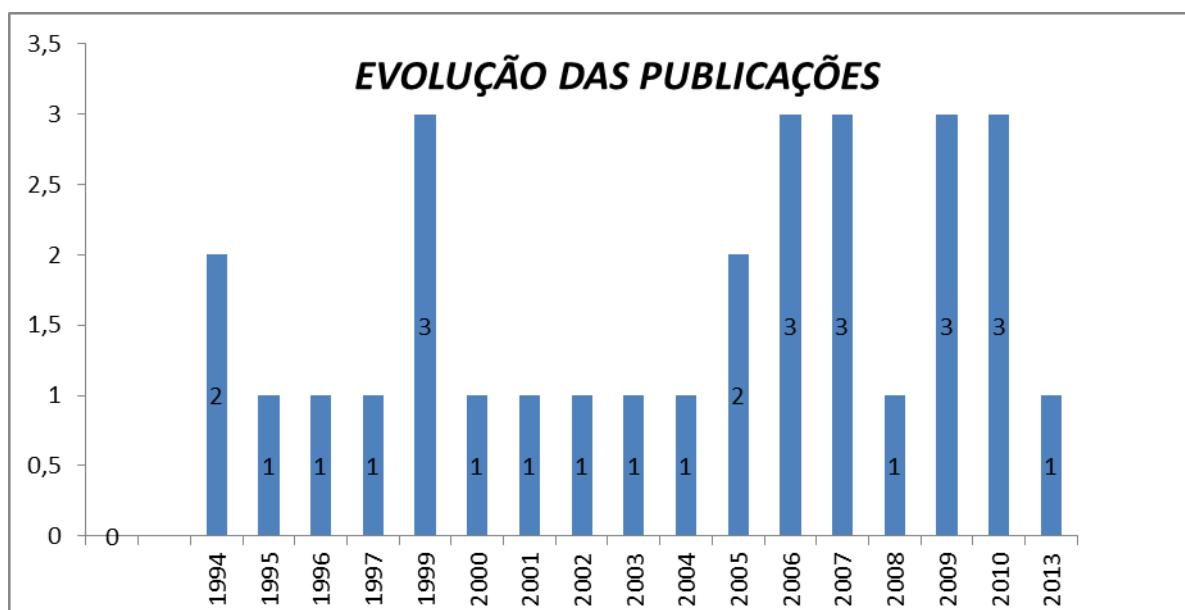


Figura 1 – Gráfico de evolução das publicações

Fonte: Do autor

A preocupação em relação ao assunto se deve a vários motivos, entre eles pode-se citar a crescente escassez de recursos naturais para a produção de matérias primas e os resíduos gerados nos processos produtivos das indústrias, que no ato do seu descarte nem sempre são destinados de maneira correta, causando contaminações e gerando sérios problemas ambientais.

Outros fatores contribuem com a preocupação sobre o tema, como o aumento das exigências nas regulamentações ambientais e nas pressões exercidas sobre as PMEs para que elas tomem iniciativas ambientalmente saudáveis e utilizem

tecnologias mais limpas em seus processos de fabricação. Nos países industrializados, as regulamentações e a cadeia de suprimentos têm exercido fortes pressões sobre as PMEs na busca de tecnologias mais limpas (FRIJINS; VLIET, 1999).

Conforme Radovic; Kamberovik e Panias (2009) um novo modelo de produção bem estruturada que consiga uma substancial prevenção da geração de resíduos e otimização na utilização de recursos parece ser mais urgente agora do que nunca.

Durante o estudo sobre a evolução das publicações foram observados três períodos distintos, entre 1994 e 1999, no qual inicialmente a preocupação recaia sobre os problemas ambientais, num segundo momento entre 1999 e 2009, onde a preocupação se voltava para o fator econômico, e posteriormente, após 2009, com a necessidade de se obter alguma forma de retorno ou ganho com ações voltadas para a proteção ambiental.

Entre os anos de 1994 e 1999, os artigos apresentarão uma preocupação focada principalmente na poluição ambiental causada pelos processos produtivos das PMEs e a necessidade de encontrar uma ferramenta para minimizar os impactos negativos resultante dos seus descartes, e a P+L foi o instrumento encontrado para atingir tal objetivo. Embora as práticas ambientais tenham se mostrado poderosas para alcançar a melhoria ambiental na indústria, elas ainda não eram suficientes para atingir o objetivo de equilibrar o desenvolvimento industrial com o uso sustentável dos recursos naturais (VAN BERKEL; WILLEMS; LAFLEUR, 1997).

Entre 1999 e 2009, o fator econômico passa a ter uma importância muito maior na decisão das PMEs em implantar a P+L. A preocupação com o fator econômico surge em função de normas e regulamentações mais rígidas, enfatizando-se então as “barreiras” para implantação da P+L nas PMEs, onde os fatores econômico e financeiro, técnico e tecnológico encabeçam a lista. Neste período, direcionadores de custos e de mercado parecem ser tão importantes como a regulação e as iniciativas ambientais adotadas pelas empresas (HITCHENS *et al.*, 2004).

É observado por Radovic; Kamberovik e Panias (2009) que a estrada para o desenvolvimento sustentável exigirá modificações de atividades sobre três pilares,

proteção ambiental, implementação de tecnologias aceitáveis e desenvolvimento econômico.

A partir de 2009 os artigos enfatizam a necessidade de se fazer uma avaliação econômica e ambiental, com o intuito de verificar se com a implantação da P+L nos processos produtivos das PMEs ocorre ganhos ambientais, e se esses ganhos ambientais se refletem em ganhos econômicos ou vantagem competitiva para as empresas, ou seja, possibilitando o ganho econômico e ambiental por estar alinhada com as fontes de perdas no processo de fabricação (STRUGARIU; HEPUT, 2012).

2.2.2. Avaliação ambiental

Nos artigos encontrados foram constatadas apenas menções qualitativas em relação ao ganho ambiental, os autores relataram ganhos referentes à redução de emissões e de descartes de resíduos, redução no uso de insumos e matérias primas, porém não quantificam os resultados apresentados.

Entre as observações encontradas esta a afirmação de que as opções de P+L justificam sua aplicação, levando a reduções significativas e de curto prazo da carga ambiental, as PMEs que implantaram a P+L melhoraram seu controle ambiental resultando em benefícios ao meio ambiente (VAN BERKEL, 1994; GARDSTROM; NORTON, 1994; FRIJNS; VLIET, 1999; IIOMAKI; MELANEN, 2001).

Os ganhos ambientais provem da redução do consumo de energia elétrica e água e da diminuição na geração de resíduos (GRAHAM; RODHE; STRAHL, 1995; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOF; LYON, 2013).

A P+L tem mostrado que excelentes benefícios econômicos e ambientais podem ser alcançados pelas empresas com a sua aplicação (VAN BERKEL; WILLEMS; LAFLEUR, 1997; CHEN; WARREN; DUAN, 1999; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; GHAZINOORY, 2005).

A adoção e implementação de metodologias P+L pelas empresas, leva a cortes nas emissões de poluentes de 20% a 50%, as indústrias precisam mudar para tecnologias de P+L para fazer a ligação entre os ganhos econômicos e o meio ambiente (WANG, 1999; DASGUPTA, 2000).

Foi observado que aproximadamente 54,2 % das empresas que implantaram P+L relataram benefícios como melhoria na sua imagem ambiental e 50% a redução

do risco ao meio ambiente, iniciativas orientadas a custo tais como a redução de resíduos, eficiência energética e embalagens reutilizáveis tem melhor resultado sobre os impactos ambientais (PEART, 2002; HITCHENS *et al.*, 2004).

A P+L diminuiu os impactos ambientais gerados pelo rápido crescimento industrial chinês e com base na P+L um novo modelo de produção bem estruturada pode proporcionar uma prevenção significativa da geração de resíduos e otimização na utilização de recursos (HICKS; DIETMAR, 2006; SHI *et al.*, 2008; RADOVIC; KAMBEROVIC; PANIAS, 2009).

A P+L na indústria polaca é feita por meio da reciclagem para o próprio processo produtivo ou semelhante, ou até totalmente diferente, resultando em menos descartes e ganhos ambientais (GAJDZIK, 2009).

A P+L é entendida como uma ferramenta eficaz na proteção ao meio ambiente atuando no foco do problema, sendo defendida em todo o mundo como uma estratégia para empresas obterem benefícios ambientais e econômicos ao mesmo tempo, podendo gerar a curto e longo prazo melhorias ambientais e sociais muito além das possíveis com programas de regulamentação ambiental (TAYLOR, 2006; OLIVER; ORTOLANO, 2006).

No compromisso de gestão no que se reflete a política ambiental, a P+L é um importante fator de êxito de programas de prevenção da poluição, sendo um dos instrumentos mais eficazes para a conservação do meio ambiente (RADONJIC; TOMINC, 2007; DODIC *et al.*, 2010).

Benefícios ambientais podem ser alcançados pelas empresas com a P+L, mas dependem da disponibilidade de fundos e regulamentações ambientais, além de que, os ganhos alcançados podem ser considerados como um instrumento alternativo para envolver as comunidades, consumidores e empresas a adotarem iniciativas de P+L (ZHANG; YANG; BI, 2013).

2.2.3 Avaliação econômica

Apesar dos artigos encontrados mencionarem a ocorrência de resultados econômicos com a implantação da P+L em PMEs, eles não apresentam uma avaliação quantitativa destes resultados.

Observações a respeito dos resultados econômicos encontrados avaliam que as vantagens econômicas obtidas por uma empresa a partir da implantação da P+L

são altamente benéficas, em geral o efeito da aplicação de iniciativas ambientais como a P+L é aumentar as vendas e reduzir os custos (VAN BERKEL, 1994; SAETHER; AMUNDSEN, 1996; CHEN; WARREN; DUAN, 1999; HITCHENS *et al.*, 2004; TAYLOR, 2006; HICKS; DIETMAR, 2006).

Os benefícios potencialmente importantes da P+L vistos pela indústria são as melhorias dos processos e qualidade dos produtos, com ganhos econômicos pela redução dos custos excessivos de tratamento fim de tubo e dos meios para controle da poluição (GHAZINOORY, 2005; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007).

A P+L gera ganhos econômicos pela redução de custos devido ao aumento da eficiência produtiva, redução de perdas e desperdícios e no uso de insumos e matérias-primas (DOMINGUES; PAULINO, 2009; GAJDZIK, 2009; DODIC *et al.*, 2010; ZHANG; YANG; BI, 2013).

Resultados contrários às observações de ganho econômico indicam que a P+L e o sistema de gestão ambiental refletem a imagem da empresa no mercado, entretanto, os resultados econômicos são insignificantes, observam também que as PMEs tiveram uma redução dos custos, mas, não acreditam que tenham obtidos ganhos de mercado (GARDSTROM; NORTON, 1994; IIOMAKI; MELANEN, 2001).

As PMEs não acreditam que um melhor desempenho ambiental pode ajudá-las a aumentar as vendas e nem mesmo que estratégias de P+L, implantadas por meio de *housekeeping*, resultem qualquer tipo de vantagem econômica (RODHE; STRAHL, 1995; FERNANDEZ-VINE; NAVARRO; CAPUZ-FIZO, 2010).

Algumas observações são percebidas em relação às dificuldades das PMEs em obter resultados econômicos positivos, os empresários argumentam que não ocorrem resultados econômicos positivos com a P+L por não terem estrutura e recursos financeiros (FRIJNS; VLIET, 1999; DASGUPTA, 2000).

Existem muitos fatores que influenciam para que as empresas adotem a P+L como a maturidade tecnológica e os benefícios possíveis de serem alcançados. A criação de um ambiente interno favorável é necessário para institucionalizar a P+L nas PMEs para alcançar melhorias ambientais e econômicas (SHI *et al.*, 2008).

Os trabalhos pesquisados neste estudo apenas mencionam sobre as variáveis ambientais e econômicas da implantação da P+L em PMEs de maneira qualitativa, sem demonstrar aplicações matemáticas de avaliação de impactos e de contabilização de ganhos. Esse resultado denota a oportunidade de realizar

avaliação econômica e ambiental de maneira quantitativa da implantação da P+L em PMEs.

2.2.4 Países pesquisados

Entre os países que publicaram sobre o tema, é possível notar na Figura 2, um número mais elevado de artigos oriundos da China, sete publicações, o que demonstra grande preocupação com os problemas ambientais gerados pelas PMEs.

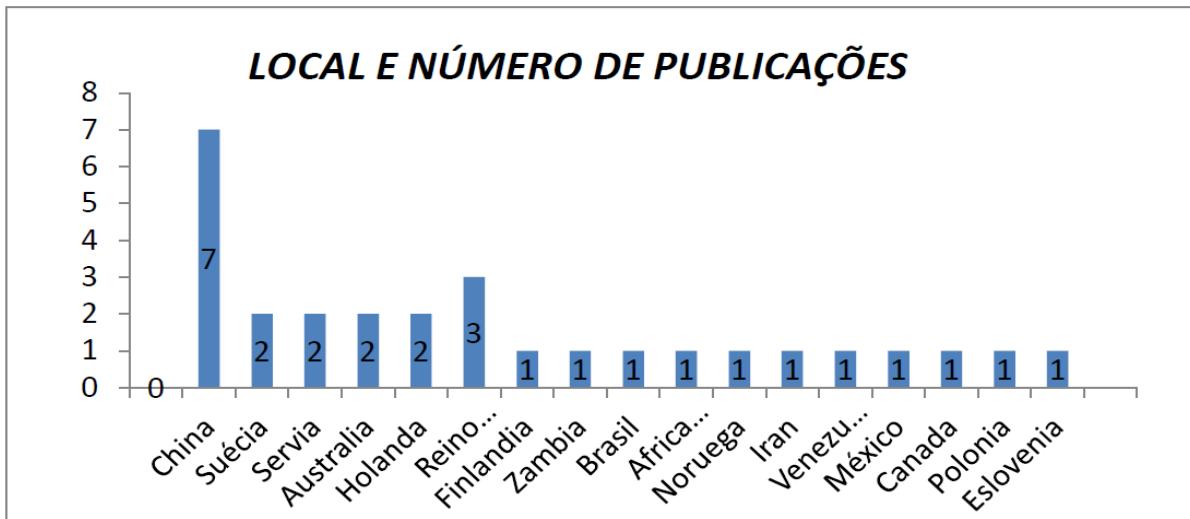


Figura 2 – Gráfico de artigos publicados por país

Fonte: Do autor

Tais preocupações se devem ao grande número de PMEs instaladas no país, e portanto, ao grande consumo de matérias prima e ao alto volume de resíduos gerados em seus processos de fabricação, sua produção tem causado significativo impacto ambiental (SHI *et al.*, 2008).

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, a China vem tentando desenvolver uma estratégia de P+L para suas indústrias (WANG, 1999).

O número de PMEs com tratamento inadequado na China é enorme e a principal razão pela qual não são fechadas é a grande extensão dos problemas sociais que resultaria desta decisão (CHEN; WARREN; DUAN, 1999).

Embora, tenha sido estabelecido o sistema de Avaliação de Impacto Ambiental (EIA) a mais de 30 anos na China, alcançando resultados consideráveis durante esse tempo, sérias limitações ainda existem conforme afirmaram Chen,

Warren e Duan (1999) ao relatar que a EIA foi concebida como uma ferramenta para a prevenção da poluição baseada em controle “*end of pipe*”, fim de tubo.

As empresas chinesas vêm conseguindo reduções substanciais da poluição, mas apesar disso, uma série de barreiras à implementação e disseminação da P+L continua a existir na China, incluindo problemas de conhecimento e de sensibilização, regulamentação, obstáculos financeiros, obstáculos tecnológicos e organizacionais (WANG, 1999).

Após a Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, em 1992, o governo chines passou a defender a P+L como uma estratégia fundamental para alcançar o desenvolvimento sustentável, desde então, tem promovido a P+L na criação de políticas, na construção de centros de P+L, na execução de programas de treinamento e desenvolvimento setorial. Estes esforços têm sido realizados no nível nacional, regional e setorial, além disso, os governos estrangeiros e agências de assistência multilaterais têm apoiado projetos de cooperação internacional em P+L com a China (WANG, 1999).

Assim, a nova ênfase por parte das PMEs chinesas é a P+L na prevenção da poluição para ajudar a melhorar a qualidade dos novos projetos industriais chineses e reduzir o ônus econômico dos tratamentos fim de tubo para as empresas (CHEN; WARREN; DUAN, 1999).

Outros fatores podem contribuir para o interesse dos pesquisadores chineses sobre o tema, como por exemplo, as exigências dos consumidores externos aos produtos fabricados na China. Esses mercados possuem normas e regulamentações, assim, especial atenção deve ser dada pelo governo chines as políticas de mercado nas áreas econômicas, financeiras e ambientais para que as PMEs perceberam a existência de um ambiente externo indutor para adoção da P+L (SHI *et al.*, 2008).

Apesar do esforço do governo chinês, existem restrições de recursos financeiros e técnicos para as PMEs e isso têm dificultado a adoção da P+L de forma generalizada pela PMEs na China (HICKSI; DIETMAR, 2006).

Com isso, as PMEs chinesas procuram alternativas ambientais e econômicas viáveis para seus processos produtivos, e também, o governo chinês para aumentar o rigor em suas regulamentações ambientais e promover, junto às PMEs a implantação de ferramentas ambientalmente favoráveis como a P+L.

Nos países desenvolvidos como Suécia, Servia, Australia, Holanda, Reino Unido, Canada, China, Polonia, Eslovênia, Finlandia e Noruega, a questão ambiental ja é um diferencial de mercado para as PMEs, estando assim, a questão ambiental incutido na cultura desses países.

Pode-se tomar como exemplo as empresas metalúrgicas localizadas no mercado polaco, no qual cerca de 80% dos resíduos sólidos ja são reciclados e a minimização ou eliminação total dos danos causados pela produção metalúrgica são condições necessárias e aspectos importantes para manter uma vantagem competitiva (GAJDZIK, 2009).

Nos países em desenvolvimento como Brasil, Africa do Sul, Iran, Venezuela e México, apesar de existirem grandes oportunidades, pouco se pesquisa sobre o assunto, o que demonstra menor interesse dos pesquisadores destes países em relação ao tema.

No Brasil, independente de incentivos, de ações externas ou exigências dos canais de distribuição e dos consumidores que enfatizem a variável ambiental, as PMEs quando superam barreiras como as financeiras e econômicas para obtenção de creditos, estão investindo em atualização tecnológica pela necessidade de permanecerem vivas dentro de um mercado altamente competitivo (DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Na Venezuela as PMEs não percebem seus impactos ambientais como significantes e não acreditam que um melhor desempenho ambiental possa ajudá-las a aumentar as vendas, melhorar a competitividade ou motivar funcionários e, por conseguinte, quase nenhum recurso é alocado para reduzi-los (FERNANDEZ-VINE; NAVARRO; CAPUZ-RIZO, 2010).

Tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento a adoção de tecnologia mais limpa, muitas vezes, é uma situação "win-win", em que para se ter benefícios ao meio ambiente é preciso haver benefícios econômicos para as empresas (PEART, 2002).

2.2.5 Metodologias de pesquisa utilizadas pelos autores

As metodologias de pesquisa utilizadas pelos autores, conforme apresentado na Figura 3, demonstra a necessidade de se efetuar uma análise comparativa de

resultados para se ter uma visão mais ampla e segura da implantação da P+L nas PMEs.

A maior parte dos autores utilizou a metodologia de múltiplos casos nos seus trabalhos o que demonstra uma necessidade de análise mais abrangente em razão das dificuldades e necessidades específicas de cada empresa, tornando possível estabelecer uma forma de avaliação mais ampla e abordando aspectos que se diferenciam de empresa para empresa como produto, processo, cultura da empresa e entre outros.

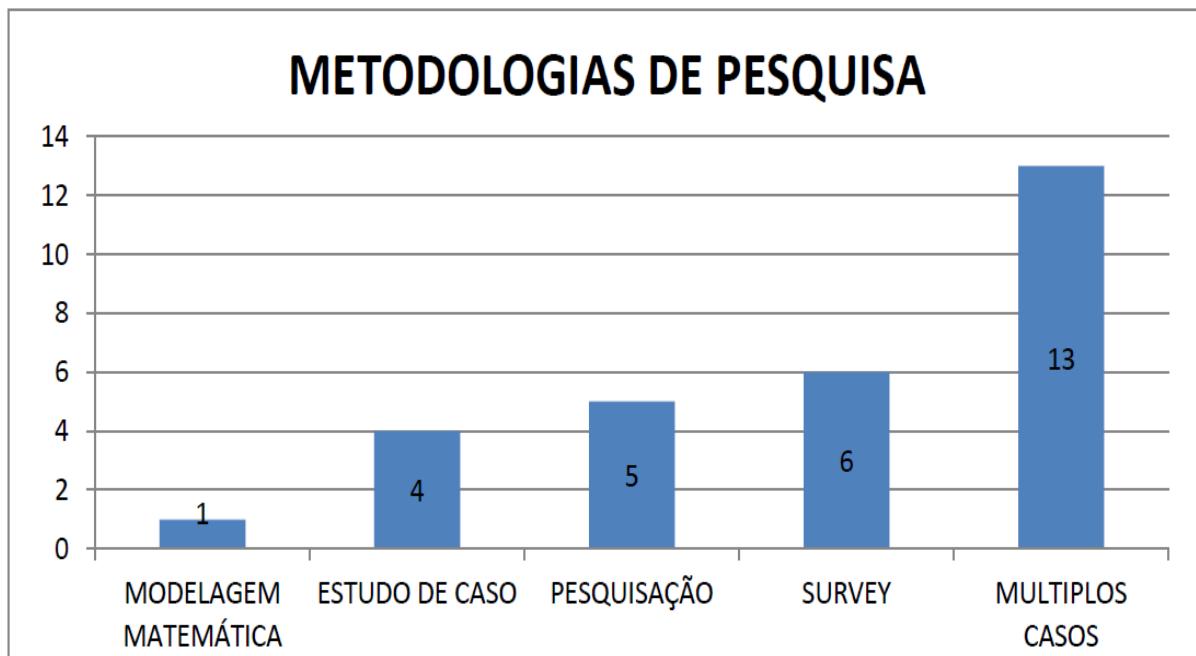


Figura 3 – Metodologias de pesquisa utilizadas

Fonte: do autor

2.2.6 Barreiras para implantação da Produção Mais Limpa

Dentre os 29 artigos selecionados na pesquisa, 12 enfatizam as barreiras que dificultam a implantação da P+L em PMEs, conforme Quadro 1, e indicam que as barreiras estão relacionadas aos aspectos financeiro e econômico para investimentos em tecnologias limpas, ausência de incentivos governamentais, fatores organizacionais, falta de regulamentação, aspectos culturais além dos fatores técnicos.

Quadro 1 - Barreiras para implantação da P+L em PMEs

AUTOR	ANO	LOCAL	ECONÔMICO	TÉCNICAS	GOVERNAMENTAL	ORGANIZACIONAIS	REGULAMENTAÇÃO	CULTURAIS	FINANCEIRA
		Países desenvolvidos							
Frijns e Van Vliet	1999	Reino Unido	X	X		X	X	X	
Chen; Warren e Duan	1999	China						X	
Wang	1999	China		X		X	X	X	
Dasgupta	2000	Reino Unido		X	X		X	X	
Shi <i>et al.</i>	2003	China	X	X	X	X	X	X	X
Hitchens <i>et al.</i>	2004	Reino Unido				X		X	X
Hicks e Dietmar	2006	China		X					X
Van Berkel	2007	Austrália	X	X			X	X	
Graham e Van Berkel	2007	Austrália	X						X
		Países em desenvolvimento							
Siaminwe; Chisembu e Syakalima	2005	Zâmbia	X	X	X	X	X	X	X
Domingues e Paulino	2009	Brasil	X	X	X			X	
Van Hoff e Lyon	2013	México		X			X		X
		RESULTADOS	6	9	4	5	6	6	10

Fonte: do autor

As barreiras econômicas e financeiras estão relacionadas com as dificuldades das PMEs investirem em tecnologias que lhes possibilite um melhor desempenho ambiental, de maneira a minimizar a geração de resíduos e descartes em seus processos de fabricação (FRIJNS; VLIET, 1999; CHEN; WARREN; DUAN, 1999; WANG, 1999; DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; HICKS; DIETMAR, 2006; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOFF; LYON, 2013).

Não há interesse das empresas em implantar a P+L em razão de problemas econômicos para investimentos em inovações tecnológicas, o que acaba por resultar em despejos de efluentes contaminados e disposição de resíduos em lixo comum, dessa maneira, se faz necessário o tratamento de fim de tubo, que são técnicas consideradas reativas para solucionar impactos ambientais (FRIJNS;

VLIET, 1999; SHI *et al.*, 2003; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

A P+L propõe a substituição do sistema “fim de tubo” de tratamento dos descartes ao final do processo produtivo por um sistema que abrange os processos de produção e procedimentos de gestão, para diminuir a utilização de recursos e em consequência, gerar menos resíduos e minimizar as quantidades de substâncias tóxicas ou outras substâncias nocivas, a P+L inclui desde o projeto do produto até a disposição final ou a sua reutilização (PETROESC; MORARU, 2011).

De uma maneira geral as PMEs têm menos acesso a financiamentos e concessões do governo, e além da baixa capacidade tecnológica e poucas informações sobre tecnologias limpas fazem uso de tecnologias obsoletas e possuem pouco controle sobre seus processos (FRIJNS; VLIET, 1999; CHEN; WARREN; DUAN, 1999; WANG, 1999; DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; HICKS; DIETMAR, 2006; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOF; LYON, 2013).

A barreira técnica está relacionada com máquinas e ferramentas ultrapassadas ou com muito uso, que impedem a redução de resíduos e emissões, e a ausência de mão de obra qualificada para promover mudanças no sistema produtivo, desenvolvimento de produto e rede de suprimentos com os olhos voltados para ecoeficiência (FRIJNS; VLIET, 1999; WANG, 1999; DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; HICKS; DIETMAR, 2006; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOF; LYON, 2013).

A infraestrutura é considerada por muitas PMEs, como uma das maiores dificuldades para a implantação da P+L, as restrições econômicas impedem a adequação das instalações e linhas de produção para uma gestão ambiental levando as PMEs para as técnicas de fim de tubo (DOMINGUES; PAULINO, 2009).

A falta de políticas públicas e governamentais de incentivos, também é observada como uma barreira para a implantação da P+L nas PMEs, além da falta de intervenção do governo sobre as PMEs no que diz respeito ao seu desempenho ambiental, principalmente em relação à ausência de informações sobre atributos de sustentabilidade e promoção de incentivos e financiamentos para a realização de

pesquisas (DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Os fatores organizacionais também estão relacionados entre as barreiras para implantação da P+L em PMEs e dizem respeito à falta de interesse, falta de incentivos e de informações em relação às questões ambientais, onde se inclui também as dificuldades para a realização da gestão ambiental nas operações (FRIJNS; VLIET, 1999; WANG, 1999; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005).

O desinteresse das PMEs pelas questões ambientais também se devem a ausência de regulamentações específicas que estabeleçam o comando e controle pelo governo sobre riscos e penalizações em caso de descumprimento das práticas ambientais, resultando em ausência de fiscalização nas empresas sobre gestão ambiental, sendo que, alguns trabalhos apontam inclusive a ausência de pressão sobre as empresas para a implantação de P+L (WANG, 1999; DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; VAN BERKEL, 2007; VAN HOOF; LYON, 2013).

As barreiras culturais também foram observadas e estão associadas ao pouco conhecimento e falta de acesso às informações, o que resulta no não entendimento dos benefícios resultantes da implantação da P+L, incluindo-se os aspectos sociais, como por exemplo, baixo nível de escolaridade dos operários que acabam gerando problemas comportamentais prejudicando as ações proativas da P+L (FRIJNS; VLIET, 1999; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Outros fatores que acabam dificultando as mudanças são o desinteresse e falta de atitude dos gestores, que ocorre em razão do desconhecimento dos benefícios gerados pelas ações direcionadas à preservação ambiental e desconhecimento dos conceitos da P+L por parte dos gestores das empresas, dessa forma, a falta de conhecimento sobre benefícios gerados pela P+L, tanto em relação aos ganhos ambientais como econômicos prejudicam sua implantação ficando os funcionários sem motivação para tomar ações proativas (FRIJNS; VLIET, 1999; WANG, 1999; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; VAN BERKEL, 2007).

As PMEs necessitam de incentivos ou benefícios financeiros, como ficou demonstrado pelo resultado do estudo bibliométrico apresentado no Quadro 1, onde

as barreiras econômicas, financeiras e técnicas/tecnológicas são apontadas pelos autores 25 vezes de um total de 46 apontamentos, ou seja, 54%.

As PMEs necessitam de recursos para investimentos em projetos de melhorias tecnológicas e de processos, objetivando aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos de maneira a torná-la competitiva proporcionando saúde financeira e, em paralelo, possibilitando que a empresa atue de forma ambientalmente amigável, tendo um melhor aproveitamento das matérias primas e insumos, minimizando a geração de resíduos e emissões, proporcionando desta maneira, ganhos econômicos para a empresa e melhorias para o meio ambiente (HICKS; DIETMAR, 2006; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007; VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOF; LYON, 2013).

Nesse estudo observou-se também que as PMEs situadas nos países em desenvolvimento apresentam maior dificuldade em implantar a P+L em função das dificuldades de obtenção de capital para investimentos em técnicas e tecnologias limpas além do baixo apoio dos governos (SIAMINWE; CHISEMBU; SYAKALIMA, 2005; DOMINGUES; PAULINO, 2009; VAN HOOF; LYON, 2013).

As empresas alocadas em países desenvolvidos, apesar de citarem o aspecto econômico como uma das barreiras para a implantação da P+L, demonstram preocupação em relação às barreiras culturais e ausência de mão de obra qualificada (FRIJNS; VLIET, 1999; CHEN; WARREN; DUAN, 1999; WANG, 1999; DASGUPTA, 2000; SHI *et al.*, 2003; HITCHENS *et al.*, 2004; HICKS; DIETMAR, 2006; GRAHAM; VAN BERKEL, 2007; VAN BERKEL, 2007).

Esse resultado denota a necessidade de desenvolver um mecanismo para identificar barreiras com o objetivo de desenvolver meios de superação em processos de implantação de P+L, conforme a proposição P1 anteriormente mencionada.

2.2.7 Modelos para implantação da Produção Mais Limpa

Para que a implantação da P+L possa obter sucesso, algumas etapas devem ser obedecidas. Estas etapas de uma forma geral se resumem em análise, implantação, avaliação e controle. Conforme Rodhe e Strahl (1995) a implantação tem impactos importantes, a eficiência da produção é aumentada resultando em benefícios ambientais e econômicos.

Alguns autores apresentam modelos para implantação da P+L, cujas etapas são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Modelos para implantação da Produção Mais Limpa

ETAPAS	Van Berkel (1994)	Van Berkel et al., (1997)	CNTL (2003) Oliver e Ortolano (2006) Domingue e Paulino (2009)
Comprometimento da direção	X	X	X
Sensibilização dos funcionários			
Identificação de barreiras		X	X
Amplitide do programa			X
Definir objetivos	X		
Formação do ecotime	X	X	X
Elaboração de fluxograma	X		X
Diagnóstico ambiental de processo			X
Identificar foco de avaliação e priorização			X
Avaliação de entradas e saídas	X	X	X
Efetuar balanço de massa e energia			X
Causas das gerações de resíduos e emissões	X	X	X
Avaliação de dados coletados		X	
Seleção das opções de ações			X
Identificação de opções de P+L			X
Avaliação técnica, ambiental e econômica	X	X	X
Identificação de oportunidades	X	X	X
Implementação das ações	X	X	X
Pré avaliação das ações implementadas	X		
Definição de indicadores			X

Fonte – Do autor

Conforme apresentado no Quadro 2 alguns modelos são semelhantes em relação às etapas e outros são divergentes, portanto, essa análise permite identificar com maior completude as etapas da implantação de P+L com base nos modelos existentes.

As etapas obedecem a uma sequencia importante para a implantação da P+L, como o comprometimento dos gestores da empresa sendo um dos pontos fundamentais para o sucesso do programa, formação de um eco-time com

profissionais da empresa para atuar no acompanhamento e condução do programa, estabelecimento de um fluxograma do processo analisando as entradas e saídas para estabelecer as estratégias de ação, identificar os locais e causas da geração de resíduos e emissões para planejar soluções, efetuar uma análise técnica, ambiental e econômica para aplicar ações, identificar as ações de P+L que devem ser implementadas, implantar as ações e proceder à suas avaliações, estabelecer indicadores para o monitoramento dos resultados e continuidade do programa (VAN BERKEL, 1994; VAN BERKEL *et al.* 1997; CNTL, 2003; OLIVER; ORTOLANO, 2006 DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Outras etapas de implantação como amplitude ou abrangência do programa que permitem definir se o programa incluirá toda a empresa ou apenas setores específicos, a elaboração de um balanço de massa e energia para possibilitar uma avaliação comparativa com os resultados obtidos e também, a sensibilização dos colaboradores em relação aos problemas ambientais não é observada por todos os autores, mas são de igual importância (CNTL, 2003; DOMINGUES; PAULINO, 2009)

O diagnóstico do processo no qual se pretende implantar a P+L é uma etapa fundamental para a identificação do foco de geração de resíduos e emissões, para que se possam priorizar as ações (CNTL, 2003; OLIVER; ORTOLANO, 2006; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

A definição dos objetivos esperados com a implantação da P+L deve ser bastante clara e estabelecidos como sendo uma das etapas de sua implantação, e a identificação das barreiras uma das etapas mais importantes para possibilitar uma análise prévia das possíveis ações aplicáveis para superá-las (VAN BERKEL, 1994; VAN BERKEL; WILLEMS; LAFLEUR, 1997; CNTL, 2003; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Em seu trabalho Van Berkel (1994) descreveu, comparou e analisou os componentes em seis métodos holandeses diferentes de processos industriais, para o desenvolvimento de um quadro de metodologias P+L, elaborando diretrizes para a seleção de um modelo de trabalho adequado para uma determinada indústria e para identificar as áreas que requerem desenvolvimento da metodologia adicional.

As fases do modelo inicial foram os seguintes: 1) Planejamento e organização, que institui a avaliação da organização e definição de prioridades e objetivos; 2) Análise, detalhado estudo dos processos a fim de desenvolver opções P+L; 3) Pré-avaliação, analisar a viabilidade de cada opção de P+L; 4)

Implementação e avaliação, implantação das opções viáveis e estabelecimento de um programa contínuo P+L.

Na Figura 4 é apresentado o quadro de método de trabalho de P+L conforme proposto por Van Berkel (1994).

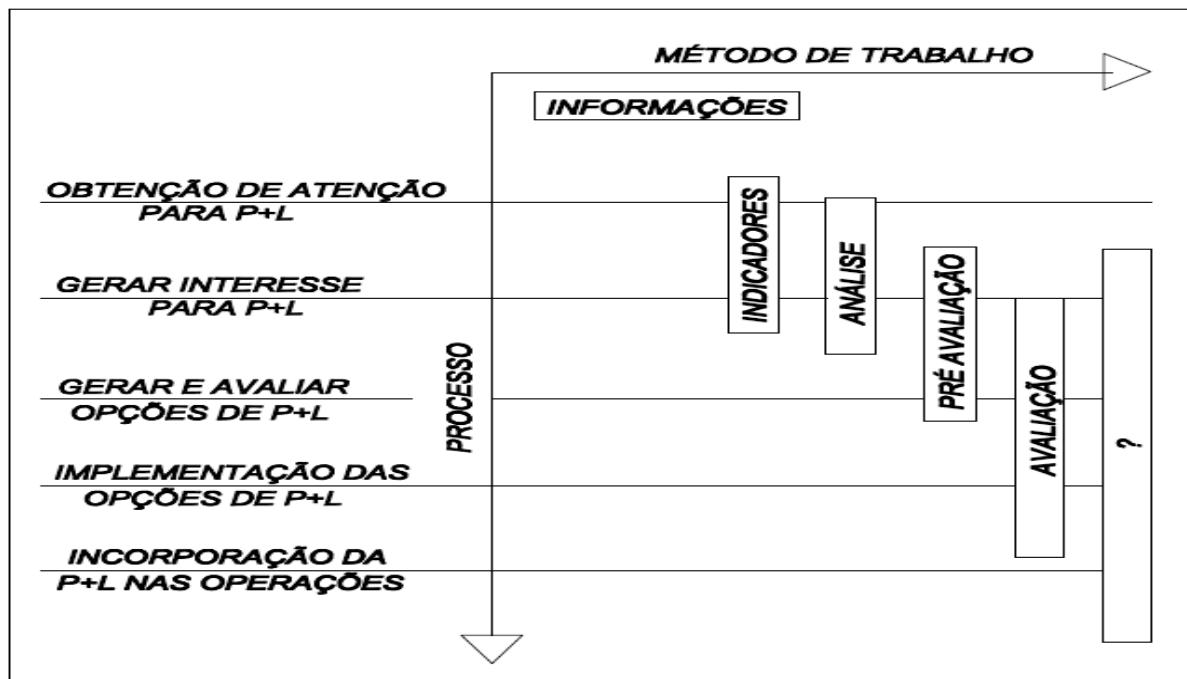


Figura 4 – Método de trabalho de Produção Mais Limpa

Fonte – Adaptado de Van Berkel (1994)

Conclui-se a partir da Figura 4, que em princípio, os métodos de trabalho P+L podem ser aplicados consecutivamente no processo de transição da empresa, disseminando as informações de projetos de P+L bem sucedidos, contribuindo para a obtenção de atenção para P+L. Uma vez que a atenção tenha sido obtida, indicadores ou verificações podem ser utilizados para localizar oportunidades, podendo também resultar no interesse da empresa, o que é necessário para iniciar uma pré-avaliação para gerar opções óbvias de P+L e implantá-las. As opções óbvias que são as ações mais simples de serem implantadas e que geram resultados em curto prazo, são necessárias para a obtenção do compromisso da empresa que resultará em opções de P+L em longo prazo. A empresa também pode integrar a P+L em suas operações de negócios regulares.

Van Berkel (1994) concluiu em seu estudo que os métodos ainda são fracos para estimular o processo de transição da empresa do procedimento de tratamento fim de tubo para a P+L, e que estudos e avaliações adicionais são necessários para a verificação real das possibilidades de implantação da P+L.

Em outro estudo que também apresentou um modelo, Van Berkel; Willems e Lafleur (1997) sugerem uma metodologia para implantação da P+L denominado como Guia P+L, que é uma ferramenta de gestão tanto para implantação como para controle.

Inicialmente implantam-se opções simples de melhorias e por meio dos resultados obtidos em um curto prazo, motivam-se as empresas a trabalharem no sentido de implantar outras ações de P+L.

O estudo resultou em um modelo orientado para gerar oportunidades e motivar as PMEs obedecendo as seguintes etapas: 1) Preparação: Geração de compromisso da gestão da organização e formação de uma equipe de projeto; 2) Pré-avaliação: Identificação de oportunidades e restrições para a melhoria ambiental dos processos de produção, compilação de dados sobre consumo de materiais, processos, atividades e resíduos e emissões, identificar fontes e causas de resíduos e geração de emissões, implantação do primeiro lote de melhorias, e seleção de áreas prioritárias para uma investigação detalhada; 3) Investigação e implementação: Implantação de ações simples geradas na pré-avaliação, estudo de viabilidade de opções não viáveis gerados na pré-avaliação, coleta de dados e avaliação adicional para gerar opções adicionais para as áreas prioritárias; 4) Continuação: Implantação das opções viáveis e reiteração de ciclo de melhoria ambiental para áreas prioritárias restantes e desenvolvimento de Gestão Ambiental preventiva.

Na Figura 5 é apresentado um guia de implantação de P+L conforme proposto por Van Berkel, Willems e Lafleur (1997).

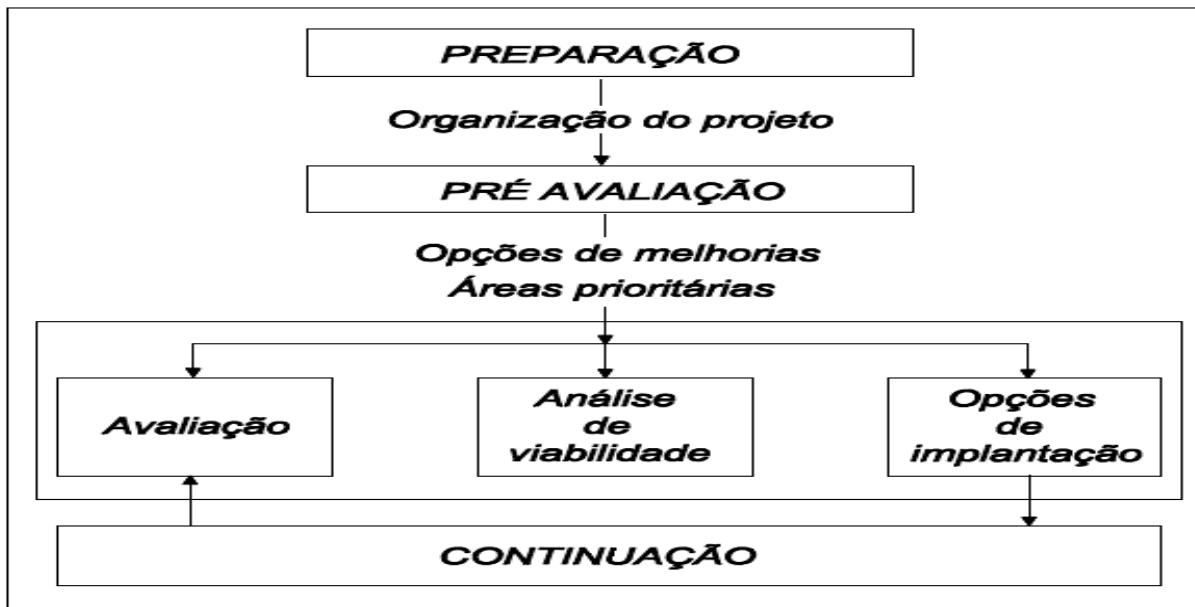


Figura 5 – Guia de implantação de Produção Mais Limpa

Fonte – Adaptado de Van Berkel, Willems e Lafleur (1997)

O guia é voltado para a identificação de fontes de geração de resíduos e suas causas, facilitando o desenvolvimento de soluções para sua eliminação. Os resultados para as PMEs normalmente são possíveis no curto prazo.

Como resultado do estudo, Van Berkel; Willems e Lafleur (1997) concluíram que embora as práticas ambientais tenham se mostrado poderosas para alcançar a melhoria ambiental na indústria, elas ainda não são suficientes para atingir o objetivo de equilibrar o desenvolvimento industrial com o uso sustentável dos recursos naturais.

Os autores Oliver e Ortolano (2006) apresentaram em seu trabalho um método descrito como auditoria de implantação de P+L que envolve sete passos: 1) Organizar a equipe P+L e apresentar metodologia; 2) Analisar os processos de produção; 3) Identificar fontes de desperdício e problemas operacionais; 4) Propor e examinar as possíveis medidas para melhorias; 5) Avaliar a viabilidade técnica e financeira das medidas selecionados; 6) Implementar as medidas possíveis e avaliar melhorias alcançadas; 7) Experiências de revisão.

O método foi utilizado na analise da avaliação da implementação da P+L em PMEs incluindo metalúrgicas de duas cidades chinesas, Changzhou e Nantong, províncias de Jiangsu na China.

Na Figura 6 é apresentado um quadro conceitual do programa de P+L nível cidade conforme proposto por Oliver e Ortolano (2006).

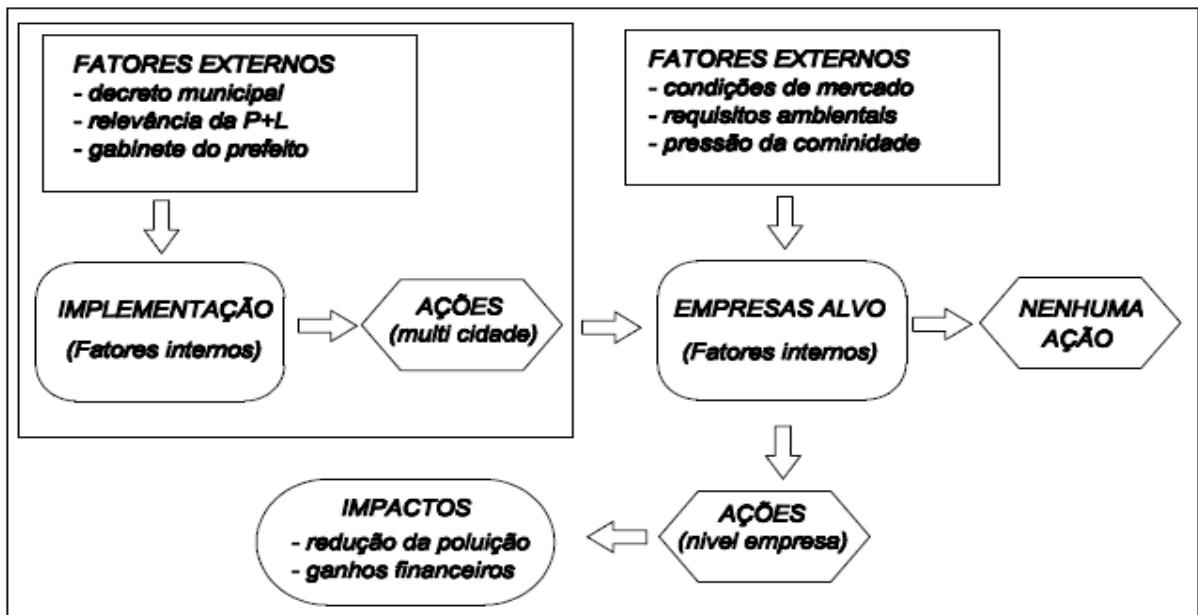


Figura 6 – Estrutura conceitual de programas de Produção Mais Limpa

Fonte – Adaptado de Oliver e Ortolano (2006)

O estudo concluiu que ambas as cidades estudadas não conseguiram cumprir as metas da Província de implementar P+L em todas as PMEs e que mudanças institucionais serão necessários para que o governo leve à sua mais ampla adoção.

No Brasil, Domingos e Paulino (2009) analisaram as oportunidades de implantação da P+L voltada ao incremento da competitividade de sistemas locais de produção, propondo a P+L conforme foi apresentado pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) 2003, como abordagem e ferramenta de gestão ambiental particularmente adequada para empresas de menor porte, para assim, encontrar uma alternativa de efetivação da melhoria continua no desempenho ambiental destas empresas.

A metodologia de implantação de uma P+L conforme a CNTL (2003) é apresentada na Figura 7, e contempla as seguintes etapas:

Etapa 1: Obtenção do comprometimento gerencial que é fundamental para garantir o sucesso do programa; identificação de barreiras à implementação e busca de soluções adequadas para superá-las; estabelecimento da amplitude do programa de

P+L na empresa para saber se incluirá toda a empresa e em qual setor se iniciará; formação do eco time que tem por objetivo conduzir o programa.

Etapa 2: Fluxograma do processo para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões; diagnóstico ambiental e de processo para levantamento dos dados quantitativos de produção e ambientais existentes; seleção do foco de avaliação considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos.

Etapa 3: Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de indicadores e balanço de materiais; identificação das causas da geração de resíduos e conhecer os principais fatores da origem dos resíduos e emissões; identificação das opções de P+L, com base nas causas são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de P+L.

Etapa 4: Avaliação técnica, ambiental e econômica visando o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos por meio da não geração, minimização, reciclagem interna ou externa; seleção de oportunidades viáveis, ambiental e econômica, que possibilitem a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo eco time.

Etapa 5: Plano de implementação e monitoramento para traçar uma estratégia para a implementação das ações das opções de P+L viáveis; plano de continuidade após a aplicação das etapas e atividades descritas, o programa de P+L pode ser considerado como implementado sendo importante não somente avaliar os resultados obtidos, mas, sobretudo, criar condições para que o programa tenha sua continuidade.

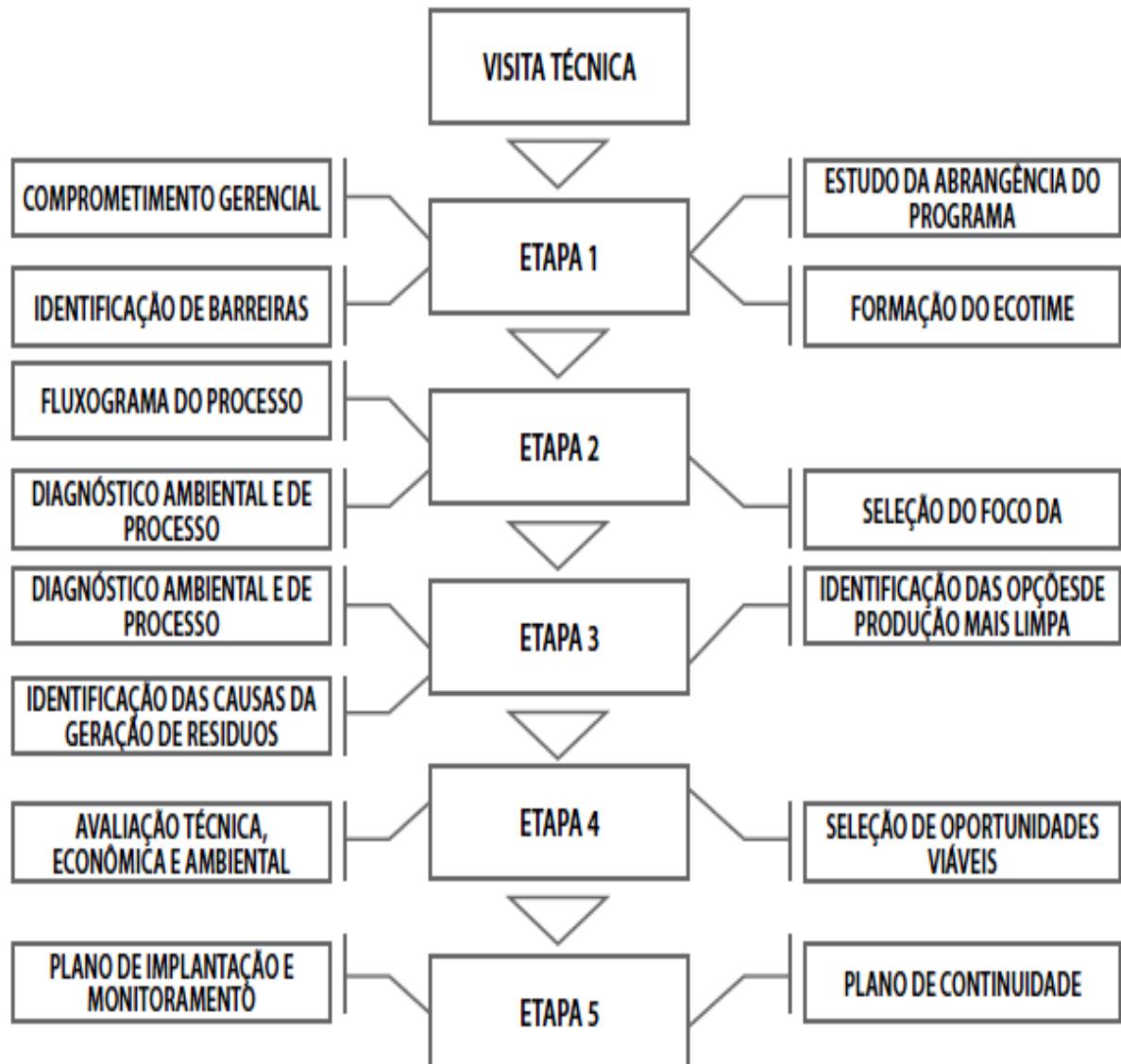


Figura 7 - Passos para implantação da Produção Mais Limpa

Fonte: Adaptado de CNTL, (2003)

Na análise dos dados da pesquisa para a aplicação das ações nos sistemas locais de produção, Domingos e Paulino (2009) utilizaram como referência a abordagem da P + L por meio dos Níveis de Aplicação da P+L (CNTL, 2003) com vistas a melhorar o desempenho da produção conforme apresentado na Figura 8, na qual, as caixas mais escuras apresentam os níveis onde se procurou promover melhorias nas empresas.

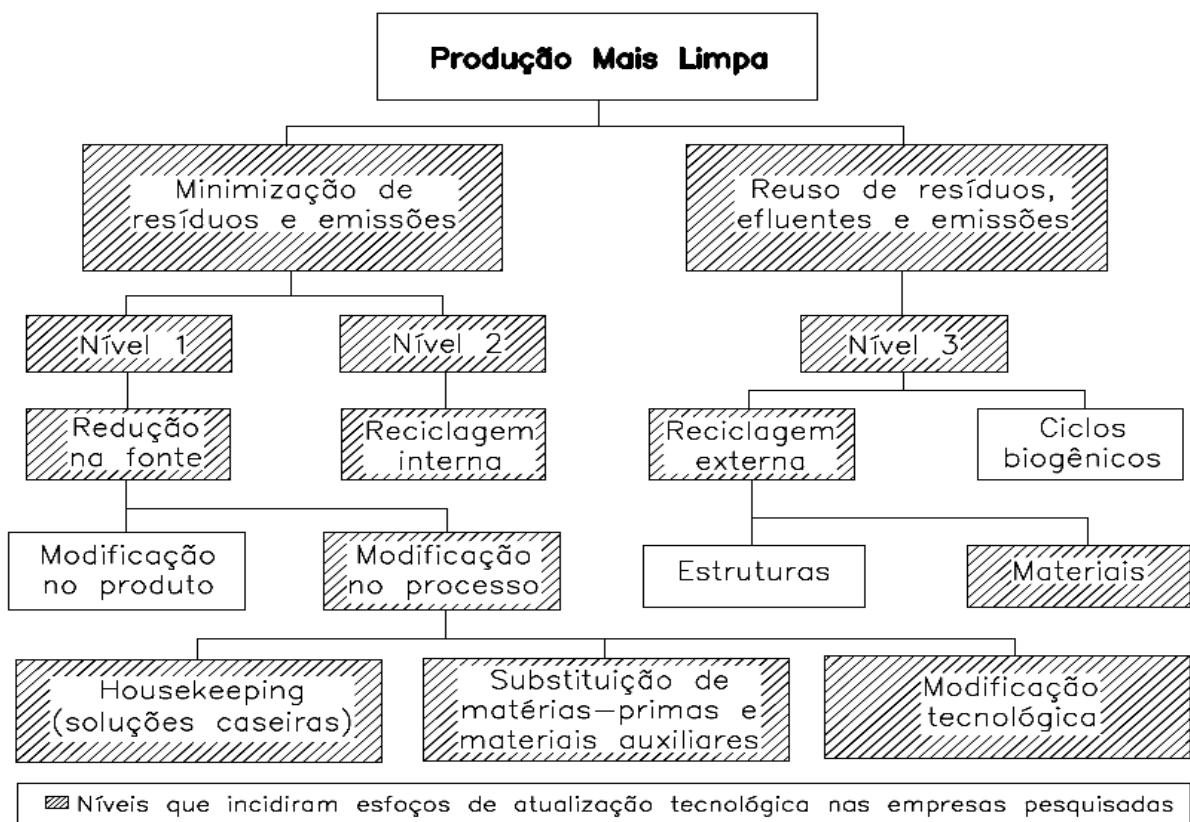


Figura 8 – Níveis de Produção Mais Limpa que sofreram atualização

Fonte: Domingues e Paulino (2009)

Como resultado desse trabalho Domingues e Paulino (2009) observaram que independentemente de incentivos, de ações externas ou exigências dos canais de distribuição e dos consumidores que enfatizem a variável ambiental, as empresas estão investindo em atualização tecnológica com vistas ao produto, não sendo o aspecto ambiental o norteador das decisões, mas sim, a necessidade de permanecerem vivos dentro de um mercado altamente competitivo.

2.3 PROPOSTA DE MECANISMO PARA SUPERAÇÃO DAS BARREIRAS

Com base na revisão bibliométrica foi identificado que os fatores mediadores para a decisão de implantação de P+L em PMEs são: barreiras para implantação, avaliação econômica e avaliação ambiental. Esse resultado foi constatado nas proposições (P1 e P2), geradas da teoria.

Para o fator mediador que trata das barreiras será proposto um mecanismo para Identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L pelas PMEs.

Para o processo de avaliação econômica e ambiental será utilizada a metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas de ecoeficiência em operações (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

2.3.1 O mecanismo para superação das barreiras

O mecanismo proposto para identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L pelas PMEs compreendem quatro etapas, sendo elas: 1) Identificação das barreiras; 2) Análise das barreiras; 3) Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica e 4) Sugestões de alternativas de superação das barreiras, conforme elucida a Figura 9.



Figura 9 – Mecanismo proposto para superação de barreiras

Fonte – Do autor

Na etapa um, de identificação das barreiras, inicialmente é realizado o contato com representante da empresa, o qual será entrevistado e apresentado um quadro de barreiras e sub-barreiras (Quadro 3) para ser feita uma classificação de 1 a 7 para as barreiras apresentadas, sendo que as mais impactantes para implantação da P+L devem receber valor 7 e as menos impactantes valor 1.

Os quesitos do Quadro 3 foram estabelecidos com base na literatura.

Quadro 3 – Identificação das barreiras

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização frouxa e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

Fonte – Do autor

Com os resultados obtidos na entrevista, será feita uma ponderação mediante Matriz GUT atribuindo uma nota para cada barreira listada dentro dos três aspectos principais: Gravidade, Urgência e Tendência, seguindo a seguinte escala crescente; nota 5 para as barreiras mais impactantes e 1 para as barreiras menos impactantes, assim, uma barreira extremamente grave, urgentíssimo e com altíssima tendência a piorar com o tempo recebe uma pontuação da seguinte maneira: Gravidade = 5 | Urgência = 5 | Tendência = 5.

Esta matriz, conforme apresentada na Tabela 2, é uma ferramenta de análise de prioridades dos problemas/trabalhos num âmbito organizacional ou pessoal, e leva em consideração a gravidade, a urgência e a tendência de cada problema sendo que a gravidade se refere ao impacto do problema sobre as coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e efeitos que surgirão em longo prazo se o problema não for resolvido. A urgência tem relação com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema e a tendência se refere ao potencial de crescimento do problema, avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Tabela 2 – Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G)x(U)x(T)	SEQ.
Econômica					
Financeira					
Cultural					
Técnica					
Regulamentação					
Governamental					
Organizacional					

Fonte – Do autor

Ao final da atribuição de notas para as barreiras, seguindo os aspectos GUT, faz-se necessário produzir um número que será o resultado de toda a análise e que define qual o grau de prioridade daquela barreira. O cálculo é feito pegando-se os valores atribuídos a cada barreira e multiplica-se da seguinte maneira (G) x (U) x (T).

O produto desta multiplicação é o fator de prioridade da barreira, o que, dentro de uma comparação com as outras barreiras indicará se ela é ou não a mais urgente.

Os resultados encontrados serão agrupados para a elaboração de um *ranking* das barreiras que mais impactam na decisão da empresa em implantar a P+L. Esta avaliação também será feita durante a entrevista com o representante da empresa.

Na etapa dois de análise das barreiras, com base na literatura, foi elaborado pelo pesquisador um diagrama de causa e efeito conforme apresentado no Quadro 4, com o objetivo de encontrar alternativas para superação das barreiras para serem apresentadas à empresa.

O diagrama de causa e efeito é uma técnica para resolver problemas, é uma maneira para analisar os problemas complexos que parecem ter muitas causas inter-relacionadas.

Quadro 4 – Análise de Causa e Efeito

CAUSAS	EFEITOS	AUTOR
ECONOMICA	-Pouco dinheiro para investimentos; -Pouco dinheiro para treinamentos; -Pouco dinheiro para compra de matéria prima menos poluente; -Pouco dinheiro para ações voluntárias de melhorias ambientais.	Hitchens <i>et al.</i> , (2004); Dietmar (2006)
FINANCEIRA	-Juros altos e prazos curtos para conseguir empréstimos; -Desconhecimento de financiamentos subsidiados pelo governo para ações ambientais; Desconhecimento de parcerias público e provadas obtenção de recursos para ações ambientais.	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)
TÉCNICA	-Falta de controle na gestão de resíduos e emissões ocasionando perdas econômicas com multas; -Falta de profissional especializado para aplicar de forma correta recursos em ações ambientais que possibilitem ganhos econômicos; -Máquinas e equipamentos obsoletos gerando maior volume de resíduos ocasionando perdas econômicas.	Van Berkel (2007) Domingues e Paulino, (2009)
CULTURAL	-Resistência às mudanças dificultando ações ambientais que podem resultar em ganho econômico; -Desconhecimento dos possíveis ganhos econômicos, ambientais e para a saúde do trabalhador; -Desinteresse pelos problemas ambientais; -Pouca consciência ambiental.	Shi <i>et al.</i> ,(2003) Van Berkel (2003); Domingues e Paulino, (2009)
REGULAMENTAÇÃO	-Descumprimento das regulamentações ambientais gerando multas; -Pouco conhecimento das regulamentações resultando no seu não cumprimento; -Desconhecimento das penalidades por danos ao meio ambiente.	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)
GOVERNAMENTAL	-Não envolvimento em campanhas ambientais que possibilitam obtenção de recursos econômicos; -Desconhecimento de políticas de incentivos econômicos para ações de melhoria ambiental	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Domingues e Paulino, (2009)
ORGANIZACIONAL	- Não entendimento das ações ambientais que podem gerar ganhos econômicos -Pouco envolvimento dos gestores; -Pouco empenho na redução dos desperdícios que geram perdas econômicas.	Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009); Van Hoff e Lyon (2013)

Fonte – Do autor

Conclui-se que a determinação dos efeitos causados pelas barreiras permite identificar alternativas de solução para promover sua superação. Esse resultado inova a maneira de desenvolver formas para impulsionar as empresas na implantação da P+L, sendo que outros trabalhos mencionaram de maneira qualitativa que as empresas precisam superar as barreiras, mas não mencionaram maneiras de como superar (SIAMINWE; CHISEMBU e SYAKALIMA, 2005; SHI et al., 2008; VAN HOOF; LYON, 2013).

Na etapa três, de avaliação ambiental e econômica, após a captação das informações por meio da entrevista e documental dos resíduos e emissões geradas no processo da empresa, será realizado pelo pesquisador um estudo para viabilidade de redução de resíduos e emissões, de maneira que possibilite mensurar o ganho econômico e ambiental, obedecendo as etapas apresentadas no Quadro 5 da metodologia para avaliação ambiental da implantação das ferramentas de eco eficiência em operações, que inicialmente sugere que seja feito um levantamento dos dados referentes às quantidades de resíduos e emissões que se pretende reduzir. Posteriormente se sugere a avaliação econômica quantificando financeiramente a ocorrência de ganhos e em seguida uma avaliação ambiental por meio da *Mass Intensity Factor* (MIF).

As extrações de materiais e emissões estão mudando fluxos de materiais naturais e ciclos biológicos nos ecossistemas, e uma vez que os ciclos estáveis são desequilibrados, mais cedo ou mais tarde todos os materiais de entrada tornam-se uma saída, ou seja, resíduos e emissões.

Segundo *Wuppertal Institut* da Alemanha, medindo as entradas de materiais torna-se possível uma aproximação grosseira da carga ambiental global. A entrada de Materiais por Unidade de Serviço (MIPS) é uma medida fundamental para estimar os impactos ambientais causados por um produto ou serviço, o ciclo de vida inteiro do berço ao berço (extração, produção, uso, resíduos / reciclagem) é considerado. O MIPS pode ser aplicado em todos os casos em que as implicações ambientais de produtos, processos e serviços precisam ser avaliados e comparados.

A aplicação prática do conceito MIPS é chamada MIF e são realizadas em nível micro focando produtos e serviços específicos, bem como no nível macro, focando economias nacionais.

Finalmente, efetua-se uma comparação do ganho ambiental e econômico para verificação do retorno obtido pela empresa.

De acordo com o documento do *World Bank Group (Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1999)* o fator motivador da P+L é econômico, haja vista que a redução da poluição proposta pela prática de P+L sugere uma redução de 20 a 30% sem investimento de capital, e que outros 20% podem ser atingidos com investimentos recuperados em questão de meses. Dados semelhantes são encontrados em vários resultados de implementações de P+L pelo mundo, conforme redes de P+L instituídas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Ressalta-se que a avaliação ambiental e econômica não foi constatada na literatura, com isso, essa análise é considerada como impulsionadora para superar as barreiras e direcionar a decisão de implantação da P+L.

Quadro 5 - Metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações

Metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações	
Levantamento de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento da quantidade de resíduos e emissões a serem reduzidos e/ou eliminados e/ou reusados e/ou reciclados e/ou remanufaturados, denominados Massa (M) com a implantação da ferramenta da ecoeficiência. - Desenvolvimento do balanço de massa para detalhar os materiais/ componentes e calcular o Material Total Economizado (MTE).
Avaliação Econômica	<ul style="list-style-type: none"> - Quantificar financeiramente os elementos constatados no levantamento de dados para identificar se ocorreu ganho econômico (GE) para a empresa. - Avaliar o retorno do investimento (ROI). <p>%ROI = lucro líquido semestral / investimento em logística reversa Periodo ROI = investimento em logística reversa / lucro líquido semestral</p>
Avaliação Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o ganho ambiental por meio da ferramenta Mass Intensity Factors (MIF), considerando a Massa (M) e o Intensity Factors (IF). $MIF = (M \times IF)$ - Avaliar o Mass Intensity per Compartimento (MIC), que mensura a redução do impacto ambiental por compartimento abiótico (w), biótico (x), água (y), ar (z) e outros (n..). $*MIC = (IF \text{ resíduo A do compartimento } w + IF \text{ resíduo B do compartimento } w + IF \text{ resíduo C do compartimento } w + IF \text{ resíduo n do compartimento } w)$ - exemplo de MIC para o compartimento w, idem para os demais. - Avaliar o Mass Intensity Total (MIT) contabilizando a redução de impacto total, quando somados os MICs. $MIT = (MIC_w + MIC_x + MIC_y + MIC_z + MIC_n..)$
Comparação do ganho econômico e ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar o ganho econômico com o ambiental e vice versa para verificar o índice do ganho econômico (IGE) e índice do ganho ambiental (IGA). $IGE = (MTE/GE)$ $IGA = (MIT/GE)$

Fonte – Oliveira Neto et al.(2010, 2014)

Na etapa quatro, de sugestões de alternativas de superação das barreiras para decisão de implantação da P+L, serão propostas as alternativas de superação das barreiras encontradas no decorrer das etapas anteriores em conjunto com a metodologia de avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações, conforme Quadro 5, após o que será feito um acompanhamento e avaliação dos resultados das propostas aceitas e implementadas.

No desenvolvimento dos meios de persuasão para superar as barreiras de implantação da P+L em PMEs, considera-se que o fator econômico é preponderante para a decisão (FRIJNS; VLIET, 1999). Com isso, conforme apresentado no Quadro 3 de identificação das barreiras, em cada barreira constatada foi associado o fator econômico, e como consequência a obtenção de ganho ambiental.

A barreira econômica consiste na dificuldade que as PMEs encontram em obter vantagens pelo reconhecimento do mercado em relação às ações da implantação da P+L, entendido como poucas vantagens comerciais (SHI *et al.*, 2003) e efetuar gastos com melhorias ambientais em seus processos produtivos em razão de pouca capacidade de investimento (FRIJNS; VLIET, 1999) devido às suas limitações em termos econômicos (VAN HOFF; LYON, 2013). Com isso a P+L permite a obtenção de recursos financeiros para suprir os custos necessários para efetuar as melhorias ambientais em longo prazo (FRIJNS; VLIET, 1999).

As barreiras financeiras na captação de dinheiro para implantação da P+L em PMEs estão diretamente relacionadas às suas dificuldades em atender as normas e regulamentações o que dificulta seu acesso a créditos (SHI *et al.*, 2003) devido à falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L, o que elimina a necessidade de financiamentos para sua implantação (VAN BERKEL, 2007) auxiliando no atendimento às normas e regulamentações direcionando a empresa na obtenção de incentivos financeiros.

A aplicação da P+L no sistema produtivo possibilita gerar ganhos econômicos por meio do reuso de resíduos, economia de matéria prima e insumos, água e energia (UNEP, 1990) e esse ganho pode ser investido em treinamentos em educação ambiental permitindo atender a necessidade cultural. Entende-se que problemas culturais podem ser resolvidos por meio de treinamentos em educação ambiental. O treinamento em educação ambiental possibilita sensibilizar os envolvidos (SHI *et al.*, 2003) contribuindo com a conscientização (FRIJNS; VLIET,

1999; VAN BERKEL, 2007) em relação à resistência às mudanças em termos ambientais (FRIJNS; VLIET, 1999; SHI *et al.*, 2003; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

A barreira técnica esta associada à limitação tecnológica relacionada às máquinas e equipamentos obsoletos (HITCHENS *et al.*, 2004) e a pouca familiaridade com as tecnologias limpas existentes (DOMINGUES; PAULINO, 2009) além do pouco conhecimento técnico dos profissionais da empresa. Com a implantação da P+L torna-se possível a aquisição de conhecimentos técnicos gerando retorno financeiro, permitindo a substituição de máquinas e equipamentos obsoletos por tecnologias limpas (CNTL, 2003).

As regulamentações exercem pressões significativas sobre as PMEs que possuem grandes dificuldades em atendê-las, especialmente pela insuficiência de dinheiro (VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES; PAULINO, 2009). O desconhecimento das regulamentações por parte das empresas e o pouco empenho da fiscalização (SHI *et al.*, 2003) resulta no não cumprimento destas regulamentações gerando autuações e multas, que podem ser evitadas com a implantação da P+L por meio de ações que priorizem a gestão dos resíduos com consequente redução de desperdícios.

No aspecto governamental, as barreiras encontradas pelas PMEs dizem respeito à falta de apoio e incentivos (SIAMINWE; CHISEMBU e SYAKALIMA, 2005) que direcionem para ações voltadas aos assuntos ambientais, como por exemplo, a falta de política de suporte (DOMINGUES; PAULINO, 2009) como redução de impostos, financiamentos em longo prazo e juros menores entre outros. A P+L proporciona para as empresas o conhecimento sobre as políticas de incentivos disponibilizadas pelo governo, que leva as PMEs a obtenção de ganhos econômicos (SHI *et al.*, 2008).

As barreiras relacionadas ao fator organizacional da empresa abordam aspectos como a pouca prioridade dada aos assuntos ambientais por parte dos gestores e colaboradores, aspectos estes incutidos na cultura da empresa (HITCHENS *et al.*, 2004) que podem ser atribuídos a pouca pressão do mercado (SHI *et al.*, 2003) desmotivando os gestores na tomada de ações voltadas à melhoria ambiental (VAN HOFF; LYON, 2013) ocasionando a alocação incorreta de recursos (DOMINGUES; PAULINO, 2009), levando ao desinteresse e pouco envolvimento dos funcionários (FRIJNS; VLIET, 1999). Com a implantação da P+L torna-se possível suprir a falta de conhecimento dos gestores e colaboradores sobre

a obtenção de ganho econômico com a P+L, evitando a alocação de dinheiro de forma incorreta priorizando a minimização da geração dos resíduos.

Portanto foi considerada a questão econômica como atributo transversal para superar as barreiras, denotando os meios de persuasão constatados na literatura, como ferramentas para serem utilizadas no processo de entrevista, especificamente para promover a superação das barreiras constatadas na revisão bibliométrica.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesta sessão é apresentada a metodologia de pesquisa adotada para esse estudo, que em linhas gerais, na definição da estrutura conceitual desenvolveu-se com uma revisão bibliográfica e bibliométrica. Adotou-se a pesquisa exploratória de natureza qualitativa e quantitativa para análise de múltiplos casos, seguido do planejamento dos casos considerando a oportunidade de aplicação do instrumento de pesquisa em quatro PMEs do ramo metalúrgico por meio de entrevista e observação.

Na sequência foi conduzido um estudo de caso considerando a aplicação do mecanismo de superação de barreiras para decisão de implantação de P+L em PMEs, com o objetivo de testar o procedimento, verificar a qualidade dos dados e promover ajustes necessários antes da aplicação nas demais empresas.

Conseguinte, foi aplicado o instrumento de pesquisa ajustado na etapa anterior em mais três empresas, possibilitando coletar os dados e gerar registros.

Posteriormente foi realizada a discussão dos dados por meio de análise intra e intercasos para identificação de semelhanças e diferenças entre os casos, gerando-se um relatório que compreende um avanço na teoria, com o objetivo de gerar replicação do teste do mecanismo em outras empresas.

Conforme apresentado na Figura 10, esta dissertação tem como base a proposta de conteúdo e sequência para condução de um estudo de múltiplos casos proposto por Cauchick e Souza (2012).

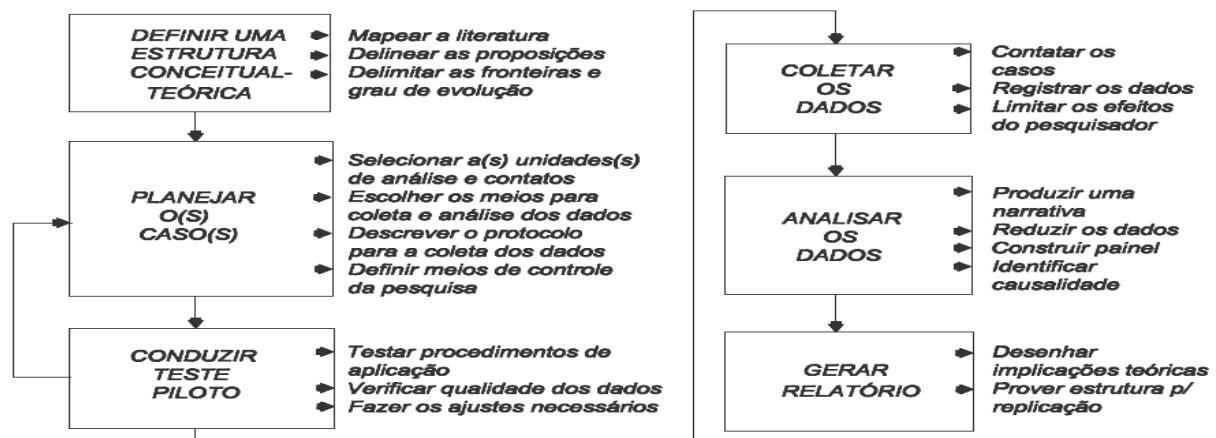


Figura 10 – Condução do estudo de múltiplos casos

Fonte: Cauchick e Souza (2012)

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho desenvolveu-se por meio de uma revisão bibliográfica e bibliométrica sobre os aspectos relevantes ao tema, visando dar suporte à compreensão das análises apresentadas neste estudo.

3.1.1 Pesquisa bibliográfica e bibliométrica

Uma pesquisa bibliográfica e bibliométrica foi conduzida para analisar estatisticamente produções científicas relativas ao tema, qualificando e quantificando os dados encontrados.

A bibliometria é um método estatístico que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento, especialmente em sistemas de informação e de comunicação científicos, tecnológicos e de produtividade, necessários ao planejamento, avaliação e gestão da ciência e da tecnologia de uma determinada comunidade científica ou país, é um método científico quantitativo definido como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros, artigos e outras mídias de comunicação (PITCHARD, 1969).

A bibliometria obedece a três leis principais, a lei de Bradford, que trata da produtividade de periódicos científicos, estimando o seu grau de relevância em dada área do conhecimento, baseado na ideia de que periódicos mais produtivos sobre um determinado assunto formam um núcleo de maior relevância e qualidade para aquela área (BROOKES, 1999). A lei de Lotka, que trata da produtividade científica dos autores, enfatizando que a verificação da produtividade de pesquisadores auxilia na identificação dos centros de pesquisa mais desenvolvidos em uma determinada área de conhecimento, essa lei admite que alguns pesquisadores de maior prestígio em uma área de conhecimento produzem muito e os demais pesquisadores de menor prestígio, produzam pouco (VOOS, 1974).

Observam-se também as leis de Zipf que tratam da frequência de palavras chave em textos científicos, permitindo estimar as frequências de ocorrências das palavras em um determinado texto e a região de concentração das palavras chave (ZIPF, 1949).

O estudo bibliométrico busca agrupar informações relevantes sobre dada temática no crescente universo de publicações e bases de conhecimento científico,

que se avolumam com as possibilidades de armazenamento e circulação trazidas pela informatização e, por esta razão, tem se tornado um desafio aos pesquisadores se situarem em suas pesquisas (SANTOS; KOBASHI, 2009).

Para a realização da pesquisa bibliométrica foram utilizadas palavras chave relevantes ao tema da dissertação na procura de artigos publicados nas bases de dados de grande relevância científica.

Na análise do estudo bibliométrico foram avaliadas a evolução das publicações referentes ao tema pesquisado, a produção dos periódicos, a metodologia utilizada pelos autores entre outros.

3.1.2 Abordagem da pesquisa

As abordagens de pesquisa são condutas que orientam o processo de investigação, de forma a aproximar e focalizar o problema ou fenômeno que se pretende estudar de maneira a identificar os métodos de pesquisa adequados (BERTO; NAKANO, 1999).

Para o desenvolvimento da pesquisa evidenciou-se a necessidade de uma abordagem qualitativa com aportes quantitativos, deste modo, o desenvolvimento deste estudo foi baseado em dados numéricos para fundamentar seus pressupostos e orientada em seu meio por pesquisas bibliográficas e análises bibliométricas, caracterizando-se como um estudo teórico, e pesquisa de campo.

Quanto aos fins, a pesquisa tem uma classificação exploratória descritiva, pois, procura identificar as várias manifestações do problema e descrevê-lo de diversas formas e pontos de vista (YIN, 2003).

A abordagem qualitativa tem a preocupação de analisar e interpretar aspectos mais profundos descrevendo a complexidade do comportamento humano, enquanto o quantitativo vale-se de amostras amplas e informações numéricas (MARCONI; LAKATOS, 2005).

3.1.3 Tipo de pesquisa

A dissertação foi conduzida por meio de pesquisa exploratória para auxiliar na exploração do tema avaliação econômica e ambiental da aplicação da P+L em

PMEs do setor metalúrgico. Este meio de pesquisa tem a finalidade de proporcionar familiaridade com o tema para torná-lo mais explícito (GIL, 2002).

3.1.4 Método de pesquisa

Segundo Bryman (1989) as pesquisas do tipo organizacional, que são aquelas que tratam de questões das organizações, podem ser realizadas por meio de estudo de caso.

Conforme Yin (2003) os estudos de caso são aplicáveis quando o fenômeno a ser estudado é amplo e complexo e os conhecimentos existentes são insuficientes para suportar a proposição, e também, quando o fenômeno não pode ser estudado fora do contexto onde ele ocorre.

O estudo de caso possibilita estudar um determinado assunto em seu ambiente natural, aprendendo sobre o estado da arte e gerando teorias a partir da prática, possibilitando pesquisar uma área na qual poucos estudos prévios tenham sido realizados (YIN, 2003).

Portanto, esta dissertação com base nas definições apresentadas, se caracteriza como sendo um estudo de múltiplos casos.

3.2 PLANEJAMENTO DOS CASOS

As informações pertinentes à pesquisa foram coletadas por meio de estudo de múltiplos casos desenvolvidos em quatro PMEs do ramo metalúrgico, conforme orienta Eisenhardt (1989) ao recomendar que o estudo não seja menor do que quatro e nem maior que dez casos e com abordagem do tipo longitudinal. O estudo do tipo longitudinal tem por objetivo investigar o presente mesmo sendo necessária certa dose de retrospectividade (CAUCHICK; SOUSA, 2012).

3.2.1 Meios para coleta e análise de dados

O trabalho foi desenvolvido com base em respostas a formulário de pesquisa aplicado por meio de entrevista semiestruturada, dados documentais coletados junto às empresas e observação.

As evidências para um estudo de caso podem vir de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos (YIN, 2003).

Marconi e Lakatos (2005) apresentaram 11 procedimentos para coleta de dados: 1) Coleta documental; 2) Observação; 3) Entrevista; 4) Questionário; 5) Formulário; 6) Medidas de opiniões e atitudes; 7) Técnicas mercadológicas; 8) Teste; 9) Análise de conteúdo; 10) Sociometria e 11) História da vida.

Por serem suficientemente representativas, as entrevistas foram realizadas com representantes das empresas definidos mediante alguns critérios, como o conhecimento de todo o processo fabril, o nível hierárquico, além de ser, por parte da empresa, o contato estabelecido para a liberação das informações.

O instrumento para coleta de dados consistiu em formulário de pesquisa aplicado por meio de entrevista semiestruturada e a análise dos dados coletados foi feita conforme o mecanismo para superação de barreiras na implantação de P+L em PMEs que envolvendo as seguintes etapas: 1) Identificação das barreiras, onde os resultados encontrados são agrupados para a elaboração de um *ranking* das barreiras que mais impactam na decisão da empresa em implantar a P+L. 2) Análise das barreiras, onde são determinados os efeitos causados pelas barreiras permitindo a identificação de alternativas de solução para promover sua superação. 3) Obedecendo às etapas da metodologia para avaliação ambiental da implantação das ferramentas de eco eficiência em operações, conforme orienta Oliveira Neto et al. (2010, 2014), é realizado pelo pesquisador um estudo para viabilidade de redução de resíduos e emissões, de maneira que possa mensurar o ganho econômico e ambiental, envolvendo inicialmente o levantamento da quantidade de resíduos e emissões reduzidos, elaborando-se um balanço de massa, quantificando financeiramente os elementos constatados no levantamento efetuado para verificar a ocorrência de ganhos econômicos, e na ocorrência de investimentos, calculando o tempo de retorno destes investimentos. Posteriormente efetua-se a avaliação do ganho ambiental por meio da ferramenta *Mass Intensity Factores* (MIF) considerando-se a Massa (M) e o *Intensity Factor* (IF) utilizando o *Mass Intensity per Compartiment* (MIC) que mensura a redução do impacto ambiental por compartimento abiótico, biótico, água, ar e outros, contabilizando desta maneira a redução do impacto total, *Mass Intensity Total* (MIT) por meio da soma de todos os MICs, tornando possível a comparação entre os ganhos econômicos e ambientais.

Por fim, na etapa 4 são apresentadas sugestões de alternativas de superação das barreiras para decisão de implantação da P+L.

3.2.2 Protocolo para coleta de dados

O protocolo de pesquisa detalhou os instrumentos de coleta e análise de dados e informações que dizem respeito a sua aplicação, e também, os relacionamentos com a sua vinculação com as questões de pesquisa, não sendo considerado como um documento formal, mas sim, como orientador das atividades do pesquisador (GIL, 2009).

Segundo Yin (2003), os estudos de caso podem ter seu projeto modificado a partir de novas informações ou constatações durante a coleta de dados, pois, poucos são os estudos de caso que terminam exatamente como planejados.

O protocolo de pesquisa para a coleta de dados tem como base o formulário de pesquisa (Apêndice 1) que segue as seguintes etapas:

Bloco 1) Neste bloco constam as informações referentes aos dados da empresa e do entrevistado, sendo eles: origem da empresa, cargo do respondente, tempo de experiência.

Bloco 2) Identificação das principais barreiras para decisão de implantação da P+L na empresa pesquisada.

Bloco 3) Elaboração de um diagrama de causa e efeito por meio de *brainstorming*, com o objetivo de encontrar alternativas para superação das barreiras.

Bloco 4) Avaliação econômica e ambiental dos dados captados referentes aos resíduos e emissões, seguindo as etapas estabelecidas na metodologia para avaliação ambiental econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações.

3.2.3 Procedimento de Pesquisa

O procedimento de pesquisa compreende as seguintes etapas:

- 1) Estabelecer os objetivos da pesquisa.
- 2) Identificar empresas que se enquadrem nos objetivos.

- 3) Agendar uma ou mais visitas com a pessoa da empresa que seja devidamente capacitada para fornecer as informações.
- 4) Por meio de entrevista, documentos e observação no local, coletar as informações necessárias para o desenvolvimento do estudo, registrando as informações por meio de anotações, fotos, gravações entre outros.
- 5) Tabular as informações colhidas, identificando a relevância de cada uma para o estudo.
- 6) Analizar as informações aplicando os meios estabelecidos para obtenção dos resultados.
- 7) Comparar os resultados obtidos com os resultados esperados.
- 8) Concluir o estudo.

3.3 ESTUDO DE CASO “A”

Nesta etapa foi realizado o teste piloto do mecanismo para superação de barreiras na implantação de P+L em PMEs para avaliar sua aplicabilidade, entendimento e eficiência. O teste teve como objetivo, verificar os procedimentos de aplicação com base no protocolo para seu aprimoramento (CAUCHICK; SOUSA, 2012).

3.3.1 Testar procedimento de aplicação

O mecanismo para superação de barreiras na implantação de P+L em PMEs foi testado seguindo as etapas previamente determinadas, permitindo verificar se os dados obtidos atendem os objetivos de pesquisa. A partir do teste piloto tem-se condições de avaliar se os resultados obtidos atendem os objetivos de pesquisa permitindo então correções e ajustes (CAUCHICK e SOUSA, 2012).

Como resultado observou-se a necessidade do desmenbramento da barreira econômica da barreira financeira no formulário de coleta de dados, somando-se então sete opções de barreiras no formulário.

3.3.2 Coleta de dados

Nesta etapa foram contatados os principais informantes que estão cientes da pesquisa, sendo que um contato inicial foi feito com um executivo da empresa com condições de autorizar a condução da coleta de dados, indicando os informantes ou respondentes que foram entrevistados (CAUCHICK; SOUSA, 2012).

Os informantes ou respondentes indicados pelo executivo tem condições de fornecer as informações e esclarecer possíveis dúvidas que possam surgir durante a coleta de dados.

Os pesquisadores estão capacitados a efetuar questões adequadas ao assunto abordado tendo competência para interpretar as respostas, sem preconceitos e bem embasado sobre o tema, além de serem flexíveis à novas situações (YIN, 2003).

3.3.3 Análise dos dados

Nesta etapa do estudo, a partir do conjunto de dados coletados, deve-se produzir uma narrativa geral apresentando os dados relevantes para a pesquisa. Algumas práticas foram utilizadas para a elaboração das narrativas, como a codificação, marcando palavras, frases ou mesmo parágrafos com um código que represente categorias previamente definidas (SOUZA, 2005).

No momento da coleta de dados, muitas informações sem grande relação com o contexto acabaram sendo incluídas, e foram descartadas sem prejuízo para os resultados do estudo. Foi necessária uma redução dos dados (*data reduction*), incluindo na análise somente aquilo que é essencial e que tenha relação com os objetivos da pesquisa (CAUCHICK; SOUSA, 2012).

3.3.4 Análise intercasos e identificação de causalidade

Nesta etapa do trabalho foi realizada uma análise intracasos que é a análise feita para cada caso estudado por intermédio da elaboração de um painel que apresentou um resumo geral de cada caso, e para múltiplos casos, um painel para cada caso efetuando-se, posteriormente, uma análise cruzada dos casos, identificando convergências e divergências, realizando comparações entre os

resultados e as causas. Em suma, um painel que apresentou um resumo das evidências (CAUCHICK; SOUSA, 2012).

O estudo deve ser bem estruturado além de confiável e válido, permitindo sua replicação. A confiabilidade visa demonstrar que as operações do estudo, como por exemplo, os procedimentos para a coleta de dados, podem ser repetidas de forma a apresentar os mesmos resultados (YIN, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA DE CAMPO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a análise dos dados das quatro empresas pesquisadas a partir das perspectivas da aplicação do mecanismo proposto neste trabalho, demonstrando os resultados obtidos em cada caso e também, uma comparação entre os casos no processo de discussão dos dados.

Para análise e discussão dos dados adotou-se a metodologia qualitativa por meio da análise intra e intercaso. A análise intracaso consistiu na análise individual de cada caso, o que, possibilitou gerar constatações empíricas com base no objeto de estudo (MILES; HUBERMAN, 1994).

Na análise intracaso foi utilizado o mecanismo proposto por este trabalho, que é composto de quatro etapas, sendo que a primeira contempla a identificação das barreiras, a segunda a análise das barreiras, a terceira a avaliação econômica ambiental considerando que a questão econômica é transversal em relação às barreiras para implantação da P+L. Com isso, na análise intra-caso foi aplicado a metodologia conforme proposto por Oliveira Neto *et al.*, (2010, 2014) que envolve as etapas de levantamento de dados, avaliação econômica, avaliação ambiental e comparação entre ganho econômico e ambiental.

Como quarta e ultima etapa do mecanismo, foram apresentadas sugestões de alternativas de superação das barreiras para a implantação da P+L.

Após estudar cada caso, Milles e Hubermam (1984) propõem a realização da análise intercasos, que consiste na identificação das semelhanças e diferenças dos casos estudados, desta forma, sendo possível tecer as discussões dos dados por meio de comparações.

Os dados de pesquisa foram coletados por meio de estudo de múltiplos casos desenvolvidos em quatro PMEs do ramo metalúrgico, conforme orientou Eisenhardt (1989).

4.1 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Nesta seção são apresentados os resultados intracisos, sendo que, a sequência de apresentação das empresas segue a mesma ordem na qual as entrevistas foram realizadas.

4.1.1 Estudo de caso na empresa “A”

A empresa “A” está classificada como de porte pequeno, conforme SEBRAE (2012), contando atualmente com 68 funcionários diretos. O respondente foi o Gerente Administrativo, com formação em Ciências Contábeis e Administração de Empresas e vinte e cinco anos de experiência em coordenação de equipes multifuncionais em empresas de transformação.

A empresa está localizada na cidade de São Paulo próximo ao Km 19 da Rodovia Raposo Tavares. Suas instalações estão distribuídas em um terreno de 9 mil m², e seus produtos atendem o mercado automotivo, linha branca e grandes revendas.

Especialista em sua área, a empresa é certificada ISO 9001 : 2008 e fabrica rebites cegos, tubulares e maciços, pelo processo de conformação a frio, em materiais como aço carbono, aço inox, alumínio, cobre e latão, podendo ser pintados, zinados ou com acabamento natural.

A empresa “A” atende aos requisitos da legislação ambiental estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico (CETESB) no tocante às normas relacionadas com a correta destinação dos resíduos contaminantes e níveis de ruído emitidos pela fábrica, em razão de estar localizada adjacente a uma área residencial urbana.

Na empresa “A” foi realizado o teste piloto com o mecanismo proposto para identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L, por meio de quatro etapas nele estabelecido.

4.1.1.1 Identificação das barreiras na empresa “A”

Na entrevista foi aplicado o formulário onde se identificou as barreiras que, no entender do respondente, são as mais impactantes para a empresa caso decida pela implantação da P+L.

Conforme avaliação do respondente e apresentadas no Quadro 6, as barreiras econômicas são as mais difíceis de serem superadas, acompanhadas das barreiras financeiras, culturais, técnicas, regulamentações, governamentais e organizacionais.

Quadro 6 – Identificação das barreiras – respostas empresa “A”

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	7
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	6
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	5
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	4
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	3
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização frouxa e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	2
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	1
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

Fonte – Do autor

Com os resultados obtidos na entrevista foi feita uma ponderação com o respondente mediante Matriz GUT, atribuindo uma nota para cada barreira listada dentro dos três aspectos principais, gravidade, urgência e tendência, conforme seu entendimento dentro da realidade da empresa.

Os resultados dessa ponderação, de acordo com sua pontuação, são apresentados na Tabela 3 e descritos abaixo:

Para as barreiras econômicas 80 pontos, barreiras financeiras 75 pontos, barreiras políticas 60 pontos, barreiras técnicas 48 pontos, barreiras organizacionais 18 pontos, barreiras culturais 15 pontos e regulamentações 9 pontos. Esta pontuação indicou como prioridade a barreira econômica, o que, dentro de uma comparação com as outras barreiras indicou ser a mais urgente.

Tabela 3 – Resultados GUT da empresa “A”

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G)x(U)x(T)	SEQ.
Econômica	5	4	4	80	1
Financeira	5	5	3	75	2
Cultural	5	3	1	15	6
Técnica	4	4	3	48	4
Regulamentação	3	3	1	9	7
Governamental	5	4	3	60	3
Organizacional	3	2	3	18	5

Fonte – Do autor

Portanto, com o processo desenvolvido foi possível identificar de forma de confiável o nível de dificuldade que cada barreira apresenta para que a empresa possa superá-la caso decida pela implantação da P+L. A falta de identificação das barreiras impede o entendimento dos benefícios resultantes da implantação da P+ L (SHI *et al.*, 2003; SIAMINWE; CHISEMBU; SYACALIMA, 2005).

Na Tabela 4 é apresentada uma comparação entre os resultados encontrados no Quadro 6 de identificação das barreiras e na Tabela 3 de resultados do GUT, possibilitando ter uma visão mais precisa da confiabilidade das respostas fornecidas pelo respondente ao indicar que a barreira econômica é a mais impactante para decisão de implantação da P+L.

Tabela 4 – Identificação de barreiras e GUT da empresa “A”

Tabela de Identificação de Barreiras e GUT empresa "A"		
BARREIRAS	PONTOS	G.U.T.
Econômica	7	80 - 1
Financeira	6	75 - 2
Cultural	5	15 - 6
Técnica	4	48 - 4
Regulamentação	3	09 - 7
Governamental	2	60 - 3
Organizacional	1	18 - 5

Fonte – Do autor

4.1.1.2 Análise das barreiras da empresa “A”

Foram identificados dentro do processo produtivo da empresa problemas que, se superados, poderiam possibilitar significativos ganhos econômicos, como ferramentas sem padronização que acabam por dificultar os *setups* provocando um maior tempo na preparação das máquinas com uma perda significativa de matéria prima durante o acerto dimensional das peças, e o descarte da água utilizada no processo de produção após seu tratamento, que poderia ser reutilizada no próprio processo em circuito fechado, entre outros.

Estas ações, segundo o representante da empresa, não são observadas pela empresa em razão da falta de dinheiro para investimentos em melhorias, corroborando com Domingues e Paulino (2009) ao afirmarem que as restrições econômicas impedem a adequação das instalações e linhas de produção para a gestão ambiental nas PMEs.

Portanto, os resultados obtidos na etapa de identificação das barreiras apontaram o fator econômico como a principal barreira para a implantação da P+L na empresa.

4.1.1.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica - empresa “A”

Para identificar a carga poluidora gerada pela empresa, foram realizadas pelo pesquisador junto com o respondente da empresa, observação nos processos de fabricação, a saber: fabricação de fixadores de aço e fabricação de fixadores de

alumínio (Figura 11) e nos documentos administrativos, tais como: relatórios de análise da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e controles de destinação de resíduos sólidos e líquidos, para encontrar focos de melhorias que possibilitem a avaliação econômica e ambiental para complementar o mecanismo, possibilitando ao gestor da empresa ter uma visão prévia dos possíveis resultados econômicos e ambientais provenientes de ações direcionadas para a minimização dos impactos ambientais resultante dos seus processos produtivos.

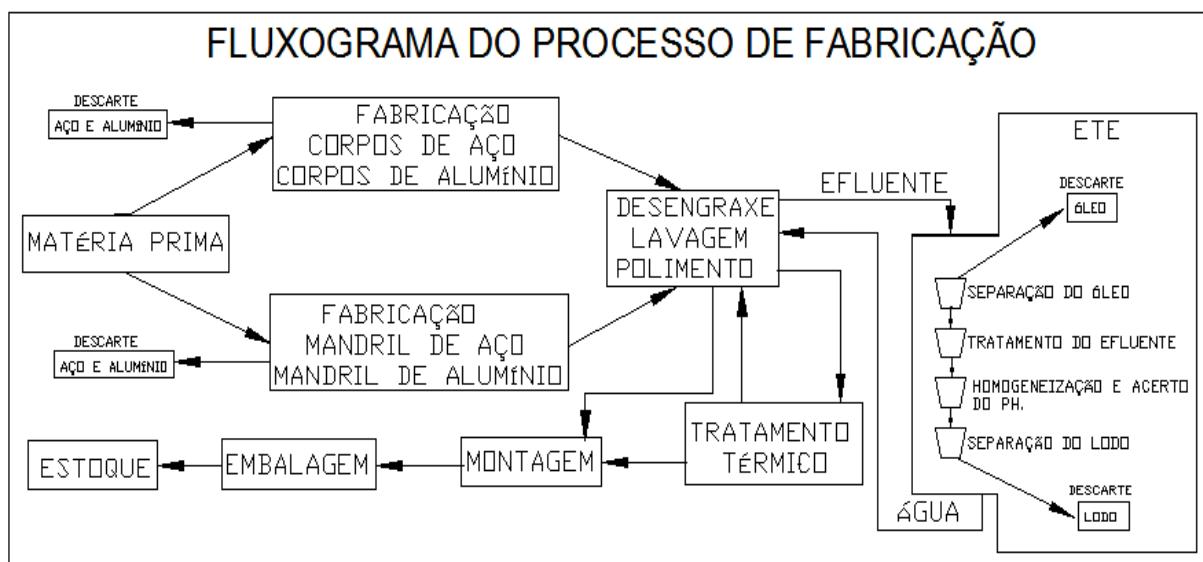


Figura 11 - Fluxograma do processo de fabricação da empresa "A"

Fonte – Do autor

Conforme apresentado na Figura 11, nas etapas de fabricação de corpos e fabricação de mandril os produtos são produzidos em alumínio e aço carbono e processados por meio de conformação a frio em prensas horizontais.

São processados em média por mês 50 toneladas de fio máquina de aço e 12 toneladas de fio máquina de alumínio para uma produção média mensal de 45 milhões de fixadores. A perda de matéria prima nestas etapas ocorre na proporção de 2 toneladas de aço e 0,8 toneladas de alumínio por mês. Com a implantação das ações de P+L sugeridas, o índice de perdas poderia ser reduzido para 1,3 toneladas de aço e 0,5 toneladas de alumínio por mês.

Na fabricação dos fixadores é utilizado óleo de corte que fica na superfície das peças após a conformação, e para que esse óleo possa ser reaproveitado é separado por meio de centrifugação, operação realizada no setor de desengraxate, lavagem e polimento. Nem todo óleo é retirado, assim, as peças são posteriormente

lavadas com desengraxante quente para em seguida receberem tratamento térmico e polimento. Todo efluente gerado no setor de desengraxe, lavagem e polimento são descartados na rede pública, e para atender a legislação ambiental a empresa implantou uma estação de tratamento de efluentes (ETE) com tratamento físico-químico aplicado na depuração de águas residuais geradas em processos de produção.

As etapas do tratamento de efluentes objetivando atingir concentrações em água dentro dos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação foram as seguintes:

- a) Realização de teste de tratabilidade (*Jar Test*) para determinação das quantidades de coagulantes e floculantes de maneira a atender o “Artigo 19 A”, que determina os parâmetros e limites a serem obedecidos, tanto para padrão de emissão (efluentes líquidos) como para padrão de qualidade (corpos hídricos receptores), conforme regulamentado na Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76;
- b) Instalação de caixa separadora (água / óleo);
- c) Sistema de homogeneização com ar;
- d) Tanque de preparação de soluções;
- e) Tanque de mistura e acerto de *pH*;
- f) Tanque decantador para precipitação de metais sólidos.

Na primeira fase, denominada levantamento dos dados, foi constituído o balanço de massa anual referente à redução das perdas que pode ser obtida, com base na Massa (M) de resíduos sólidos, líquidos e emissões geradas nos processos de fabricação de aço, alumínio e ETE podendo contribuir com a redução do impacto ambiental no ecossistema, conforme mostra a Tabela 5.

Com a aceitação da alternativa proposta de reutilização da água em ciclo fechado na ETE, a empresa passaria a reutilizar a água em seu processo produtivo complementando a ETE com a instalação de unidades necessárias ao polimento, tais como: sistemas de filtração em membrana, oxidação química e desinfecção a fim de promover a separação do resíduo sólido do líquido por meio da decantação contínua dos precipitadores pelo princípio de decantação lamelar e principalmente a destinação correta dos resíduos sólidos e líquidos gerados.

Tabela 5 - Balanço de massa e redução de perdas - empresa “A”

Componentes	Classificação	Local	Unidade mensal	Qt. de resíduos anual (kg)
Alumínio	Secundário	Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	0,3 mg/kg	0,003744
Cloreto	AlCl ₃		0,3 mg/kg	0,003744
Chumbo	Pb		9,68 mg/kg	0,1208064
Cobre	Cu		17 mg/kg	0,21216
Níquel	Ni		11 mg/kg	0,13728
Estanho	Sn		36 mg/kg	0,44928
Água	H ₂ O		192 m ³	1920000
Cal	Calcário		140 kg	1680
Energia elétrica	Kw		15 kw	180
Cloro	Cl ₂		0,05 mg/Kg	0,00624
Óleo	Hu, 42,8MJ/Kg		20 kg	240
Aço carbono	Secundário	Processo de fabricação	700 kg	8400
Alumínio	Secundário	Processo de fabricação	300 kg	3600

Material total economizado - MTE= 1.934.101 kg

Fonte – Do autor

Na segunda fase, realizou-se a avaliação econômica anual. Inicialmente foi orçado um investimento no processo de fabricação para implantar a P+L de R\$ 35.000,00 em detrimento de obtenção de ferramentas padronizadas para estampagem dos corpos de alumínio e aço além do investimento na ETE para implantar a P+L de R\$ 15.400,00 na aquisição de equipamentos para reuso da água em ciclo fechado no sistema produtivo.

Os dados da Tabela 6 de ganho econômico com a implantação da P+L, mostram que ocorreria inicialmente um aumento nos gastos operacionais com a implantação da P+L na ETE devido ao aumento de uso de produtos químicos para o tratamento do efluente bruto, consumo de energia elétrica para acionamento das bombas e análises laboratoriais. Ressalta-se a necessidade de investimentos de R\$ 5.000,00 em capacitação para os funcionários do setor de qualidade assegurada para a manipulação da ETE com o objetivo de agregar responsabilidades ao invés de realizar contratação de pessoal.

Com isso, o setor da qualidade agregaria a função de limpeza do sistema, manipulação dos produtos químicos, retirada e armazenagem da borra gerada para

descarte e realização de orçamentos para a terceirização dos serviços de análises laboratoriais dos resíduos gerados com o objetivo de gerar a documentação adequada para transporte e destinação da borra, como por exemplo, os Certificados de Autorização de Destinação de Resíduos Industriais Sólidos (CADRIS).

Entretanto, constatou-se a possibilidade de redução do consumo da água com a implantação de P+L, de 4.320 m³/ano para 2.400 m³/ano, o que resultaria em economia de R\$ 44.856,00, representando 58% em detrimento do reuso da água utilizada no sistema de produção. Também se identificou a possibilidade de ganhos de 66% por meio da minimização de desperdício de matérias primas na fabricação de fixadores de aço e de alumínio, reduzindo as perdas de 24.000 kg por ano de aço para 15.600 Kg e 9.600 Kg por ano de alumínio para 6.000 Kg, contabilizando ganho de R\$ 78.000,00, projetando um ganho econômico de R\$ 112.031,40 por ano, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Ganho econômico com a implantação de P+L na empresa “A”

Itens	Gasto anual sem P+L	Gasto anual com P+L	Economia
RESULTADOS ETE			
Produtos químicos	R\$ 1.200,00	R\$ 2.640,00	+R\$ 1.440,00
Cal	R\$ 180,00	R\$ 180,00	0
Carvão ativo	R\$ 180,00	R\$ 180,00	0
Areia	R\$ 600,00	R\$ 600,00	0
Energia elétrica	R\$ 960,00	R\$ 1.440,00	+R\$ 480,00
Mão de obra	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	0
Análises laboratoriais	R\$ 3.000,00	R\$ 11.904,60	+R\$ 8.904,60
Cadris	R\$ 1.000,08	R\$ 1.000,08	0
Transporte dos resíduos	R\$ 600,00	R\$ 600,00	0
Destinação	R\$ 2.496,00	R\$ 2.496,00	0
Água	R\$ 106.800,00	R\$ 61.944,00	-R\$ 44.856,00
Total da ETE	R\$ 124.216,08	R\$ 90.184,68	R\$ 34.031,40
Redução de custos ETE			R\$ 34.031,40
RESULTADOS FABRICAÇÃO			
Perdas de aço	R\$ 84.000,00	R\$ 54.000,00	-R\$ 30.000,00
Perdas de alumínio	R\$ 144.000,00	R\$ 96.000,00	-R\$ 48.000,00
Total fabricação	R\$ 228.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 78.000,00
Redução custos Fabricação			R\$ 78.000,00
Total ETE e Fabricação	R\$ 352.221,08	R\$ 240.184,68	R\$ 112.031,40
Ganho Econômico		R\$ 112.031,40	

Fonte – Do autor

A mensuração do cálculo do retorno do investimento para a implantação da P+L considerou o investimento no processo de fabricação de R\$ 35.000,00, o investimento na ETE de R\$ 15.400,00 e investimento de R\$ 5.000,00 em capacitação. Assim, o capital investido poderia ser totalmente compensado em menos de um ano, conforme demonstrado no cálculo apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Cálculo de retorno de investimento na empresa “A”

Investimento em Equipamento	50.400				
Prazo de depreciação (anos)	10				
Depreciação Anual	5.040				
	112.03				
Redução de Custo Anual Obtida	1				
Depreciação Anual	-5.040				
	106.99				
Base para Cálculo do Imposto de Renda (IR)	1				
IRPJ + CSLL (Contrib. Social sobre Lucro)	30,0%				
Valor do IR + CSSL Anual	-32.097				
Redução de Custo Líquida Anual	74.894				
Redução de Custo Líquida Anual	74.894				
Depreciação Anual	5.040				
Geração de Caixa Anual	79.934				
Fluxo de Caixa					
Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento	-50.400	79.93	79.93	79.93	79.93
Geração de Caixa Anual	4	4	4	4	4
Fluxo de Caixa Total	-50.400	79.93	79.93	79.93	79.93
ROI ou TIR	157,2% /ano				
Payback Descontado a 15% ao ano	0,94 anos				

Fonte – Do autor

Desta forma, foi possível mensurar o ganho econômico que a empresa poderá obter caso decida pela implantação da P+L.

Na Tabela 8 é apresentado um resumo geral das ações e resultados obtidos com a avaliação econômica realizada na empresa “A”, demonstrando uma possível redução de 32% nas perdas pela adoção das ações sugeridas.

Tabela 8 – Resumo da avaliação econômica na empresa “A”

EMPRESA "A" - AVALIAÇÃO ECONÔMICA				
INVESTIMENTO = R\$50.400,00 / RETORNO DO INVESTIMENTO = 11 MESES				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	GANHO	%
AÇO	R\$ 84.000,00/ ano	R\$ 54.000,00/ ano	R\$ 30.000,00/ ano	-35,70%
ALUMÍNIO	R\$ 144.000,00/ ano	R\$ 96.000,00/ ano	R\$ 48.000,00/ ano	-33,40%
ETE	R\$ 124.216,00/ ano	R\$ 90.184,68/ ano	R\$ 34.031,40/ ano	-27,40%
TOTAL	R\$ 352.216,00/ ano	R\$ 240.184,68/ ano	R\$ 112.031,40/ ano	-32,00%

Fonte – Do autor

Outro aspecto relevante consiste na possibilidade de mitigação da barreira econômica presente em PMEs para a implantação de P+L por meio de avaliação econômica, ou seja, é possível conquistar lucro com a implantação da P+L, sendo um assunto bastante discutido na literatura, mas com ausência de evidências.

Na terceira fase, avaliou-se o ganho ambiental caso a empresa implante a P+L. A Tabela 9 mostra a intensidade de material por compartimento (MIC) e a intensidade de material total (MIT). Com essa ação a empresa deixaria de poluir 97.694,64 kg no compartimento abiótico, 3.165.071,96 kg na água e 9.279,65 kg no ar, contabilizando um ganho ambiental (GA) total de 3.272.048,25 kg. Um aspecto relevante é que o reuso da água na ETE deixaria de poluir 2.517.120 kg, consistindo na redução mais importante do processo principalmente por ser um recurso escasso.

Tabela 9 - Avaliação ambiental da empresa “A”

Componente	Setor	Compartimentos				Total por Componente
		Abiótico	Biótico	Água	Ar	
Aluminio	ET	0,00319		0,1151	0,0036	0,12189
Cloreto Aluminio		0,0323		110,63	0,4142	111,0765
Chumbo		1,885				1,885
Cobre		0,505		18,141	0,28	18,926
Niquel		19,396		32,033	5,605	57,034
Estanho		3.812,59		4.923,21	66,943	8802,743
Água		19200		2496000	1920	2517120
Cal		2.419,20		9.340,80	50,4	11810,4
Energia elétrica		480,6		6.825,60	115,2	7421,4
Cloro		0,024		0,63	0,0068	0,6608
Óleo		326,4		2.328	4,8	2659,2
Aço carbono	Processo de fabricação	68.376		534.828,00	3.696	606900
Alumínio	Processo de fabricação	3.060		110.664,80	3.420	117144,8
Mass Intensity per compartimento (MIC)		97.696,64		3.165.071,96	9.279,65	
Mass Intensity Total (MIT)						3.272.048,25

Fonte – Do autor

Na Tabela 10 é apresentado um resumo geral dos resultados obtidos com a avaliação ambiental realizada na empresa “A”, demonstrando a possibilidade de redução dos impactos ambientais em 39% pela adoção das ações sugeridas.

Tabela 10 - Resumo da avaliação ambiental na empresa “A”

EMPRESA "A" - AVALIAÇÃO AMBIENTAL				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
AÇO	24 T /ano	15,6 T /ano	8,4 T /ano	-35,00%
ALUMÍNIO	9,6 T /ano	6 T /ano	3,6 T /ano	-37,50%
ETE	51,84 T/ano	28,8 T/ano	23,04 T/ano	-44,40%
TOTAL	85,44T/ ano	50,4 T/ano	35,04 T/ano	-39,00%
IMPACTO (MIT)	8.389,86 T/ano	5.117,82 T/ano	3.272,05 T/ano	-39,00%

Fonte – Do autor

Na ultima fase, desenvolveu-se a comparação entre o ganho econômico e ambiental. Os dados mostram que o Material Total Economizado (MTE),

considerando os resíduos sólidos e líquidos minimizados de 1.934.101 kg que corresponde a 3.272.048,25 kg ao considerar a intensidade total do material no ecossistema. Com essas informações torna-se possível calcular os índices de ecoeficiencia.

Considerando em primeiro momento o Material Total Economizado (MTE) / Ganho Econômico (GE), obtemos a razão de 17,26. Quando se utiliza a escala global, em que *Mass Intensity Total* (MIT) / Ganho Econômico (GE) temos o valor de 29,21. Esse resultado mostra que apesar da empresa poder alcançar um ganho econômico de R\$ 112.031,40 por ano, o ganho ambiental apresenta índice de 11,95 maior em relação ao econômico.

4.1.1.4 Sugestões de superação das barreiras na empresa “A”

A implantação da P+L pela empresa “A”, conforme observado na resposta ao formulário de entrevista, está diretamente ligado à superação da barreira econômica como fator principal, resultado que corrobora com Frijns e Vliet (1999) quando afirmaram que a barreira econômica é a principal razão pela qual a melhoria ambiental é negligenciada pelas empresas.

Durante a entrevista realizada com o representante da empresa, observando suas respostas, seu comportamento e reações, foi possível entender que qualquer ação aplicada na empresa que resulte em ganho econômico, ou que leve a resultados financeiros vantajosos, será bem aceita e com grande possibilidade de ser implantada.

Como sugestão para superação da barreira econômica, encontrada por meio da análise das barreiras antes da implantação de P+L conforme proposição P1, foi apresentado ao representante da empresa informações sobre os ganhos econômicos que a P+L proporciona, quer seja pela economia de matéria prima, pela redução das perdas de processo, pela redução na geração de resíduos e emissões além da melhoria da qualidade e saúde dos trabalhadores, tornando possível a obtenção de ganhos econômicos além de benefícios financeiros por resultados ambientais alcançados, suprindo desta maneira os custos necessários para efetuar melhorias ambientais em longo prazo, o que por sua vez, trará também resultados econômicos positivos.

Como fator motivador para que a empresa supere as barreiras para a implantação da P+L, foram apresentados os resultados obtidos pela aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica nos pontos indicados pelo representante da empresa como impactantes na geração de resíduos e emissões, demonstrando as possibilidades de ganhos econômicos e ambientais, despertando interesse por parte do respondente na implantação das ações sugeridas e dessa maneira tornando possível a superação das barreiras para implantação da P+L, corroborando com a proposição P2 ao citar que aplicação de um procedimento de avaliação econômica e ambiental em P+L contribui com a decisão de sua implantação em PMEs.

4.1.2 Estudo de caso na empresa “B”

A empresa “B” está localizada na cidade de Campo Limpo Paulista, interior de São Paulo e suas instalações estão distribuídas em um terreno de 5 mil m².

Fundada em 1978 a empresa atua no mercado de alimentadores, seus produtos atendem inúmeros segmentos, como Indústria Mecânica, Hospitalar, Automobilística, Plásticos, Alimentícia, Veterinária, Farmacêutica, Pecuária, Vestuário e todos os mercados que utilizam alimentadores por vibração.

A empresa “B” está classificada como de porte pequeno, contando atualmente com 28 funcionários diretos. O respondente foi o Sócio Diretor da empresa, com formação em Administração de Empresas e vinte anos de experiência na fabricação e comercialização de alimentadores.

4.1.2.1 Identificação das barreiras empresa “B”

Na entrevista identificaram-se as barreiras que são as mais impactantes para a empresa caso decida pela implantação da P+L.

A pontuação para a identificação das barreiras conforme apresentado no Quadro 7 foi feita seguindo as etapas estabelecidas no mecanismo, e conforme avaliação do respondente as barreiras técnicas são as mais difíceis de serem superadas, acompanhadas das barreiras culturais, econômicas, financeiras, regulamentações, governamentais e organizacionais.

Quadro 7 – Identificação das barreiras – respostas empresa “B”

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	5
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	4
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	6
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	7
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	2
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização frouxa e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	3
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	1
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

Fonte – Do autor

Com os resultados obtidos na entrevista, foi feita uma ponderação com o respondente mediante Matriz GUT. Os resultados dessa ponderação, de acordo com sua pontuação, são apresentados na Tabela 11.

Para as barreiras técnicas 45 pontos, barreiras culturais 36 pontos, barreiras econômicas 27 pontos, barreiras financeiras 27 pontos, barreiras regulamentações 8 pontos, barreiras governamentais 6 pontos e organizacionais 1 ponto, dessa maneira, confirmando que barreira mais urgente é a técnica.

Tabela 11 – Resultados GUT empresa “B”

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G)x(U)x(T)	SEQ.
Econômica	3	3	3	27	3
Financeira	3	3	3	27	4
Cultural	4	3	3	36	2
Técnica	5	3	3	45	1
Regulamentação	2	2	2	8	5
Governamental	3	1	1	3	6
Organizacional	1	1	1	1	7

Fonte – Do autor

Comparando-se as respostas dadas pelo respondente na tabela de identificação das barreiras com as respostas dadas na matriz GUT, se pode notar que existe a inversão entre as barreiras governamentais e regulamentação, porém, de uma forma geral existe coerência nas respostas, sendo assim possível identificar de maneira confiável o nível de dificuldade que cada barreira representa para que a empresa possa superá-la na decisão de implantação da P+L.

Na Tabela 12 é apresentada uma comparação entre os resultados encontrados no Quadro 7 de identificação das barreiras e na Tabela 11 de resultados do GUT, possibilitando ter uma visão mais precisa da confiabilidade das respostas fornecidas pelo respondente, ao indicar que a barreira técnica é a mais impactante para decisão de implantação da P+L.

Tabela 12 – Identificação de barreiras e GUT da empresa “B”

Tabela de Identificação de Barreiras e GUT empresa "B"		
BARREIRAS	PONTOS	G.U.T.
Econômica	5	27 - 3
Financeira	4	27 - 4
Cultural	6	36 - 2
Técnica	7	45 - 1
Regulamentação	2	08 - 5
Governamental	3	03 - 6
Organizacional	1	01 - 7

Fonte – Do autor

4.1.2.2 Análise das barreiras da empresa “B”

Nesta etapa foram observadas as deficiências dos equipamentos e máquinas utilizadas além do desconhecimento técnico dos profissionais da empresa em relação às questões ambientais, observações que confirmaram os resultados anteriores que direcionam para a barreira técnica como principal dificuldade para a empresa implantar a P+L.

Os gestores da empresa enfatizaram que somente a destinação correta dos resíduos gerados em seus processos é o bastante para promover a preservação ambiental, denotando com isso o foco no tratamento final de tubo. A P+L onera financeiramente muitas vezes menos a empresa que o tratamento final de tubo, além de possibilitar a obtenção de benefícios econômicos com sua implantação (HICKS; DIETMAR, 2006).

4.1.2.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica - empresa “B”

Na identificação dos pontos de geração de resíduos da empresa, foram realizadas observação pelo pesquisador no processo de fabricação de alimentadores vibratórios, (Figura 12) com o acompanhamento do respondente da empresa, o qual apontou o principal foco de geração de resíduos, os quais são causados por equipamentos obsoletos utilizados nos seu processo de fabricação. O respondente também forneceu as informações necessárias que possibilitaram a avaliação econômica e ambiental para complementar o mecanismo, tornando

possível apresentar à empresa uma alternativa de solução, permitindo uma visão prévia dos possíveis resultados econômicos e ambientais provenientes de ações direcionadas para a minimização dos impactos ambientais resultante dos seus processos produtivos.

A empresa fabrica seus produtos a partir de chapas de aço inox, cortando, dobrando, calandrandando e soldando de acordo com a necessidade do seu cliente, denotando uma grande variação dimensional.

Conforme apresentado na Figura 12 de fluxo de fabricação, a matéria prima (aço inox) segue inicialmente para o setor de corte, onde além do corte as chapas são dobradas e calandradadas, setor apontado pelo respondente como sendo o maior ponto de perdas em razão da grande quantidade de retalhos gerados e que não são reaproveitados no processo. Posteriormente as peças já conformadas seguem para o setor de solda para a fixação das partes formando a bandeja do alimentador. Em seguida as bandejas seguem para o setor de montagem, onde a bandeja é acoplada ao resto do conjunto do alimentador que envolve motores, calhas, etc., seguindo para a área de testes onde depois de testados e liberados são encaminhados para o estoque e enviados para os clientes.

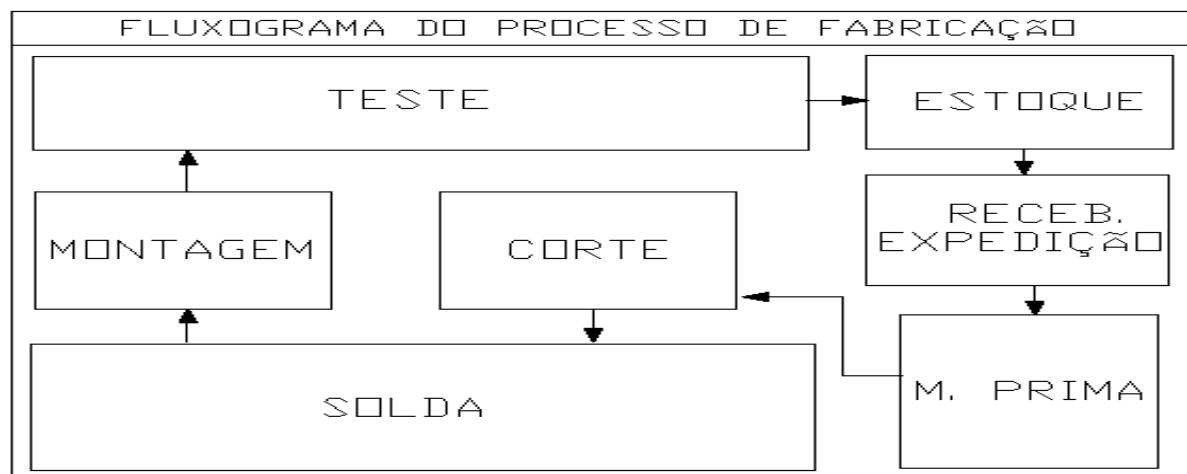


Figura 12 - Fluxograma do processo de fabricação da empresa “B”

Fonte – Do autor

São processadas em média 3,3 toneladas por mês de chapa de aço inox para a fabricação de 200 badejas para os alimentadores vibratórios, que pesam em média 15 kg cada. A perda de matéria prima no processo de fabricação ocorre na

proporção de 300 kg por mês e sua venda para reciclagem externa como sucata proporciona um retorno de R\$ 900,00.

Na primeira fase, denominada levantamento dos dados, foi constituído o balanço de massa anual referente à redução das perdas que pode ser obtida, com base na Massa (M) de resíduos gerados no processo de fabricação das bandejas de aço inox, podendo contribuir com a redução do impacto ambiental no ecossistema, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Balanço de massa e redução de perdas - empresa “B”

Componentes	Classificação	Local	Unidade mensal	Qt. de resíduos anual (kg)
Aço inox	Secundário	Processo de fabricação	200 kg	2.400 kg
<u>Material total economizado - MTE = 2.400 kg</u>				

Fonte – Do autor

Com a implantação da ação de P+L sugerida, o índice de perdas poderia ser reduzido para 100 kg por mês por meio do reaproveitamento dos retalhos de chapas de aço inox na fabricação de arruelas, visto que a empresa compra mensalmente 100.000 arruelas, que são utilizadas em toda a sua linha de produtos, o que em peso representa 200 kg e em dinheiro um montante de R\$ 3.400,00 por mês.

Na segunda fase realizou-se a avaliação econômica anual. Inicialmente foi orçado um investimento no processo de fabricação para implantar a P+L de R\$ 15.000,00 em detrimento da compra de uma prensa excêntrica com capacidade de 12 toneladas, para estampagem das arruelas, além do investimento de R\$ 6.000,00 na aquisição de ferramentas.

Os dados da Tabela 14 mostram que ocorreria inicialmente um aumento nos gastos operacionais com a implantação da P+L devido ao aumento no consumo de energia elétrica e mão de obra, entretanto, constatou-se a possibilidade do aproveitamento da sucata de aço inox em 200 kg por mês, representando 67% de redução de descartes pelo reaproveitamento na fabricação das arruelas, refletindo uma economia de R\$ 40.800,00 e um ganho econômico de R\$ 78.680,00 por ano.

Tabela 14 - Ganho econômico com a implantação de P+L na empresa “B”

Itens	Anual sem P+L	Anual com P+L	Economia
Aço inox	+R\$ 612.000,00	+R\$ 612.000,00	0
Sucata aço inox	+R\$ 61.200,00	+R\$ 20.400,00	-R\$ 40.800,00
Arruelas	+R\$ 48.000,00	0	-R\$ 48.000,00
Ganho com sucatas	-R\$ 10.800,00	-R\$ 3.600,00	+R\$ 7.200,00
Mão de obra	0	+R\$ 2.500,00	+R\$ 2.500,00
Energia Elétrica	0	+R\$ 420,00	+R\$ 420,00
TOTAL	R\$710.400,00	R\$631.720,00	R\$78.680,00
Ganho Econômico			R\$ 78.680,00

Fonte – Do autor

A mensuração do cálculo do retorno do investimento para a implantação da P+L, considerou o investimento no processo de fabricação de R\$ 21.000,00 e investimento de R\$ 2.500,00 em mão de obra. Assim, o capital investido poderá ser totalmente compensado em menos de um ano, conforme demonstrado no cálculo apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Cálculo de retorno de investimento na empresa “B”

Investimento em Equipamento	21.000					
Prazo de depreciação (anos)	10					
Depreciação Anual	2.100					
Redução de Custo Anual Obtida	78.690					
Depreciação Anual	-2.100					
Base para Cálculo do Imposto de Renda (IR)	76.590					
IRPJ + CSLL (Contrib. Social sobre Lucro)	30,0%					
Valor do IR + CSSL Anual	-22.977					
Redução de Custo Líquida Anual	53.613					
Redução de Custo Líquida Anual	53.613					
Depreciação Anual	2.100					
Geração de Caixa Anual	55.713					
Fluxo de Caixa	Ano 0 Ano 1 Ano 2 Ano 3 Ano 4 Ano 5					
Investimento	-21.000					
Geração de Caixa Anual		55.713	55.713	55.713	55.713	55.713
Fluxo de Caixa Total	-21.000	55.713	55.713	55.713	55.713	55.713
ROI ou TIR	264,9% ao ano					
Payback Descontado a 15% ao ano	0,56 anos					

Fonte – Do autor

Na Tabela 16 é apresentado um resumo geral das ações e resultados obtidos com a avaliação econômica realizada na empresa “B”, demonstrando a possibilidade de redução de perdas em 11,07% por meio da adoção das ações sugeridas.

Tabela 16 – Resumo da avaliação econômica na empresa “B”

EMPRESA "B" - AVALIAÇÃO ECONÔMICA				
INVESTIMENTO = R\$21.000,00 / RETORNO DO INVESTIMENTO = 5 MESES				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	GANHO	%
A. INOX	R\$ 710.400,00/ano	R\$ 631.720,00/ano	R\$ 78.680,00/ano	-11,07%

Fonte – Do autor

Na terceira fase, avaliou-se o ganho ambiental que ocorreria com a implantação de P+L na empresa. A Tabela 17 mostra a intensidade de material por compartimento (MIC) e a intensidade de material total (MIT).

Tabela 17 - Avaliação ambiental da empresa “B”

Componente	Setor	Compartimentos				Total por Componente
		Abiótico	Biótico	Água	Ar	
Aço inox	Processo de fabricação	2886,00		41026,00	566,00	44.478,00
Energia elétrica	Processo de fabricação	26,70		379,20	6,40	412,30
Mass Intensity per compartimento (MIC)		2912,70		41405,40	572,40	
Mass Intensity Total (MIT)						89.780,60

Fonte – Do autor

Na Tabela 18 é apresentado um resumo geral dos resultados obtidos com a avaliação ambiental realizada na empresa “B”, demonstrando a possibilidade de uma significativa redução dos impactos ambientais em 66,6% pela adoção das ações sugeridas

Tabela 18 - Resumo da avaliação ambiental na empresa “B”

EMPRESA "B" - AVALIAÇÃO AMBIENTAL				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
A. INOX / E.E.	3,6 T /ano	1.2 T /ano	2,4 T /ano	-66,60%
IMPACTO (MIT)	134,68 T / ano	44,89 T / ano	89,78 T / ano	-66,60%

Fonte – Do autor

Na ultima fase, desenvolveu-se a comparação entre o ganho econômico e ambiental. Os dados mostram que o Material Total Economizado (MTE), considerando os resíduos sólidos e líquidos que podem ser minimizados de 2.400 kg, que corresponde a 89.780,60 kg ao considerar a intensidade total do material no ecossistema. Com essas informações torna-se possível calcular os índices de ecoeficiencia.

Considerando em primeiro momento o Material Total Economizado (MTE) / Ganho Econômico (GE), obtemos a razão de 0,031. Quando se utiliza a escala global, em que Mass Intensity Total (MIT) / Ganho Econômico (GE) temos o valor de 1,14. Esse resultado mostra que além da empresa poder alcançar um ganho econômico de R\$ 78.680,00 por ano, o ganho ambiental apresenta índice de 1,11 maior em relação ao ganho econômico.

4.1.2.4 Sugestões de superação das barreiras na empresa “B”

A decisão de implantação da P+L pela empresa “B” está ligada à superação da barreira técnica como fator principal, e por meio da proposição P1 na análise das barreiras antes da implantação de P+L, foi possível o entendimento por parte do respondente, que por meio da implantação da P+L torna-se viável a aquisição de conhecimentos técnicos gerando retorno financeiro, permitindo a substituição de máquinas e equipamentos obsoletos por tecnologias limpas (FRIJNS; VLIET, 1999; SHI et al., 2003; HITCHENS et al., 2004).

Com o reaproveitamento do aço inox sugerida como alternativa para superação da barreira, o respondente se mostrou surpreso com os resultados possíveis pela implantação da P+L, em especial, com os caminhos viáveis para a obtenção de ganho econômico por meio da minimização das perdas de processo, o que lhe permitiu visualizar, entre outros, que o dinheiro gasto com o tratamento final de tubo pode ser revertido em investimento para melhorias técnicas e manutenção em máquinas e equipamentos. A implantação da P + L é compatível com o aproveitamento de oportunidades para a incorporação de tecnologias que permitam aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água, energia e reduzir impactos ambientais e riscos para os empregados (DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Com a apresentação dos resultados obtidos na aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica por meio do reaproveitamento dos descartes de

retalhos de aço inox, em conformidade com a proposição P2 quando da aplicação de um procedimento de avaliação econômica e ambiental em P+L que contribui com a decisão de sua implantação, o representante da empresa demonstrou interesse na implantação da P+L, interesse reforçado em razão dos possíveis ganhos econômicos e ambientais.

4.1.3 Estudo de caso na empresa “C”

A empresa “C” está localizada na cidade de São Paulo próximo ao largo do Socorro em Santo Amaro e suas instalações estão distribuídas em um terreno de 4 mil m². A empresa conta atualmente com 27 funcionários diretos, o que a classifica, segundo o SEBRAE (2012) como de pequeno porte.

O respondente foi o Diretor Administrativo da empresa com formação em Administração de Empresas e dez anos de experiência em usinagem leve e pesada na fabricação de peças por encomenda e seriadas.

Fundada em 2005 a empresa é certificada ISO 9001:2008 e atua na prestação de serviços de usinagem atendendo inúmeros segmentos como hospitalar, indústria automobilística, indústria plástica, indústria alimentícia, entre outros.

A empresa “C” atende aos requisitos da legislação ambiental estabelecidos pela CETESB no tocante às normas relacionadas com as emissões e ruídos e a correta destinação dos seus resíduos.

4.1.3.1 Identificação das barreiras empresa “C”

Por meio da entrevista realizada na empresa foi possível identificar as barreiras que são mais impactantes para a empresa caso, decida pela implantação da P+L.

A pontuação apresentada no Quadro 8 conforme avaliação do respondente apresenta as barreiras econômicas como as mais difíceis de serem superadas, acompanhadas das barreiras financeiras, técnicas, regulamentações, organizacionais, culturais e governamental.

Quadro 8 – Identificação das barreiras – respostas empresa “C”

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	7
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	6
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	2
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	5
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	4
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização frouxa e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	1
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	3
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

Fonte – Do autor

Com os resultados obtidos na entrevista foi feita uma ponderação com o respondente mediante Matriz GUT. Os resultados dessa ponderação, de acordo com sua pontuação, são apresentados na Tabela 19.

Para as barreiras econômicas 125 pontos, barreiras financeiras 100 pontos, barreiras técnica 80 pontos, regulamentação 80 pontos, barreiras organizacionais 27 pontos, barreiras culturais 18 pontos e barreira governamental 18 pontos, dessa maneira, confirmando que a barreira mais urgente é a econômica.

Tabela 19 – Resultados GUT empresa “C”

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G)x(U)x(T)	SEQ.
Econômica	5	5	5	125	1
Financeira	5	5	4	100	2
Cultural	3	3	2	18	6
Técnica	4	5	4	80	3
Regulamentação	5	4	4	80	4
Governamental	3	2	3	18	7
Organizacional	3	3	3	27	5

Fonte – Do autor

Comparando-se as respostas dadas pelo respondente na tabela de identificação das barreiras com as respostas dadas na matriz GUT, se pode notar que existe coerência nas respostas, sendo possível desta forma identificar de maneira confiável o nível de dificuldade que cada barreira representa para que a empresa possa superá-la na decisão de implantação da P+L.

Na Tabela 20 é apresentada uma comparação entre os resultados encontrados no Quadro 8 de identificação das barreiras e na Tabela 19 de resultados do GUT, possibilitando ter uma visão mais precisa da confiabilidade das respostas fornecidas pelo respondente ao indicar que a barreira econômica é a mais impactante para decisão de implantação da P+L.

Tabela 20 – Identificação de barreiras e GUT da empresa “C”

Tabela de Identificação de Barreiras e GUT empresa "C"		
BARREIRAS	PONTOS	G.U.T.
Econômica	7	125 - 1
Financeira	6	100 - 2
Cultural	2	018 - 6
Técnica	5	080 - 3
Regulamentação	4	080 - 4
Governamental	1	018 - 7
Organizacional	3	027 - 5

Fonte – Do autor

4.1.3.2 Análise das barreiras da empresa “C”

Na etapa dois de análise das barreiras, por meio da visita na fábrica feita pelo pesquisador com o respondente, foram observados problemas no processo produtivo da empresa que estão ligados à falta de investimentos em melhorias decorrentes das dificuldades econômicas que a empresa enfrenta no seu dia a dia.

Um dos problemas apontados pelo representante da empresa e também observado pelo pesquisador durante a visita foi a grande perda de óleo de corte que é arrastado nos cavacos durante o processo de usinagem em razão do grande número de máquinas e diversidade de produtos no processo de fabricação, além da contaminação do solo causado por este mesmo óleo quando do armazenamento dos cavacos antes do sua destinação.

Estes problemas não são resolvidos em razão das dificuldades econômicos da empresa, sendo que o dinheiro disponível é aplicado em ações que promovam, de alguma maneira, ganhos econômicos para garantir a sobrevivência da empresa não se levando em conta os fatores ambientais, exceto quando do cumprimento de regulamentações.

Nesta condição, a P+L permite a obtenção de recursos financeiros para suprir os custos necessários para efetuar as melhorias ambientais em longo prazo, pois ela permite que por meio de ações, por vezes, com pouco custo, alcançar retorno econômico (WANG, 1999).

Os resultados obtidos na etapa de identificação das barreiras apontam a barreira econômica como a principal barreira para a implantação da P+L pela empresa.

4.1.3.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica - empresa “C”

Para solucionar o problema da perda de óleo de corte no processo de usinagem, a empresa disponibilizou as informações necessárias que possibilitaram a avaliação econômica e ambiental para complementar o mecanismo, tornando possível apresentar uma alternativa de solução para que a empresa tenha uma visão prévia dos possíveis resultados econômicos e ambientais provenientes de ações direcionadas para a minimização dos impactos ambientais resultantes dos seus processos produtivos, processo que é apresentado na Figura 13 por meio do fluxograma do processo de fabricação, na qual, a matéria prima é rebebida e enviada para o setor de usinagem, sendo processada. Após o processo de usinagem as peças são inspecionadas e estocadas, sendo posteriormente enviadas para os clientes.

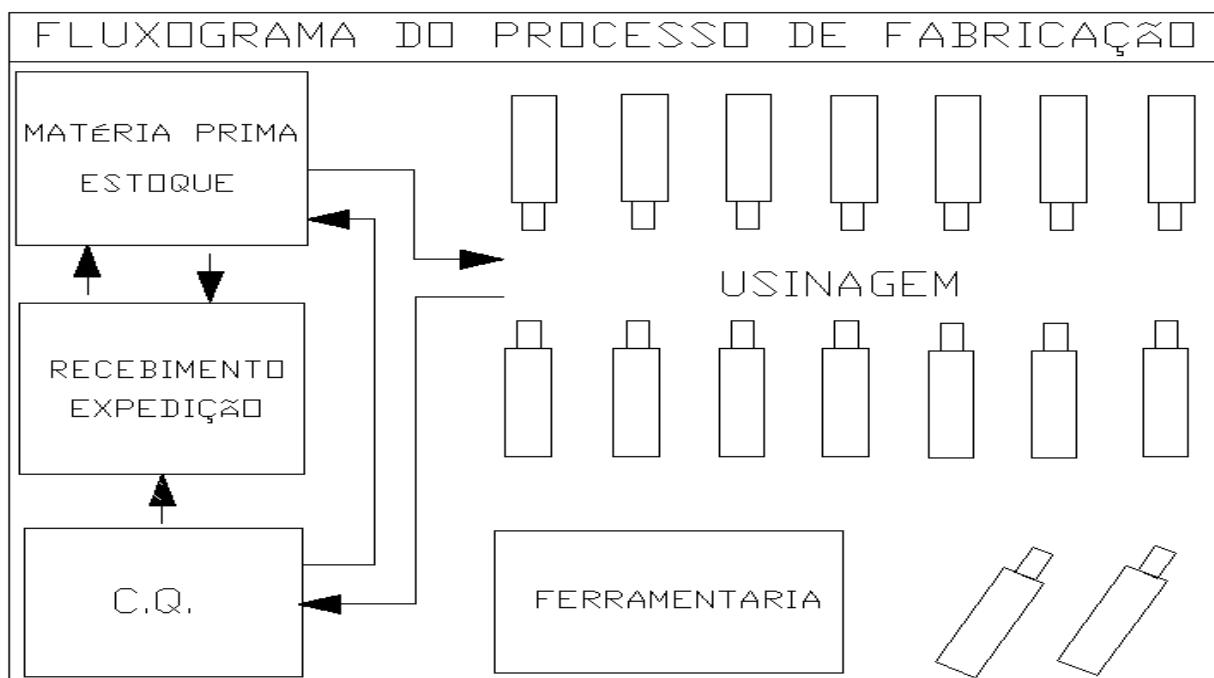


Figura 13 - Fluxograma do processo de fabricação da empresa “C”

Fonte – Do autor

A empresa utiliza em seus processos de usinagem 300 litros de óleo de corte por mês a um custo de R\$ 25,00 o litro, sendo que estes 300 litros de óleo são diluídos a uma proporção de 20 x 1, ou seja, 6.000 litros de óleo diluídos por mês.

A perda de óleo no processo de fabricação ocorre na proporção de 30 % em

função do arraste junto aos cavacos, ocasionando uma perda de 1.800 litros de óleo diluído que são descartados com as sucatas.

Com a aplicação da sugestão de P+L feita para a empresa, as perdas de óleo de corte podem ser reduzidas de 30% para 5%.

Na primeira fase, denominada levantamento dos dados, foi constituído o balanço de massa anual conforme apresentado na Tabela 21, referente à redução das perdas que pode ser obtida, com base na Massa (M) de resíduos gerados no processo de usinagem podendo contribuir com a redução do impacto ambiental no ecossistema.

Tabela 21 - Balanço de massa e redução de perdas - empresa “C”

Componentes	Classificação	Local	Unidade mensal	Qt. de resíduos anual (kg)
Óleo de corte	Secundário	Processo de fabricação	75 kg	900 kg
Água	H2O	Processo de fabricação	1.500 kg	18.000kg
Material total economizado - MTE = 18.900 kg				

Fonte – Do autor

Com a implantação das ações de P+L sugeridas, o índice de perdas de óleo poderia ser reduzido para 5% por mês por meio do reaproveitamento do óleo de corte no próprio processo de usinagem.

Na segunda fase, realizou-se a avaliação econômica anual. Inicialmente foi orçado um investimento no processo de fabricação para implantar a P+L de R\$ 12.000,00 em detrimento da compra de bandejas para recolhimento do óleo de corte adaptada nas esteiras transportadoras de sucatas nas 16 máquinas CNC no setor de usinagem.

Os dados da Tabela 22 mostram os resultados referentes ao ganho econômico que ocorreria com a implantação das ações propostas.

Tabela 22 - Ganhos econômicos com implantação de P+L na empresa "C"

Itens	Anual sem P+L	Anual com P+L	Economia
Óleo de corte	+R\$ 90.000,00	+R\$ 67.500,00	-R\$ 22.500,00
Água	+R\$ 720,00	+R\$ 540,00	-R\$ 180,00
TOTAL	R\$ 90.720,00	R\$ 68.040,00	R\$ 22.680,00
Ganho Econômico			R\$ 22.680,00

Fonte – Do autor

A mensuração do cálculo do retorno do investimento para a implantação da P+L considerou o investimento no processo de fabricação de R\$ 12.000,00 feitos nas bandejas para coleta do óleo de corte como explicado anteriormente. Assim, o capital investido poderá ser totalmente compensado em 13 meses, conforme demonstrado no cálculo apresentado na Tabela 23.

Tabela 23 – Cálculo de retorno de investimento na empresa "C"

Investimento em Equipamento	12.000
Prazo de depreciação (anos)	10
Depreciação Anual	1.200
Redução de Custo Anual Obtida	22.680
Depreciação Anual	-1.200
Base para Cálculo do Imposto de Renda (IR)	21.480
IRPJ + CSLL (Contrib. Social sobre Lucro)	30,0%
Valor do IR + CSSL Anual	-6.444
Redução de Custo Líquida Anual	15.036
Redução de Custo Líquida Anual	15.036
Depreciação Anual	1.200
Geração de Caixa Anual	16.236
Fluxo de Caixa	Ano 0
Investimento	-12.000
Geração de Caixa Anual	16.236
Fluxo de Caixa Total	16.236
ROI ou TIR	133.3% /ano
Payback Descontado a 15% ao ano	1,10 anos

Fonte – Do Autor

Desta forma, torna-se possível mensurar o ganho econômico que a empresa poderá obter caso implante a P+L.

Na Tabela 24 é apresentado um resumo geral das ações e resultados obtidos com a avaliação econômica realizada na empresa “C”, demonstrando a possibilidade de redução de perdas em 25% com a adoção das ações propostas.

Tabela 24 – Resumo da avaliação econômica na empresa “C”

EMPRESA "C" - AVALIAÇÃO ECONÔMICA				
INVESTIMENTO = R\$12.000,00 / RETORNO DO INVESTIMENTO = 1 ANO E 3 MESES				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
ÓLEO	R\$ 90.000,00/ano	R\$ 67.500,00/ano	R\$ 22.500,00/ano	-25,00%
ÁGUA	R\$ 720,00/ano	R\$ 540,00/ano	R\$ 180,00/ano	-25,00%
TOTAL	R\$ 90.720,00/ano	R\$ 68.040,00/ano	R\$ 22.680,00/ano	-25,00%

Fonte – Do autor

Na terceira fase, avaliou-se o ganho ambiental com a implantação de P+L na empresa. A Tabela 24 mostra a intensidade de material por compartimento (MIC) e a intensidade de material total (MIT).

Tabela 25 - Avaliação ambiental da empresa “C”

Componente	Setor	Compartimentos				Total por Componente
		Abiótico	Biótico	Água	Ar	
Óleo de corte	Processo de fabricação	16.320		11.340	24	27.684
Água	Processo de fabricação	120		15.600	0	15.720
Mass Intensity per compartimento (MIC)		16.440		26.940	24	
Mass Intensity Total (MIT)						86.808,00

Fonte – Do autor

Na Tabela 26 é apresentado um resumo geral dos resultados obtidos com a avaliação ambiental realizada na empresa “C”, demonstrando a possibilidade de redução dos impactos ambientais em 83,81%, pela adoção das ações propostas.

Tabela 26 - Resumo da avaliação ambiental na empresa “C”

EMPRESA "C" - AVALIAÇÃO AMBIENTAL				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
ÓLEO	1,08 T /ano	0,18 T /ano	0,9 T /ano	-83,81%
ÁGUA	21,6 T /ano	3,6 T /ano	18 T /ano	-83,81%
TOTAL	22,68 T/ ano	3,78 / ano	18,9 T /ano	-83,81%
IMPACTO (MIT)	103,58 T/ ano	16,77 T/ ano	86,81 T/ ano	-83,81%

Fonte – Do autor

Na ultima fase desenvolveu-se a comparação entre o ganho econômico e ambiental. Os dados mostram que o Material Total Economizado (MTE) considerando os resíduos sólidos e líquidos minimizados de 18.900 kg, corresponde a 86.808 kg ao considerar a intensidade total do material no ecossistema. Com essas informações torna-se possível calcular os índices de ecoeficiencia.

Considerando em primeiro momento o Material Total Economizado (MTE) / Ganho Econômico (GE), obtemos a razão de 0,83. Quando se utiliza a escala global, em que *Mass Intensity Total* (MIT) / Ganho Econômico (GE) temos o valor de 3,82. Esse resultado mostra que além da empresa poder alcançar um ganho econômico de R\$ 22.680,00 por ano, o ganho ambiental apresenta índice de 2,99 maior que o econômico.

4.1.3.4 Sugestões de superação das barreiras na empresa “C”

A implantação da P+L pela empresa “C” está relacionada à superação da barreira econômica como fator principal, e a análise das barreiras, conforme apresentado na proposição P1 possibilitou entender que, com a implantação da P+L torna-se possível obter ganhos para investimentos na substituição de máquinas e equipamentos obsoletos por tecnologias limpas.

A atualização tecnológica realizada com base na P+L, permite a obtenção de benefícios ambientais, econômicos e de saúde e segurança ocupacional a partir da redução no consumo de matérias-primas, água e energia, bem como na geração de resíduos e nas emissões (DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Foram sugeridas alternativas para superação das barreiras ao respondente, que, num primeiro momento, se mostrou indiferente não acreditando em ganhos econômicos com ações voltadas para melhorias ao meio ambiente.

Os resultados do estudo alinhados com a proposição P2 na aplicação do procedimento de avaliação econômica e ambiental, conforme apresentado ao respondente da empresa demonstrando que é possível obter ganhos econômicos e ambientais por meio da minimização das perdas de processo, possibilitou o entendimento dos objetivos da P+L como um instrumento benéfico que possibilita bons resultados.

O respondente nos solicitou outras visitas, com o objetivo de melhor entendimento sobre o mecanismo e o real benefício que a P+L pode proporcionar para a empresa, tanto econômicos como ambiental, despertando assim, seu interesse na implantação da P+L.

4.1.4 Estudo de caso na empresa “D”

A empresa “D” conforme SEBRAE (2012) está classificada como de porte pequeno contando com 32 funcionários diretos. O respondente foi o Gerente Industrial da empresa, com formação em Administração de Empresas e Engenharia Mecânica e vinte anos de experiência em indústrias metalúrgicas, na fabricação dos mais diversos produtos, em grandes ou pequenos volumes, em série ou sob encomenda.

A empresa está localizada na cidade de São Paulo próximo ao autódromo de Interlagos. Suas instalações estão distribuídas em um terreno de 10 mil m² e a empresa é certificada ISO 9001:2008 desde 2004.

Com mais de 30 anos de atuação no mercado nacional na fabricação de peneiras granulométricas e filtros metálicos, a empresa também fornece serviços de calibração para peneiras granulométricas. Seus produtos atendem segmentos como laboratórios, mineradoras, indústrias alimentícias entre outras.

Recentemente a empresa alcançou a certificação ISO/IEC 17025, que a

qualifica para efetuar aferições e calibrações dimensionais nos fios e aberturas das telas das peneiras granulométricas, tanto fabricadas por ela, como também para calibração das peneiras fabricadas pelos concorrentes.

A NBR ISO/IEC 17025, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT (2001), estabelece requisitos gerenciais e técnicos para a implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração. É reconhecida e utilizada mundialmente como referência para gestão da qualidade e para a competência técnica de laboratórios, estabelecendo requisitos gerenciais e técnicos para laboratórios em fornecer resultados de ensaios e calibração tecnicamente validos. A empresa “D” atende aos requisitos da legislação com a correta destinação dos seus resíduos.

4.1.4.1 Identificação das barreiras empresa “D”

Na entrevista realizada com o Gerente Industrial, identificaram-se as barreiras que são as mais impactantes para a empresa caso decida pela implantação da P+L, observou-se também por parte do respondente o pouco interesse em relação aos problemas ambientais ocasionados pelo processo de fabricação da empresa, além do desconhecimento sobre os benefícios econômicos possíveis de serem obtidos com ações voltadas para melhorias ambientais.

Ficou claro também, que a empresa pouco se empenha na conscientização dos funcionários em relação às questões ambientais, focando seus treinamentos em ações voltadas aos processos de fabricação e produtos, dando pouca atenção a ações relacionadas com o meio ambiente.

A pontuação para a identificação das barreiras conforme apresentado no Quadro 9 foi feita seguindo as etapas estabelecidas no mecanismo, e conforme avaliação do respondente, as barreiras culturais são as mais difíceis de serem superadas, acompanhadas das barreiras técnicas, econômicas, financeiras, regulamentações, governamentais e organizacionais.

Quadro 9 – Identificação das barreiras – respostas empresa “D”

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	5
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	4
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	7
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	6
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	3
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização frouxa e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	2
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	1
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

Fonte – Do autor

Com os resultados obtidos na entrevista, foi feita uma ponderação com o respondente, mediante Matriz GUT. Os resultados dessa ponderação, de acordo com sua pontuação, são apresentados na Tabela 27 e descritos abaixo:

Para a barreira cultural 100 pontos, barreira técnica 64 pontos, barreira econômica 60 pontos, barreira financeira 27 pontos, barreira organizacional 9 pontos, regulamentações 3 pontos e governamental 2 pontos, dessa maneira confirmando que barreira mais urgente é a cultural.

Tabela 27 – Resultados GUT empresa “D”

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G)x(U)x(T)	SEQ.
Econômica	5	4	3	60	3
Financeira	3	3	3	27	4
Cultural	4	5	5	100	1
Técnica	4	4	4	64	2
Regulamentação	3	1	1	3	6
Governamental	2	1	1	2	7
Organizacional	3	3	1	9	5

Fonte – Do autor

Comparando-se as respostas dadas pelo respondente na tabela de identificação das barreiras com as respostas dadas na matriz GUT, foi possível identificar de maneira confiável o nível de dificuldade que cada barreira representa para que a empresa possa superá-la na decisão de implantação da P+L.

Na Tabela 28 é apresentada uma comparação entre os resultados encontrados no Quadro 9 de identificação das barreiras e na Tabela 27 de resultados do GUT, possibilitando ter uma visão mais precisa da confiabilidade das respostas fornecidas pelo respondente ao indicar que a barreira cultural é a mais impactante para decisão de implantação da P+L.

Tabela 28 – Identificação de barreiras e GUT da empresa “D”

Tabela de Identificação de Barreiras e GUT empresa "D"		
BARREIRAS	PONTOS	G.U.T.
Econômica	5	060 - 3
Financeira	4	027 - 4
Cultural	7	100 - 1
Técnica	6	064 - 2
Regulamentação	3	003 - 6
Governamental	2	002 - 7
Organizacional	1	009 - 5

Fonte – Do autor

4.1.4.2 Análise das barreiras da empresa “D”

Na etapa dois de análise das barreiras, foram observados os problemas referentes às dificuldades culturais existente na empresa conforme apontado pelo respondente na identificação das barreiras.

Alguns aspectos que existem em pequenas empresas dificultam sobre maneira qualquer tipo de mudança, aspectos como funcionários com muito tempo de casa ou de confiança dos gestores, que executam por muito tempo as mesmas atividades e sempre da mesma maneira, e até mesmo de gestores que não tem conhecimentos sobre os problemas ambientais causados por sua empresa, entendendo assim, que não há motivos para mudar.

Nessa empresa os aspectos culturais ficaram bastante evidentes durante a visita, quando se pode notar muita resistência dos funcionários em relação a qualquer mudança proposta, entendendo todos que a destinação correta dos seus descartes de maneira a atender a legislação ambiental é suficiente para a preservação do meio ambiente, enfatizando com isso o tratamento final de tubo, motivados pela falta de conscientização dos gerentes e funcionários, que não têm conhecimentos dos benefícios econômico e ambiental da P+L (SHI *et al.*, 2003).

Essa observação esta de acordo com os resultados anteriores que direcionam para a barreira cultural como a principal barreira para empresa implantar a P+L. A falta de conhecimento é um problema que dificulta a adoção de melhorias na empresa e para solucionar este problema, os treinamentos sobre os problemas ambientais ajudam no entendimento dos aspectos econômicos que estão envolvidos nas questões ambientais da empresa (FRIJNS; VLIET, 1999).

Entende-se que problemas culturais podem ser resolvidos por meio de treinamentos em educação ambiental. O treinamento em educação ambiental possibilita sensibilizar os envolvidos contribuindo com a conscientização em relação à resistência às mudanças em termos ambientais, tornado possível a aplicação da P+L no sistema produtivo, gerando ganhos econômicos por meio do reuso de resíduos, economia de matéria prima e insumos, água, energia (UNEP, 1990).

4.1.4.3 Aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica - empresa "D"

Por solicitação do respondente, um ponto no processo de produção da empresa foi estudado, em razão do grande volume de perdas de matéria prima que nele ocorre.

Foi feito uma análise no processo de fabricação de peneiras granulométricas, o qual se inicia na tecelagem das telas metálicas no setor de teares, posteriormente são enviadas para o setor de estamparia e corte sendo em seguida encaminhado para a solda, setor onde por indicação do respondente, ocorre grande perda de matéria prima no momento do corte do excesso de tela soldada ao aro. Em seguida as peneiras prontas são encaminhadas para o estoque e expedição, conforme mostra o fluxograma apresentado na Figura 14. No processo de fabricação de peneiras, são produzidas quinhentas peneira por dia em diferentes diâmetros e malhas.

No ponto indicado pelo respondente onde ocorre grande perda de matéria prima, ou seja, na solda da tela ao aro de inox, o retalho de tela que é cortada é sempre maior que o diâmetro do aro em uma proporção de 100%, para permitir o seu estiramento por meio de dispositivo pneumático, sendo assim necessária uma sobra significativa nas laterais para possibilitar a pega da tela no dispositivo.

Como resultado desta operação, ocorre uma perda superior a 54% da tela de inox, que não pode ser reaproveitada em razão do seu estiramento no momento da solda, o que provoca variações dimensionais em suas aberturas.

O respondente forneceu as informações necessárias para a avaliação econômica e ambiental, tornando possível apresentar à empresa uma alternativa de solução, permitindo assim uma visão prévia dos possíveis resultados econômicos e ambientais provenientes de ações direcionadas para a minimização dos impactos ambientais resultante dos seus processos produtivos.

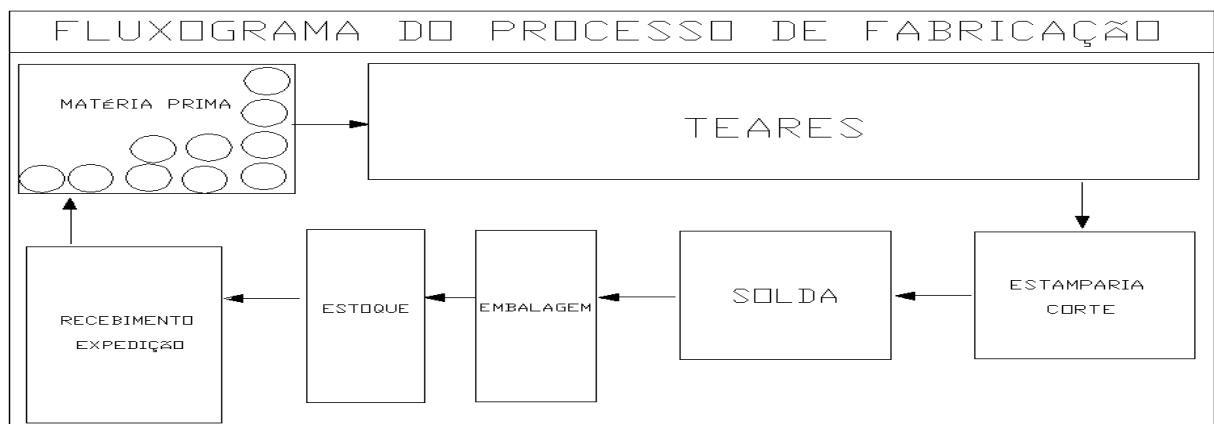


Figura 14 - Fluxograma do processo de fabricação da empresa “D”

Fonte – Do autor

São processados em média 2.500 kg por mês de telas de aço inox para a fabricação de 500 peneiras granulométricas, a um custo de R\$ 80,00 o kg, resultando em um gasto mensal com telas de aço inox de R\$ 200.000,00.

Conforme informou o respondente, as telas têm varias medidas de aberturas e fios, e estas dimensões devem atender as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) além de serem calibradas, motivo do seu alto custo.

A perda de matéria prima no processo de fabricação ocorre na proporção de 1375 kg por mês e sua venda para reciclagem externa como sucata proporciona um retorno de R\$ 4.125,00 para a empresa.

Como alternativa de solução para o problema, foi feita a sugestão de inversão do processo de estiramento da tela, executando-se esta operação após a solda da tela no aro, estirando-se a tela por meio de um dispositivo colocado dentro do aro pressionando-se com uma prensa hidráulica manual até que a tela esteja perfeitamente estirada.

Com a implantação da alteração proposta, a tela poderia ser cortada no diâmetro do aro para a solda, pois, não haveria necessidade de sobras para o seu estiramento, tendo assim uma perda de apenas 10% de telas, reduzindo a perda mensal de 1.375 kg para 250 kg.

Na primeira fase, denominada levantamento dos dados, foi constituído o balanço de massa anual referente à redução das perdas que pode ser obtida, com base na Massa (M) de resíduos gerados no processo de fabricação de peneiras granulométricas de aço inox, podendo contribuir com a redução do impacto

ambiental no ecossistema, conforme mostra a Tabela 29.

Tabela 29 - Balanço de massa e redução de perdas - empresa “D”

Componentes	Classificação	Local	Unidade mensal	Qt. de resíduos anual (kg)
Aço inox	Secundário	Processo de fabricação	1.125 kg	13.500 kg
Material total economizado - MTE = 13.500 kg				

Fonte – Do autor

Na segunda fase, realizou-se a avaliação econômica anual. Inicialmente foi orçado um investimento no processo de fabricação para implantar a P+L de R\$ 20.000,00 em detrimento da compra de uma prensa hidráulica manual com capacidade de 10 toneladas para promover o estiramento das telas depois de soldadas no aro, e mais R\$ 6.200,00 para a confecção dos dispositivos internos de estiramento das telas.

Inicialmente ocorreria um aumento nos gastos operacionais com a implantação da P+L devido aos investimentos feitos com a prensa e dispositivos, entretanto, conforme apresentado na Tabela 30, constatou-se um ganho econômico significativo com a redução dos descartes em função do melhor aproveitamento das telas, refletindo uma redução de 81,8 % na sucata.

Tabela 30 - Ganho econômico com implantação de P+L na empresa “D”

Itens	Anual sem P+L	Anual com P+L	Economia
Telas de aço inox	+R\$ 2.400.000,00	+R\$ 1.320.000,00	-R\$ 1.080.000,00
Sucatas de aço inox	-R\$ 49.800,00	-R\$ 9.000,00	+R\$ 40.800,00
TOTAL	R\$ 2.350.200,00	R\$ 1.311.000,00	R\$ 1.039.200,00
Ganho Econômico			R\$ 1.039.200,00

Fonte – Do autor

A redução das perdas de telas de aço inox de 1375 kg para 250 kg por mês, que equivale a 81,8%, reflete uma redução no consumo total de telas de aço inox de 2.500 kg para 1.375 kg por mês para fabricação de 500 peneiras, projetando uma redução no consumo total de telas de aço inox em 44,2%.

A mensuração do cálculo do retorno do investimento para a implantação da P+L, considerou o investimento no processo de fabricação de R\$ 26.200,00 em máquinas e ferramentas. Assim, o capital investido poderá ser totalmente compensado em menos de um ano, conforme demonstrado no cálculo apresentado na Tabela 31.

Tabela 31 – Cálculo de retorno de investimento na empresa “D”

Investimento em Equipamento	26.200
Prazo de depreciação (anos)	10
Depreciação Anual	2.620
Redução de Custo Anual Obtida	22.680
Depreciação Anual	-2.620
Base para Cálculo do Imposto de Renda (IR)	20.060
IRPJ + CSLL (Contrib. Social sobre Lucro)	30,0%
Valor do IR + CSSL Anual	-6.018
Redução de Custo Líquida Anual	14.042
Redução de Custo Líquida Anual	14.042
Depreciação Anual	2.620
Geração de Caixa Anual	16.662
Fluxo de Caixa	Ano 0 Ano 1 Ano 2 Ano 3 Ano 4 Ano 5
Investimento	-26.200
Geração de Caixa Anual	16.642 16.642 16.642 16.642 16.642
Fluxo de Caixa Total	-26.200 16.642 16.642 16.642 16.642 16.642
ROI ou TIR	194,1% /ano
Payback Descontado a 15% ao ano	0,76 anos

Fonte – Do autor

Desta forma, é possível mensurar o ganho econômico que a empresa obterá com a implantação da P+L.

Na Tabela 32 é apresentado um resumo geral das ações e resultados obtidos com a avaliação econômica realizada na empresa “D”, demonstrando a possibilidade de redução de perdas em 44,2% com a adoção das ações propostas.

Tabela 32 – Resumo da avaliação econômica na empresa “D”

EMPRESA "D" - AVALIAÇÃO ECONÔMICA				
INVESTIMENTO = R\$26.200,00 / RETORNO DO INVESTIMENTO = 7 MESES				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
TELA INOX	R\$ 2.350.200,00/ano	R\$ 1.311.000,00/ano	R\$ 1.039.200,00/ano	-44,20%

Fonte – Do autor

Na terceira fase, avaliou-se o ganho ambiental com a implantação de P+L na empresa. A Tabela 33 mostra a intensidade de material por compartimento (MIC) e a intensidade de material total (MIT).

Tabela 33 - Avaliação ambiental da empresa “D”

Componente	Setor	Compartimentos				Total por Componente
		Abiótico	Biótico	Água	Ar	
Aço inox	Processo de fabricação	190.476,00		2.707.716,00	37.356,00	2.935.548,00
Mass Intensity per compartimento (MIC)		190.476,00		2.707.716,00	37.356,00	
Mass Intensity Total (MIT)						5.871.096,00

Fonte – Do autor

Na Tabela 34 é apresentado um resumo geral dos resultados obtidos com a avaliação ambiental realizada na empresa “C”, demonstrando a possibilidade de redução dos impactos ambientais em 81,82%, pela adoção das ações propostas.

Tabela 34 - Resumo da avaliação ambiental na empresa “D”

EMPRESA "D" - AVALIAÇÃO AMBIENTAL				
ITEM	PERDAS S/ P+L	PERDAS C/ P+L	REDUÇÃO	%
TELA INOX	16,5 T/ano	3 T/ano	13,5 T/ano	-81,82%
IMPACTO (MIT)	7.175,5 T/ano	1.304,5 T/ano	5.871 T/ano	-81,82%

Fonte – Do autor

Na ultima fase, desenvolveu-se a comparação entre o ganho econômico e ambiental. Os dados mostram que o Material Total Economizado (MTE), considerando os resíduos sólidos e líquidos minimizados de 13.500 kg que corresponde a 5.871.096 kg ao considerar a intensidade total do material no ecossistema. Com essas informações torna-se possível calcular os índices de ecoeficiencia.

Considerando em primeiro momento o Material Total Economizado (MTE) / Ganho Econômico (GE), obtemos a razão de 0,013. Quando se utiliza a escala global, em que *Mass Intensity Total* (MIT) / Ganho Econômico (GE) temos o valor de 5,65. Esse resultado mostra que além da empresa poder alcançar um ganho econômico de R\$ 1.039.200,00 por ano, o ganho ambiental apresenta índice 5,637 maior que o econômico.

4.1.4.4 Sugestões de superação das barreiras na empresa “D”

A implantação da P+L pela empresa “D” está diretamente ligada à superação da barreira cultural como fator principal. Conforme a proposição P1 na análise das barreiras torna-se possível com a implantação da P+L o retorno financeiro permitindo investimento em treinamentos para conscientização ambiental, com o objetivo de eliminar as resistências para a implantação da P+L. O treinamento em educação ambiental possibilita sensibilizar os envolvidos (SHI *et al.*, 2003) contribuindo com a conscientização (FRIJNS; VLIET, 1999; VAN BERKEL, 2007) em relação à resistência às mudanças em termos ambientais (SHI *et al.*, 2003; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Com a apresentação dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia de avaliação ambiental e econômica, corroborando com a proposição P2, o representante entendeu a importância das ações ambientais obtidas por meio de ações voltadas para o ganho econômico, se mostrando interessado no mecanismo, mais exatamente com os ganhos econômicos que a empresa pode obter com sua aplicação na superação das barreiras para a implantação da P+L.

4.2 ANALISE INTERCASOS E IDENTIFICAÇÃO DE CAUSALIDADE

No processo de discussão dos dados foi adotada a análise intercasos, com o objetivo de constatar semelhanças e diferenças entre os casos pesquisados, conforme fundamenta Miles e Huberman (1994). Foram analisadas semelhanças e diferenças nos resultados da aplicação das etapas do mecanismo para superação das barreiras na implantação da P+L em PMEs, possibilitando consubstanciar o Quadro 10.

Quadro 10. Análise intercasos – semelhanças e diferenças

PROPOSIÇÕES	ETAPAS DO MECANISMO	SEMELHANÇAS	DIFERENÇAS
P1- A análise das barreiras antes da implantação de P+L permite desenvolver mecanismos de superação direcionando para sua implantação em PMEs	Análise das barreiras	Identificação das barreiras	Nas empresas "A" e "C" a barreira econômica é a mais impactante para a decisão de implantação da P+L.
			Na empresa "B" a mais impactante é a barreira técnica e na empresa "D" a barreira cultural.
			A barreira econômica é tratada como transversal por ser preponderante na decisão da implantação da P+L. GUT = 8
			A barreira técnica está relacionada com a falta de mão de obra especializada e máquinas obsoletas GUT = 10. Para investirem em tecnologia limpa o retorno do investimento rápido deve ser rápido.
			As empresas têm dificuldades para obtenção de recursos financeiros com maior intensidade nas empresas A e C com pontuação 2 e em menor na B e D com pontuação 4. GUT = 12
			A barreira cultural está relacionada com a falta de treinamentos e o desconhecimento de possíveis ganhos econômicos com ações de melhorias ambientais.
			As empresas procuram atender as regulamentações GUT acima de 4 apenas para evitar penalizações,
			A barreira organizacional apresenta baixo impacto com pontuação acima de 5, por receio dos respondentes em atribuir responsabilidade para a própria empresa .
			Em três empresas pesquisadas constatou-se baixo impacto, com pontuação acima de 6 sobre as ações governamentais para incentivo da implantação da P+L
			Em uma empresa a barreira governamental apresenta impacto relevante (3), denotando conhecimento com as ações do governo em relação aos incentivos financeiros para implantação de P+L.
P2 - A aplicação de um procedimento de avaliação econômica e ambiental em P+L contribui com a decisão de sua implantação em PMEs.	Avaliação ambiental e econômica		Empresa "A" - possibilidade de ganho R\$112.031,40 com o reuso de água e redução de matéria prima por ano. Empresa "B" – oportunidade de ganho R\$ 57.680,00 por reuso de matéria prima. Empresa "C" - possibilidade de ganho R\$ 22.800,00 na economia no consumo de óleo de corte por ano. Empresa "D" – ganho de R\$1.080.000,00 na economia de matéria prima por ano.
			A Empresa "A" – possibilidade de ganho ambiental de 3.272.048,25 kg com reuso de água e redução no consumo de matéria prima por ano. Empresa "B" – ganho ambiental de 89.780,00 kg com reuso de matéria prima por ano. Empresa "C" oportunidade de ganho ambiental de 86.808,00 kg com economia no consumo de óleo. Empresa "D" possibilidade de ganho ambiental de 5.871.096,00 kg.
	Sugestões de superação das barreiras para implantação da P+L.		Os ganhos ambientais foram mais expressivos comparados com os ganhos econômicos em todas as empresas
			Nas empresas "A" e "D" os índices ambientais calculados são significativamente maiores 11,95 e 5,424, que as empresas "B" e "C" 1,518 e 3,24 pela redução do consumo de matéria prima.
			Nas empresas "B" a principal barreira é a técnica. Foi sugerida a implantação da P+L para aquisição de conhecimentos e correta aplicação dos recursos, gerando ganhos econômicos. Na empresa "D" a principal barreira é a cultural. Foi sugerida a implantação da P+L, que possibilita ganhos econômicos para investimentos em treinamentos de conscientização ambiental.

Fonte – Do autor

Na primeira etapa de identificação das barreiras foi constatada que, nas empresas “A” e “C” a barreira econômica é a mais impactante para a decisão de implantação da P+L sendo que na empresa “B” a mais impactante é a barreira técnica e na empresa “D” a barreira cultural.

Para a análise intercasos em relação à segunda etapa que visa a análise das barreiras, realizou-se a comparação dos resultados GUT constatados em cada caso, conforme mostra a Tabela 35. Para a análise e discussão dos dados considera-se que quanto menor o valor total é mais impactante, com isso a Tabela 35 está organizada da mais impactante para a de menor impacto.

Tabela 35 - Comparação dos resultados GUT em cada caso

BARREIRA	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Total
Econômica	1	3	1	3	8
Financeira	4	1	3	2	10
Cultural	2	4	2	4	12
Técnica	6	2	6	1	15
Regulamentação	7	5	4	6	22
Governamental	5	7	5	5	22
Organizacional	3	6	7	7	23

Fonte – Do autor

A barreira econômica é tratada como transversal por ser preponderante na decisão para implantação da P+L em todas as empresas estudadas. Nas empresas “A” e “C” a barreira econômica foi citada como a principal na decisão da implantação da P+L (Pontuação 1), na empresa “B” a barreira técnica e na “D” a barreira cultural, porém, em ambas as empresas “B” e “D” observou-se que essas barreiras estavam diretamente ligadas às dificuldades econômicas das empresas em investirem em treinamentos e melhorias tecnológicas, conforme mencionado por Van Hoff e Lyon (2013), em razão da necessidade do cumprimento dos seus compromissos econômicos.

A barreira técnica está relacionada com a falta de mão de obra especializada, máquinas e equipamentos obsoletos, e mesmo tendo sido apontada apenas pela empresa “B”, ela dificulta muito a implantação da P+L. Ressalta-se que para que as PMEs invistam em tecnologia limpa, deve haver um retorno rápido deste

investimento, conforme afirmaram Ilomaki e Melanen (2001) a introdução de novas tecnologias ou processos encontra restrições econômicas, investimentos em tecnologias limpas só serão feitas quando existem retornos de curto prazo.

As dificuldades financeiras encontradas pelas PMEs para obtenção de recursos junto aos bancos e órgãos governamentais para investimento em ações de melhoria ambiental estão relacionadas com o desconhecimento por parte das PMEs dos meios para obtenção de recursos financeiros para aplicação nestas ações, e para introduzir métodos de P+L com sucesso as PMEs precisam de apoio, tais como incentivos financeiros de organizações políticas e organizações não governamentais (FRIJNS; VAN VLIET, 1999). As exigências para conseguir financiamentos também dificultam as PMEs na obtenção de recursos.

A barreira cultural observada pela empresa “D” está relacionada com a falta de treinamentos sobre as questões ambientais e o desconhecimento de possíveis ganhos econômicos com tais ações, em especial pela resistência dos funcionários em relação a aceitar mudanças. O treinamento em educação ambiental possibilita sensibilizar os envolvidos contribuindo com a conscientização em relação à resistência às mudanças em termos ambientais (FRIJNS; VLIET, 1999; SHI *et al.*, 2003; DOMINGUES; PAULINO, 2009).

Em relação às regulamentações, as empresas procuram atendê-las apenas com o objetivo de evitar penalizações. As regulamentações exercem pressões significativas sobre as PMEs e conforme Van Berkel (2007) elas possuem grandes dificuldades em atendê-las, especialmente pela insuficiência de dinheiro.

Nas empresas a barreira organizacional apresenta baixo impacto, demonstrando receio dos respondentes em atribuir para a própria empresa qualquer responsabilidade sobre os problemas ambientais. As barreiras relacionadas ao fator organizacional da empresa abordam aspectos como a pouca prioridade dada aos assuntos ambientais por parte dos gestores e colaboradores, aspectos estes que segundo Hitchens *et al.* (2004) estão incutidos na cultura da empresa.

No aspecto governamental em três empresas analisadas constatou-se baixo impacto desta barreira para a implantação da P+L nas PMEs. A P+L proporciona para as empresas o conhecimento sobre as políticas de incentivos disponibilizadas pelo governo e sobre as ações governamentais para incentivo da implantação da P+L. Segundo Domingues e Paulino (2009) as PMEs precisam de ações voltadas

aos assuntos ambientais, como por exemplo, redução de impostos, financiamentos em longo prazo e juros menores entre outros.

Na terceira etapa que visa a avaliação ambiental e econômica, foi possível realizar uma avaliação ambiental e econômica para cada empresa, apresentando resultados que torna possível o entendimento sobre os ganhos ambientais e econômicos com a superação das barreiras para implantação da P+L.

Os resultados foram resumidos na Tabela 36, e demonstram que todas as empresas podem obter ganhos econômicos e ambientais com a implantação da P+L, com preponderância para a empresa “A” e “D” que poderá reduzir na fonte o consumo de matérias primas. Ressalta-se que todas as empresas estudadas podem obter ganho econômico e ambiental, porém, com índice ambiental mais positivo.

Tabela 36 - Resumo dos resultados da avaliação ambiental e econômica

EMPRESA	RESULTADO ECONÔMICO		RESULTADO AMBIENTAL	
	GANHOS C/ P+L	%	RED. IMPACTO/ano	%
A	R\$ 112.031,40/ ano	32,00%	3.272,05 T/ ano	39,00%
B	R\$ 78.680,00/ ano	11,07%	89,78 T/ ano	66,60%
C	R\$ 22.680,00/ ano	25,00%	86,81 T/ ano	83,81%
D	R\$ 1.039.200,00/ ano	44,20%	5.871 T/ ano	81,82%
		média = 28,06%		média = 67,80%

Fonte – Do autor

Conforme demonstrado na Tabela 36, as empresas podem obter uma redução média de 28,06% em relação às perdas econômicas pela redução de consumo de insumos e matéria prima, com uma redução média de 67,80% nos impactos ambientais.

Na ultima etapa de sugestões de superação das barreiras para implantação da P+L, foi apresentada para cada empresa, alternativas para superação das principais barreiras que impactam a implantação da P+L, e também, os resultados econômicos e ambientais das análises realizadas nas empresas, demonstrando as possibilidades de obtenção de ganhos econômicos e ambientais como fator de motivação para que as empresas decidam pela implantação da P+L.

5. CONCLUSÃO

Muitas empresas já reconhecem as vantagens ambientais da adoção das tecnologias limpas, entretanto algumas ainda são receosas, em especial as PMEs, que optam por continuar com a gestão dos resíduos de forma a tratá-los e destiná-los aos aterros industriais, causando assim, impactos ao meio ambiente e a sociedade em geral.

As empresas de grande porte, além de já estarem mais preparadas para atender aos requisitos ambientais, também adotam ferramentas de gestão a partir de uma visão estratégica, buscando alcançar simultaneamente, um melhor desempenho ambiental e econômico. No entanto, as PMEs devido às suas especificidades, não encontram condições para fazer uso das mesmas ferramentas utilizadas pelas grandes empresas para enfrentarem seus problemas ambientais.

Para investirem em ações ambientais as PMEs precisam obter retorno econômico e competitivo destas ações, caso contrário, dificilmente tais investimentos acorreram, mesmo percebendo que a questão ambiental vem se tornando um ponto estratégico e um diferencial no contexto empresarial.

Apesar de existirem diversos benefícios decorrentes das ações voltadas aos aspectos ambientais, as PMEs encontram inúmeras barreiras que dificultam ou impedem a adoção de tais práticas, e a despeito da grande representatividade numérica dessas empresas na maioria dos países, poucos são os exemplos de investigações científicas que tiveram como foco as relações das PMEs com o meio ambiente, e isso tem levado alguns autores a defenderem que ações ambientais ainda estão longe de se tornar realidade para a maioria das PMEs.

Neste estudo constatou-se que o fator econômico é extremamente importante na determinação de ações positivas ou negativas das PMEs em relação ao meio ambiente, observando-se também o pouco entendimento por parte das PMEs estudadas sobre os problemas ambientais causados por elas, além, do pouco interesse e quase total desconhecimento por parte dos gestores sobre a possibilidade de ganhos econômicos com ações direcionadas à preservação ambiental, neste contexto surge a P+L que leva em consideração as particularidades dessas empresas.

A elaboração da análise deste trabalho baseou-se no problema de pesquisa que consiste no desenvolvimento de um mecanismo para identificar, analisar e propor alternativas para superar as principais barreiras que dificultam a implantação da P+L em PMEs do segmento metalúrgico, considerando a avaliação econômica e ambiental como fator preponderante para a tomada de decisão, bem como nos objetivos que nortearam o estudo, assim, constatou-se que todos os objetivos propostos inicialmente pela pesquisa foram alcançados.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica e bibliométrica quando foi identificado o *gap* da pesquisa. Posteriormente foram identificadas na literatura as barreiras que dificultam a implantação da P+L em PMEs do segmento metalúrgico as quais foram analisadas e determinadas suas causas e efeitos, tornando possível encontrar alternativas para sua superação. Com a descrição dos objetivos apresentados, evidenciou-se o alcance do objetivo geral deste estudo.

Para a aplicação do mecanismo nas empresas seguiu-se suas quatro etapas de aplicação, sendo inicialmente identificadas as barreiras que dificultam a implantação da P+L em cada empresa pesquisada, em seguida as barreiras foram analisadas sendo encontradas alternativas para sua superação.

Na terceira etapa do mecanismo foi aplicada a metodologia de avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações, quando foram avaliados os resultados econômicos e ambientais das sugestões propostas para cada empresa, demonstrando a possibilidade de expressivos ganhos econômicos e ambientais.

Na ultima etapa do mecanismo, foi apresentado para cada empresa sugestões para superação das barreiras em conjunto com os resultados encontrados na avaliação econômica e ambiental, demonstrando as reais possibilidades de ganhos com a implantação da P+L.

Conclui-se que, com a aplicação do mecanismo nas empresas pesquisadas foi possível encontrar alternativas viáveis para a superação das barreiras, tornando possível o ganho econômico e o resultado ambiental positivo.

Entende-se, portanto, que este mecanismo inova e contribui para que as PMEs do ramo metalúrgico tenham alternativas viáveis para decidirem pela superação das barreiras que dificultam a implantação da P+L, promovendo assim um significativo avanço na prática, pois, possibilita projetar com antecedência resultados possíveis e meios para alcançá-los.

Por meio da identificação das barreiras que impactam a implantação da P+L na empresa é possível entender seus efeitos, e assim analisá-los, tornando possível encontrar meios para superá-las, propondo alternativas de baixo custo financeiramente para a empresa, motivando desta forma, sua superação.

De forma geral, qualquer ação que a empresa possa ter com o objetivo de preservar o meio ambiente terá que apresentar alguma forma de retorno financeiro como fator motivacional, para tanto se faz necessário uma análise quantitativa destes resultados de maneira a demonstrar que realmente ocorreram ganhos, caso contrário, dificilmente ações voltadas para a preservação do meio ambiente são bem vistas pelos gestores, que somente atenderam as regulamentações ambientais impostas por lei, justamente por não terem a visão das possibilidades de ganhos econômicos, o que torna este mecanismo um instrumento de grande relevância.

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que a análise das barreiras antes da implantação de P+L permitiu desenvolver mecanismos de superação direcionando para sua implantação em PMEs, e que a aplicação de um procedimento de avaliação econômica e ambiental em P+L influencia na decisão de sua implantação em PMEs, resultados que contribuem de forma significativa com a teoria, abrindo caminhos para novos e mais abrangentes estudos sobre o tema.

Uma limitação dessa pesquisa consiste no fato de que as empresas estudadas apresentam o número de funcionários inferior a 100, sendo classificadas como de pequeno porte. Portanto se faz necessário um estudo mais abrangente com empresas que possuam um número maior de funcionários que as caracterize como de médio porte, complementando este estudo.

Outra limitação consiste na impossibilidade de generalização dos dados devido à utilização do método de estudo de caso. Com isso, sugere-se para futuras pesquisas a aplicação do mecanismo proposto em outros segmentos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Editora Fronteira, 2006.

ALPERSTEDT, G. D.; QUINTELLA, R. H.; SOUZA, L. R. Estratégias de Gestão Ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 50, n.2, p. 170 – 186, abr./jun. 2010.

AMATO NETO, J. **Grandes oportunidades para as micro, pequenas e médias empresas**, 2008. Disponível em:

http://www.pro.poli.usp.br/sala_de_imprensa/clipping/grandes-oportunidades-para-as-micro-pequenas-e-medias-empresas. Acesso em: 08 ago. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025. Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração.** Rio de Janeiro, 2001.

BALESTRIN, A; VARGAS, L. M. Dimensão Estratégica das Redes Horizontais de PMEs: Teorizações e Evidências, **RAC**, Edição Especial, p. 203-227, 2004.

BERTO, R. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais de encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Revista Produção**. São Paulo. v. 9, n.2, p. 64-76, jul./dez.1999.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. New York: Routledge Publication, 1989.

BROOKES, B. C. **Bradford's law and the bibliography of science**. Nature, v. 224, p. 953-956, dec. 1969.

CAMARGOS, M. A.; CAMARGOS, M. C. S.; SILVA, F. W. S.; SANTOS, F. S.; RODRIGUES, P. J. Fatores Condicionantes de Inadimplência em Processos de Concessão de Crédito a Micro e Pequenas Empresas do Estado de Minas Gerais **Revista Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 14, n. 2, art. 8, p. 333-352, mar./abr. 2010.

CAUCHICK, P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**, IN: CAUCHIC, P.; SOUZA, R. O método do estudo de caso na engenharia de produção, p. 131–148, 2 ed., São Paulo: Campus, 2012.

CLEMENS, B. Economic incentives and small firms: does it pay to be green? **Journal of Business Research**, v. 59, n.4, p. 492-500, 2006.

CNTL - CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Meio ambiente e a pequena e microempresa:** módulo 1 - Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa. Porto Alegre: p. 73, 2003.

CNTL. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003.** Disponível em <http://www.cntl.com.br>. Acesso em: 30 ago. 2013.

CHEHEBE, J. R. **Analise do Ciclo de Vida de Produtos: ferramenta gerencial da ISO 14.000.** Rio de Janeiro: Qualitymark., CNI,1997.

CHEN, W.; WARREN, K. A.; DUAN, N. Incorporating Cleaner Production Analis Into Environmental Impact Assessment In China. **Environ Impact Assess Review**, v.19, n. 5-6, p. 457–476, 1999.

CHÉR, R. A. **Gerência das Pequenas e Médias Empresas:** o que saber para administrá-las, 2. Ed. São Paulo: Maltese, 1991.

COLOSSI, N; DUARTE, R. C. Determinantes organizacionais da gestão em pequenas e médias empresas (PMEs) da grande Florianópolis/SC, **Revista de Ciências de Administração**, v.2, n.4, p. 43-53, 2012.

CORDANO, M.; MARSHALL, R. S.; SILVERMAN, M. How do small and medium enterprises go “green”? A study of environmental management programs in the U.S. wine industry. **Journal of Business Ethics**, v. 92, n. 3, p. 463-478, 2010.

DASGUPTA, N. Environmental Enforcement and Small Industries in India: Reworking the Problem in the Poverty Context. **World Development**, v. 28, n. 5, p. 945-967, 2000.

DEITOS, M. L. M. S. **A Gestão da Tecnologia em Pequenas e Médias Empresas:** fatores limitantes e formas de superação. Cascavel: Edunioeste, 2002.

DELOITTE, D. T. T. L. **A receita da rentabilidade para expandir os negócios:** Um estudo sobre as PMEs que mais crescem no Brasil. São Paulo: Deloitte, 2011.

DODIC, S. N.; VUCUROVIC, D. G.; POPOV, S. D.; DODIC, J. M.; ZAVARGO, Z. Z. Concept of cleaner production in Vojvodina. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.14, n. 6, p. 1629–1634, 2010.

DOMINGUES, R. M.; PAULINO, S. R. Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. **Revista Gestão da Produção**, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 691-704, out./dez. 2009.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DUARTE, P. D.; VENTURA, F.; ROCHA, C.; CATARINO, J.; FRAZÃO, R.; FERNANDES, R.; MAIA, A.; TRINDADE, P.; LANÇA, A.; PENEDA, C. Sustainable Production Programme in Setúbal Region (PROSSET) final results. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 4, p. 363-372, 2005.

ECONOMIA E EMPREGO, **Mapa das Micro Pequenas e Médias Empresas, 2012**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/02/o-mapa-das-micro-e-pequenas-empresas>. Acesso em: 16 abr. 2014.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**. Mississippi State, Academy of Management, v.14, n.4, p. 532-550, 1989.

FERNANDEZ-VINE, M. B.; NAVARRO, T. G.; CAPUZ-RIZO, S. F. Eco-efficiency in the SMEs of Venezuela. Current status and future perspectives, **Journal of Cleaner Production**, v.18, n. 8, p. 736–746, 2010.

FILION, L. J. Free Trade: The Need for a Definition of Small Business. **Journal of Small Business and Entrepreneurship**, v. 7, n. 2, p.31- 46, 1990.

FRIJNS, J.; VAN VLIET, B. Small-Scale Industry and Cleaner Production Strategies. **World Development**, v. 27, n. 6, p. 967-983, 1999.

GAJDZIK, B. Environmental Aspects, Strategies and waste logistic System Based on the Example of Metallurgical Company. **METABK**, v. 48, n.1, p. 63-67, 2009.

GARDSTROM, T.; NORRTHON, P. Implementation of cleaner production in small and medium-sized enterprises. **Journal Cleaner Production**, v. 2, n.3-4, p. 201-205, 1994.

GHAZINOORY, S. Cleaner production in Iran: necessities and priorities. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 8, p. 755-762, 2005.

GIANNETTI, B. F. ALMEIDA, C. M. B. V. **Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2006.

GIANNETTI, B. F.; BONILLA, S. H.; SILVA, 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**, v. 16, n. 10, p. 1106-1117, 2008.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo, Atlas, 2002.

GIL, A. **Estudo de caso**. São Paulo, Atlas, 2009.

GONÇALVES, G. M. S.; PESSOA, E.; MOREIRA, M. F. (2007). Causas de falências de micro e pequenas empresas nos primeiros anos de atividade: um estudo exploratório. **Anais... Encontro Anual da Associação de Cursos de Graduação em Administração**, Cuiabá, MT, Brasil, n.18, 2007.

GRAHAM, A. H.; VAN BERKEL, R. Assessment of cleaner production uptake: method development and trial with small businesses in Western Australia. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 8-9, p. 787-797, 2007.

HALILA, F. Networks as a means of supporting the adoption of organizational innovations in SMEs: the case of environmental management systems (EMSs) based on ISO 14001. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 14, n.3, p. 167-181, 2007.

HICKS, C.; DIETMAR, R. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. **Journal of Cleaner Production**, v.15, n. 5, p. 395-408, 2006.

HITCHENS, D.; CLAUSEN, J.; TRAINOR, M.; KEIL, M.; THANKAPPAN, S. Competitiveness, Environmental Performance and Management of SMEs. **Greenleaf Publishing**, v.14, n. 44, p. 44-57, 2004.

IIOMAKI, M.; MELANEN, M. Waste minimisation in small and medium-sized enterprises do — environmental management systems help? **Journal of Cleaner Production**, v.9, n. 3, p. 209–217, 2001.

JABBOUR, C. J. C. Non-linear path ways of corporate environmental management: a survey of ISO 14001- certified companies in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 12, p. 1222-1225, 2010.

JACOBI, P. **Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil. Inovação com inclusão social**. São Paulo. SP. Editora Anna Blume, 2006.

KRAEMER, M. E. P. **Gestão Ambiental: Um enfoque no desenvolvimento sustentável**. Disponível em: http://www.gestaocomambiental/recebidos/maria_kraemer_pdf/pdf.phd. Acesso em: 07 jun. 2013.

KREPSKY, J. C. **O estatuto da micro empresa e a necessidade de sua reformulação:** legislação e comentários à margem do estatuto. São Paulo: Academia, 1992.

LEE, K. H. Why and how to adopt green management into business organizations? The case study of Korean SME's in manufacturing industry. **Management Decision**, v. 47, n.07, p. 1101-1121, 2009.

LEONARDOS, R. B. **Sociedades de capital de risco:** capitalização da pequena e média empresa. São Paulo. SP. Codimec, 1984.

LOPES SILVA, D. A.; DELAI, I.; SOARES DE CASTRO, M. A.; OMETTO, A. R. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p.174 – 187, 2013.

LUCATO, W. C.; VIEIRA JUNIOR, M. As dificuldades de capitalização das pequenas e médias empresas brasileiras: **Revista Produção**, v.16, n.1, p. 24 – 33, jan./abr. 2006.

MAGALHÃES, J. M.; DAUDT, C. G.; PHONLOR, P. R. Vantagens Proporcionadas às Pequenas e Médias Empresas por meio da União em Redes de Cooperação no Contexto do Venture Capital, **Revista Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 4, art. 4, p. 583-603, out./dez. 2009.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Metodologia científica.** 3. ed, São Paulo: Atlas, 1995.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 3. ed, São Paulo: Atlas, 2005.

MILES, M. M.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis: an expandet soucebook.** 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

OLIVEIRA NETO, G. C.; CHAVES, E. C. C.; VENDRAMETTO, O. Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha, **Exacta**, v.8, n.1, p. 65-80, 2010.

OLIVEIRA NETO, G. C., SOUZA, S. M.; BATISTA, A. E. Cleaner Production Associated with Financial and Environmental Benefits: A case study on Automotive Industry. **Advanced Materials Easearch**, v. 845, p. 873-877, 2014.

OLIVER, H. H.; ORTOLANO, L. Implementing Cleaner Production Programmes in Changzhou and Nantong, **Jiangsu ProvinceDevelopment and Change**. v. 37, n.1, p. 99–120, 2006.

PEART, R. M. A survey of the adoption of cleaner technology by South African. **Development Southern Africa**, v. 19, n. 2, p. 221-237, 2002.

PEREZ-SANCHES, D.; BARTON, J. R.; BOWER, D. Implementing environmental management in SMEs. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.10, n. 2, p.67-77, 2003.

PETROESC, V.; MORARU, R. I. Industrial pollution and control measures in Romanian foundries: Annals of Faculty Engineering Hunedoara. **International Journal of Engineering**, extra facicule, 2011.

PNUMA. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 1990, Disponível em: http://www.brasilpnuma.org/pordentro/artigos_019.htm. Acesso em: 15 out. 2013.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, USA, v. 25, n. 4, p. 348-349,1969.

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 & Reliability Management**, v. 15, n. 5, p. 489-508, 1998.

RADONJIC, G.; TOMINC, P. The role of environmental management system on introduction of new technologies in the metal and chemical/paper/plastics industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 15, p.1482-1493, 2007.

RADOVIC, N.; KAMBEROVIC, Z.; PANIAS, D. Cleaner Metallurgical Industry in Serbia: A road to the Sustainable Development. **Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly**, v. 15, n.1, p. 1–4, 2009.

ROCHA, S. P. F.; LINS, V. F. C.; SANTO, B. C. E. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Engenharia Sanitaria Ambiental**, v.16, n.1, p.1 – 10, 2011.

RODHE, H.; STRAHL, J. Western Support for Cleaner Production In Central and Eastern European Industry, **Business Strategy and the Environment**. v. 4, n. 4, p. 173-179, 1995.

SANTOS, R. N. M; KPOBASHI, N. Y. Bibliometria, Cientometria, Infométrica, conceitos e aplicações. **Pesquisa Brasileira de Comunicação e Informação**, Brasilia, v.2, n.1, p.155-172, 2009.

SAETHER, B; AMUNDSEN, A. Cleaner Production Assessment in Norway: Experiences and Policy Implications. **Business Strategy and the Environment**, v. 5, n. 3, p.178-187, 1996.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, **Boletim Estatístico de Micro e Pequenas Empresas, Observatório do SEBRAE**, Brasília, Primeiro Semestre, 2005.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, **Anuário do Trabalho 2012 na Micro e Pequena Empresa**; Disponível em:
http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2012.pdf. Acesso em: 06 jun. 2014.

SHENG, H. H. Modelos de Financiamento Baseados em Relações Pessoais: Experiência de Empreendedores Chineses no Brasil, **Revista Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 741-761, jul./set. 2008.

SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, N. Y. **Bibliometria, cientometria, infometria:** conceitos e aplicações. Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, v. 2, n. 1, p. 155-172, 2009.

SHI, H.; PENG, S. Z.; LIU, Y.; ZHONG, P. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 7, p. 842-852, 2008.

SHI, L.; HUANG, J.; SHI, H.; QIAN, Y. Modeling Cleaner Production Promotion with Systems Dynamics Methodology: a Case Study of Process Industries in China. **Process Systems Engineering**, v. 15, p. 322-327, 2003.

SIAMINNWE, L.; CHISEMBU, K. C. SYAKALIMA, M. Policy and operational constraints for the implementation of cleaner production in Zambia. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.10-11, p. 1037-1047, 2005.

STRUGARIU, M. L.; HEPUT, T. Monitoring results on industrial wastewater pollutants in steel Industry. Acta Technical Corviniensis – **Bulletin of engineering**, v. 5, n. 4, p. 33 – 36, 2012.

STUDER, S.; WELFORD, R.; HILLS, P. Engaging Hong Kong business in environmental change: drivers and barriers. **Business Strategy and the Environment**, v. 15, n.6, p. 416-431, 2006.

TAYLOR, B. Encouraging industry to assess and implement cleaner production measures. **Journal of Cleaner Production**, v.14, n. 6-7, p. 601-609, 2006.

- UNIDO. **Cleaner production toolkit.** Introduction into cleaner production. v.1, 2002.
- VAN BERKEL, C. W. M. Comparative evaluation of cleaner production working methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 2, n. 3-4, p. 139-152, 1994.
- VAN BERKEL, R.; Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996 e 2004, **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 8-9, p. 741-755, 2007.
- VAN BERKEL, R.; WILLEMS, E.; LAFLEUR, M. Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises. **Journal of Cleaner Production**. v. 5, n. 1-2, p. 11-25, 1997.
- VAN HOOF, B.; LYON, T. P. Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p.270-282, 2013.
- VOOS, H. Lotka and information science. **Journal of the American Society of Information Science**, New York, v. 25, n. 4, p. 270-272, jul./aug, 1974.
- WANG, J. China's National Cleaner Production Strategy. **Environ Impact Assess Review**, v.19, n. 5-6, p. 437–456, 1999.
- WORD BANK GROUP, Princípios da Gestão da Poluição Industrial. **Pollution Prevention and Abatement Handbook**, 1999, Disponível em: <http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/PPAH>, Acesso em 30 abr. 2014.
- WORTHINGTON, I.; PATTON, D. Strategic intent in the management of the Green environment within SMEs. **Long Range Planning**, v.38, n.2, p. 197-212, 2005.
- WUPPERTAL INSTITUT FUR KLIMA, UMWELD, ENERGIE, Disponível em: <http://www.wupperinst.org/en/projects/topics-online/mips> , Acesso em: 11 jun. 2014.
- YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2003.
- ZHANG, B.; BI, J.; LIU, B. Drivers and barriers to engage enterprises in environmental management initiatives in Suzhou Industrial Park, China. **Front. Environ. Sci. Engin**, v. 3, n. 2, p. 210-220, 2009.
- ZHANG, B.; YANG, S.; BI, J. Enterprises' willingness to adopt/develop cleaner production technologies: an empirical study in Changshu, China, **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 62-70, 2013.

ZIPF, G. K. Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge, Massachusetts: Addison-Wesley, 1949.

APENDIX

Formulário de entrevista semi estruturada para identificação de barreiras para implantação da P+L e propor alternativas para superação

Bloco 1 – Dados da empresa e entrevistado.

Empresa: _____ Data: _____

Entrevistado: _____ Cargo: _____

Tempo de mercado: _____ Nº Funcionários _____

Área ocupada: _____ Principais clientes: _____

Principais produtos: _____

Tempo de empresa: _____ anos - Tempo de experiência no cargo: _____ anos

Formação acadêmica: _____

Formação ou treinamento na área ambiental: _____

A empresa possui sistema de gestão ambiental ou certificação: _____

Bloco 2 - Identificar as principais barreiras que dificultam a tomada de decisão para a implantação da produção mais limpa em pequenas e médias empresas.

QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DAS BARREIRAS

BARREIRAS	AUTORES	PONTOS
ECONÔMICA		
Restrições econômicas para investimentos	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Hicks e Dietmar (2006)	
Recursos limitados	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Custos para implantação da P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Poucas vantagens comerciais	Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Graham e Van Berkel (2007)	
FINANCEIRA		
Falta de incentivos financeiros	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades de acesso a créditos	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Dificuldades para levantar capital	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Custo do capital inicial alto	Chen <i>et al.</i> , (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
A possibilidade de obter ganho econômico com a P+L elimina a necessidade de financiamentos.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
CULTURAL		
Resistência a mudanças	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Domingues e Paulino (2009)	
Pouco envolvimento de todos	Van Berkel (2007)	
Desconhecimento dos benefícios	Van Berkel (2007)	
Pouca consciência ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Ausência de investimentos em treinamento em educação ambiental	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
TÉCNICA		
Ênfase no fim de linha (final de tubo)	Frijns e Vliet (1999)	
Falta de conhecimento técnico	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de informações técnicas	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de tempo para gestão	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de mão de obra especializada	Shi <i>et al.</i> , (2003); Graham e Van Berkel (2007)	
Problemas de infraestrutura	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Máquinas e equipamentos obsoletos	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Dasgupta (2000)	
Falta de dinheiro para investimentos em melhorias técnicas e aperfeiçoamento tecnológico	Wang (1999); Domingues e Paulino (2009)	
REGULAMENTAÇÃO		
Desconhecimento das regulamentações.	Dasgupta (2000); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Dificuldades de cumprir as regulamentações	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005); Van Berkel (2007)	
Fiscalização fraca e aplicação deficiente das normas ambientais	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Insuficiência de dinheiro para atender as regulamentações.	Wang (1999); Van Berkel (2007); Domingues e Paulino (2009)	
GOVERNAMENTAL		
Falta de políticas de incentivo	Frijns e Vliet (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Falta de política de suporte para P+L	Frijns e Vliet (1999); Domingues e Paulino (2009)	
Falta de conhecimento sobre as políticas de incentivos financeiros do governo que possibilitam obter ganho econômico com a P+L	Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
ORGANIZACIONAL		
Pouca conscientização ambiental	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	
Pouca competência gerencial	Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Siaminwe; Chisembu e Syakalima (2005)	
Pouco envolvimento dos funcionários	Frijns e Vliet (1999)	
Alocação incorreta de recursos	Domingues e Paulino (2009)	
Pouca prioridade ambiental	Frijns e Vliet (1999); Wang (1999); Shi <i>et al.</i> , (2003); Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Cultura da empresa	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004)	
Não ha pressões do mercado por P+L	Shi <i>et al.</i> , (2003)	
Falta de motivação dos gestores	Hitchens <i>et al.</i> ,(2004); Van Hoff e Lyon (2013)	
Falta de conhecimento sobre a possibilidade de obter ganho econômico com a P+L direciona os recursos disponíveis no tratamento final de tubo.	Shi <i>et al.</i> , (2003); Van Berkel (2007)	

MATRIZ DE GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA

BARREIRA	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	(G) x (U) x (T)	SEQ.
Econômica					
Financeira					
Cultural					
Técnica					
Regulamentação					
Governamental					
Organizacional					