

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Proposta de Aplicação da Produção mais Limpa alinhada
com a Produção Enxuta**

Higor Ricardo Bernardes

TCC-EP-49-2013

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Proposta de Aplicação da Produção mais Limpa alinhada
com a Produção Enxuta**

Higor Ricardo Bernardes

TCC-EP-49-2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito de avaliação no curso de graduação em
Engenharia de Produção na Universidade Estadual de
Maringá – UEM
Orientador: Prof. Msc. João Batista Sarmiento dos Santos
Neto

**Maringá - Paraná
2013**

RESUMO

Com o crescimento do setor industrial e o aumento da competitividade entre as empresas, surge a necessidade de aumentar a velocidade de produção, mas sempre priorizando a necessidade de produzir produtos com maior qualidade, inovações e melhores preços. Neste contexto, a metodologia da produção enxuta vem sendo aplicada, com objetivo de aumentar e melhorar o desempenho dos processos organizacionais perante este novo ambiente competitivo. Com o aumento da velocidade de produção surge também o aumento dos resíduos industriais, e a produção mais limpa aparece nesse cenário como solução para esse problema, buscando o desenvolvimento sustentável dos processos e dos sistemas de produção das organizações. Para aumentar a velocidade de produção sem perder a qualidade e aumentar custos dos produtos, não prejudicando o meio ambiente, utilizando a revisão sistemática, este trabalho propõe encontrar ferramentas da produção enxuta, para a aplicação dessa metodologia na produção mais limpa.

Palavras chaves: Produção mais Limpa, Produção Enxuta, Gestão Ambiental, Revisão Sistemática.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Hugo e Ana, e ao meu irmão Vitor, pelo grande apoio, carinho e confiança em todos os momentos da minha vida. E para o meu avô Mauridio, que infelizmente não pode estar presente nesse momento tão importante da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me proporcionar ter chego até aqui.

Aos meus pais Hugo e Ana, por me apoiarem durante toda minha fase de aprendizado, e apoiar em todos os momentos desde a decisão de cursar Engenharia de Produção.

Agradeço ao meu irmão pela parceria de todos os dias, em festas, na vida.

A toda a minha família (avós, tios, primos) por sempre apoiar nas minhas decisões.

Agradeço ao amor da minha vida e minha melhor amiga desde o primeiro ano da faculdade, que hoje além de ser minha melhor amiga é minha companheira. Obrigado, Amanda Sandes, por me fazer companhia durante esse período todo da faculdade, por me apoiar sempre, desde que nos conhecemos, e mais que nunca nesse último ano de faculdade, me dando força e ajudando em tudo que fosse preciso. Sei que vou poder contar com você nessa nova fase que vamos iniciar nas nossas vidas após faculdade, e que Deus vai iluminar nossos caminhos e fazer com que nossos sonhos e objetivos sejam realizados.

Agradeço a todos meus colegas da Pizzaria Marcelus, F.A. Maringá, Odebrecht, Sergio Schulze e MM Elétrica, e aos que conheci durante esses anos. Colegas de faculdade, e aos grandes integrantes da turma 32, por proporcionar muitos momentos de alegria, muitas festas, alguns por estar junto em muitas provas sofridas e muitos trabalhos.

Agradeço ao meu orientador João, pois mesmo chegando em cima da hora e com uma proposta de trabalho diferente a princípio, aceitou ser meu orientador e confiou no meu trabalho. Também agradeço ao professor Rafael Germano por ter aceito participar da banca de avaliação e pelos comentários construtivos para o trabalho.

Agradeço ao PRODUTCHÉP, o time que entrou para história da Engenharia de Produção.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
LISTA DE TABELA E QUADROS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 METODOLOGIA.....	5
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 PRODUÇÃO ENXUTA.....	6
2.1.1 <i>Práticas, técnicas e ferramentas da produção enxuta</i>	9
2.1.1.1 Balanceamento da produção.....	9
2.1.1.2 Nivelamento da Produção (<i>Heijunka</i>)	10
2.1.1.3 Troca rápida de ferramentas (<i>Setup</i>).....	10
2.1.1.4 Produção puxada (<i>Just in Time</i>)	10
2.1.1.5 Mapeamento do fluxo de valor (<i>Valeu Stream Mapping</i>).....	11
2.1.1.6 Melhoria Contínua (<i>Kaizen</i>).....	11
2.1.1.7 Operações padronizadas	11
2.2 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS	12
2.2.1 <i>Gestão Ambiental</i>	14
2.2.1.1 Controle para o Desempenho Ambiental.....	14
2.2.2 <i>Produção mais Limpa</i>	16
2.2.2.1 Etapas de Implementação da Produção mais Limpa.....	17
3 METODOLOGIA	20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	20
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA	20
4 DESENVOLVIMENTO.....	23
5 RESULTADOS.....	28
5.1 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA	28
5.2 PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA PE + PML	33
5.2.1 <i>Correlação entre as metodologias</i>	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO FONTE: ARAÚJO (2010)	12
FIGURA 2 - FIGURA 2 -CICLO DE IMPLEMENTAÇÃO E MELHORIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	19
FIGURA 3 -FLUXOGRAMA DOS ELEMENTOS DO PROTOCOLO DE PESQUISA.....	21
FIGURA 4 - ARTIGOS POR BASE DE DADOS	29
FIGURA 5 - REVISÃO SISTEMÁTICA NO <i>SOFTWARE JABREF</i>	30
FIGURA 6 - SELEÇÃO DOS ARTIGOS	31
FIGURA 7 - ARTIGOS ACEITOS	31
FIGURA 8 - QUANTIDADE DE ARTIGOS SELECIONADOS DE ACORDO COM O ANO.....	33
FIGURA 9 - ETAPAS DA PML COM FERRAMENTAS E CONCEITOS DA PE.....	35
FIGURA 10 - PRODUÇÃO MAIS LIMPA E PRODUÇÃO ENXUTA	36
FIGURA 11 - CICLO PROPOSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PML COM A PE	37

LISTA DE TABELA E QUADROS

TABELA 1 - BANCO DE DADOS PRIMÁRIO	29
QUADRO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE MANUFATURA ENXUTA E PRODUÇÃO EM MASSA	8
QUADRO 2 - OS SETE TIPOS DE DESPERDÍCIO	9
QUADRO 3 - CARTILHA DE INDICADORES DA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL	15
QUADRO 4 - ARTIGOS ACEITOS	32
QUADRO 5 - CORRELAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

CNEG	Congresso Nacional de Excelência em Gestão
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
FIESP	Federação das Indústrias de São Paulo
GEPROS	Gestão da Produção, Operações e Sistemas
ICA	Indicadores de Condição Ambiental
ICIEOM	<i>International Conference on Industrial Engineering and Operations Management</i>
IDA	Indicadores de Desempenho Ambiental
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
NBR	Norma Brasileira
PE	Produção Enxuta
PMAISL	Rede Brasileira de Produção mais Limpa
PML	Produção Mais Limpa
SIMPEP	Simpósio de Engenharia de Produção
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
VSM	<i>Valeu Stream Mapping</i>
WBCSD	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável
QP	Questão Primária
QS	Questões Secundárias
GTEC	<i>Proceedings of the International Conference on Green Technology and Environmental Conservation</i>

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento dos diversos setores industriais de manufatura, criou-se um ambiente cada vez mais competitivo entre as indústrias, priorizando a necessidade de se produzir produtos com maior qualidade, inovações e melhores preços. Com isso, as empresas se viram obrigadas a aumentar suas velocidades de produção, acarretando no aumento de resíduos industriais que são um grande problema para as indústrias (GREYER e MELO, 2003).

De acordo com Vaz e Oliveira (2008), a gestão ambiental tornou-se tema de diversas discussões após Conferência de Estocolmo na Suécia em 1972, pois foi neste momento em que compreendeu-se que desenvolver técnicas ambientais e de gerenciamento que diminuíssem o desperdício e colaborassem com o desenvolvimento sustentável seria a resposta-chave para a conservação dos recursos naturais e a minimização da degradação ambiental.

Uma prática que vem sendo tratada e aplicada nas empresas com objetivo de aumentar e melhorar seus desempenhos perante este novo ambiente competitivo é a produção enxuta. Suas ferramentas vêm sendo utilizadas frequentemente pelas empresas que desejam alcançar um bom desempenho através da eliminação de desperdícios.

A produção enxuta (PE) surgiu como um sistema de manufatura que visa aperfeiçoar processos através da redução contínua de desperdícios. A qualidade e a flexibilidade do processo são os objetivos principais deste método, proporcionando a ampliação da capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado (NAZARENO; RENTES; SILVA, 2001).

Outra prática que se destaca por contribuir com melhorias nos sistemas produtivos das empresas é a produção mais limpa (PML), a qual busca o desenvolvimento sustentável dos processos e dos sistemas de produção das organizações, envolvendo os conceitos de: eco-eficiência, avaliação de desempenho e inovação contínua. Pesquisas revelam que a busca pela sustentabilidade dos processos de uma organização não só pode resultar em melhorias ambientais e benefícios sociais, mas também pode aumentar o valor econômico para a empresa (FIKSEL, MCDANIEL e MANDENHALL, 1999).

Segundo a PMAISL (Rede Brasileira de Produção mais Limpa) a utilização da Produção Mais Limpa nas empresas, proporciona melhoria no emprego de matérias-primas, água e energia nos processos produtivos, produtos ou serviços. Para garantia da introdução e assimilação do conceito, é necessário que em todas as fases do programa sejam realizadas com o total envolvimento da direção e funcionários (PMAISL, 2002).

O presente trabalho tem como objetivo utilizar a metodologia de Revisão Sistemática para fazer uma análise aprofundada e objetiva dos artigos e livros relacionados à Produção Enxuta e Produção mais Limpa, a fim de apresentar uma proposta para utilização das duas práticas em conjunto.

1.1 Justificativa

Com a expansão da Revolução Industrial e o uso de novas tecnologias, as organizações aumentaram significativamente a qualidade de seus processos, o que proporcionou o aumento da competitividade entre as empresas e o aumento dos investimentos em qualidade de produtos e serviços, redução de custos e eliminação de desperdícios em geral.

De acordo com Womack, Jones e Roos (2004), foi após a Segunda Guerra Mundial que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota Japonesa, iniciaram o conceito de produção enxuta. A evolução japonesa para a atual posição de destaque econômico se iniciou na medida em que as outras companhias japonesas copiaram e aplicaram essa metodologia em seus sistemas de produção.

Ainda de acordo com os mesmos autores, a produção enxuta recebe esta nomenclatura por utilizar menores quantidades de tudo quando comparado com a produção em massa, como por exemplo: menores investimentos em ferramentas, menor espaço de fabricação, menos esforços de operários, além de menores estoques, menos defeitos e conseqüentemente, menos desperdício. Neste ponto, inicia-se o relacionamento entre o conceito de produção enxuta, eliminação de desperdícios e o desenvolvimento sustentável dos processos.

O Relatório Bruntland definiu o desenvolvimento sustentável como: “O desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias.” (WCED, 1987).

De acordo com Pereira (2005), comprometer-se com as gerações futuras significa agir de forma responsável, tornando os negócios sustentáveis também do ponto de vista social e

ambiental, não apenas econômico. Além do mais, a globalização tem influenciado a economia mundial, principalmente com a rapidez das comunicações e com o efeito de bloco em que as grandes economias têm funcionado, o que levou a formação de um novo conceito de sustentabilidade que agrega além da sustentabilidade econômica, a preservação ambiental e a responsabilidade social, – formando o que se conhece Desenvolvimento Sustentável Corporativo.

No contexto de preservação ambiental, surge a necessidade de as empresas adequarem suas operações com o objetivo de reduzir o impacto causado pelos insumos consumidos, por seus processos produtivos, administrativos e de apoio, e também a geração de resíduos.

Correlacionando a preservação ambiental com a utilização de sistemas de produção mais limpa, estes preservam a diversidade na natureza e na cultura e garante às gerações futuras a satisfação de suas necessidades (SILVA, 2004).

Andrade, Marinho e Kiperstok (2001), afirmam que a produção mais limpa envolve medidas relativas à produção, como: adotar medidas para evitar perdas, utilizar formas de armazenamento e disposição final adequada dos resíduos, redesenhar produtos e processos, minimizar e usar suficientes quantidades de matérias-primas e energia, substituir uso de substâncias tóxicas. Também está relacionada a valores de comportamento sociais econômicos.

A execução do presente trabalho justifica-se por buscar através de ferramentas de produção enxuta, métodos de aplicação dessa metodologia na produção mais limpa, de forma que possam beneficiar a última, buscando soluções tecnológicas que ajudem a aumentar a competitividade das empresas.

Tais soluções tecnológicas ajudam a reduzir os desperdícios de matéria-prima, o retrabalho dos processos produtivos, a reduzir o desperdício de energia, tempo de processo, entre outros fatores-críticos de desempenho do sistema de manufatura.

1.2 Definição e delimitação do problema

Por meio do levantamento de artigos relacionados à produção enxuta aplicada em conjunto a práticas de produção mais limpa através de pesquisas realizadas em bases de dados selecionadas pelo autor e utilizando a Revisão Sistemática, foi possível definir um banco de

dados ao qual seriam aplicados critérios de exclusão e inclusão de artigos que permitiriam a seleção dos melhores e mais adequados artigos para serem analisados e avaliados pelo autor.

A busca dos artigos foi realizada definindo os *strings* de busca (Produção Enxuta, Produção mais Limpa, Produção Sustentável, Gestão Ambiental, Eco-Eficiência, Ecodesign), buscando-as nas bases de dados escolhidas e, posteriormente, reunindo todos os artigos encontrados em uma base de dados primária que seria filtrada.

Finalizado o processo de seleção dos artigos, o autor realizou a leitura integral do material selecionado com o intuito de resgatar as melhores informações sobre produção enxuta e produção mais limpa, subsidiando-o a desenvolver uma proposta de utilização conjunta destas duas práticas inovadoras.

Desta maneira foi possível definir a questão de pesquisa deste trabalho, que é: “Quais são as práticas de Produção Enxuta que podem ser integradas ao processo da Produção mais Limpa e melhorar o desempenho industrial?”

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de aplicação da Produção mais Limpa alinhada com a Produção Enxuta.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos do projeto podem se destacar:

- I. Realizar uma revisão sistemática sobre as práticas de Produção Enxuta e de Produção mais Limpa.
- II. Revisar quais as metodologias e estudos existentes com relação a sua aplicação;
- III. Verificar quais as etapas de aplicação da Produção Enxuta e Produção mais Limpa;
- IV. Apresentar uma proposta de aplicação da Produção mais Limpa alinhada com a Produção Enxuta.

1.4 Metodologia

O presente trabalho foi estruturado da seguinte maneira: primeiramente serão apresentados os temas na revisão da literatura, em seguida a metodologia da pesquisa apresentando sua caracterização. Posteriormente o desenvolvimento e resultados do trabalho, detalhados dessa maneira para um melhor entendimento do leitor sobre todos os processos desenvolvidos neste trabalho. Finalizando com o tópico “Considerações Finais” onde é apresentado o trabalho realizado, pontos relevantes, dificuldades e proposta para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada uma análise dos conceitos que serão utilizados como base para o desenvolvimento do trabalho, abordando os temas Produção Enxuta e Evolução dos Sistemas de Produção Sustentáveis, destacando a Gestão Ambiental e a Produção mais Limpa, a qual é um dos temas principais do trabalho.

2.1 Produção Enxuta

A precursora no desenvolvimento da Produção Enxuta ou Manufatura Enxuta foi a *Toyota Motor Company*, teve sua origem no Sistema Toyota de Produção, no Japão. A *Toyota* foi uma empresa afetada pela guerra, que acarretou em uma grande crise, mas que com o fim da segunda Guerra em 1945, marcou um novo começo para a *Toyota* (GOMES, 2001).

Com o fim da Guerra, o Japão ficou devastado pelas batalhas, em um momento em que o mercado apresentava condições de baixa demanda, sem possuir recursos para implantação do sistema de produção proposto por Henry Ford e a General Motors (WOMACK, 1992). Nesse cenário, a *Toyota*, se tornou uma indústria japonesa de grande importância no mercado mundial, com as filosofias, técnicas e ferramentas, que posteriormente ficaram conhecidas como Sistema Toyota de Produção.

Observando essa necessidade de um modelo que atendesse as condições que o Japão possuía naquela época, a fim de gerar um aumento da capacidade produtiva, aumentando a competitividade, surgiu o Sistema Toyota de Produção, percursos da manufatura enxuta ou produção enxuta (WOMACK, 1992). A manufatura enxuta se desenvolveu utilizando conceitos do Sistema Toyota de Produção, tendo Taiichi Ohno à frente de seu desenvolvimento.

Esta denominação foi criada para expressar um sistema de produção caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício da cadeia produtiva, pelo fluxo contínuo com que os processos produtivos ocorrem, pela produção segundo a demanda do cliente no tempo e na quantidade por este estabelecido e, por fim, pela relação próxima e de parceria com fornecedores (LAZZAROTTO, 2010). Estes podem ser também denominados como os requisitos básicos que configuram um sistema enxuto de produção, buscando otimizar o gerenciamento entre a organização e seus clientes.

Para Ohno (1997) a produção enxuta é fazer com que todos os desperdícios sejam eliminados, buscando a causas desses desperdícios para que possam ser eliminados, levando a uma redução nos custos de produção. Para que isso ocorra, produzir somente a quantidade necessária para o momento.

Shinohara (*apud* Lazzarotto, 2010) nos seus enfoques define produção enxuta como a utilização da menor quantidade de recursos para a produção, e para obter essa redução buscar novas tecnologias de produção, buscando o zero defeito, e redução do tempo de produção. Para que isso ocorra, deveria enxugar o processo, eliminar qualquer tipo desperdício.

A produção enxuta pode ser contemplado uma ampla variedade de práticas de gestão, podendo ser considerada uma abordagem multidimensional. Com isso são incluídos os sistemas: *just-in-time* (JIT), qualidade, manufatura celular, gestão de fornecedores, em um sistema integrado (SHAH; WARD, 2003).

A produção enxuta combina a vantagem da produção manual, fugindo dos altos custos, como a produção em massa, evitando a inflexibilidade, fazendo com que líderes tenham em suas equipes, colaboradores com várias habilidades (WOMACK, 1992). Ao se comparar produção em massa com a produção enxuta observamos que ela necessita de: menor espaço, menor esforço, e menos investimento. O Quadro 1 apresenta um resumo comparativo das diferenças entre os conceitos da manufatura enxuta e da produção em massa.

PRODUÇÃO EM MASSA	PRODUÇÃO ENXUTA
Ciclo de vida longo dos produtos, medido em anos.	Ciclo de vida curto do produto, medido em meses.
Produção fixa, oferta escassa predominante.	Produção flexível, orientada pelo cliente.
Demanda previsível e conhecida.	Demanda errática, instável confrontada com a capacidade de produção.
Ciclos de produção longos.	Ciclos de produção curtos.
Pequena variedade, alto volume dos produtos.	Qualquer variedade e volume, conforme requerido pelo mercado.
Empresa operando isolada.	Formação de alianças estratégicas para aperfeiçoar a capacitação da empresa
Ênfase na redução dos custos.	Ênfase simultânea em custo, desempenho de entrega, qualidade, flexibilidade, velocidade e inovação
Trabalhadores treinados para operações simples	Trabalhadores multi-qualificados, treinados e executando multi-tarefas
Relação fornecedor-cliente fraca e conflituosa	Parcerias estratégicas entre comprador e fornecedor.

Quadro 1 - Comparação entre Manufatura Enxuta e Produção em Massa
Adaptado Lucero (2006)

A parte mais significativa do conceito de produção enxuta é o mecanismo de eliminação de desperdício. Para Shah e Ward (2003) podemos dizer que a filosofia da produção enxuta concentra em respeitar clientes funcionários e fornecedores, com o objetivo maior de evitar os sete tipos de desperdício, apresentados no Quadro 2.

Superprodução
•Produzir mais que o necessário para o momento.
Tempo de Espera
•Eficiência de máquina e de mão de obra
Transporte
•Movimentação excessiva de materiais dentro da fábrica
Processo
•Operações desnecessárias no processo.
Estoque
•Armazenagem em excesso.
Movimentação
•Trabalhos sendo realizados sem agregar valor.
Produtos Defeituosos
•Produção sem qualidade no processo.

Quadro 2 - Os sete tipos de desperdício
Fonte: (SLACK 2009 Adaptado)

2.1.1 Práticas, técnicas e ferramentas da produção enxuta

Para a implantação da produção enxuta são utilizadas algumas práticas, técnicas e ferramentas, buscando a otimização da produção nas empresas. A seguir é abordado algumas dessas, pois existem inúmeras, sendo utilizadas observando a necessidade de cada caso.

2.1.1.1 Balanceamento da produção

Balancear a produção é deixá-la de acordo com a necessidade da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando adequar o tempo unitário de produção (ROCHA, 2005). Segundo Slack *et al.* (2002), o balanceamento da produção consiste em distribuir todas as tarefas necessárias nos postos de trabalho, e realizar os processos em cada posto sem exceder o tempo de ciclo, ou seja o tempo para produção de cada peça, evitando a formação de gargalos.

Para conseguir um balanceamento perfeito da produção, cada posto ou estação de trabalho precisaria de tempos iguais de produção. Balanceamento perfeito na prática dificilmente pode ser alcançado, geralmente resultando em um ritmo de trabalho global determinado pela estação mais lenta de trabalho. O tempo é o fator fundamental para realização do

balanceamento, além de existir vários fatores que podem influenciar, como ergonomia, restrições de processos, disponibilidade de ferramental, locais de armazenamento e abastecimento, dentre outros (LAZZAROTTO, 2010).

2.1.1.2 Nivelamento da Produção (*Heijunka*)

Heijunka, mais conhecido com nivelamento da produção, e com seu nascimento nos anos 50, surgiu do impedimento que a Toyota tinha de aumentar sua produtividade e atender o aumento da demanda, que acarretou na falta de matéria prima até peças prontas (BEZERRA, 2008).

Para Tardin (2001) produção nivelada seria produzir todos os itens dentro de um mesmo intervalo de tempo, e quanto menor for o intervalo, mais nivelada será a produção. Fazendo um nivelamento ao fim do processo, todo o processo acaba sendo nivelado. E trabalhando com o nivelamento do cliente, torna-se menor a quantidade de recursos necessários na operação, deixando o sistema de produção uniforme.

2.1.1.3 Troca rápida de ferramentas (*Setup*)

A troca rápida de ferramentas é definida como sendo um conjunto de procedimentos e métodos para realizar a operação de *setup* da forma mais rápida e eficiente possível (LAZZAROTTO, 2010). Ou seja, a mínima quantidade de tempo necessária para mudar de um tipo de atividade para outra.

Pode-se definir *Setup* como “todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feito a primeira peça do lote posterior” (Moura, 1996 *apud* (SATOLO; CALARGE, 2004)).

2.1.1.4 Produção puxada (*Just in Time*)

Produção puxada é um sistema onde ocorre o controle da produção entre dois processos, tomando como base o processo seguinte para ter o conhecimento da quantidade exata que se deve produzir, e o momento de produzir (LAZZAROTTO, 2010). Ou seja, um sistema puxado onde o ponto inicial é o pedido do cliente, que em seguida é encaminhado para manufatura.

Buscando evitar os desperdícios, esse sistema faz com que os materiais cheguem na quantidade necessária e no momento necessário nas estações de trabalho(ANDRADE, 2006). Esse sistema é mais conhecido como *Just in Time* (JIT) produzir apenas no momento e na quantidade certa.

2.1.1.5 Mapeamento do fluxo de valor (*Valeu Stream Mapping*)

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Valeu Stream Mapping* - VSM) tem sido uma ferramenta das mais utilizadas nas aplicações da produção enxuta. Fluxo de valor são todas as atividades que ocorrem desde a obtenção da matéria prima até a entrega ao consumidor do produto final (VIEIRA, 2006). Possibilitando que com a ajuda de uma única ferramenta, possa ser identificado o fluxo de materiais e informações dentro das empresas.

Segundo STEFANELLI (2007) é uma ferramenta muito utilizada quando se tem a necessidade de analisar e diagnosticar a situação atual e auxiliar o planejamento para a situação futura da empresa, analisando assim todo o fluxo dentro da empresa, desde o fornecedor até o cliente final, e após estar criando um novo cenário.

2.1.1.6 Melhoria Continua (*Kaizen*)

Segundo BEZERRA 2008 *Kaizen*, que também pode ser chamado de melhoria contínua, é mais conhecido como evento *Kaizen*. Onde significa: *Kai* = Mudança; *Zen* = Boa, sendo uma poderosa ferramenta de implementação de mudanças, para melhor. O *kaizen* pode ser utilizado em todos os campos, onde se busca melhoria da qualidade e/ou produtividade.

Dentro de uma empresa existe duas classificações para os tipos de melhorias, as de grande porte e as de pequeno porte, os eventos *kaizen* se encontram na implementação destas de pequeno porte, e o acúmulo de melhorias de pequeno porte provocam um efeito de grande escala dentro da empresa. O evento *kaizen* é uma ferramenta para desenvolvimento e implementação de melhorias rápidas (BEZERRA, 2008).

2.1.1.7 Operações padronizadas

O conceito de padronização das operações ou trabalho padronizado, na produção enxuta, refere-se a um conjunto de ações estabelecido pela administração, contendo normas, diretrizes e procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores, aplicado em todas as principais operações (CHAVES FILHO, 2007). Essas ações são estabelecidas para que todos os operadores possam executar igualmente as tarefas com sucesso.

Essa padronização é baseada nos três seguintes elementos:

- Tempo *takt* ou *takt-time*: taxa de produtos que devem ser produzidos para atender a demanda do cliente.
- Sequência: representa a sequência exata que o operadores realizam suas tarefas dentro do tempo *takt*.
- Estoque padrão: também conhecido como supermercado ou estoque pulmão, onde representa os estoques, incluindo os itens nas máquinas, que são exigidos para manter um processo produtivo operando suavemente.

2.2 Evolução dos sistemas de produção sustentáveis

A preocupação com o desempenho de seus processos tem levado as empresas a buscarem pela sustentabilidade, isso porque a sustentabilidade promove a integração de interesses ambientais, sociais e econômicos às diretrizes do negócio. A sustentabilidade pode ser definida como um conjunto estratégico que provê a melhoria da utilização de recursos humanos e naturais, tendo em vista perspectivas futuras. A evolução dos sistemas de produção sustentáveis pode ser resumida em quatro etapas, destacadas na Figura 1.

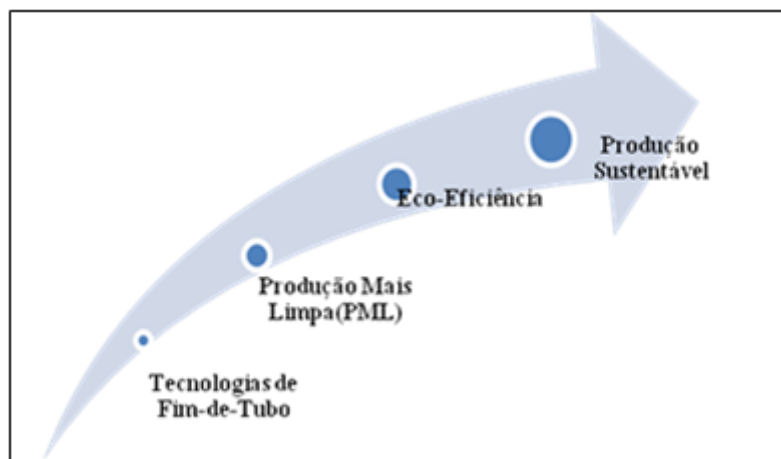


Figura 1 - Evolução dos sistemas de produção
Fonte: Araújo (2010)

Onde:

- Tecnologia de Fim-de-Tubo: tem o foco somente no fim do processo.
- Produção Mais Limpa: afim de melhorar o processo e reduzir impactos.
- Eco-eficiência: propõem o desenvolvimento econômico juntamente com o ambiental.

- Produção Sustentável: busca minimizar o uso dos recursos naturais.

Após a *United Nations Conference on the Human Environment* em Estocolmo, 1972 deu-se o passo inicial com gestão da conformidade, colocando processos e métodos de acordo com as diretrizes ambientais. A PML veio em seguida como ferramenta ativa na melhoria de processos e redução do impacto ambiental da organização. Da Eco-Eficiência surgiu a visão de promover um desenvolvimento econômico ao mesmo tempo que se gerava a proteção ambiental.

Seguindo essa evolução, prática mais atual é a Produção Sustentável, a qual por meio da produção utiliza bens e serviços para satisfazer necessidades básicas e a melhorara qualidade de vida, minimizando o uso de recursos naturais, materiais tóxicos e geração de resíduos e poluentes ao longo do ciclo de vida, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (MAN, 1994).

Com a evolução das tecnologias, outra que vem sendo estudada é o Ecodesign, que de acordo com Borchardt *et al* (2007) tem como principal objetivo o a redução do impacto ambiental na melhoria do método de desenvolvimento de produtos, ampliando as possibilidades do uso da criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes sob o ponto de vista da sustentabilidade, buscar soluções efetivas para os sistemas produtivos e ter produtos com design mais atrativo.

A produção mais limpa surgiu através da evolução da técnica de fim de tubo, a qual é uma tecnologia utilizada para remediar os impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos, usadas no tratamento, minimização e inertização de resíduos, efluentes e emissões, visando evitar que a poluição gerada seja diluída no meio ambiente (MELLO; NASCIMENTO, 2002). Objetiva preservar o meio ambiente, o consumidor e a comunidade, ao mesmo tempo em que busca o crescimento sustentável das organizações através da melhoria de sua eficiência, lucratividade e competitividade (DIAZ; PIRES, 2005). Para isso tem a premissa de eliminar os poluentes antes que eles sejam gerados.

A geração de resíduos além de contaminar o meio ambiente pode oferecer riscos a comunidade e aos próprios colaboradores da empresa através do contado direto com produtos contaminantes, outro problema é o armazenamento dos resíduos. Muitos resíduos não podem ser eliminados diretamente no meio ambiente, sob o risco de contaminação, cabe a empresa produtora arcar com os custos de tratamento e estocagem ideal dos rejeitos.

De acordo com Porter e Linde (1995) as empresas mais competitivas não são aquelas que utilizam os recursos de menos custo, mas aquelas que empregam tecnologias mais avançadas no controle de seus recursos. A competitividade requer sempre estar atento ao mercado e suas tendências de forma a preservar a economia e a qualidade de vida com o mínimo de recursos e rejeitos do processo.

2.2.1 Gestão Ambiental

A Gestão Ambiental propõe a elevação do potencial competitivo junto à preocupação com o meio ambiente, satisfazendo o interesse essencial dos empregadores (lucratividade) em paralelo à proteção ambiental, da qual é de interesse da sociedade geral. Uma das formas de atuação da Gestão Ambiental é por meio da prevenção da poluição. Ocasiona-se por meio dela aumento da produtividade por pressionar a empresa a pensar na melhoria sistemática dos seus processos, tornando a empresa mais competitiva (SILVA FILHO e SICSÚ, 2003). Uma frequente redução no desperdício de matéria-prima faz com que a indústria tenha um aumento da produtividade muito além do que se pode esperar com a economia apenas de material, e também ajuda na prevenção da poluição (ROMM, 1996).

2.2.1.1 Controle para o Desempenho Ambiental

A busca pela melhoria e aperfeiçoamento contínuo de processos tem levado as organizações a planejar melhor seu modo de produção tendo em vista as necessidades futuras e atendimento da demanda da forma menos impactante possível ao meio ambiente. Para o sucesso de qualquer medida deve-se ter certeza do que está sendo atingido e os impactos sobre a organização. É imprescindível ter em mãos dados de desempenhos consistentes, com o mínimo de erros, para servirem de guia sobre o que fazer ou onde fazer, além do mais são os relatórios de desempenho que vão dizer se o que está sendo feito está refletindo de forma positiva na empresa.

A necessidade de informar o desempenho das organizações tem ocorrido por várias razões: o atendimento a legislação e a redução de custos de exigências futuras; a adoção de códigos voluntários ambientais; a diminuição de custos operacionais; a melhoria das relações com as partes interessadas; além da percepção da visibilidade ambiental da empresa como uma vantagem competitiva (MORHARDT; BAIRD; FREEMAN, 2002).

De acordo com o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD, 2010) estabelece que a ecoeficiência, é uma ferramenta que auxilia a gestão ambiental, pois visa em sua prática à combinação entre desempenho econômico e ambiental, com maior eficiência no uso das matérias-primas. Essa prática também visa o desenvolvimento de um produto com maior durabilidade, que possa ser reciclado e ter preço competitivo, além da redução dos impactos na natureza.

A NBR ISO 14031 trata das diretrizes para a avaliação do desempenho ambiental através da adoção de indicadores. Esta norma propõe duas categorias gerais de indicadores a serem considerados na condução da Avaliação de Desempenho Ambiental, expostas no:

Indicador	Definição
Indicadores de Condição Ambiental (ICA)	Fornecem informações, de acordo com as regras e padrões ambientais, sobre a qualidade do meio ambiente onde se localiza a empresa.
Indicadores de Desempenho Ambiental (IDA)	São classificados em dois tipos: -Indicadores de desempenho gerencial: fornecem informações relativas aos esforços da gestão da empresa como o consumo de materiais e eliminação de rejeitos. -Indicadores de desempenho operacional: fornecem informações relacionadas às operações do processo produtivo da empresa como consumo de água, energia ou matéria-prima.

Quadro 3 - Cartilha de Indicadores da Avaliação de Desempenho Ambiental

Fonte: FIESP/CIESP (2003)

De acordo com a FIESP (Federação das Indústrias de São Paulo) (2010), o desempenho ambiental de uma indústria não pode ser quantificado de forma absoluta, tendo em vista a diversificada relação que existe entre a atividade industrial e o meio ambiente. Dessa forma os indicadores de desempenho ambiental devem ser formulados considerando aspectos de dependência, interdependência e da própria dinâmica industrial que dizem respeito ao valor da produção quantidade de mão-de-obra, valor agregado entre outros.

De acordo com Araújo (2010), os modelos de avaliação da sustentabilidade nas organizações apresentam lacunas e limitações que podem prejudicar a avaliação, como na identificação mais detalhada dos aspectos de desempenho e a comunicação entre diferentes indicadores. A inexistência de um processo de medição de desempenho em sustentabilidade que seja capaz de integrar os indicadores de sustentabilidade ao processo de gestão e melhoria também é uma lacuna a ser preenchida.

Jash (2000) apresenta como principal contribuição do uso de indicadores de sustentabilidade o seu aporte ao planejamento, direcionamento e controle dos aspectos de desempenho. A comparação de indicadores para diferentes períodos, lugares e firmas permitem uma avaliação ampla do progresso alcançado e dos ganhos advindos dos programas em sustentabilidade. Os indicadores possibilitam identificar oportunidades de melhoria no processo, mensurar o progresso do desempenho ao longo do tempo e identificar impacto na cadeia de suprimentos.

Além do uso de indicadores o método de avaliação de desempenho é em termos de quantificação de eficiência e eficácia da empresa o mais utilizado. Através desse procedimento a eficiência e eficácia das ações passadas são quantificadas facilitando o uso da informação. Os princípios mais importantes para alcançar uma boa avaliação de desempenho são: a) uma boa cooperação entre as pessoas envolvidas do início ao fim do projeto; b) integração das habilidades de cada indivíduo; c) sistematização do desempenho em cada uma das etapas; d) incorporação de métodos e ferramentas para a melhora da rotina diária dos indivíduos. (GALDÁMEZ; CARPINETTI; GEROLAMO, 2009).

2.2.2 Produção mais Limpa

O conceito de Produção Mais Limpa foi criado pela *United Nations Environment Programme* (UNEP) em 1988. Baseia-se na aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica preventiva integrada aos processos e produtos para aumentar a eco eficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e para o meio ambiente, evitando a geração, minimiza ou recicla os resíduos gerados pelos processos produtivos (SILVA e SICSÛ, 2003).

Desde a criação do conceito, programas e centros foram instalados em diversos países, proporcionando uma impulsionamento nos debates em torno das normas técnicas BS-7750, EMAS e, em especial da série ISO-14000. Em especial nos tópicos de sistemas de gestão ambiental, rotulagem ambiental e procedimentos para concessão de selo verde, auditoria, gestão e avaliação do desempenho ambiental, avaliação do ciclo de vida de produtos, definições e procedimentos para introdução de elementos ambientais nas normas de produtos (NUNES *et al*, 2008).

Conforme Greenpeace (2013), os processos de Produção Limpa são desenhados para utilizar somente matérias-primas renováveis, além de buscar a conservação de matérias-primas e energia, a eliminação dos materiais tóxicos e redução da quantidade e toxicidade de todas as possíveis emissões e resíduos, antes que eles deixem o processo.

Não devem utilizar e nem elaborar compostos químicos perigosos, evitando assim a geração de resíduos tóxicos. Para os produtos, ela inclui a redução dos efeitos danosos do mesmo, durante todo o ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até a disposição final do produto (MORENGHI; ANDRADE; ROSANO, 2006).

As tecnologias ambientais convencionais, mais conhecidas e utilizadas, trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões existentes, atuando no final do processo de produção (técnicas de fim-de-tubo). Estas tecnologias são caracterizadas por despesas adicionais para a empresa, como por exemplo, a colocação de filtros e as estações de tratamento.

A produção mais limpa, por sua vez, integra os objetivos ambientais ao processo (FIGUEIREDO, 2004). Com isso, o princípio básico dela é a eliminação da poluição durante o processo de produção, uma atitude proativa, ao contrário da postura reativa as técnicas de fim-de-tubo, onde a proteção ambiental entra tardiamente, depois que produtos e processos já ocorreram (MORENGHI; ANDRADE; ROSANO, 2006).

Mesmo tendo seu princípio básico bem definido, a produção mais limpa começa com um olhar abrangente dos fluxos de forma significativa na sociedade. Em particular, analisa a cadeia de produção: de onde vêm às matérias-primas, como e onde elas são processadas, resíduos que são gerados ao longo da cadeia de produção, quais são os produtos feitos de materiais, e o que acontece com esses produtos durante o seu uso e em o fim da sua vida comercial (THORPE, 1999).

Produção mais limpa (PML) é indicada como uma ferramenta que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, ocasionando também influência em melhorias econômicas e tecnológicas (SILVA; SICSÛ, 2003). As práticas adotadas são realmente eficientes para a melhoria do desempenho ambiental e produtivo da organização.

2.2.2.1 Etapas de Implementação da Produção mais Limpa

De acordo com a Rede de Produção mais Limpa (2002), as etapas de implementação da produção mais limpa visam preparar, adaptar e conservar o ambiente empresarial de acordo com as técnicas ou conjunto de técnicas para a remoção dos contaminantes já nas etapas iniciais do processo produtivo, de modo a possibilitar a reutilização com limites aceitáveis ao

meio ambiente. A metodologia de implantação da PML envolve as etapas descritas na Figura 2.

Além disso, é fundamental o compromisso da alta administração da empresa e dos funcionários na implantação da PML devido às mudanças geradas com processo, envolvendo mudanças de hábitos e sensibilização quanto à perspectiva de se conviver com as mudanças para que as mesmas não caiam em desuso e coloquem todo o processo em risco.

Ainda de acordo com a Rede de Produção mais Limpa, os “ecotimes” são equipes que têm a função de repassar a metodologia da PML aos demais funcionários da empresa. São propagadores de mudanças, eles “fazem acontecer” a PML, portanto devem agir de forma exemplar no desenvolvimento das atividades que visem reduzir os impactos ambientais da organização e aos sucessos das medidas de desempenho.

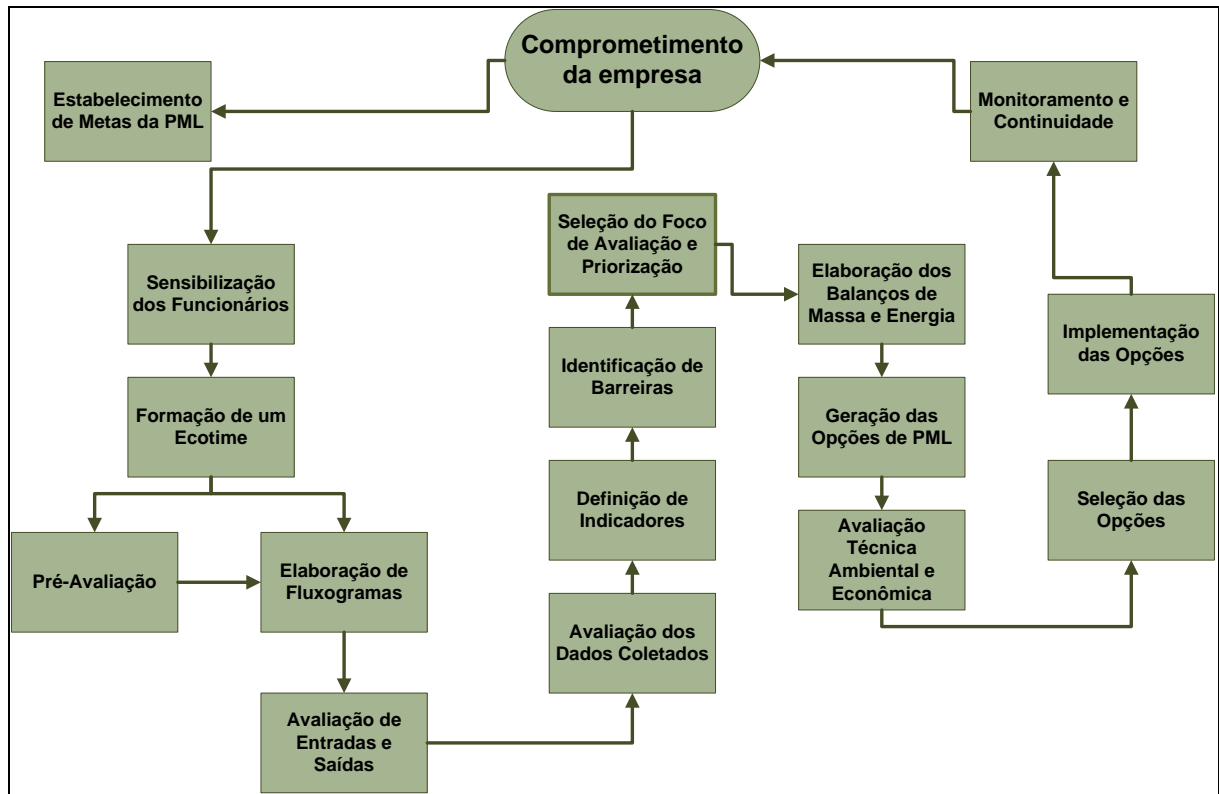


Figura 2 - Figura 2 -Ciclo de Implementação e melhoria da Produção mais Limpa

Fonte: (FIESP 2010 adaptado)

É importante salientar que investimentos propostos ao longo da implantação da metodologia estão fortemente atrelados ao desenvolvimento da indústria e seu fortalecimento no mercado. Assim, ao investir na implantação da metodologia de PML tem-se um passo importante tanto para garantir a competitividade, quanto para a melhoria da qualidade ambiental (WERNER; BACARJI; HALL, 2009).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa não é aplicada, trata-se de uma pesquisa teórica ou pesquisa básica que busca gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência. Com abordagem qualitativa, onde não requer uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo a coleta de dados direta e o pesquisador o instrumento-chave. Do ponto de vista dos objetivos caracterizada com descritiva, a qual visa descrever as características de um determinado assunto utilizando técnicas padronizadas para a coleta de dados (SILVA e MENEZES, 2005). E por fim, fazer a relação dos temas Produção Enxuta e Produção mais Limpa.

Dentre as atividades propostas pelo trabalho, estão: uma revisão bibliográfica seguida de uma revisão sistemática sobre as práticas, ferramentas, métodos e aplicações da produção enxuta e Produção mais Limpa.

Foi utilizada a Revisão Sistemática no projeto para caracterizar e reunir informações de como o processo de aplicação das ferramentas de Produção Enxuta conduz e beneficia as práticas de Produção mais Limpa.

As pesquisas foram realizadas em publicações científicas (Artigos, Teses, Relatórios, Capítulos de livro) especializadas nos temas, e congressos nacionais e internacionais com áreas específicas para publicação de trabalhos do tema.

Em seguida, com as informações da revisão bibliográfica e da revisão sistemática, apresentar uma proposta de aplicação da Produção mais Limpa alinhada com a Produção Enxuta.

3.2 Revisão Bibliográfica

Para desenvolver a base teórica da pesquisa foi utilizado o método científico denominado de pesquisa bibliográfica ou revisão bibliográfica, a qual implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não foi aleatório (LIMA; MIOTO, 2007). O estudo analisa os conceitos de produção mais limpa e produção enxuta, descrevendo metodologia para implantação e suas ferramentas.

3.3 Revisão Sistemática

Tendo como base textos publicados na literatura, pode-se tirar uma conclusão mais consistente utilizando-se um critério bem definido e imparcial sobre o tema produção enxuta e

produção mais limpa, utilizando a revisão sistemática, que têm como objetivo apresentar uma avaliação justa a respeito de um tópico de pesquisa, fazendo uso de uma metodologia de revisão que seja confiável, rigorosa e que permita auditagem (KITCHENHAM, 2004). Com base no material coletado foram resumidos os pontos mais importantes do tema e analisados de uma forma mais crítica para posterior revisão sistemática.

Para o processo de construção da Revisão Sistemática foi planejado e elaborado um protocolo de pesquisa como mostra a Figura 3.

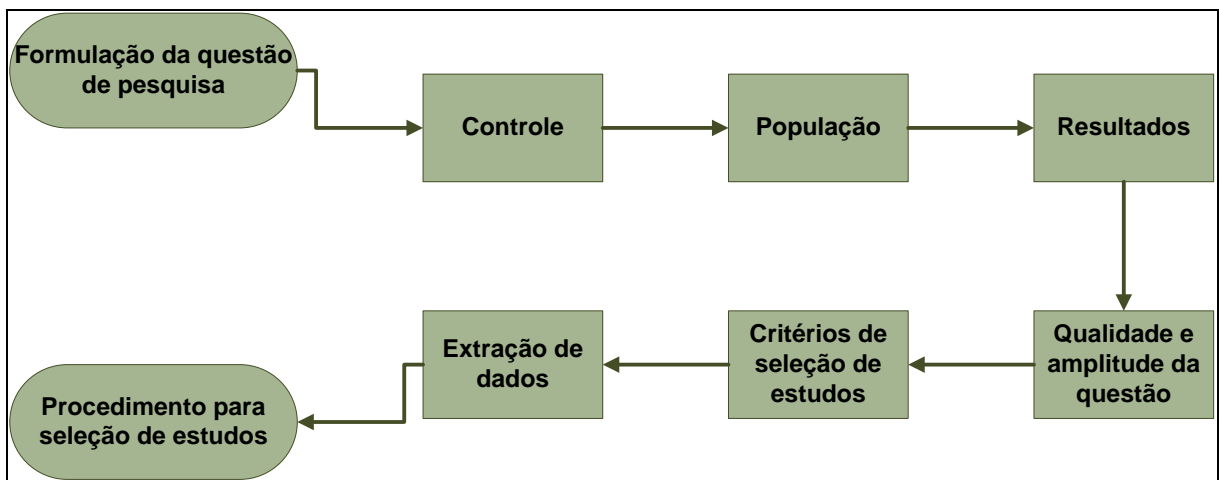


Figura 3 -Fluxograma dos elementos do protocolo de pesquisa

Em seguida será descrito as atividades apresentadas na Figura 3.

- **Formulação da questão de pesquisa:** será definido o objetivo da questão, questão primária, questões secundárias, itens relacionados às questões. Nessa etapa podemos considerar as questões de pesquisa a partir da seguinte estrutura: População, Intervenção, Resultados, Comparação, Contexto e Projeto Experimental.
- **Controle:** qual período de publicação dos artigos que será utilizado.
- **População:** onde será definido em quais os tipos de publicações científicas utilizados na pesquisa.
- **Resultados:** serão apresentadas as principais informações sobre a metodologia de aplicação da Produção enxuta alinhada com a Produção mais Limpa, descrevendo suas características e recomendações.

- Qualidade e amplitude da questão: serão definidas as palavras chaves e seleção de fontes.
- Critérios de seleção de estudos: nesta etapa será descrito os critérios de inclusão e exclusão dos artigos.
- Extração de dados: serão apresentados os dados obtidos com a revisão sistemática utilizando o protocolo de pesquisa.
- Procedimento para seleção de estudos: serão descritos os procedimentos para seleção preliminar, para seleção final, extração de resultado do material a ser utilizado no trabalho.

Para a revisão sistemática foi utilizado o software *JabRef*. Este software é um gerenciador de referências bibliográficas e utiliza arquivos de extensão .bib para realizar a leitura de informações dos artigos inseridos.

É possível adicionar um conjunto de artigos, bem como suas informações como nome, nome do autor, ano, resumo e palavras-chave por meio da importação de um arquivo .bib que contenha esses dados exportados de uma base de dados aleatória que contenha essa ferramenta de exportação de citações, ou também é possível a adição de artigos um a um, desde que sejam preenchidas as informações relevantes ao mesmo.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Aplicação da Revisão Sistemática

A seguir foi detalhado o protocolo de pesquisa apresentado na Metodologia do trabalho.

I. Formulação da Questão de Pesquisa

I.1.Objetivo da Questão: Apresentar uma proposta de aplicação da Produção mais Limpa (PML) alinhada com a Produção Enxuta (PE).

I.2.Questão Primária

QP– Quais são as práticas, técnicas e ferramentas da Produção Enxuta que pode ser alinhado com as práticas de Produção mais Limpa.

I.3.Questões Secundárias:

QS1 – Quais são as práticas, técnicas e ferramentas da Produção Enxuta?

QS2 – Quais são as práticas da Produção mais Limpa?

QS3 – Quais são os resultados que podem ser alcançados pelas empresas utilizando a Produção Enxuta e a Produção mais Limpa?

QS4 – Quais são as fases para a implementação da Produção Enxuta e da Produção mais Limpa?

I.4.Itens relacionados às questões:

Intervenção: práticas, métodos, ferramentas, filosofias e requisitos necessários para propor o alinhamento da Produção Enxuta com a Produção mais Limpa.

II. Controle

Bibliografia de 2002 até 2012 relacionados à Produção Enxuta e Produção mais Limpa.

III. População

Publicações científicas (Artigos, Teses, Relatórios, Capítulos de livro) especializadas no tema de Produção Enxuta e Produção mais Limpa e congressos nacionais e internacionais

com áreas específicas para publicação de trabalhos de Produção Enxuta e Produção mais Limpa.

IV. Resultados

- Apresentar uma lista de práticas, métodos, ferramentas, filosofias e requisitos da Produção Enxuta juntamente com a Produção mais Limpa.
- Descrever as características da junção desses dois sistemas de produção propostos pela comunidade científica.
- Apresentar uma lista de recomendações para o planejamento, controle e uso desses sistemas em conjunto.

V. Qualidade e Amplitude da Questão:

V.1. Palavras Chaves:

- Produção Enxuta / *Lean Manufacturing*
- Produção mais Limpa / *Cleaner Production*
- Produção Sustentável / *Sustainability Production*
- Gestão Ambiental / *Environmental Management*
- Eco-Eficiência / *Eco-Efficiency*
- *Ecodesign*

V.2. Seleção de Fontes

V.2.1. Critério de Definição:

Finalizada a definição das palavras-chave que foram utilizadas nesta pesquisa sistemática, a próxima etapa foi definir quais bases de dados seriam utilizadas como fonte de pesquisa para formar o banco de dados primário deste trabalho.

A escolha baseou-se em experiências passadas do próprio autor deste trabalho e também em sugestão de outros acadêmicos que realizam pesquisas da mesma natureza. As bases escolhidas são de grande destaque no ramo de atuação do

curso de Engenharia de Produção, e são elas: *Engineering Village*, *Scielo*, *Scopus (Elsevier)*, *ScienceDirect (Elsevier)*; revistas como a GEPROS, veículo de comunicação de resultados de pesquisas em Gestão da Produção, Gestão de Operações e Gestão de Sistemas de Produção. Além disso, foram utilizados anais de eventos relacionados à área de Engenharia de Produção, como o ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção), ICIEOM (*International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*) e CNEG (Congresso Nacional de Excelência em Gestão).

V.2.2. Linguagem de Estudo: português e inglês

VI. Critérios de Seleção de Estudos:

VI.1. Critérios de Inclusão:

VI.1.1. Questões Primárias:

- a) Pesquisas que descrevam sobre o sistema de Produção Enxuta / Produção mais Limpa.
- b) Pesquisas que apresentam relatos sobre o uso, experiências, dificuldades, barreiras sobre a Produção Enxuta / Produção mais Limpa.
- c) Pesquisas que descrevem o planejamento, desenvolvimento, execução, implementação da Produção Enxuta / Produção mais Limpa.
- d) Pesquisas que avaliam a Produção Enxuta / Produção mais Limpa.

VI.1.2. Questões Secundárias:

- a) As boas práticas de Produção Enxuta / Produção mais Limpa.
- b) Resultados que podem ser alcançados com essas práticas.
- c) Resultados que melhorem a estrutura organizacional das empresas;

VI.2. Critérios de Exclusão:

- a) Versão completa não disponível;
- b) Publicações não científicas (revistas comerciais, resenhas, comentários, jornais);
- c) Publicações realizadas antes do ano de 2002;
- d) Artigos que não abordam o objeto da pesquisa em questão;
- e) Publicações que abordam questões já coletadas na pesquisa, em forma de repetição;
- f) Artigos sem data ou local de publicação.

VII. Extração de Dados

Os dados dos estudos selecionados foram extraídos de acordo com um protocolo de pesquisa pré-definido. Este permitiu registrar as questões definidas sobre os artigos. Assim, os dados extraídos foram: título, ano, resumo, palavras-chave.

VIII. Procedimento para Seleção de Estudos

VIII.1. Procedimento para Seleção Preliminar: foi realizada a leitura do título, seguido dos resumos e introdução dos trabalhos recuperados, caso os mesmos se adequassem às questões previamente definidas. Caso o trabalho estivesse duplicado no banco de dados, foi relacionado em uma lista de trabalhos duplicados e não sendo verificados os critérios de inclusão e de exclusão. Caso contrário, se o trabalho apresenta-se algum dos critérios de exclusão, ele foi relacionado em uma lista de trabalhos excluídos com uma justificativa. Entretanto, caso o trabalho não apresenta-se critérios de exclusão e apresenta-se algum critério de inclusão, trabalho foi selecionado para leitura na íntegra e relacionado em uma lista de trabalhos incluídos.

VIII.2. Procedimento para Seleção Final: a leitura completa dos trabalhos selecionados na etapa de seleção preliminar foi realizada revisando e encontrando as melhores de práticas de Produção Enxuta e Produção mais Limpa (PML). Foi realizado, destacando os tópicos mais importantes e as prováveis contribuições do trabalho para o projeto.

VIII.3. Extração dos Resultados: foi realizada uma análise descritiva dos resultados obtidos. Após a leitura completa dos trabalhos selecionados, foi apresentada uma proposta de aplicação da Produção mais Limpa (PML) alinhada com a Produção Enxuta (PE).

5 RESULTADOS

Neste tópico serão apresentados os resultados que foram alcançados pelo trabalho.

5.1 Resultados da Revisão Sistemática

O banco de dados primário foi definido através da pesquisa das palavras-chave escolhidas combinadas com o operador lógico “and”, que implica que as palavras combinadas fossem utilizadas no mesmo artigo, podendo estar localizadas nos resumos, títulos e palavras-chave.

As palavras foram combinadas conforme listado abaixo e adicionadas aos campos de busca das bases de dados. Em seguida, os resultados foram selecionados e exportados para o *software JabRef*, ferramenta de grande importância para a gestão dos artigos selecionados. Foram selecionados os artigos publicados entre 2002 e 2012.

- "*Lean Manufacturing*" and "*Cleaner Production*"
- "*Lean Manufacturing*" and "*Sustainability Production*"
- "*Lean Manufacturing*" and "*Environmental Management*"
- "*Lean Manufacturing*" and "*Eco-Efficiency*"
- "*Lean Manufacturing*" and "*Ecodesign*"
- "Produção Enxuta" and "Produção mais Limpa"
- "Produção Enxuta" and "Produção Sustentável"
- "Produção Enxuta" and "Gestão Ambiental"
- "Produção Enxuta" and "Eco-Eficiência"
- "Produção Enxuta" and "Ecodesign"

Concluída a pesquisa nas bases de dados, o banco de dados primário apresentou um total de 16 artigos, distribuídos nas bases de dados conforme a Tabela 1.

Base de Dados	Quantidade de artigos selecionados
Scopus	7
SIMPEP	3
Engineering Village	3
GEPROS	1
ENEGEP/ICIEOM	1
CNEG	1
Scielo	0
Science Direct	0
Total	16

Tabela 1 - Banco de dados primário

Na Figura 4, o gráfico apresenta a quantidade de artigos encontrados por base de dados. É importante salientar que o valor retornado de artigos foi extremamente baixo, pelo fato de que a combinação das palavras chaves com o termo “Produção Enxuta” se torna uma restrição e retorna um valor ainda menor de artigos.

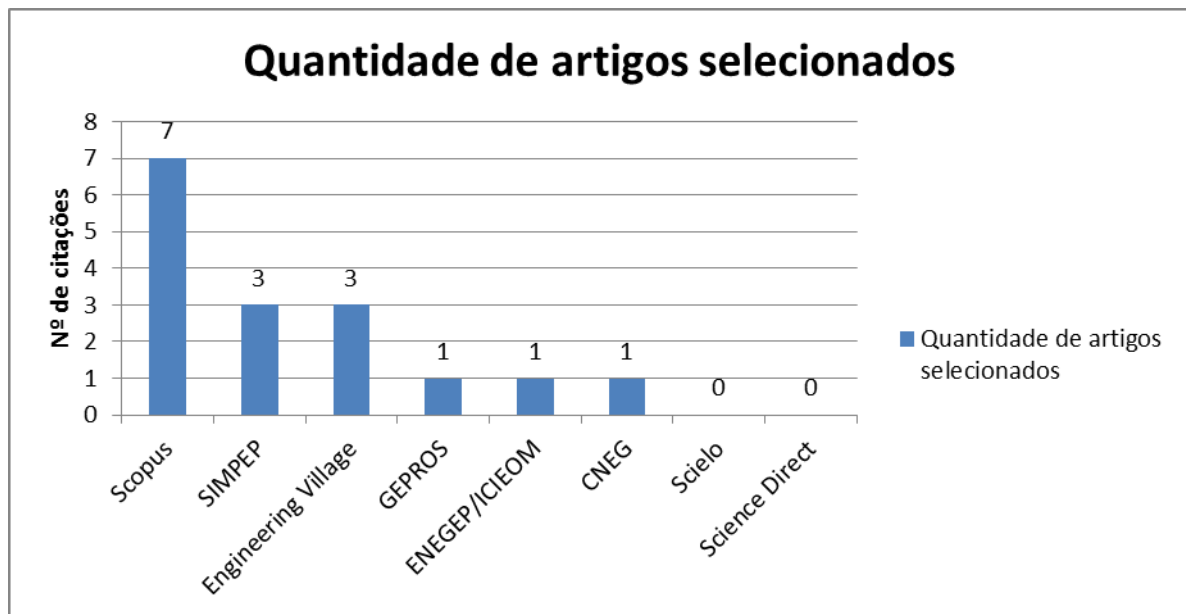


Figura 4 - Artigos por base de dados

Os artigos apresentados foram importados para o *JabRef* para a criação de um banco de dados, que posteriormente seria analisado para que fossem selecionados os arquivos para a próxima fase do projeto. O banco de dados pode ser visualizado na Figura 5.

File Edit Search View BibTeX Tools Plugins Options Help

Revisão Sistemática.bib* Lean and Cleaner 30-9-2013-1380578804399_RIS_bib_.bib

#	Entrytype	Author	Title	Year	Journal	Owner	... Bibtexkey
1	Article	Hosseini Nasab et al.	Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing	2012	Journal of Cleaner ...	Higor	... HosseiniNasab20...
2	Article	Pitcher	Coming clean	2007	New Electronics	Higor	... Pitcher2007
3	Article	Pitcher	Coming clean	2007	New Electronics	Higor	... Pitcher200717
4	Article	AkAşcal and Aşetinkaya	Quantitative models for inventory and production planning in closed-loop s...	2011	International Journ...	Higor	... AkAşcal2011
5	Article	Anvari et al.	Evaluation of approaches to safety in lean manufacturing and safety mana...	2011	World Applied Scie...	Higor	... Anvari2011
6	Article	Elias and Magalhães	Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa	2003	ENESEP	Higor	...
7	Article	Hosseini Nasab et al.	Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing	2012	Journal of Cleaner ...	Higor	... HosseiniNasab2012
8	Article	Johnson et al.	Integrating multiple manufacturing initiatives: Challenge for automotive su...	2007	Measuring Busines...	Higor	... Johnson2007
9	Article	Morengi et al.	Produção Mais Limpa e Produção Enxuta: Haverá simbiose na busca de c...	2006	SIMPEP	Higor	...
10	Conference	Parveen et al.	Integration of lean and green supply chain - Impact on manufacturing firms...	2011	Proceedings of the ...	Higor	... Parveen2011
11	Article	Petter et al.	PRODUÇÃO LIMPA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA, PRODUÇÃO ENXUTA, 5S E...	2011	CNEG	Higor	...
12	Article	Simpson and Power	Use the supply relationship to develop lean and green suppliers	2005	Supply Chain Mana...	Higor	... Simpson2005
13	Article	Vaz et al.	Conceitos e metodologias para um mundo sustentável: uma reflexão da P...	2011	GEPROS	Higor	...
14	Article	Vaz and Oliveira	Conceitos e Metodologias para um Mundo Sustentável: uma Reflexão da ...	2008	SIMPEP	Higor	...
15	Article	Vaz et al.	Produção Limpa x Produção Enxuta: uma revisão dessas ferramentas	2008	SIMPEP	Higor	...
16	Article	Yang et al.	Impact of lean manufacturing and environmental management on busines...	2011	International Journ...	Higor	... Yang2011

Required fields Optional fields General Abstract Review BibTeX source

Article

Author Hosseini Nasab, H. and Aliheidari Bioki, T. and Khademi Zare, H.

Title Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing

Journal Journal of Cleaner Production Toggle abbreviation

Year 2012

Volume 29-30

Pages 73 - 81

Bibtexkey HosseiniNasab2012a

Status:

Figura 5 - Revisão Sistemática no software JabRef

Na Figura 5 também é possível observar algumas informações disponíveis no software JabRef, nele é possível visualizar as principais informações dos artigos, sendo elas título, palavras chave, resumo, entre outras.

A Figura 6 mostra o status dos trabalhos selecionados pela revisão sistemática, totalizando 16 trabalhos, dentre esses 8 foram selecionados como aceitos, os quais apresentavam os critério de inclusão definido no protocolo da revisão sistemática.

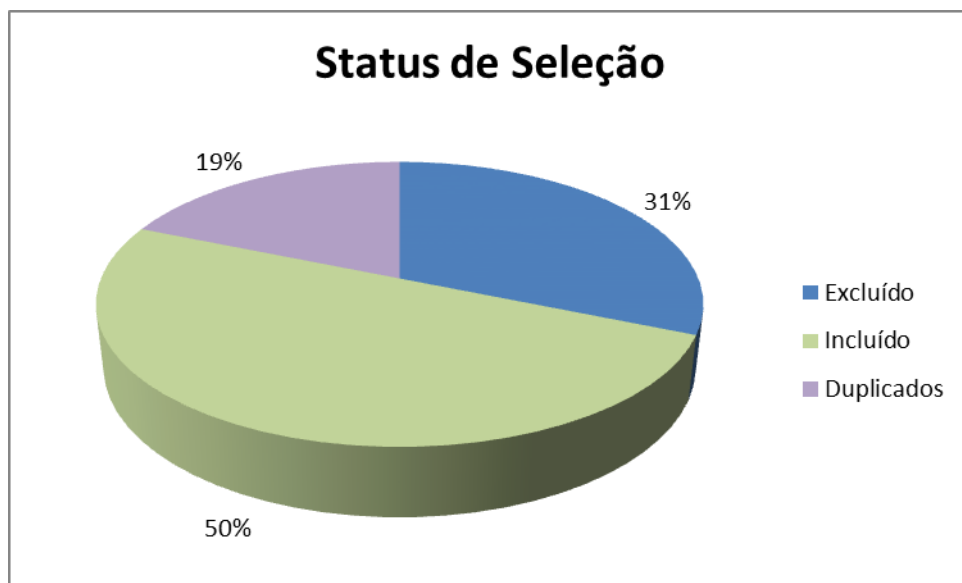


Figura 6 - Seleção dos artigos

Encontra-se apresentado na Figura 7 dentre as publicações aceitas, a porcentagem de artigos em inglês e em português.

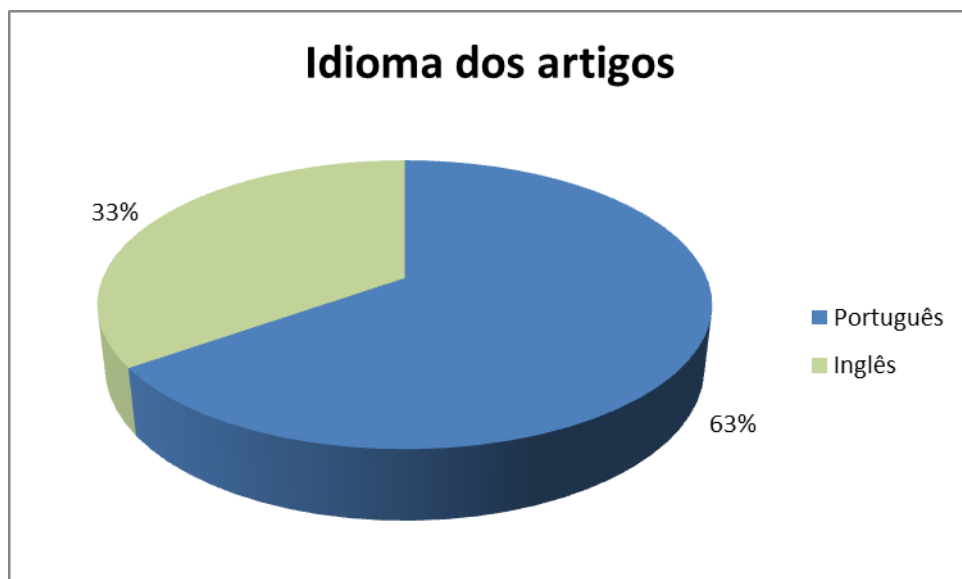


Figura 7 - Artigos aceitos

Após o processo de inclusão e exclusão dos artigos baseados nos critérios estipulados pelo protocolo de pesquisa da revisão sistemática, foram selecionados os 8 artigos para o banco de dados final, que está representado no Quadro 4.

Nome do artigo	Autor	Ano	Periódico
Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa.	Sérgio José Barbosa Elias Liciane Carneiro Magalhães	2003	ENEGEP
Use the supply relationship to develop lean and green suppliers.	Dayna F. Simpson Damien J. Power	2005	Supply Chain Management
Produção Mais Limpa e Produção Enxuta: Haverá simbiose na busca de conformação ambiental com a flexibilização dos fatores de produção?	Luiz Carlos Rodrigues Morengi Rogério Ferraz Garcia de Andrade Robson Delfino Rosano	2006	SIMPEP
Produção Limpa x Produção Enxuta: uma revisão dessas ferramentas.	Caroline Rodrigues Vaz Ivanir Luiz de Oliveira Luiz Mauricio de Resende	2008	SIMPEP
Conceitos e Metodologias para um Mundo Sustentável: uma Reflexão da PL, P+L e Produção Enxuta.	Caroline Rodrigues Vaz Ivanir Luiz de Oliveira	2008	SIMPEP
Produção limpa, produção mais limpa, produção enxuta, 5s e manutenção autônoma - uma proposta metodológica de implantação conjunta.	Rodolfo Reinaldo Petter Caroline Rodrigues Vaz Luis Maurício Martins de Resende Paulo Maurício Selig	2008	CNEG
Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.	Ma Ga (Mark) Yang Paul Hong Sachin B. Modi	2011	International Journal of Production Economics
Integration of lean and green supply chain - Impact on manufacturing firms in improving environmental efficiencies	C. Mallika Parveen A.R. Pradeep Kumar T. V. V. L. Narasimha Rao	2011	GTEC

Quadro 4 - Artigos aceitos

A Figura 8, apresenta dentre os trabalhos selecionados, a quantidade de artigos encontrados pela revisão sistemática de acordo com o ano de publicação.

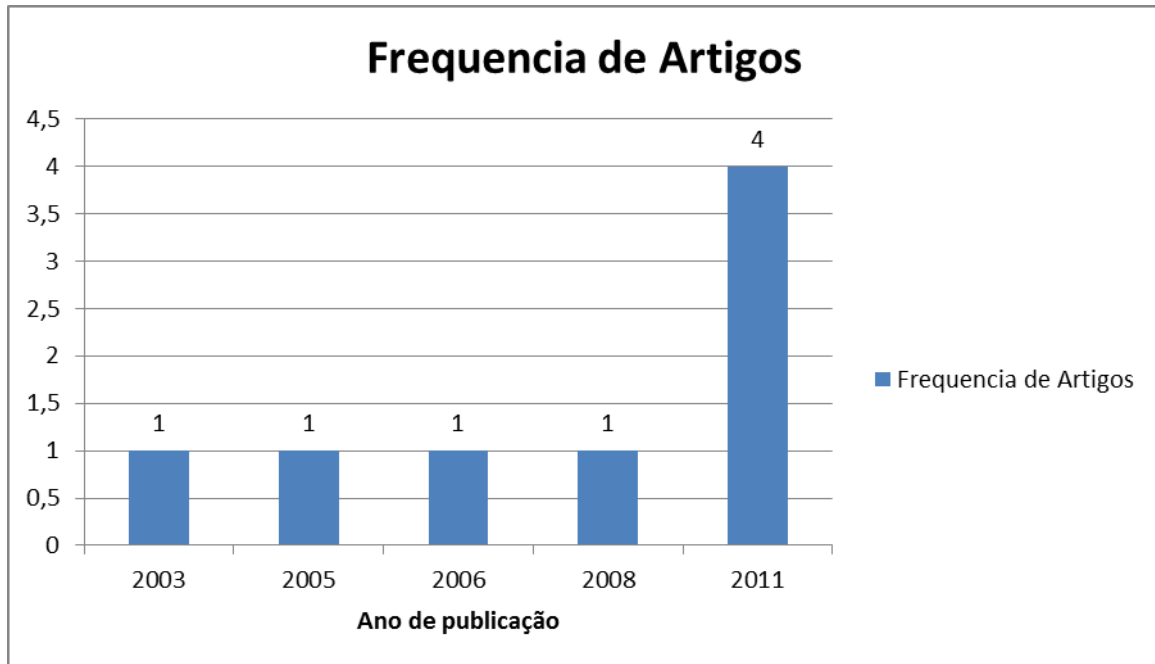


Figura 8 - Quantidade de artigos selecionados de acordo com o ano

Observa-se que recentemente, o número de artigos publicados, abrangendo as duas metodologias vêm aumentando, isso pode ser resultado do ambiente cada vez mais competitivo por qual as indústrias estão passando, e da necessidade de ser desenvolvidos métodos para solucionar e melhorar a competitividade das indústrias.

5.2 Proposta de utilização da PE + PML

Nesta etapa foi proposta a aplicação da Produção mais Limpa alinhada com a Produção Enxuta, com base no conhecimento construído acerca destes temas através da revisão de literatura e revisão sistemática. Com a metodologia de implantação da PML, a qual envolve as etapas descritas na Figura 2, já comentada na revisão de literatura, foi desenvolvido um novo ciclo para implementação da produção mais limpa, utilizando as ferramentas da produção enxuta.

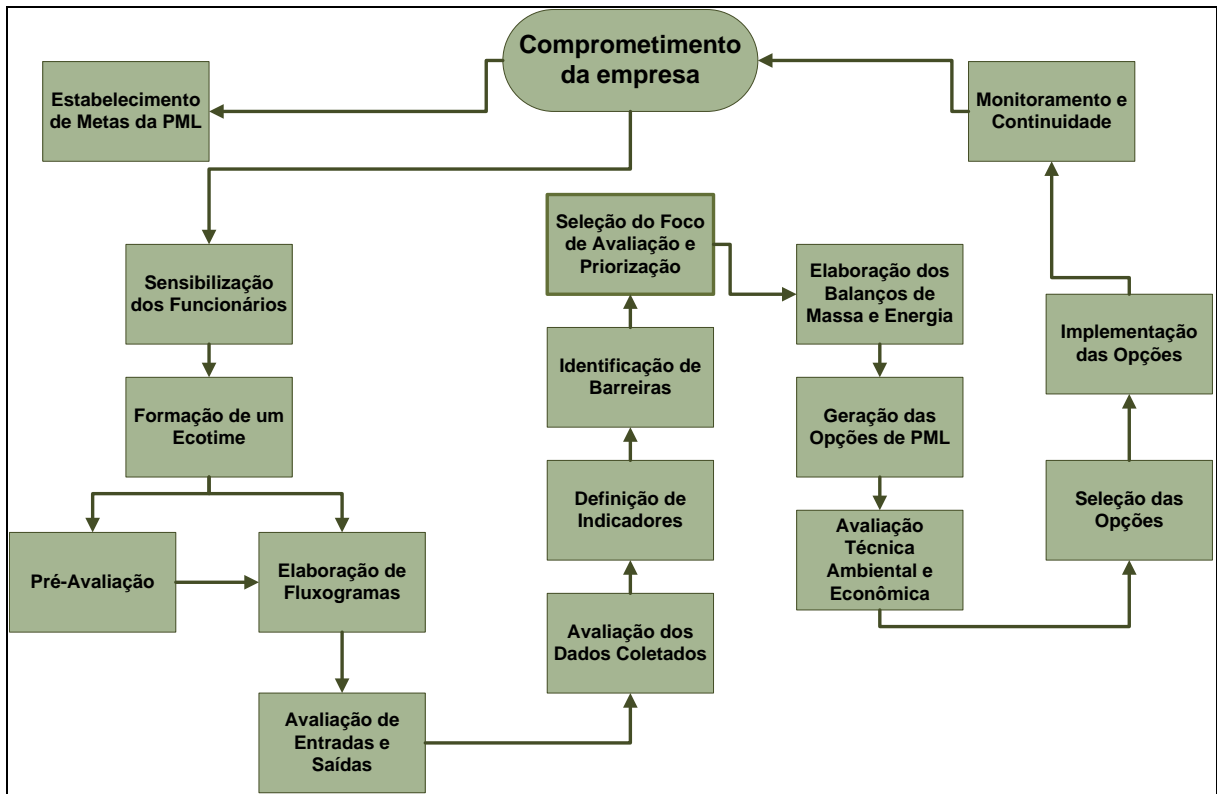


Figura 2 - Ciclo de Implementação e melhoria da Produção mais Limpas
 Fonte: (FIESP 2010 adaptado)

Durante a análise aos artigos do banco de dados final para o desenvolvimento do trabalho e elaboração da proposta, foram considerados os seguintes trechos:

A aplicação da Produção Enxuta e da Produção Limpas contribui efetivamente para a melhoria da competitividade das indústrias, pois ambas tem como benefícios, por exemplo, o aumento da produtividade, melhoria da qualidade, otimização na utilização da matéria-prima, dos insumos, fatores esses de importância relevante à necessidade da busca contínua da excelência empresarial no mundo atual (VAZ; OLIVEIRA; RESENDE, 2008).

É exatamente neste ponto, a busca pela eficiência da sustentabilidade, que a P+L pode suprir as atuais preocupações ambientais que incidem sobre o setor produtivo, ou seja, agregar à eficiência da produção flexível proporcionada pela Produção Enxuta com o conceito de “produzir mais e melhor com menos” da P+L criando uma simbiose virtuosa que pode ser o equilíbrio (trade-off) entre a dimensão econômico-produtiva com a dimensão ambiental (MORENGHI; ANDRADE; ROSANO, 2006).

O novo ciclo de implementação, mostrado na Figura 9, foi desenvolvido após análises dos conceitos, práticas e ferramentas da Produção Enxuta. Neste esquema foi apresentado em quais etapas da implementação da PML é possível utilizar as ferramentas da PE, as quais estão destacadas em vermelho. Além de mostrar quais etapas dessa implementação que possuem pontos de abordagem em comum entre as duas metodologias, destacados em azul.

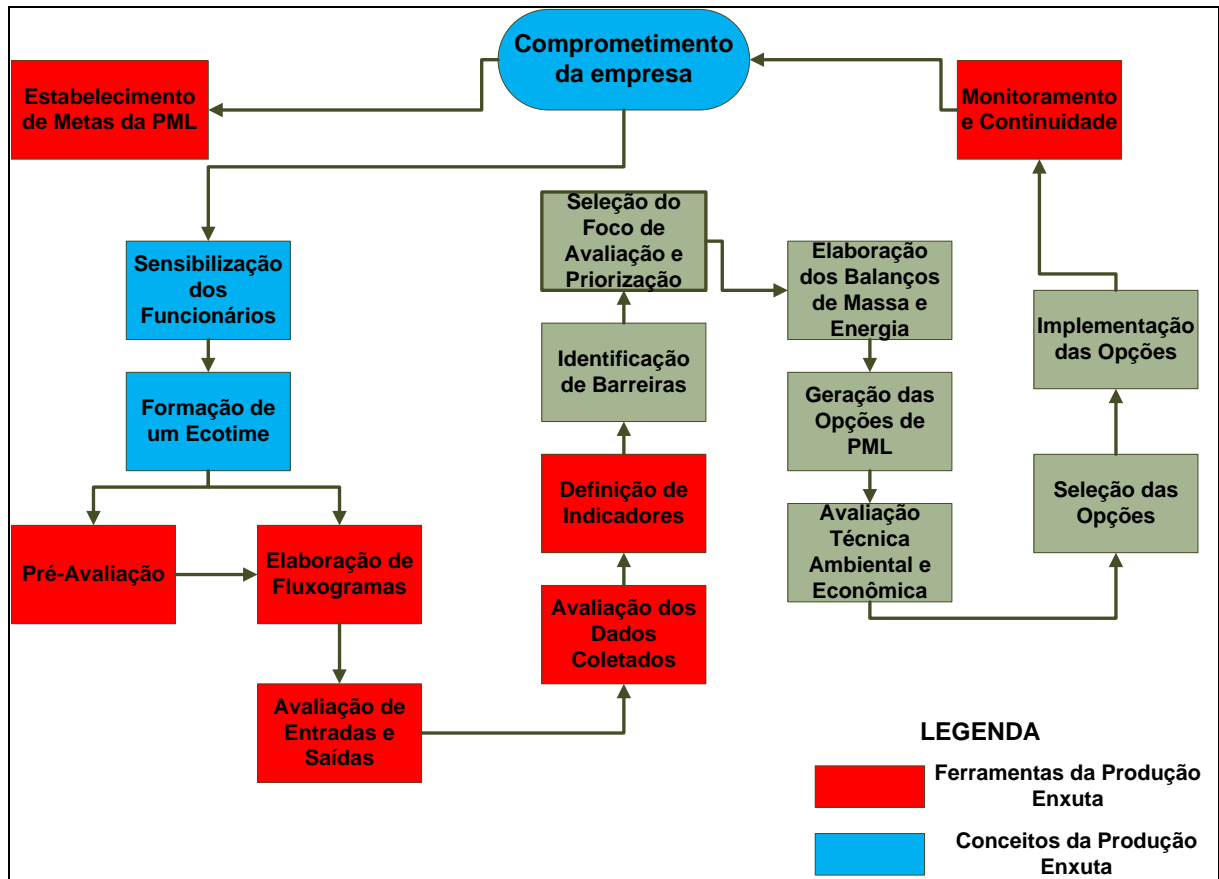


Figura 9 - Etapas da PML com ferramentas e conceitos da PE

A Figura 9 mostra os pontos onde podem ser aplicadas as ferramentas de PE, entretanto, com o estudo dos artigos selecionados pela revisão sistemática, e principalmente com os trechos apresentados acima de Vaz *et al* (2008) e Morenghi *et al* (2006) foi possível concluir que a PE pode ser aplicada em contexto mais sistêmico, englobando todos os processos de produção mais limpa, conforme mostrado na Figura 10.

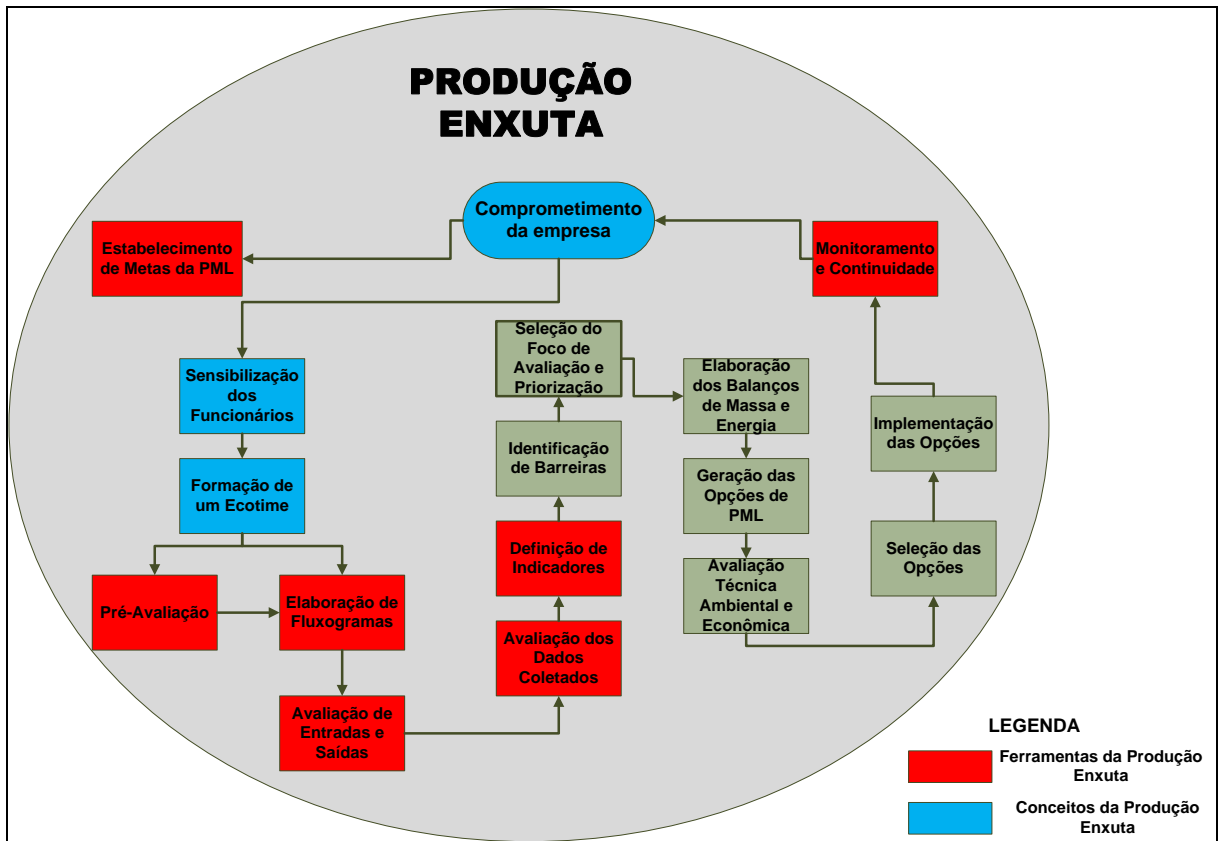


Figura 10 - Produção mais Limpa e Produção Enxuta

Por isso, pode-se dizer que a produção enxuta engloba todas as etapas para a implementação da produção mais limpa. Este fato se justifica pois em um sistema de produção mais limpa o objetivo principal é reduzir a geração de resíduos, evitando o consumo de insumos, como energia, água e matéria prima. Dessa maneira, a produção mais limpa relaciona-se com a produção enxuta, a qual é qualificada por ser um sistema de produção caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício.

5.2.1 Correlação entre as metodologias

Com base no fluxo da Figura 2, as etapas “Comprometimento da empresa”, “Sensibilização dos funcionários” e “Formação de um Ecotime”, estão diretamente ligados com os conceitos e filosofia da Produção Enxuta, pois para a transformação de um processo produtivo comum em um processo enxuto, é necessário também que a empresa esteja comprometida com as alterações que serão propostas e aos novos objetivos da empresa, que os funcionários estejam engajados e sensibilizados com as mudanças no processo e na estratégia do sistema produtivo e que haja uma equipe “lean” responsável por conduzir os processos de melhoria.

Em algumas etapas da implementação da Produção mais Limpa, verifica-se que é possível aplicar além do conceito da Produção Enxuta, também suas ferramentas. Estas etapas são: “Estabelecimento de metas da PML”, “Pré-Avaliação”, “Elaboração de Fluxogramas”, “Avaliação de Entradas e Saídas”, “Avaliação dos Dados Coletados”, “Definição de Indicadores”, “Monitoramento e Continuidade”, conforme mostrado na Figura 11.

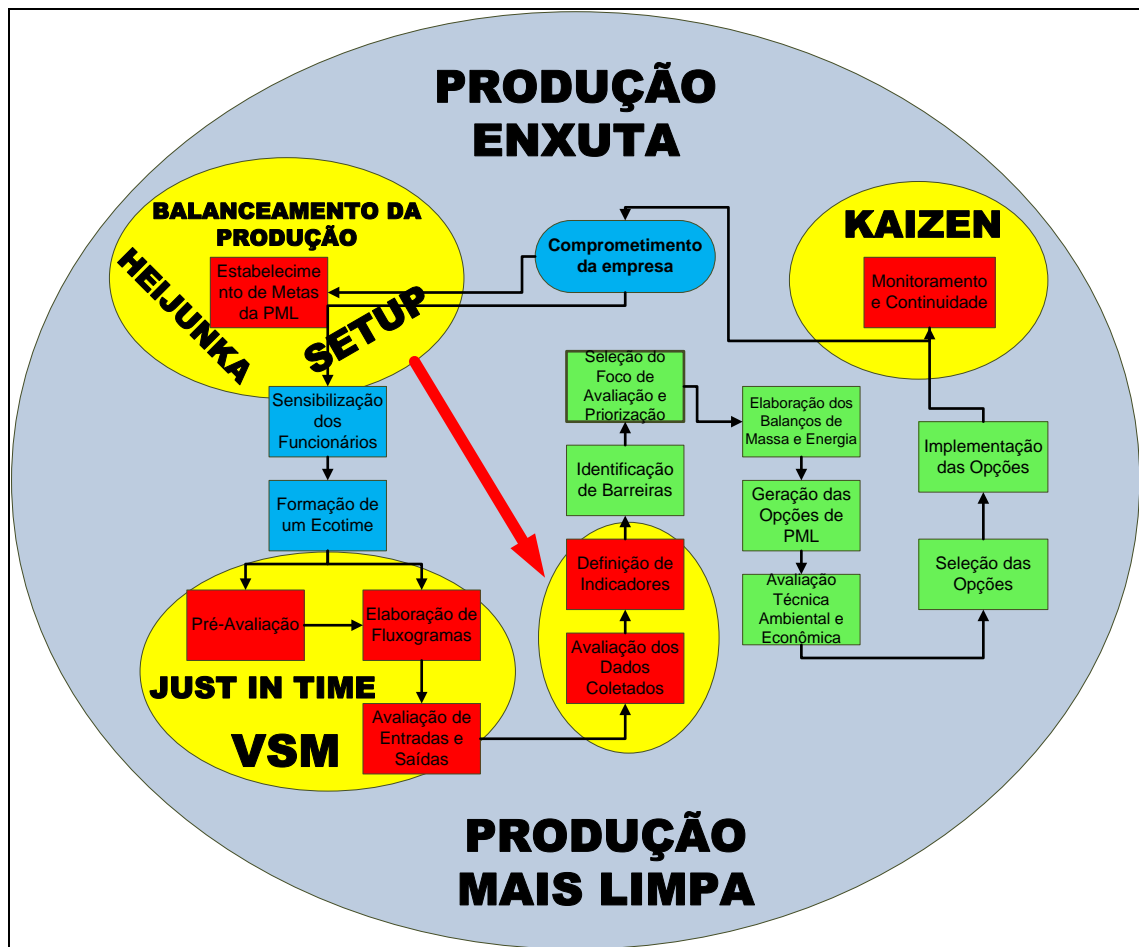


Figura 11 - Ciclo proposto para implementação da PML com a PE

A Figura 11 apresenta quais ferramentas da PE podem auxiliar e oferecer vantagens e resultados mais significativos no ciclo de PML. As ferramentas da Produção Enxuta apresentadas são: balanceamento da produção, nivelamento da produção (*Heijunka*), troca rápida de ferramentas (*Setup*), produção puxada (*Just in Time*), mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping* - VSM), melhoria Contínua (*Kaizen*).

Segundo este raciocínio, para que o “Estabelecimento de Metas da PML” seja realizado com eficiência, aplicam-se algumas ferramentas da Produção Enxuta. Assim, antes de estabelecer as metas da PML, pode ser aplicada a ferramenta “Balanceamento da Produção”, de modo que a produção esteja adequada à demanda; fazendo com que sejam utilizados todos os postos de trabalho e adequando o tempo de produção.

Após o balanceamento, é possível utilizar o “Nivelamento da Produção (*Heijunka*)”, para que todos os itens do processo produtivo sejam produzidos no mesmo intervalo de tempo. Para que tudo isso aconteça dentro do planejamento, deverá ser realizada a “Troca Rápida de Ferramentas (*Setup*)”, ou seja, gastar o menor tempo necessário para se mudar de uma atividade para outra.

Nas etapas de “Pré-Avaliação, Elaboração de Fluxogramas, Avaliação de Entradas e Saídas” podem ser aplicadas as ferramentas “Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM)” e a “Produção Puxada (*Just in Time*)” com objetivo de obter melhores resultados.

Com o “Mapeamento do Fluxo de Valor” é possível identificar o fluxo de materiais e informações dentro da organização, além de auxiliar no planejamento para uma situação futura da empresa. Sendo assim, na implementação da Produção mais Limpa, onde essa ferramenta é uma das mais importantes para o processo, será possível detectar os resíduos e o fluxo de produtos. (PARVEEN; KUMAR; NARASIMHA RAO, 2011).

Juntamente com a situação futura proposta pelo “Mapeamento do Fluxo de Valor”, a “Produção Puxada” busca a redução de desperdícios, fazendo com que os insumos cheguem na quantidade necessária e no momento necessário no local da produção. Dessa maneira evitando os desperdícios de superprodução, transporte e estoque.

As etapas, “Avaliação dos Dados Coletados” e “Definição de Indicadores” podem ser interligadas com “Estabelecimento de Metas da PML”. Pois a partir do momento que é aplicado, o “Balanceamento e Nivelamento da Produção”, juntamente com técnicas para a

“Troca Rápida de Ferramentas”, surge o momento exato para avaliar os dados obtidos, e definir indicadores para medir o processo de implementação da prática.

A etapa fundamental no ciclo da Produção mais Limpa é o “Monitoramento e Continuidade” onde todos os processos são acompanhados, controlados e gerenciados ao mesmo tempo em que é aplicada a Melhoria Contínua ou *Kaizen*, que através do monitoramento e realização de eventos *Kaizen*, busca melhorias de pequeno porte ao longo do processo produtivo da organização.

Todo esse processo e correlação entre as metodologias podem ser observados no Quadro 5.

Produção mais Limpa (PML) e Produção Enxuta (PE)	
Etapas da PML	Ferramentas da PE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estabelecimento de Metas da PML 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balanceamento da Produção ▪ <i>Heijunka</i> ▪ <i>Setup</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-Avaliação ▪ Elaboração de Fluxogramas ▪ Avaliação de Entradas e Saídas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Just in Time</i> ▪ <i>VSM</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição de Indicadores ▪ Avaliação de entradas e Saídas 	Interligado com o Estabelecimento de Metas da PML
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoramento e Continuidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Kaizen</i>

Quadro 5 - Correlação entre as metodologias

No quadro acima esta representado a proposta de aplicação da Produção mais Limpa alinhada com a Produção Enxuta, onde é apresentado um resumo dessa proposta, contendo a correlação das etapas da PML e as ferramentas da PE que podem ser aplicadas em cada etapa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em todas as informações apresentadas neste trabalho, este tópico apresentará as considerações finais do mesmo, apresentando o trabalho realizado, os pontos relevantes, as dificuldades e propostas para trabalhos futuros.

Esse trabalho foi desenvolvido para apresentar e propor a utilização da Produção mais Limpa e Produção Enxuta em conjunto. Para isso foi realizado uma Revisão da Literatura nos temas Produção Enxuta e Evolução dos Sistemas de Produção Sustentáveis abordando a Gestão Ambiental e a Produção mais Limpa, buscando informações como: conceitos, práticas, ferramentas, etapas, de cada uma das metodologias.

Após a Revisão da Literatura foi utilizado no projeto a metodologia da Revisão Sistemática para caracterizar e reunir informações de como o processo de aplicação das ferramentas de Produção Enxuta conduz e beneficia as práticas de Produção mais Limpa. Para isso foram definidos critérios e métodos para ser realização da Revisão Sistemática.

Com os resultados da Revisão Sistemática foi criado um banco de dados final, com os artigos selecionados durante a revisão, o qual foi apresentado no item 5.1. Esse banco de dados foi utilizado como fonte de análise de utilizações de produção enxuta com produção mais limpa.

Após essa análise foi desenvolvido um novo modelo, baseado em um modelo de ciclo da produção mais limpa já existente, onde foram propostas ferramentas da produção enxuta para serem utilizadas nas etapas de implementação da produção mais limpa, totalizando seis ferramentas. Além da proposta de aplicação de ferramentas de produção enxuta no ciclo de PML, foi realizada uma comparação entre as atividades desse ciclo com algumas etapas presentes também na aplicação da produção enxuta em um processo.

Durante o desenvolvimento do novo modelo Figura 11, foi observado que, além de ser possível aplicar tanto a metodologia de produção enxuta quanto a metodologia de produção mais limpa em um mesmo sistema, estas podem proporcionar resultados ainda melhores para a organização se aplicadas conjuntamente. Ainda seguindo este raciocínio, é sabido que a produção mais limpa aplicada em um sistema ou processo possibilita bons resultados operacionais, e desta forma, se aplicada simultaneamente com a aplicação de ferramentas e conceitos da produção enxuta, os resultados serão ainda maiores.

A aplicação conjunta destes métodos possibilita a melhoria da competitividade; contribui para a sustentabilidade da organização e de seus processos; proporciona aumento da produtividade, além de muitos outros resultados que possuem um nível alto de relevância.

Durante a realização deste trabalho, a principal dificuldade encontrada ocorreu durante a revisão sistemática, durante a aplicação do protocolo de pesquisa, mais precisamente na busca dos artigos, devido ao fato de que o tema utilização da produção mais limpa em conjunto à produção enxuta é bastante atual. Por este motivo, a busca dos artigos nas bases de dados retornou quantidades pequenas de artigos na revisão sistemática, acarretando em restrições de informações para o desenvolvimento da proposta.

Espera-se que a pesquisa desenvolvida possa ser útil futuramente como ferramenta de construção de conhecimento a potenciais pesquisadores, tanto em relação à revisão sistemática, quanto em relação à produção mais limpa aplicada em conjunto à produção enxuta.

Um ponto bastante importante para ser desenvolvidos para estudos futuros seria realizar a aplicação das duas ferramentas em conjunto, e a análise dos resultados gerados por essa aplicação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. J. P. O. DE. **Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil**. Florianópolis, SC, , 22 out. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88970>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

ANDRADE, J. C. S.; MARINHO, N. M. O.; KIPERSTOK, A. Uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão. **Bahia análise e dados**, p. 326-332, 2001.

ARAÚJO, J. B de. **Avaliação de Processos de Manufatura Considerando Parâmetros de Sustentabilidade**. São Carlos, 2010.

BEZERRA, D. K. Aplicação do método de nivelamento de produção e demanda em empresas de tipologia de produção ETO com baixo volume e alta diversidade de produtos. **Monografia, Escola de Engenharia de São Carlos**, 2008.

BORCHARDT, M.; SELLITTO, M. A.; PEREIRA, G. M. POLTOSI, L. A. C. **Implementação do Ecodesign: Um Estudo de Caso na Indústria Eletrônica**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu - PR, 2007.

CHAVES FILHO, J. G. B. Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso. **Monografia, Universidade Federal de São Carlos**, 2007.

DIAZ, C. A. P.; PIRES, S. R. I. **Produção mais limpa: integrando meio ambiente e produtividade** UNIPINHAL, 31 dez. 1969. Disponível em: <<http://189.20.243.4/ojs/racre/viewarticle.php?id=8&layout=abstract&locale=fr>>. Acesso em: 25 jun. 2013

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Disponível em:** <<http://www.fiesp.com.br/ambiente>>. Acesso em: Abril 2013.

FIGUEIREDO, V. F. de. **Produção mais limpa nas pequenas e micro empresas: elementos inibidores**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis – SC. 2004.

FIKSEL, J.; MCDANIEL, J.; MENDENHALL, C. Measuring progress towards sustainability

principles, process and best practices. **Ohio: Battelle Memorial Institute.**[Links], 1999.

GALDÁMEZ, E. V. C.; CARPINETTI, L. C. R.; GEROLAMO, M. C. Proposta de um sistema de avaliação do desempenho para arranjos produtivos locais. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 133-151, 2009.

GOMES, L. de C. Avaliação da contribuição das técnicas do sistema Toyota de produção para os objetivos estratégicos das empresas. **Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2001.

GREENPEACE. **Disponível em:** < <http://www.greenpeace.org/> >. Acesso em: Abril 2013.

GREYER, J.-M.; MELO, J. DE. Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter? **The National Bureau of Economic Research**, 16 jun. 2003.

JASH, C. Environmental performance evaluation and indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 8, n. 1, p. 79-88, 2000.

LAZZAROTTO, E. O desempenho da manufatura enxuta: o caso da empres Ognibene, nas unidades de Caxias do Sul – Brasil e Reggio Emilia – Itália. **Dissertação, Universidade de Caxias do Sul**, 2010.

LIMA, T. C. S. de; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev Katál Florianópolis**, v. 10, p. 37-45, 2007.

LIMPA, REDE DE PRODUÇÃO MAIS. **Guia da produção mais limpa: faça você mesmo**. Rio de Janeiro: CEBDS, Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002. 55 p.

LUCERO, A. G. R. Um método para desenvolvimento de medidas de desempenho como apoio à gestão de sistemas de manufatura. **Tese, Universidade Federal de Santa Catarina**, 2006.

MAN - MINISTÉRIO DE AMBIENTE DA NORUEGA. **¿Qué es consumo y producción sustentables?**, In: Simpósio de Oslo, 1994, Disponível em: <www.redpycs.net>. Acesso em: 30 de Março de 2011.

MELLO, M. C. A. de; NASCIMENTO, L. F. **Produção Mais Limpa: Um Impulso Para a Inovação e a Obtenção de Vantagens Competitivas**. In: XXII Encontro Nacional de

Engenharia de Produção. Curitiba - PR, 2002.

MORENGHI, L. C. R.; ANDRADE, R. F. G. de.; ROSANO, R. D.. **Produção mais Limpa e Produção Enxuta: haverá simbiose na busca de conformação ambiental com a flexibilização dos fatores de produção.** In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2006.

MORHARDT, J. E.; BAIRD S.; FREEMAN, K. Scoring corporate environmental and sustainability reports using GRI 2000, ISO 14031 and other criteria. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 9, n. 4, p. 215-233, 2002.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle da produção.** IMAM, 1996.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A.L. da. **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2001.

NUNES, R. da S.; et al. **Produção limpa como vantagem competitiva: Conceitos e Aplicações.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PARVEEN, C. M.; KUMAR, A. R. P.; NARASIMHA RAO, T. V. V. L. Integration of lean and green supply chain-Impact on manufacturing firms in improving environmental efficiencies. In: **Green Technology and Environmental Conservation (GTEC 2011), 2011 International Conference on.** IEEE, 2011. p. 143-147.

PEREIRA, L. F. R.. **Aspectos conceituais da ecoeficiência no contexto do desenvolvimento sustentável. 2005. 78 f.** 2005. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão). UFF, niterói.

PORTER, M.; LINDE, C. Green. competitive: Ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 5, p. 120-134, 1995.

ROMM, J. J. Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica. **São Paulo: Futura**, 1996.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and

performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SILVA FILHO, J. C. G. da; SICSÚ, A. B. **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto – MG, 2003.

SILVA, A. **Gestão da Produção mais Limpa: o caso WEG**. **Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina**, 2004.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. ed. Florianópolis: [s.n.]. p. 138.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Atlas, 2009.

STEFANELLI, P. Utilização da contabilidade dos ganhos como ferramenta para a tomada de decisão em um ambiente com aplicação dos conceitos de produção enxuta. **Tese, Universidade de São Paulo**, 2007.

TARDIN, G. G. **Kanban e o Nivelamento da Produção**. **Dissertação, Universidade Estadual de Campinas**, 2001.

THORPE, B. **Citizen's Guide to Clean Production**. University of Massachusetts, Lowell Center for Sustainable Production, 1999.

VAZ, C. R.; OLIVEIRA, I. L. de.; RESENDE, L. M. de. **Produção Limpa x Produção Enxuta: uma revisão dessas ferramentas**. In: XV Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru – SP, 2008.

VIEIRA, M. G. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção. **Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina**, 2006.

WERNER, E. de M.; BACARJI, A. G.; HALL, R. J. **Produção Mais Limpa: Conceitos e Definições Metodológicas**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2009.

WOMACK, J. D., JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. 2a.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

