

Paola Andrea De Antonio Boada

**METODOLOGIA DE BENCHMARKING PARA A PRODUÇÃO
MAIS LIMPA E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO NO
SETOR DE PVC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do Grau de mestre em Engenharia mecânica.

Orientador: Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

**Florianópolis
2015**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Boada, Paola Andrea De Antonio
METODOLOGIA DE BENCHMARKING PARA A PRODUÇÃO MAIS LIMPA
E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO NO SETOR DE PVC / Paola
Andrea De Antonio Boada ; orientador, Prof. João Carlos
Espíndola Ferreira, Ph.D. - Florianópolis, SC, 2015.
181 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia Mecânica. 2. PVC. 3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA.
4. SUSTENTABILIDADE. 5. MANUFATURA SUSTENTÁVEL . I.
Espíndola Ferreira, Ph.D., Prof. João Carlos . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica. III. Título.

Paola Andrea De Antonio Boada

**METODOLOGIA DE BENCHMARKING PARA A PRODUÇÃO
MAIS LIMPA E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO NO
SETOR DE PVC**

Esta Dissertação foi julgada adequada e aprovada em sua forma final,
pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 2 de Junho de 2015.

Prof. Armando Albertazzi Gonçalves Jr. Dr. Eng. Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D. - Orientador

Prof. Guilherme Mariz de Oliveira Barra, Dr.

Prof. André Ogliari, Dr.

Prof. Silene Seibel, Dr.

Este trabalho é dedicado aos meus pais
Olga Maria e José Francisco e aos
meus avós, que me ensinaram que a
vida é uma construção contínua e real
dos sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por que em sua infinita bondade fez possível esta aprendizagem pessoal e profissional.

Aos meus pais, Olga Maria e José Francisco que com seu amor infinito sempre apoiaram minha ideia e por este motivo me manteve longe deles.

Aos meus tios Graciela e Hernando e meu primo Fernando pela confiança e ajuda depositada no momento certo.

Ao minha irmã Maria Carolina, quem sempre esta cuidando da família e do bem-estar de todos.

Ao meu orientador, o Professor João Carlos Espíndola Ferreira, pela orientação, acompanhamento, tempo e correções importantes no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores da banca examinadora Prof. Silene Seibel, Prof. André Ogliari, Prof. Guilherme Mariz de Oliveira Barra, pelas correções e contribuições sugeridas e dicas para aprimorar a compreensão da dissertação.

As empresas participantes da pesquisa e seus profissionais das diferentes áreas, pelo tempo, interesse, informações e sugestões para que os objetivos no desenvolvimento da pesquisa fossem alcançados.

Aos meus colegas pela amizade e compreensão.

Ao meu amigo Vando pelas inúmeras ligações para as empresas e pelo tempo, paciência e ajuda no agendamento das visitas.

Ao meu amigo Claudio e sua família, que me receberam em sua casa como se fosse a minha e pela ajuda na procura das empresas.

Aos amigos do GRIMA Gislene, Vando, David, Júlio, Marcelo, Claudio e Julian pelas companhias nas aulas pelo apoio em todo o tempo de construção e atender minhas infinitas perguntas.

Ao meu Julian, por me encorajar a cumprir meu sonho de realizar o mestrado e por todas aquelas noites de conversa na construção de meu trabalho.

À amigas de longa data, Lorena Benavides, Nelcy Lucila Duran, Nancy Cely e Ingrid Ardila, por que ainda nos momentos difíceis estiveram perto de mim apoiando-me na realização de meus sonhos.

Ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina pela presteza na gestão do Programa de Pós-Graduação e ainda à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio econômico.

Meus sinceros AGRADECIMENTOS.

Por que a este punto final de los finales, aún le
quedan muchos puntos suspensivos ...
(Adaptado de Joaquin Sabina, 2015)

RESUMO

O presente trabalho propõe o desdobramento de uma metodologia aplicada no setor de PVC no estado de Santa Catarina. Partiu-se da coleta de informações de maneira presencial em 13 empresas do setor de PVC, onde foi aplicada a ferramenta “*Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa” que de forma conjunta com o checklist de manufatura enxuta, resultou num panorama do estado atual das empresas em práticas e performances de produção mais limpa e manufatura enxuta. Foi gerado um relatório comparativo individual e geral das empresas, cuja análise levou à formulação e ponderação de indicadores específicos a fim de interpretar os pontos de caráter prioritário e de atenção direta na tomada de decisões das empresas sobre os aspectos sensíveis a melhoria em cada uma das 13 empresas.

Na busca de um panorama amplo de práticas que pudessem ser implantadas pelas empresas, criou-se a ferramenta visual de práticas sustentáveis-FVPS que propõe uma grade de 64 práticas, geradas com o intuito de constituir uma ferramenta visual para a tomada de decisões do ponto de vista estratégico e gerencial em termos de sustentabilidade.

O desenvolvimento, estratificação e estruturação dessa ferramenta, foi construído conforme níveis de relacionamento e interação entre fatores como: grau de investimento, disponibilidade de pessoal, tempo e quantidade de recursos físicos, alocação de materiais e fluxos de informações, aplicando-se critérios de análise hierárquica de processos (AHP), produção mais limpa (P+L), ferramentas de manufatura enxuta (ME) e metodologias desenvolvidas para a gestão empresarial nos três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

Entre os resultados obtidos na fase de avaliação geral das empresas em práticas e performance, a média das empresas foi de 48,13% na avaliação das práticas, e 47,19% da performance. Encontrou-se a avaliação mais baixa tanto na prática como na performance na variável informação, no quesito da compreensão dos objetivos do processo produtivo para colaboradores externos e internos; isto reflete no desconhecimento das vantagens da implantação da P+L, e no retorno financeiro que traz ao serem aplicados seus conceitos.

O estabelecimento de indicadores a partir do benchmarking conduz às empresas à que evidenciem e mensurem os quesitos que realmente fazem parte da gestão da empresa, identificando o nível em que a empresa se encontra e os aspectos que precisam ser melhorados

buscando obter informações não mensuradas, esquecidas ou consideradas não relevantes até o momento.

A ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) e cada uma das práticas que a compõem, buscam atingir a referência mínima de desenvolvimento sustentável nas empresas além do setor do PVC. Ao possuir uma plataforma comum, mas também flexível, depende intrinsecamente da tomada de decisões gerenciais, levando a organização a estar ciente de seu processo que, de outra forma, conduz a organização à aplicação de ferramentas que não estão alinhadas com os objetivos da organização, e desde o começo não estabelecem uma perspectiva clara da ação a ser realizada conforme a disponibilidade física de implantação o grau de investimento a disponibilidade do pessoal.

Palavras-chave: PVC, Produção Mais Limpa, Manufatura Enxuta, *Benchmarking*, Manufatura Sustentável, Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work proposes the implementation of an applied methodology in the PVC sector in the state of Santa Catarina, Brazil. Initially information from 13 manufacturers on the final product of the PVC sector was compiled, where benchmarking tool was applied for the cultural analysis and maturity of cleaning production ” which jointly with the checklist of lean manufacturing gave as a result a n overview of the current status of the companies in cleaning production practices and lean manufacturing.

Comparative reports of general and individual types were performed for each of companies. This analysis led to the formulation and consideration of specific indicators in order to establish the priority points, and direct attention on decision making on sensitive aspects to improve each of the 13 manufacturers.

In the search of an overview of good manufacturing practices, it was created the Visual Tool of Sustainable Practices-(VTSP) that proposes a grid of 64 practices, aligned with the purpose of providing a visual tool for decision-making from the strategic and managerial point of view in terms of sustainability.

The development and construction of this tool was based on the relationship levels and interaction of factors such as: The required investment to carry on the practice, the availability of personnel, time and amount of physical resources, as well as the allocation of material and flow of information. For this purpose, criteria of hierarchical analysis process (HAP), cleaner production (CP), and lean manufacturing tools were applied; as well as business management methodologies were applied in the three pillars of sustainability: social, economic and environmental.

The intend of this tool is to ensure the organization is aware of their own progress and the establishment of a clear perspective of the action to be taken as the physical availability, using the resources that will be committed in the process, and the degree of investment, availability of personnel and lean manufacturing tools that would leverage the company's progress.

Among the results obtained in the phase of benchmarking application, the average of companies was 48.13 % in the evaluation of practices, and 47.19 % on performance.

The variable with lowest rating was the information variable both in practice and performance on the aspect related ot the understanding of the process objectives for both internal and external collaborators.

This reflects the unawareness of the advantages to implement cleaner production (CP), and return of investment that brings as a result of the applied concepts.

The creation of indicators from benchmarking leads companies to conduct measures over aspects that really are part of the company's management, identifying the level at which the company is, and the aspects that need improvement seeking to obtain information not measured or forgotten until now.

The Visual Tool of Sustainable Practices (VTSP) and each of the practices that part of it, seek to achieve the minimum reference sustainable development in companies beyond the PVC industry. Due to the fact these companies have a common and flexible platform, intrinsically depends on the decision making made by management, which leads the organization to be aware of its own process and progress opportunities that will lead towards the application of tools not aligned with the organization's goals that don't allow to establish a clear perspective of the action to be taken according to the current status of the organization.

Keywords: PVC, Cleaner Production, Lean Manufacturing, *Benchmarking*, Sustainable Manufacturing, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais mercados de aplicação do PVC no Brasil	35
Figura 2: Principais aplicações do PVC nos setores da economia no Brasil.....	35
Figura 3: Principais processos de transformação	36
Figura 4: Ciclo de vida dos produtos de PVC	43
Figura 5: O ciclo de vida do PVC a partir de uma perspectiva ambiental	44
Figura 6: Estrutura do <i>benchmarking</i> da produção mais limpa.....	48
Figura 7: Gráfico de Prática versus Performance	49
Figura 8: Gráfico Radar utilizado pelo <i>Benchmarking</i> da produção mais limpa50	
Figura 9: Gráfico de barras Prática/Performance para uma das variáveis do <i>benchmarking</i>	51
Figura 10: Dimensões e temas dos indicadores ETHOS.....	61
Figura 11: Elementos representativos de uma hierarquia	63
Figura 12 Esquema do Desenvolvimento do capítulo 3.....	68
Figura 13: Práticas de sustentabilidade e complexidade dentro da organização	81
Figura 14: Práticas com foco na variável Adm./Res.	85
Figura 15: Práticas com foco na variável: Pessoas	87
Figura 16: Práticas com foco na variável: Informação	88
Figura 17: Práticas com foco na variável Desenvolvimento de produtos	89
Figura 18 Práticas com foco na variável Fornecedor/Organização./Cliente.	90
Figura 19: Práticas com foco na variável processo produtivo.....	92
Figura 20: Caracterização dos setores participantes	100
Figura 21: Idade das empresas participantes:.....	100
Figura 22: Estratégia competitiva	101
Figura 23: Avaliação da aplicação dos sistemas de gestão nas empresas pesquisadas	102
Figura 24: Índice de práticas e performance.....	104
Figura 25: Gráfico radar de práticas e performance geral.....	105
Figura 26: Variável Administração/Responsabilidade.....	107
Figura 27: Indicadores da variável pessoas.....	109
Figura 28: Indicadores da variável informação.....	110
Figura 29: Indicadores da variável Fornecedor Organização/Cliente	112
Figura 30: Resultado individual da avaliação das práticas de ME por empresa	114
Figura 31 Resultado geral das práticas enxutas avaliadas nas empresas.....	115
Figura 32: Visão global da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS)	117
Figura 33: Posicionamento das práticas e o tipo de time dentro da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS)	118
Figura 34 Resultado da aplicação do método de Análise Hierárquica de Processos AHP para as 64 práticas da ferramenta visual de manufatura sustentável.	125
Figura 35: Exemplo da inserção da metodologia proposta em fases a serem executadas pelas empresas.....	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação da Pesquisa (com base em Da Silva, 2005).	28
Quadro 2: Dados de consumo per capita de PVC em alguns países	34
Quadro 3: Volume de PVC consumido por segmento de mercado e total no Brasil.....	37
Quadro 4: Consumo aparente das resinas de PVC no Brasil (em toneladas)	38
Quadro 5: Principais aditivos utilizados e seus efeitos nas formulações de PVC	40
Quadro 6: Revisão bibliográfica de artigos com aportes na implantação da manufatura enxuta	54
Quadro 7: Indicadores específicos para a avaliação das dimensões da empresa	72
Quadro 8: Dimensões de avaliação e criação da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS).....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Princípios da Manufatura Enxuta.....	52
Tabela 2: Abordagem metodológica e princípios relacionados	53
Tabela 3: Indicadores da produção sustentável conforme os níveis do LCSP ..	62
Tabela 4: Escala de valores para a avaliação do AHP	64
Tabela 5: Índice de consistência randômico	65
Tabela 6: Relação entre os modelos estudados para a seleção e avaliação das práticas.....	75
Tabela 7: Critérios de avaliação do método AHP (fonte: Saaty, 2005).	98
Tabela 8: Desenvolvimento de produtos.....	111
Tabela 9: Descrição dos indicadores do processo produtivo	113
Tabela 10: Avaliação dos critérios selecionados para a análise e avaliação posterior das práticas: Avaliação inicial por pares.....	119
Tabela 11: Avaliação dos critérios selecionados para a análise e avaliação posterior das práticas:	119
Tabela 12 Vetor diretor gerado	120
Tabela 13 Avaliação das práticas da variável desenvolvimento de produtos conforme os 3 critérios (complexidade e inclusão, abrangência e mensurabilidade)	120
Tabela 14: Tabela geral de avaliação das praticas com relação aos três critérios	123
Tabela 15: Vetor de prioridade das práticas avaliadas de desenvolvimento de produtos.	124
Tabela 16: Resumo do primeiro contato com as empresas.	129
Tabela 17: Fase 1: Contato com as empresas via telefônico.....	130

SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO	27
1.1.	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	28
1.2.	OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES	29
1.2.1.	Objetivo Geral.....	29
1.2.2.	Objetivos Específicos	29
1.2.3.	Contribuição do trabalho	30
1.3.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	30
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
2.1.	O PVC.....	33
2.1.1.	Aplicações do PVC.....	38
2.1.2.	Avaliação do Ciclo de vida do Produto	42
2.1.3.	Reciclagem do PVC.....	45
2.2.	O <i>BENCHMARKING</i>	45
2.2.1.	Benchmarking Made in Europe.....	46
2.2.2.	Benchmarking Enxuto.....	47
2.2.3.	Benchmarking da produção mais limpa	47
2.3.	MANUFATURA ENXUTA	51
2.4.	PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L).....	57
2.4.1.	Ecoeficiência e Design for Environment (DFE)	58
2.5.	SUSTENTABILIDADE NAS EMPRESAS	59
2.5.1.	Modelo GRI:.....	59
2.5.2.	Indicadores ETHOS.....	60
2.5.3.	Níveis de sustentabilidade nas empresas conforme o LCSP (Centro Lowell de produção sustentável).....	61
2.6.	ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO (AHP)	63
3.	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA ...	67
3.1.	AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES DA PESQUISA POR MEIO DO BENCHMARKING PARA ANÁLISE DA CULTURA E MATURIDADE DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA E O CHECKLIST DA MANUFATURA ENXUTA	69
3.2.	INDICADORES GERAIS DE AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS	72

3.3.	CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA VISUAL DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS (FVPS).....	73
3.3.1.	Critérios de ponderação das práticas.....	78
3.3.1.1.	Práticas com foco na variável Administração/Responsabilidade ..	84
3.3.1.2.	Práticas com foco na variável: Pessoas.....	86
3.3.1.3.	Práticas com foco na variável: Informação.....	88
3.3.1.4.	Práticas com foco na variável: Desenvolvimento de produtos.....	88
3.3.1.5.	Práticas com foco na variável Fornecedor/Organização/Cliente...	89
3.3.1.6.	Práticas com foco na variável processo produtivo	91
3.3.2.	Análise Hierárquica de Processos (AHP).....	97
4.	ESTUDO DE CASO: METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS MAIS LIMPOS NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE PVC.....	99
4.1.	APLICAÇÃO DO <i>BENCHMARKING</i> NAS EMPRESAS.....	99
4.1.1.	Descrição geral das empresas	99
4.1.2.	Benchmarking para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de transformação de peças e produtos de PVC.....	103
4.1.3.	Checklist para análise das práticas de Manufatura Enxuta (ME).....	113
4.2.	FERRAMENTA VISUAL DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS (FVPS).....	116
4.3.	AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS CONFORME A ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP).....	118
5.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS....	129
5.1.1.	Contato com as empresas	129
5.1.2.	Avaliação do <i>Benchmarking</i>.....	131
6.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	139
6.1.	CONCLUSÕES	139
6.2.	TRABALHOS FUTUROS	141
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
	APÊNDICES.....	151
	APÊNDICE A....	151
	APÊNDICE B.....	163

APÊNDICE C.....	176
APÊNDICE D.....	176

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
ABRINQ	Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos
ASFAMAS	Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
ABRAPLA	Associação Brasileira da Indústria de Laminados Plásticos e Espumas Flexíveis
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
AFAP PVC	Associação brasileira dos fabricantes de perfis de PVC para a construção civil
AHP	Análise hierárquica de processo
ACV	Avaliação do ciclo de vida
BMI	<i>Benchmarking</i> Made in Europe
BME	<i>Benchmarking</i> Enxuto
CETEA	Centro de Tecnologia de Embalagem
CORI	Comitê orientador
DFE	Design for the Environment
ECVM	European Council of Vinyl Manufacturers
ECPI	European Council for Plasticisers and Intermediates
ESPA	European Stabilisers Producers Association
EPA	Environmental Protection Agency
EuPC	European Plastics Converters
GTA	Grupo técnico de assessoramento
GRI	Global Reporting Initiative
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JIT	Just in Time
LSSP	Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção
LCSP	Lowell Center for Sustainable Production
ME	Manufatura Enxuta
MFV	Mapeamento de fluxo de valor
MPT	Manutenção Produtiva Total
PVC	Poli(cloreto de Vinila)
P+L	Produção mais limpa
SGA	Sistema de gestão Ambiental
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
UNIDO	United Nations for Industrial Development Organization

1. INTRODUÇÃO

O Poli(Cloreto de Vinila) ou PVC é um material plástico versátil, com a segunda colocação mundial dentre os termoplásticos. Sua cadeia produtiva é composta por indústrias de primeira, segunda e terceira gerações, as quais, dependendo das características desejadas do produto final, modificam sua formulação, estrutura e processos para a obtenção do produto final, que é altamente diversificado, incluindo desde sistemas de coleta de água, janelas, conexões, fios, cabos e esquadrias, até cateteres e sacos de sangue e soro.

Seu impacto ao meio ambiente tem sido estudado nos últimos anos, por questões relativas à saúde humana, emissões, resíduos gerados e gestão sustentável de produtos e processos, conduzindo conseqüentemente a uma postura mais participativa na gestão das empresas envolvidas em todos os segmentos da cadeia produtiva do PVC.

Neste contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma metodologia que inclui uma avaliação inicial do estado das empresas participantes em práticas de produção mais limpa e ferramentas de manufatura enxuta através do *Benchmarking*, criando-se indicadores gerais de avaliação por meio da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) para a tomada de decisões gerenciais na procura de processos e produtos mais limpos e sustentáveis. Levam-se em conta aspectos intrínsecos da empresa como o time requerido para implantação das práticas, e as ferramentas de manufatura enxuta (ME) que possam auxiliar as empresas fabricantes de produtos finais de PVC do estado de Santa Catarina na busca por melhores práticas de manufatura sustentável.

Para a execução dos objetivos deste trabalho, apresenta-se uma revisão bibliográfica preliminar sobre a necessidade de sustentabilidade da indústria do PVC, os conceitos do *Benchmarking* e manufatura enxuta (ME), produção mais limpa (P+L), e análise hierárquica de processos (AHP), assim como outros conceitos que darão suporte à metodologia proposta.

Finalmente, serão avaliadas as práticas conforme os critérios do método de análise hierárquica de processo (AHP), com o intuito de estabelecer uma análise da posição das empresas em relação aos critérios de inserção de sustentabilidade das empresas obtidas de referências bibliográficas.

1.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

No Quadro 1 é apresentada a classificação da pesquisa realizada para o presente trabalho de acordo com Da Silva (2005).

Quadro 1: Classificação da Pesquisa (com base em Da Silva, 2005).

Natureza	Pesquisa aplicada	Aplicar na prática conhecimentos e conceitos referentes à P+L, ME, e suas relações na procura da sustentabilidade empresarial.
Forma de abordar o problema	Qualitativa	O desenvolvimento das atividades das empresas é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. Foi aplicado o <i>benchmarking</i> para a análise da maturidade da produção mais limpa nas empresas do setor de terceira geração do PVC, efetuou-se uma análise comparativa das empresas participantes e a geração de indicadores gerais para avaliar as questões de P+L e ME.
Objetivos	Exploratória	Emprega-se como procedimento técnico o levantamento bibliográfico para melhor entender o tema abordado neste estudo; realizaram-se entrevistas presenciais com profissionais experientes de uma população de empresas, mediante a aplicação de um questionário padrão (Apêndice A).
	Descritiva	Tem a finalidade de descrever as características de determinada população, no caso indústrias de terceira geração de PVC e estabelecer relação entre variáveis de prática e desempenho dessas empresas com relação à P+L, bem como análise das ferramentas da ME.
	Explicativa	São identificados os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, sendo que foi possibilitado pela observação das entrevistas realizadas.

Procedimentos Técnicos	Pesquisa bibliográfica	Consiste em abordar os temas discutidos no estudo como: <i>Benchmarking</i> , P+L, ME, DFE, AHP. A sustentabilidade e as práticas de manufatura que vem se desenvolvendo e sendo pesquisada, avaliada e reformulada em nível mundial com o fim de avaliar os conceitos de sustentabilidade na realidade das empresas.
	Estudo de caso	Consiste na aplicação do <i>benchmarking</i> para avaliar de forma comparativa a maturidade dos processos das empresas participantes da pesquisa.
	Pesquisa participante	A aplicação do questionário ocorreu com a participação direta da pesquisadora.

1.2. OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES

O Objetivo Geral e os Objetivos Específicos do presente trabalho são apresentados a seguir.

1.2.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia que integre a produção mais limpa (P+L) a manufatura enxuta (ME) e conceitos, ferramentas e desenvolvimento de práticas sustentáveis, com o intuito de contribuir na geração de alternativas para a melhora dos processos e produtos do setor de PVC inicialmente no estado de Santa Catarina.

1.2.2. Objetivos Específicos

Verificar a situação das empresas de terceira geração de PVC o empresas transformadoras no Estado de Santa Catarina em práticas de manufatura enxuta e produção mais limpa, de modo a utilizar a ferramenta intitulada “*Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de PVC”.

Propor indicadores para avaliar os processos da empresa tomando como base as variáveis definidas no *benchmarking* e verificar a contribuição da manufatura enxuta para a aplicação da produção mais limpa.

Pretende-se também analisar práticas para serem implantadas nas empresas em curto, médio e longo prazo considerando as

características, objetivos e necessidades das empresas do setor pesquisado.

1.2.3. Contribuição do trabalho

A contribuição do trabalho é a criação de uma metodologia que aborda etapas distintas, desde o processo de avaliação das empresas feito com o *benchmarking* até a criação de a estratégia a seguir pela empresa com ajuda da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS), elaborada para apoiar em nível estratégico a tomada de decisões nos quesitos de sustentabilidade na empresa.

As contribuições deste trabalho podem ser classificadas em termos industriais e acadêmicos:

Industriais: Por se tratar de um trabalho com estudo de caso para o setor específico de terceira geração do PVC, este trabalho visa contribuir como apoio para a utilização da ferramenta FVPS na seleção e aplicação de práticas por parte do time estratégico da empresa conforme seus alvos propostos. Dessa forma, contribui-se para a interação da academia com as empresas, havendo benefícios recíprocos.

Acadêmicos: Se espera que a metodologia desenvolvida no presente trabalho seja aplicada como base em futuras pesquisas e estudos de caso em empresas de diferentes setores e portes.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estruturação em capítulos desta dissertação é a seguinte:

Capítulo 1: Introdução

Este capítulo apresenta uma breve introdução sobre a abordagem do trabalho, incluindo o objetivo principal e os específicos, assim como as contribuições da pesquisa.

Capítulo 2: Revisão bibliográfica

Contém uma revisão da literatura existente sobre o PVC e os principais processos encontrados no estudo de caso, assim como o desenvolvimento da relação entre os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta (ME) e da produção mais limpa (P+L), bem como estudos sobre a interpretação de práticas sustentáveis e avaliação de indicadores. Apresentam-se conceitos e elementos teóricos relacionados ao tema da pesquisa com o alvo de sustentar a presente dissertação.

Capítulo 3: Descrição da metodologia proposta

O capítulo descreve brevemente os processos para a construção da metodologia proposta e como os conceitos, ferramentas e os níveis de gestão das empresas são alinhados na procura da construção de uma metodologia fácil de implantar, mas que conduza as empresas no caminho da sustentabilidade.

Capítulo 4: Desdobramento da metodologia proposta

Nesse capítulo é apresentada a avaliação das empresas de terceira geração de PVC participantes da pesquisa no estado de Santa Catarina, com a ferramenta *Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa, apresenta-se a proposta de criação dos indicadores gerais de avaliação e o posterior desenvolvimento da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS).

Capítulo 5 Análise de resultados

Apresenta os resultados obtidos na interação com as empresas de PVC, assim como a análise dos resultados por meio do *benchmarking* e a proposta da aplicação da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) para a validação e ponderação das práticas usando-se o processo de análise hierárquica (PAH) por parte de duas empresas.

Capítulo 6 Conclusões e Sugestões de Trabalhos Futuros

O capítulo apresenta as conclusões do trabalho levando em conta os objetivos do trabalho, bem como são apontadas as dificuldades e barreiras encontradas no desenvolvimento da metodologia e as sugestões para trabalhos futuros.

No Apêndice A encontra-se a ferramenta de *Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de transformação de peças e produtos de PVC.

No Apêndice B encontra-se um dos relatórios que foram entregues para as empresas como resultado da avaliação do *benchmarking*.

No Apêndice C apresenta-se o diagrama da metodologia proposta para ser implantada nas empresas fabricantes de peças de PVC com o intuito de melhorar os processos e produtos com ferramentas de manufatura enxuta e produção mais limpa.

No Apêndice D apresenta-se a ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão da bibliografia sobre os temas relacionados ao presente trabalho, tais como o PVC, o *Benchmarking*, as ferramentas de manufatura enxuta e o método de análise hierárquica de processos (AHP), descrevendo seus conceitos e fornecendo informações necessárias para o entendimento das relações entre os temas e o desenvolvimento da dissertação.

2.1. O PVC

Os polímeros são materiais de origem natural, artificial (polímeros naturais modificados) ou sintética, de natureza orgânica ou inorgânica com uma estrutura interna inicial ou unidade básica de repetição chamada (meros), porém a palavra polímero, vem do grego significando Poli= muitas, Meros=Unidades de repetição. (Braskem, 2006). Assim, o chamado comumente PVC é um polímero sintético elaborado mediante a adição repetida do monômero cloreto de vinila (CVM), de fórmula $CH_2=CHCl$.

Entre seus processos mais utilizados encontram-se a moldagem por extrusão com um alto volume de fabricação de produto contínuo, comumente aplicada na fabricação de produtos como tubos, perfis e chapas, filmes e cabos elétricos. Em quanto a moldagem por sopro e utilizada para a produção de garrafas, frascos em embalagens, bem como a moldagem por injeção, em calçados e conexões de PVC.

Embora os termoplásticos permaneçam sólidos em algum estágio de seu processamento, tornam-se fluidos e podem ser moldados por ação isolada ou conjunta de calor e pressão (Mano, 1991). Isto pode provocar alguma degradação no termoplástico decorrente de um número elevado de ciclos (Agnelli, 2000).

O PVC pode ser encontrado em diferentes formas (Nunes et al., 2006). Para os compostos produzidos a partir da aditivação de resinas de PVC obtidas pelo processo de polimerização em suspensão, tem-se o *dry blend*, que é um composto na forma de pó, produto da mistura da resina com os aditivos onde, devido à porosidade PVC, os aditivos líquidos são absorvidos. A mistura final apresenta-se na forma de um pó seco de fluxo livre. Nos processos de transformação de compostos rígidos o *dry blend* é alimentado nos equipamentos de transformação. O composto é granulado para garantir maior homogeneização e regularidade no processo produtivo.

O Poli (Cloro de Vinila) Clorado- ou CPVC é uma resina produzida pela pós-cloração da resina de PVC, cujas aplicações encontram-se em tubos e conexões para condução de água quente e fluidos industriais devido à sua inércia química, e maior resistência à temperatura.

O PVC possui a segunda maior participação no mercado de termoplásticos em todo o mundo, com a produção anual de cerca de 36 milhões de toneladas em 2011 (Leadbitter, 2012), dos quais cerca de 5,5 milhões é consumida na Europa (Plastics Europe, 2011).

O Quadro 2 apresenta dados de consumo per capita de PVC em diversos países, em comparação com o consumo do Brasil (Nunes et al., 2006).

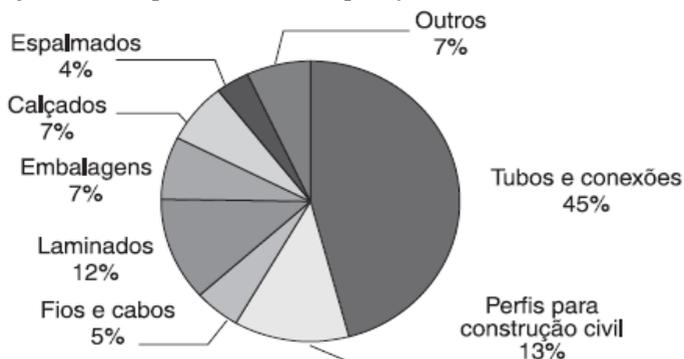
Quadro 2: Dados de consumo per capita de PVC em alguns países

Pais/Região	Consumo <i>per capita</i> (kg/hab/ano) 2004
Taiwan	41,9
Estados Unidos	21,1
Coréia do Sul	20,0
Canadá	18,8
Europa Ocidental	14,1
Japão	12,1
Europa Oriental	5,3
China	5,2
Colômbia	4,2
Brasil	4,0
México	3,7
Oriente Médio	3,3
América do Sul	3,1
Argentina	2,8
Venezuela	1,8
Antiga URSS	1,8
Índia	0,8
África	0,6
Média Mundial	4,6

Fonte: CMAI, 2005

A indústria do PVC no Brasil fornece 13% dos perfis para a construção civil, a qual utiliza 62% do material que é produzido. Ainda, 64% dos processos de fabricação de PVC envolvem a extrusão de material. As figuras 1, 2 e 3 apresentam dados referentes à utilização deste composto no Brasil (Braskem).

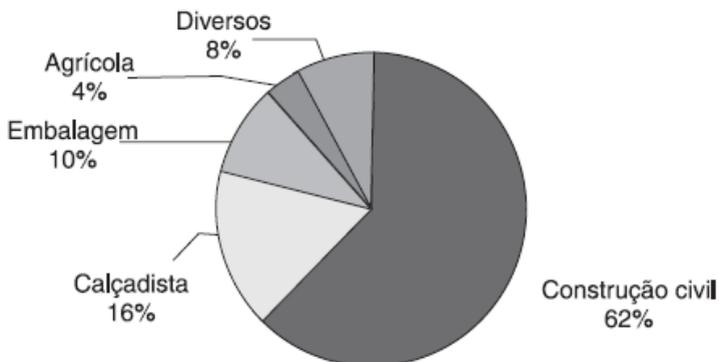
Figura 1: Principais mercados de aplicação do PVC no Brasil



Fonte: Tecnologia do PVC, Braskem (2006)

Conforme a Figura 1, o setor de tubos e conexões teve a maior representatividade da presença de PVC, seguido pelo setor de laminados e perfis para construção civil.

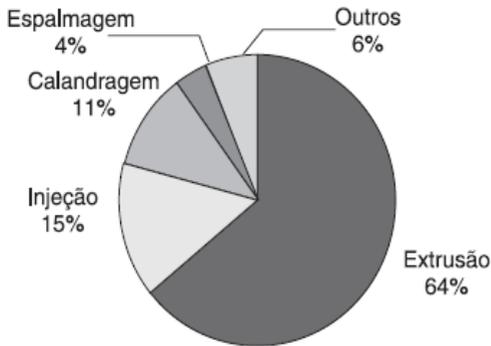
Figura 2: Principais aplicações do PVC nos setores da economia no Brasil



Fonte: Tecnologia do PVC, Braskem (2006)

De acordo com a Figura 2, os principais setores da economia em que a indústria do PVC está envolvida são: construção civil (62%), seguido pelo setor calçadista (16%), e o setor de embalagens (10%).

Figura 3: Principais processos de transformação



Fonte: Tecnologia do PVC, Braskem (2006)

Considerando-se a Figura 3, a extrusão é o principal processo de transformação da indústria do PVC, com uma representatividade de 64%, seguido pelo processo de injeção (15%) e o processo de calandragem com 11%.

Além deste estudo, o Instituto do PVC encomendou uma pesquisa sobre a indústria de transformação de PVC que mostra uma avaliação do desempenho e panorama de mercado do Brasil com base em dados relativos ao ano de 2007. Naquele estudo foi constituída uma população de 301 empresas da indústria de produtos plásticos de PVC entre transformadoras e produtoras de compostos. O quadro 3 mostra a abrangência em termos de volume de PVC consumido por segmento de mercado e total.

Quadro 3: Volume de PVC consumido por segmento de mercado e total no Brasil

ABRANGÊNCIA DA AMOSTRA 2007 (t x10 ³)			
Segmento	Amostra	Total	Abangência (%)
Tubos e conexões (1)	271	362	75%
Laminados flexíveis	31	129	24
Perfis	57	98	58%
Embalagens em geral	16	48	33%
Fios e cabos	73	51	144%
Calçados	32	39	83%
Outros	52	93	56%
Total	532	820	65%

Fonte: Adaptado de Maxi Quim, 2008.

- (1) Inclui acessórios sanitários para construção civil
- (2) De acordo com o Instituto do PVC (2010), uma porcentagem maior que 100% nessa tabela indica a abrangência que inclui o consumo total do PVC, e não somente consumo nacional.
- (3) Outros segmentos se referem a mangueiras, produtos médico-hospitalares, componentes da construção civil e peças técnicas.

Com referência ao consumo aparente das resinas de PVC no Brasil (Quadro 4), o consumo de resinas per capita se situou em torno de 5,6 kg/habitante em 2008 e aumentou para 6,04 kg/ Habitante em 2011. Para o dimensionamento do mercado por meio da segmentação por região, a proporção de 87,8% do volume de PVC foi consumida nas regiões Sul e Sudeste. O consumo aparente é calculado pela equação (1).

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Produção} + \text{Importações} - \text{Exportações} \quad (1)$$

Quadro 4: Consumo aparente das resinas de PVC no Brasil (em toneladas)

PVC	Produção	Importações	Exportações	Consumo Aparente	Crescimento Anual (%)
1995	581.332	63.654	146.743	498.243	--
1996	626.959	82.548	132.573	576.934	15,8
1997	631.851	61.471	69.482	623.840	8,1
1998	632.267	122.673	42.500	712.440	14,2
1999	658.471	62.889	59.696	661.664	-7,1
2000	648.199	117.847	34.904	731.142	10,5
2001	538.091	129.166	46.759	620.498	-15,1
2002	602.458	141.852	55.469	688.841	11
2003	604.088	86.397	86.865	603.620	-12,4
2004	629.747	94.521	50.235	674.033	11,7
2005	640.319	119.491	65.632	694.178	3
2006	676.263	126.647	35.617	767.292	10,5
2007	686.464	176.748	43.211	820.001	6,9
2008	698.667	365.632	21.655	1.042.644	27,1
2009	689.484	285.768	42.012	933.240	-10,5
2010	724.927	386.972	2.189	1.109.710	18,9
2011	696.491	477.706	1.412	1.172.785	5,7

Fontes: Abiquim / Coplast apud Instituto do PVC.

Segundo dados da Braskem o estado de Santa Catarina é o segundo maior consumidor de PVC do país, representando 15% da demanda de resina transformada no país. “Em Santa Catarina estão concentrados os expoentes em transformação de PVC do país principalmente na região do Joinville”, empresas como a Tigre, a Amanco, a Fortlev, a Veka e a Masster plásticos entre outras que atendem principalmente ao mercado da construção civil.

2.1.1. Aplicações do PVC

As aplicações variadas do PVC são o resultado das propriedades do termoplástico, e estas são alcançadas pela gama de aditivos que ele pode aceitar na composição de sua estrutura molecular. Entre os aditivos se encontram os estabilizadores que atuam para atrasar ou neutralizar os mecanismos de degradação do PVC, sem os quais a resina se degrada, inicialmente com uma coloração amarelada, escurece para laranja, vermelho, marrom e até preto, tornando o polímero mais queimado conforme o aumento de ligações duplas conjugadas de

polienos e formações de ácido clorídrico (HCl) durante o processamento devido ao cisalhamento e calor (Schiller e Everard, 2013).

Os autores descrevem que não existe um estabilizador de tipo universal para as aplicações do PVC, pelo que a alternativa mais viável é desenvolver uma combinação de aditivos que produzam um efeito maior para melhorar os efeitos individuais através do sinergismo.

Estabilizadores são indispensáveis para fornecer a estabilidade necessária de polímero de PVC contra o calor, a luz e intempéries. Estabilizadores aplicáveis ao PVC são metais pesados, bem como co-estabilizadores orgânicos, dependendo das propriedades desejadas do produto e processo de fabricação, e as emissões de dioxinas provenientes da incineração dos resíduos de PVC (Leadbitter, 2002; Mersiowsky 2002; Everard, 2008). Os estabilizantes à base do chumbo foram utilizados desde os anos 1980, entre outras coisas devido ao preço e a resistência obtida ao serem combinados com cádmio e bário.

Os impactos ambientais e de saúde do PVC têm estado sob escrutínio ao longo dos anos, especialmente as fabricantes de polímeros, em grande parte devido ao uso de metais pesados e ftalatos (plastificantes utilizados para suavizar o PVC, sendo predominantemente usados em PVC flexível), os quais são adicionados ao polímero de PVC inicialmente rígido, a fim de tornar os produtos flexíveis.

Em relação ao contexto do PVC ao longo do tempo, Mersiowsky (2002) apresenta os potenciais encargos decorrentes da gestão de fim de vida do PVC que devem ser evitados ao longo de toda a cadeia do produto e os impactos e riscos poderiam, assim, ser mitigados mediante a melhoria tanto de produtos ou processos de fim-de-vida. Com o intuito de auxiliar os tomadores de decisão nesse quesito, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) pode oferecer respostas desde que a base científica esteja disponível. Para Piva et al. (1999), os resíduos de PVC rígido oriundos da indústria advêm das dificuldades do processamento do resíduo não misturado de PVC, resultando em perdas por degradação de material no caso da reciclagem de PVC. Para compensar as perdas de propriedades do material reciclado são acrescentados aditivos (concentrados de cor, plastificantes, estabilizantes térmicos e lubrificantes externos). A porcentagem adicionada de cada um deles depende do processo ou resíduo.

Na utilização na prática das resinas de PVC requer-se uma formulação de substâncias, compostos e produtos químicos variados cujo fim é atingir características específicas. No quadro 5 são

apresentados os aditivos mais comuns utilizados nas formulações do PVC e seus efeitos nas formulações mais comuns.

Quadro 5: Principais aditivos utilizados e seus efeitos nas formulações de PVC

Aditivo	Usado em resinas de		Efeito na formulação
	Micro-suspensão ou emulsão	Suspensão	
Agentes de expansão			Formação de estrutura celular, com conseqüente redução de densidade.
Antibloqueios			Redução da aderência entre camadas de filmes de PVC.
Antiestáticos			Redução da tendência de formação de cargas estáticas superficiais.
<i>Antifogging</i> (tensoativos)			Redução da tendência de embaçamento em filmes de PVC decorrentes da condensação de umidade ou vapor.
Biocidas			Redução da tendência de formação de colônias de fungos e bactérias em aplicações flexíveis.
Cargas			Redução de custos e alteração de propriedades mecânicas, térmicas e dielétricas.
Deslizantes (slip)			Redução do coeficiente de atrito entre camadas de filmes de PVC.
Desmoldantes			Redução da tendência de adesão às paredes dos moldes.
Espessantes			Aumento da viscosidade do plastisol.
Estabilizantes			Inibição das reações de degradação pelo calor, luz e agentes oxidantes.
Lubrificantes			Lubrificação interna e/ou externa, com conseqüente redução da fricção durante o processamento.
Modificadores de fluxo			Alteração do comportamento de fluxo durante o processamento.
Modificadores de impacto			Aumento da resistência ao impacto.
Pigmentos			Modificação da aparência.
Plastificantes			Modificação da dureza e da flexibilidade.
Redutores de viscosidade			Redução de viscosidade de pastas.
Retardantes de chama			Modificação das características de inflamabilidade.
Solventes			Formação de soluções com o PVC.

Fonte: Tecnologia do PVC, Braskem (2006)

Conforme Nunes et al. (2006), a versatilidade do PVC deve-se à necessidade e à capacidade de escolha e incorporação dos aditivos necessários antes de sua transformação em produtos finais. Dependendo da técnica de polimerização utilizada questões como o consumo de

energia e a geração de resíduos podem gerar maior ou menor impacto ambiental e social (Borgues, 2004)

Devido às fortes correntes opositoras aos aditivos químicos emanando dos produtos de PVC em um processo chamado *off-gás* e possíveis migrações dos brinquedos para o organismo de crianças, seu uso em itens tão variados como embalagens de comida e cortinas de chuveiros fez com que empresas representativas do mercado de imóveis e de cosméticos se comprometessem a reduzir gradativamente o uso desse material (Leonard, 2011)

Para The Natural Step (TNS, 2000), a identificação dos critérios que constituem os princípios e desafios de sustentabilidade para a indústria de PVC e que são relevantes no presente trabalho são: (a) recuperação de produtos de resíduos de PVC (incluindo prevenir e diminuir o desperdício); (b) melhorar a participação dos atores interessados, melhorar a infraestrutura de recuperação; e (c) investigar as implicações de sustentabilidade do descarte em aterro (se for necessário).

Por motivos de problemas de toxicidade devem-se minimizar as emissões de compostos clorados voláteis além de comprometer-se com uma maior compreensão do desenvolvimento sustentável em toda a indústria do PVC para a inclusão de todos aos participantes na sua realização.

Em março de 2000, o setor do PVC (fabricantes, produtores de aditivos para PVC e transformadores), representado por associações europeias (ECVM, ECPI, ESPA, EuPC) se uniu com a finalidade expressa de fazer frente ao desafio do desenvolvimento sustentável mediante a adoção de um enfoque integrado responsável de todo o ciclo de vida (COM, 2000).

O relatório encomendado pela Comissão Europeia chamado “Avaliação do ciclo de vida do PVC e de materiais concorrentes principais” resume os problemas ambientais como as vantagens do PVC com base na avaliação de ciclo de vida (ACV) para produtos existentes no mercado. Neste relatório foram comunicados aspectos da produção de PVC que podem ser prejudiciais para o meio ambiente, e estabelece uma série de conclusões sobre os desafios que o PVC teria que enfrentar, conforme listados abaixo:

- Garantir os mais altos padrões operacionais possíveis de sua cadeia de fornecimento, processadores da resina e operadores para eliminar riscos ambientais e de saúde dos colaboradores.

- Reduzir o uso de todos os materiais para o mínimo realizável, de acordo com as melhores práticas de produção existentes.
- Apoiar iniciativas de reutilização e reciclagem adequadas para reduzir os volumes produzidos e disponibilizados, de acordo com as melhores práticas existentes nos países.
- Alcançar melhorias significativas na eficiência energética em fábricas e fontes renováveis para geração de energia elétrica.
- Mudanças de matérias-primas de fontes renováveis de hidrocarbonetos para biomassa ou outras fontes.
- Redução no uso de energia de transporte visando uma maior eficiência, assim como a racionalização e seleção do modo mais adequado.

Conforme as recomendações houve uma necessidade para o desenvolvimento de um código de ecoeficiência da prática para conseguir demonstrar que o PVC poderia ser fabricado com uma reduzida quantidade de danos ao meio ambiente, em uma tentativa de proporcionar confiança de que o PVC poderia ser fabricado de forma responsável.

2.1.2. Avaliação do Ciclo de vida do Produto

A norma ISO 14040 (2001) define a avaliação do ciclo de vida (ACV) como: um guia para avaliar os aspectos e impactos potenciais associados com um produto, mediante a compilação de um inventário das entradas e saídas pertinentes do sistema produtivo; a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a estas entradas e saídas e a interpretação dos resultados das duas fases anteriores. A norma ISO 14040 foi internalizada no Brasil pela ABNT, em novembro de 2001.

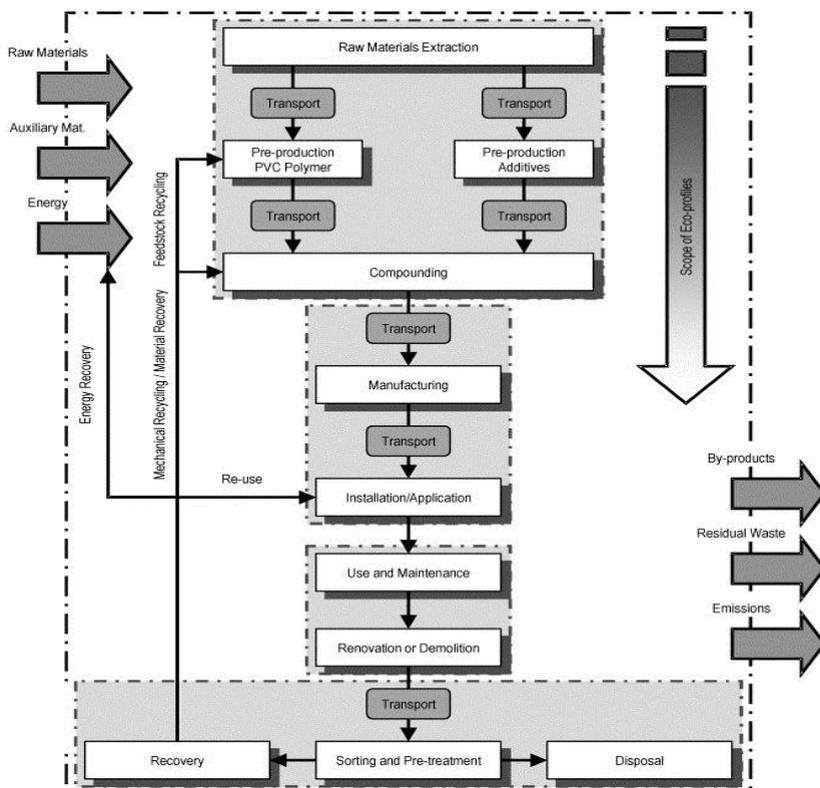
Segundo SETAC (1993), a norma ISSO 14040 tem por objetivo a compreensão das análises e avaliação da importância dos impactos de todos os processos, serviços e produtos em cada uma de suas etapas, baseando-se nas análises do inventário. A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, o uso, o reuso, a manutenção, a reciclagem, a reutilização e o descarte final.

A ACV contribui na tomada de decisões dentro da indústria, permitindo a seleção de indicadores relevantes ao setor e a identificação de possíveis melhorias dos produtos em pontos ao longo de seu ciclo de

vida. Estudos de avaliação de ciclo de vida de PVC têm sido realizados globalmente desde os anos 1990. VCA (2012) avaliou o impacto ambiental e impactos sobre a saúde dos diferentes produtos de PVC. Exemplos mais recentes de ACV incluem estudos de Paulsen (2003), EC (2004), Baitz et al. (2005), USGBC (2007), Bidoki e Wittlinger (2010), Plastics Europe (2010), Carolin et al. (2011) e Calc (2011). Segundo Mersiowsky (2002), todo o sistema de fabricação de um produto deve ser levado em consideração no momento de decidir sobre prioridades.

Na figura 4 é mostrada a cadeia de produção de produtos de PVC e o seu ciclo de vida, podendo-se observar os caminhos de pré-produção do polímero e dos aditivos para formar o composto de PVC e a rota do PVC reciclado.

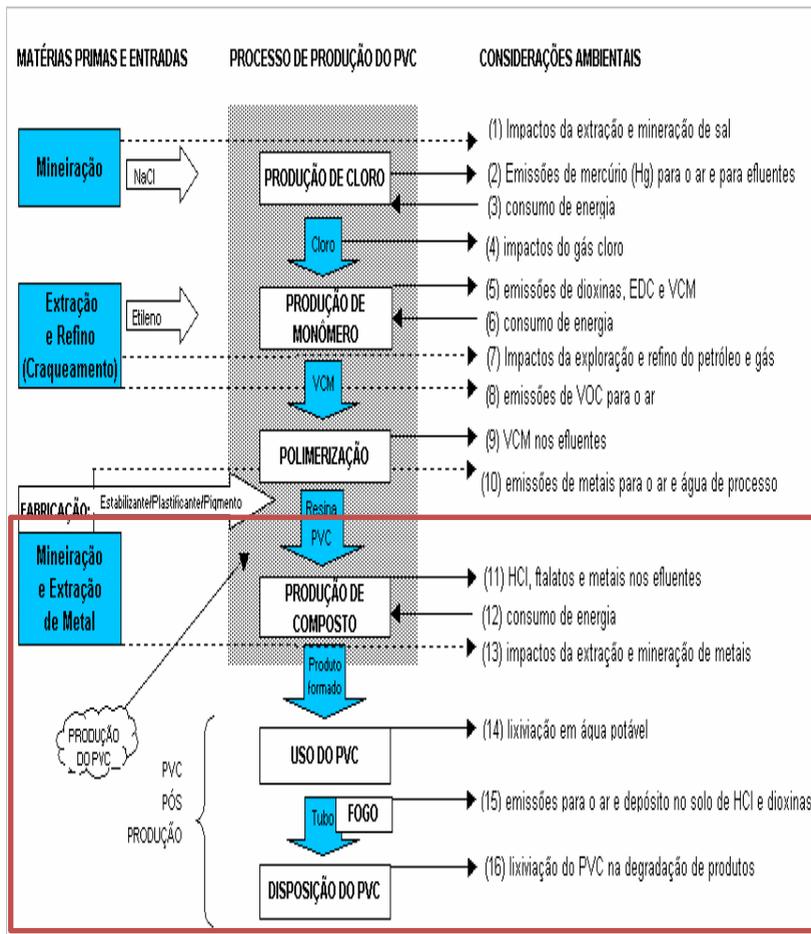
Figura 4: Ciclo de vida dos produtos de PVC



Fonte: Mersiowsky (2002)

Quanto aos diferentes tipos de emissões, segundo Zimmermann (2004), a empresa de consultoria Booz, Allen & Hamilton (BAH) avaliou o ciclo de PVC em aspectos ambientais, identificando 16 pontos principais, os quais são mostrados na Figura 5. Os elementos da cor vermelha estão no escopo do presente trabalho, centrado nas empresas de terceira geração de PVC ou de elaboração de produtos finais da cadeia de PVC.

Figura 5: O ciclo de vida do PVC a partir de uma perspectiva ambiental



Fonte: Zimmerman (2004)

Segundo Ashby (2009), a percepção da complexidade tem estimulado duas linhas de desenvolvimento: (a) com ferramentas baseadas em softwares que facilitem a realização do ACV, (b) uso de métodos simplificados que focam sobre os aspectos ambientais mais importantes, deixando de lado os que são percebidos como secundários.

2.1.3. Reciclagem do PVC

Conforme Nunes et al. (2006), os produtos de PVC são identificados por meio de uma codificação mundial especificada no Brasil pela norma ABNT NBR 13230, na qual o número 3 é usado para designar os produtos de PVC.

Segundo a pesquisa encomendada pelo instituto do PVC à empresa de consultoria especializada no segmento industrial Maxi Quim, obedecendo à metodologia do IBGE e envolvendo empresas brasileiras, mostraram que no país existem 84 empresas recicladoras de PVC com uma capacidade instalada de 82 mil toneladas-ano e um crescimento médio de 2% ao ano nos últimos cinco anos. Os recicladores do PVC localizam-se nos estados das regiões sudeste e sul, com destaque para o estado de São Paulo.

O mesmo estudo mostrou a evolução da reciclagem do PVC considerando que os resíduos industriais e pós-consumo vem aumentando os últimos anos. No ano de 2012 foram reciclados 22.463 toneladas de PVC, que correspondem a um índice de reciclagem de 16,3%.

2.2. O *BENCHMARKING*

O termo *benchmark* representa um padrão de referência a partir do qual parâmetros estabelecidos podem ser comparados ou medidos de forma contínua com relação a seus concorrentes (Camp, 1998).

O *benchmarking* é denominado como “um processo contínuo de medição e comparação de processos de negócio de uma organização com os líderes, em qualquer lugar do mundo, para obter informações que possam auxiliar a organização a agir e assim melhorar sua performance” (Andersen e Moen, 1999).

O *benchmarking*, visto como um processo de avaliação comparativa, pretende identificar oportunidades na busca de melhores práticas que conduzem a uma performance superior, proporcionando

uma compreensão mais clara da empresa, permitindo priorizar melhorias.

Conforme Andersen e Pettersen (1994), o modelo de *benchmarking* abordado na presente dissertação pode ser classificado como *benchmarking* de processos competitivos, chamado de processos, porque compara tanto níveis de práticas como de performance das diversas funções compreendidas na administração da produção de uma fábrica. Esse é um método considerado competitivo porque este compara empresas do mesmo setor, diretamente concorrentes, presentes em um banco de dados, sob a condição de sigilo de suas identidades.

Segundo Tubino et al. (2008), há dois aspectos a serem considerados nesta definição: (a) o foco nas práticas e sua compreensão, antes de medir a performance resultante; e (b) o objetivo final de atingir a performance superior e ser o melhor entre os melhores. O conceito de “práticas” está ligado à implantação de procedimentos, bem como técnicas gerenciais e tecnológicas, com relação à performance, referindo-se aos resultados mensuráveis obtidos dos procedimentos implantados na empresa. Segundo Andrade (2006), essa relação entre práticas e performances gera uma compreensão maior das deficiências e permite que a empresa conheça e priorize suas ações de melhoria.

2.2.1. Benchmarking Made in Europe

Segundo SEIBEL (2004), a motivação para o *Made in Europe* (MIE) advém de um estudo sobre a excelência na gestão da produção industrial europeia. Ele surgiu da discussão sobre os desafios e mudanças nas regras de competição internacional no setor industrial, especialmente de como a Europa estaria posicionada em relação ao padrão denominado “classe mundial”, em aspectos como: custo, qualidade, flexibilidade e atendimento ao cliente.

A London Business School (LBS) lançou uma iniciativa para realizar o *Made in Europe* (MIE) em cooperação com o grupo de consultoria da IBM. Em 1993 o programa foi iniciado para medir o nível de práticas classe mundial e performance operacional resultante da adoção destas práticas em empresas industriais europeias.

O método *Benchmarking Made in Europe* consiste na aplicação de questionário para coletar informações nas empresas, sendo composto por quarenta e oito indicadores de práticas e performances, que são a base para a avaliação do sistema produtivo da empresa estudada (SILVA, 2009). O sistema de pontuação está baseado em intervalos que variam de 1 a 5. Para cada indicador são descritas três situações típicas

correspondentes à prática ou à performance de empresas, com 20% do nível considerado classe mundial (pontuação 1), 60% do nível considerado classe mundial (pontuação 3) e 100% do nível considerado classe mundial (pontuação 5). As pontuações 2 e 4 correspondem às situações intermediárias, 2 para um 40 % e 4 para um 80 %, são utilizadas quando a empresa apresenta algumas práticas, ou encontra-se em situação de desenvolvimento das práticas, sem, ter alcançado o estado mínimo desejável do 60 % ou o nível de classe mundial de 100 % (RAMOS, 2013)

A escala de pontuação é transformada em porcentagem que é empregada nos três tipos de gráficos para a análise dos resultados, sendo eles o gráfico de Práticas versus Performances, o gráfico Radar e o gráfico de Barras. Dentre os três tipos de gráficos utilizados para análise no método *Benchmarking Made in Europe*, o principal é o gráfico de Práticas versus Performances, que posiciona a empresa dentre as empresas europeias de seu setor. Na escala de 0 a 100%, o nível classe mundial corresponde a mais de 80% para prática e performance.

2.2.2. Benchmarking Enxuto

O *benchmarking* enxuto (BME) é um método de diagnóstico desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP) como contribuição ao planejamento estratégico da manufatura enxuta tendo como base a estrutura dinâmica do *Benchmarking Made in Europe* (BMI) com a finalidade de ser utilizado como uma ferramenta de diagnóstico de práticas e performance. Aplicado a empresas metal-mecânicas para o diagnóstico do sistema produtivo, possui três etapas: preparação, investigação e interpretação (Ramos, 2013). A etapa de preparação inclui um treinamento da ferramenta da coleta de dados para a equipe, enquanto a etapa de investigação inclui a aplicação de 37 indicadores entre práticas e performances em 4 áreas específicas: estudo da demanda, estudo do produto, planejamento de produção e estudo de chão de fábrica. O *benchmarking* conclui com o tratamento de dados, o cálculo de índices de prática e performance, interpretação e discussão dos resultados alcançados por meio dos três tipos de gráficos: prática versus performance, o gráfico radar e gráfico de barras.

2.2.3. Benchmarking da produção mais limpa

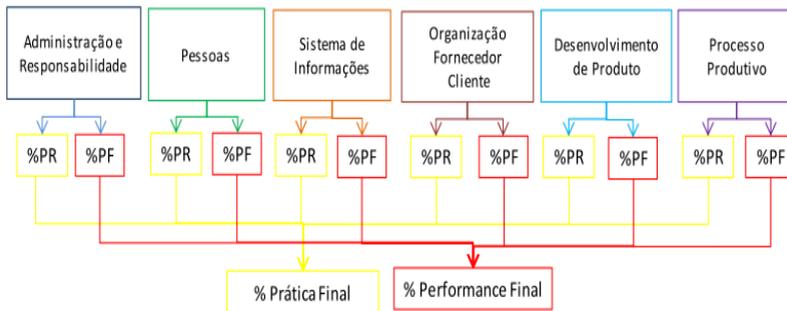
O método do *benchmarking* da produção mais limpa proposto por Ramos (2013) utiliza a forma de análise do *Benchmarking* Enxuto

(BME) para diagnosticar práticas e performances nos processos de implantação de melhorias contínuas da (P+L) visando o menor impacto ambiental e o favorecimento de ações preventivas.

O *Benchmarking* da Produção mais Limpa possui seis pilares ou variáveis identificados como fundamentais no sucesso da implantação da (P+L), os quais são: Administração/Responsabilidade, Pessoas, Informação, Fornecedor/Organização/Cliente, Desenvolvimento de produtos e Processo Produtivo.

Na etapa de avaliação são medidos os 62 indicadores que compõem o questionário dividido entre práticas (PR) e performance (PF), abrangendo assim cada uma das seis variáveis propostas. Ao final a soma dos níveis de práticas (PR) e de performance (PF) gera como resultado o nível de prática e performance alcançado pela empresa.

Figura 6: Estrutura do *benchmarking* da produção mais limpa

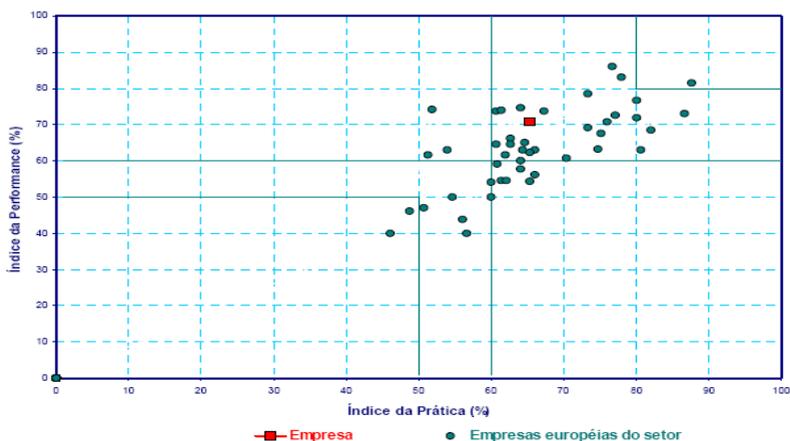


Fonte: Ramos (2013)

Na etapa de análise de resultados são apresentados os resultados dos índices obtidos pelas empresas, sendo utilizados três tipos de gráficos oriundos do *benchmarking* enxuto, são eles: a gráfica prática versus performance, gráfico radar e gráfico de barras.

Conforme Ramos (2013), na figura 7 o gráfico de prática versus performance é obtido por meio dos índices finais gerados a partir da consolidação dos dados parciais. O eixo das abscissas representa o índice final de práticas instaladas na empresa, enquanto o eixo das ordenadas representa o índice final da performance obtido.

Figura 7: Gráfico de Prática versus Performance



Fonte: SEIBEL, 2004. P. 82

A escala de análise neste tipo de gráfico varia de 0 a 100% nos dois eixos, a área do gráfico é dividida em 4 quadrantes e o valor limite entre eles é 60% tanto no eixo das ordenadas como das abcissas. Conforme Ramos (2013), as empresas posicionadas no quadrante I com alto índice de práticas e alta performance apresentam as melhores condições para que os conceitos de P+L sejam implantados ou aplicados com sucesso.

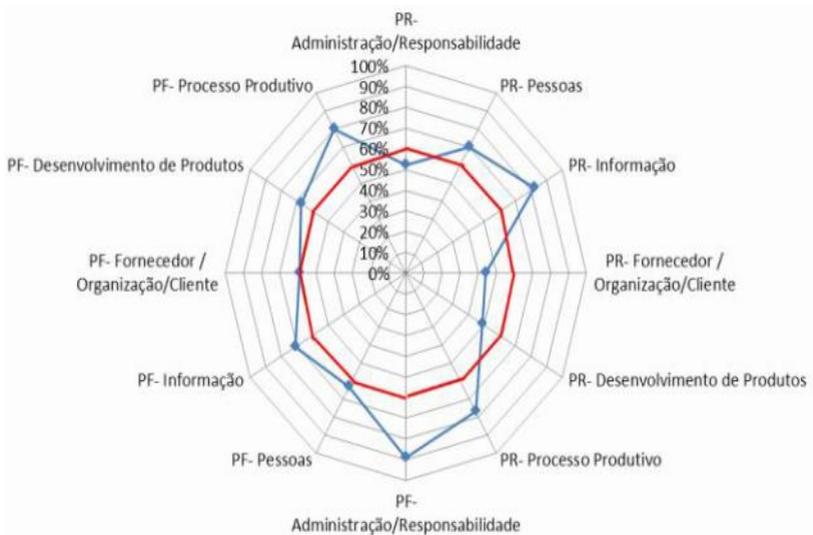
As empresas posicionadas no quadrante II com alto índice de práticas e baixo índice de performance apresentam boas condições para a implementação da P+L, pois já tem práticas em andamento, e o nível reduzido de performance pode se dar por outras causas como, por exemplo, carência de informação aos funcionários ou inexistência de políticas de incentivos.

As empresas posicionadas no quadrante III com baixos níveis de práticas e altos de performance indica a existência de um desenvolvimento da produção mais limpa de forma indireta com esforços de outras áreas de gestão como ME, SGQ e SGA.

Por último, as empresas posicionadas no quadrante IV são empresas que apresentam baixos níveis tanto de práticas como de performance e, por sua situação, não apresentam a estrutura física e organizacional suficientes para a implementação da produção mais limpa de maneira eficiente (Ramos 2013).

O gráfico radar ilustrado na Figura 8 compara o desempenho da empresa com o valor mínimo de desempenho na obtenção de sucesso na aplicação da produção mais limpa. O gráfico radar tem como principal função a identificação das oportunidades de melhoria que se encontram encontra nos pontos fracos nos quais a empresa se encontra mais longe da avaliação do setor. A área formada entre as figuras vermelha e a azul é chamada de “espaço para melhoria”.

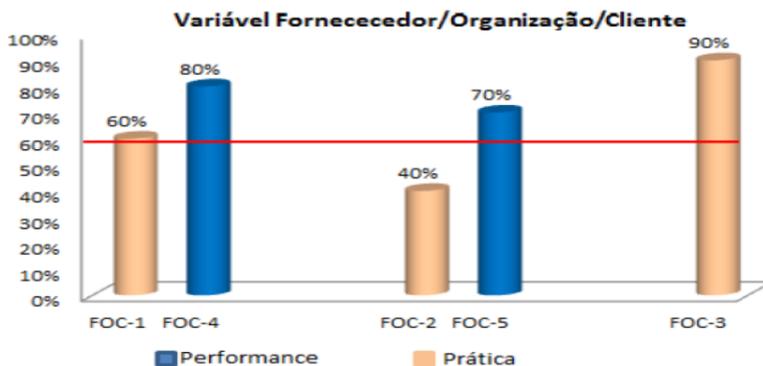
Figura 8: Gráfico Radar utilizado pelo *Benchmarking* da produção mais limpa



Fonte: Ramos, 2013.

Finalmente, o gráfico de barras na figura 9 é utilizado para identificar as causas dos pontos mais críticos de cada variável em análise. Os indicadores de prática e performance são apresentados de forma conjunta verificando a relação causa-efeito entre eles.

Figura 9: Gráfico de barras Prática/Performance para uma das variáveis do *benchmarking*



Fonte Ramos (2013)

2.3. MANUFATURA ENXUTA

A manufatura enxuta (ME) pode ser definida como uma abordagem que busca a eliminação de desperdícios mediante a organização e o gerenciamento da empresa interna e externamente. Womack e Jones (1998,) utilizaram o termo *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto) com cinco princípios básicos a serem aplicados a toda a empresa: valor, fluxo de valor, fluxo, sistema puxado e perfeição. O valor é o ponto de partida para o pensamento enxuto, gerando uma maior reflexão acerca de como o valor está refletido nos produtos do ponto de vista dos clientes. Esse é o ponto de partida para a construção da cadeia de valor identificando três tipos de operações: as que criam valor, as que não criam valor, mas são indispensáveis, e as que não criam valor e devem ser removidas. Hines e Taylor (2000) descrevem que em uma empresa tradicional, para a maioria das operações somente 5% das operações agregam valor, 35% das operações não agregam valor, mas são necessárias, e 60% são operações que podem ser eliminadas, pois são consideradas como desperdício.

Barraza et al. (2009) *apud* Lima et al. (2010) identificaram conceitos, princípios e ferramentas para a aplicação do pensamento enxuto os quais, ao serem aplicados de maneira lógica e organizados, conseguem gerar para o cliente o produto desejado com o mínimo de desperdícios possíveis. Godinho Filho e Fernandes (2004) estabelecem um índice alfabético dos princípios fundamentais que governam a

manufatura enxuta (Tabela 1) e estabelecem uma numeração das metodologias que abarcam a manufatura enxuta (ME)

Tabela 1: Princípios da Manufatura Enxuta

<i>PRINCÍPIO</i>	<i>CÓDIGO</i>
Determinar valor para o cliente identificando a cadeia de valor e eliminando desperdícios	A
Trabalho em fluxo / Simplificar o fluxo	B
Produção puxada - JIT	C
Busca da perfeição	D
Automação / Qualidade	E
Limpeza, ordem / Segurança.	F
Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos	G
Gerenciamento visual	H
Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto	I

Fonte: Godinho Filho e Fernandes (2004)

Seguindo a classificação os autores identificaram abordagens metodológicas mais utilizadas e princípios relacionados na Tabela 2.

Tabela 2: Abordagem metodológica e princípios relacionados

N	<i>Abordagem Metodológica</i>	<i>Relacionada ao princípio</i>
	<i>Capacitores enxutos</i>	
1	Mapeamento do fluxo de valor	A
2	Melhoria na relação cliente fornecedor/redução de n de fornecedores.	A
3	Recebimento /JIT	A e C
4	Tecnologia de grupo	B
5	Trabalho em fluxo contínuo	B
6	Trabalhar em Takt time	B
7	Manutenção produtiva total	B
8	Kanban	C
9	Redução do tempo de setup	C
10	Kaizen	D
11	Ferramentas de controle de qualidade	E
12	Zero defeito	E
13	Ferramentas Poka Yoke	E
14	5 s	F
15	Empowerment	G
16	Trabalho em equipes	G
17	Compromisso dos funcionários de alta gerencia	G
18	Trabalhador multi habilitado	G
19	Treinamento do pessoal	G
20	Medidas de performance /balance score card.	H
21	Gráficas de controle visuais	H
22	Modificação da estrutura financeira /custos	H
23	Ferramentas para projeto enxuto	I

Fonte: Adaptada de Godinho Filho e Fernandes (2004)

Os autores propõem uma caracterização dos trabalhos elaborados nas empresas até o ano 2004. Seguindo esta abordagem foi realizada uma atualização bibliográfica sobre o tema. Assim, o quadro 6 apresenta a revisão dos artigos referentes aos princípios e facilitadores enxutos utilizados em a implantação da manufatura enxuta nas empresas e sua relevância.

Quadro 6: Revisão bibliográfica de artigos com aportes na implantação da manufatura enxuta

Artigo Ano de publicação	Classificação quanto os princípios enxutos	Classificação quanto aos facilitadores enxutos	Aporte relevante
Forza (1996)	<i>G, I.</i>	<i>15, 16, 17, 19.</i>	Organização do trabalho
Oliver et al. (1996)	<i>A, B, C, D, E.</i>	<i>12, 13, 16, 21.</i>	Propõe indicadores de desempenho da ME.
Zayco et al. (1997)	<i>B, E, G.</i>	<i>4, 18</i>	Evidencias das melhorias que traz a ME em pequenas empresas.
Allen (2000)	<i>B, C, F.</i>	<i>4, 5, 6, 7, 14</i>	Estudo de caso sobre os objetivos estratégicos da empresa e na ME.
Lewis (2000)	<i>A, B, C, E, G, H.</i>	<i>2, 4, 8, 9, 11, 12, 16, 20.</i>	Estudo de caso propõe que cada empresa deve seguir sua própria trajetória enxuta.
Arkader (2001)	<i>A</i>	<i>2, 3.</i>	ME no Brasil
Sanchez e Perez (2001)	<i>A, B, C, D, G.</i>	<i>2, 3, 4, 5, 7, 9, 16, 17, 18, 19.</i>	Desenvolvimento e teste de indicadores de desempenho para uma empresa que inicia na ME
Meier S. e Forrester (2002)	<i>A, C, D, E, G.</i>	<i>3, 10, 12, 16, 18.</i>	Desenvolvimento de metodologias para avaliar o nível de adoção da ME em um setor industrial.
Kojima e kaplinsky (2004)	<i>A, B, C, D, E, G</i>	<i>3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19.</i>	
Cardosa e Carpinetti (2005)	<i>A, B, C, G, H.</i>	<i>2, 4, 5, 6, 8, 9, 16, 18, 19, 20, 21</i>	Coleta de indicadores da ME, gerando 12 indicadores que abarcam componentes estratégicos e de projeto, utilizados pelas empresas agrícolas para implantar as práticas de ME.
Satolo e Calarge (2007)	<i>A, B, C, D, E, F, G, H.</i>	<i>2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18,</i>	Analisa o grau de aderência das empresas do setor automotivo ao

		19,20	sistema <i>Lean production</i> ou de produção enxuta usando como ferramenta as normas SAE J 4000 e SAE 4001 as quais tem 53 componentes com 6 elementos que avaliam os principais aspectos da organização
Noguera e Saurin (2008)	A, B, C, D, E, G, H, I	2, 4, 7, 8, 10, 11, 13, 18, 19, 21, 23.	Proposta de avaliação das práticas da ME com ferramentas como entrevistas e um <i>checklist</i> e seleção de indicadores para a retroalimentação
Valle (2008)	A, B, C, D, E, F, G, H	2, 3, 5, 8, 10, 11, 14, 17, 20, 21.	Ferramenta que avalia o estado inicial das empresas por meio de um <i>benchmarking</i> enxuto; possui 3 etapas e 37 indicadores que apresentam um estado geral da empresa.
Saurin e Ferreira (2008)	A, B, C, E, G, H	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 18, 19, 20, 21	Método para avaliar de forma quantitativa a implantação da ME.
Segura et al. (2011)	A, B, C, E, F, G, I	2, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22	Avalia a percepção e o nível de aderência das práticas e o grau de sucesso na implantação da ME através de uma pesquisa tipo <i>survey</i> de 248 gerentes industriais de empresas em Brasil, Argentina e Romênia.

Fonte: Godinho filho e Fernandes (2004) modificada e aumentada pela autora desde o ano 2004.

Checklist da Manufatura Enxuta

Na procura de alinhar conceitos e ferramentas já utilizadas pelas empresas com os conceitos de produção mais limpa, o *checklist* da manufatura enxuta (Nogueira 2007 apud Ramos 2013) representa um estado da arte das práticas que as empresas normalmente utilizam para o controle de sua produção, a avaliação do *checklist* se dê mediante seis possibilidades:

- NA – não se aplica; para itens que, em virtude das características da empresa, não se encontram em aplicação;
- NE - não existe, para itens que não estão sendo aplicados, mas que devido às características da empresa, podem ser aplicados;
- MFR - aplicação muito fraca;
- FR - aplicação fraca;
- FO - aplicação forte;
- MFO - aplicação muito forte.

Para o resultado final se atribuem pesos para cada item de avaliação:

MFR: peso 2,5; FR: peso 5,0; FO: peso 7,5; MFO: peso 10.

Para as variáveis NA e NE são considerados peso zero, pois são considerados inexistentes ou não aplicáveis.

Com a finalidade de identificar quais das práticas são mais utilizadas e aplicadas nas empresas em estudo, Ramos (2013) utiliza a Equação:

$$) \text{ NOTA} = \frac{(n^{\circ}\text{MFO} \times 10 + n^{\circ}\text{FO} \times 7,5 + n^{\circ}\text{FR} \times 5,0 + n^{\circ}\text{MFR} \times 2,5)}{\Sigma n^{\circ}} \quad (2)$$

Onde n refere-se ao número de aplicações referentes a MFO, FO, FR e MFR.

O resultado da avaliação do Checklist da manufatura enxuta servirá como insumo do estado inicial das empresas na aplicação de ferramentas de manufatura enxuta ME e a sua vez como avaliação da

inserção das práticas nos diferentes processos ao longo do ciclo produtivo da empresa.

Cabe ressaltar que ao estabelecer uma comparação entre a avaliação do benchmarking (que inclui a ME e a P+L através de práticas e performances) e o Checklist que arroja uma avaliação quantitativa do nível de inserção da ME dentro da empresa pode-se obter um panorama mais acorde ao estágio real das empresas.

2.4. PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

A produção mais limpa (P+L) surgiu em 1991 como uma abordagem intermediária entre a Produção Limpa do Greenpeace e a diminuição de resíduos do *Environmental Protection Agency* – EPA (CNTL, 2003).

A produção mais limpa (P+L) visa à redução de emissões e utilização de energia, consideradas como problemas nos processos produtivos das empresas. Para a *United Nations for Industrial Development Organization* (UNIDO), a (P+L) implica a conservação de matéria-prima e energia nos processos produtivos, eliminação de materiais tóxicos, bem como a redução em quantidade e toxicidade de todas as emissões e desperdícios antes delas deixarem o processo.

Para CNTL (2002) os principais fatores ligados à origem dos resíduos e emissões são: a ausência de instalações e de treinamento do pessoal, tecnologias ultrapassadas e equipamentos obsoletos que consomem muita energia e com desempenho ruim, falta de especificações de qualidade, deficiência na cadeia de suprimento, comunicação ruim com os parceiros comerciais.

Em 2003 o CNTL ampliou o conceito da Produção Mais Limpa (P+L), constituindo o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica associada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficácia no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos.

A UNEP (2002) apud Medeiros et al. (2007), distinguem seis tipos de soluções: *housekeeping* (boas práticas), reutilização e reciclagem, substituição de materiais e químicos perigosos, otimização de processos, mudança tecnológica e inovações e desenvolvimento de produtos mais limpos (*Ecodesign*). Porém, conforme com esse conceito, a produção mais limpa (P+L) contém princípios implícitos da

manufatura enxuta e traz alguns princípios globais como segurança, saúde dos trabalhadores, meio ambiente, rentabilidade pela economia de água, energia e quantidade de efluentes e emissões.

Sob a mesma linha Elias, Prata e Magalhães (2004) salientam como fator mais relevante do planejamento e implantação da produção mais limpa o comprometimento constante da direção da empresa na busca por vantagens da produção enxuta ligada à responsabilidade dos fatores de produção e a flexibilização da manufatura, que podem contribuir para a eliminação do desperdício em um sentido mais amplo e sustentável.

Segundo Bergmiller (2006), a manufatura enxuta e a produção mais limpa apresentam pontos semelhantes, já que têm objetivos comuns. Ao ser aplicada a produção mais limpa, esta alcança significativas melhoras com relação à redução de desperdício, atuando nas entradas e saídas de matéria-prima e insumos nos custos produtivos. Por outro lado, ao ser aplicada a manufatura enxuta esta conduz a melhores resultados do ponto de vista de produção mais limpa. Entre as práticas de manufatura enxuta que resultam em vantagens em termos de redução de desperdícios tem-se o *kanban*, manufatura celular, mapa do fluxo de valor (MFV), manutenção produtiva total (MPT), *Just in time*, 5S e *kaizen* (Rizzo, 2012).

2.4.1. Ecoeficiência e Design for Environment (DFE)

Segundo Almeida (2005), a ecoeficiência é uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental, associando-a aos objetivos econômicos, sendo seu principal objetivo contribuir para que a economia cresça qualitativamente e não quantitativamente.

Por outro lado, a otimização do projeto do produto em termos do ciclo de vida inclui: seleção de constituintes, formulação dos compostos e projeto de produto, que pode ser modificado com relação a requisitos específicos e etapas posteriores à cadeia de valor e todo o ciclo de vida (também chamado de Ecodesign - Mersiowsky, 2002).

De acordo com o WBCSD (2000), a eco eficiência tem o foco em três objetivos gerais: reduzir o consumo de recursos, reduzir o impacto na natureza, melhorar o valor do produto ou serviço.

2.5. SUSTENTABILIDADE NAS EMPRESAS

Em 1987 uma comissão da ONU liderada por Gro Harlem Brundtland, então primeira ministra da Noruega, chegou à definição mais conhecida como desenvolvimento sustentável, relatório publicado em 1987 sobre o nosso futuro comum (*Our common future*) foi definido como “Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Para Kuhndt (2004), a política e a estratégia empresarial junto com o processo de tomada de decisão precisam ser integradas aos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Para tanto, o autor apresenta medidas aplicáveis ao dia a dia dos negócios, para seus diferentes níveis corporativos (Estratégico, Tático e Operacional).

O nível estratégico comporta a visão macro da empresa no que diz respeito à questão da sustentabilidade, ou seja, a empresa deve se posicionar no mercado de tal modo que expresse a forma que a sustentabilidade influenciará as suas decisões de negócio. No nível tático, a empresa começa a definir o conjunto de produtos e serviços que deverão ser ofertados ao mercado em consonância com a visão estratégica. Finalmente, no nível operacional, mecanismos/ferramentas são implantados.

Existem alguns modelos criados a partir de parâmetros ou normas que estabelecem um caminho a ser percorrido na procura do desenvolvimento integral das empresas em aspectos além da produção tais como meio ambiente, o âmbito social e governamental entre outros.

2.5.1. Modelo GRI:

O modelo da *Global Reporting Initiative* (GRI) foi elaborado em parceria entre o *Coalition for Environmentally Responsible Economies* (CERES) e a *United Nations Environment Programme*, e tem como objetivo orientar as organizações no entendimento e divulgação de suas contribuições no alcance do desenvolvimento sustentável, ou seja, fornece subsídios para que as organizações consigam estabelecer resultados que possam gerar o melhor entendimento a respeito da eficácia de suas ações sustentáveis (GRI, 2012).

Este modelo tem foco nas necessidades econômicas, ambientais e sociais. Estas dimensões são subdivididas em categorias. A dimensão social, por exemplo, é dividida em categorias que avaliam aspectos das práticas trabalhistas, direitos humanos, sociedade e comunidade e responsabilidade sobre produtos e serviços.

O GRI busca considerar em suas dimensões de análise todas as partes interessadas por meio de uma estrutura de conceitos globalmente partilhada. Os relatórios gerados com base no modelo permitem o *benchmarking* e auxilia as organizações a se contextualizarem frente a outras organizações do mesmo segmento.

2.5.2. Indicadores ETHOS

Os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial foram desenvolvidos em 2000 pelo Instituto Ethos, que tem como missão mobilizar, sensibilizar e ajudar empresas a gerir seus negócios de forma socialmente responsável (Ethos, 2013). Mais do que uma ferramenta de autodiagnóstico, este modelo auxilia na incorporação das iniciativas de responsabilidade social ao negócio das empresas.

Quatro estágios são levados em consideração em cada uma das dimensões mostradas na figura 10. Da mesma forma que a auto-avaliação tem caráter de diagnóstico, permite à organização analisar as possibilidades para inserção de parâmetros para políticas e ações a serem desenvolvidas.

Figura 10: Dimensões e temas dos indicadores ETHOS



Fonte: Adaptado do Instituto Ethos (2013)

]

2.5.3. Níveis de sustentabilidade nas empresas conforme o LCSP (Centro Lowell de produção sustentável)

Autores como Veleva E Ellenbecker (2001b) apud Veleva et al. (2003) apresentam a metodologia na busca da promoção de práticas de produção industrial ao longo das operações da empresa através de 5 níveis hierárquicos (Tabela 3) que representam o progresso de uma organização na operação de suas atividades de forma sustentável. Samuel et al. (2013) utilizam este modelo como um marco de referência para avaliar os indicadores GRI e os indicadores propostos em seu estudo, sob a premissa da antecedência dos níveis mais baixos para o desenvolvimento da sustentabilidade na organização.

Tabela 3: Indicadores da produção sustentável conforme os níveis do LCSP

NÍVEL	DESCRIÇÃO
NÍVEL 1	Mede o grau de conformidade com os requisitos e legislação vigente local, nacional e internacional.
NÍVEL 2	Mede a facilidade de mensurar as entradas, saídas e a performance nos aspectos ambiental, social e econômico relacionados com a redução de custos e o uso de materiais e recursos de forma eficiente.
NÍVEL 3	Medem os efeitos potenciais da organização sobre o meio ambiente, a segurança e saúde dos colaboradores, a saúde pública-o desenvolvimento da comunidade e a performance econômica.
NÍVEL 4	Medem os impactos ao longo da cadeia de suprimentos e o ciclo de vida dos produtos na distribuição, uso e descarte final dos produtos, assim, como a reutilização, reciclagem e utilização de materiais renováveis.
NÍVEL 5	Mede como os processos de produção das empresas se encaixam no quadro maior de uma sociedade sustentável, a produção não é uma atividade isolada pelo que fatores econômicos, sociais e ambientais devem ser considerados assim como a capacidade de assimilação do impacto negativo pelo meio ambiente.

Fonte: Veleva E Ellenbecker (2001b)

A continuação se descrevera o análise hierárquica de processos (AHP) que será utilizada como uma ferramenta de verificação na avaliação dos critérios apresentados no desenvolvimento da metodologia proposta e a criação da ferramenta visual de práticas sustentáveis.

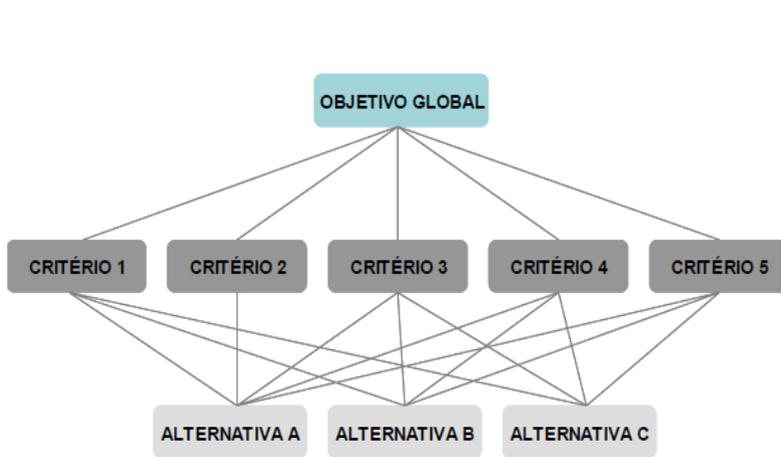
2.6. ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO (AHP)

A análise hierárquica do processo (AHP) foi desenvolvida na Wharton School of Business da University of Pennsylvania, sendo descrita no livro “*The Analytic Hierarchy Process*”, publicado em 1980. A AHP baseia-se na construção de hierarquias como “abstração da estrutura do sistema para estudar as observações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total”. Saaty (1991) permite que fatores objetivos e subjetivos possam ser mensurados por estimativas numéricas.

Segundo Costa (2002), a AHP baseia-se em três princípios que sintetizam as etapas para a construção do modelo multicritério.

Na figura 11 podem-se observar os elementos representativos de uma hierarquia: objetivo global, o critério de decisão na busca do objetivo e o conjunto de alternativas que representam as possibilidades de tomada da decisão.

Figura 11: Elementos representativos de uma hierarquia



Fonte: Santos et al. (2008)

Santos et al. (2008) afirmam que o ajuste das prioridades baseia-se na habilidade de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas. Sua abordagem consiste na avaliação de alternativas em forma de pares em relação a um conjunto de critérios estabelecidos previamente e na construção de matrizes quadradas. A avaliação numérica se estabelece conforme a escala mostrada na Tabela 4, onde os números de 1 a 9 correspondem a uma grade de preferência por uma das alternativas para o mesmo critério (Saaty, 1980; Saaty, 1994, Saaty, 2005). Os valores intermediários são usados para expressar a preferência por uma alternativa.

Tabela 4: Escala de valores para a avaliação do AHP

Escala	Definição	Descrição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente ao objetivo
3	Importância pequena de uma sobre outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Saaty (1994)

A etapa seguinte corresponde à redução de cada uma das matrizes de comparação por pares conforme os critérios para um vetor de prioridade que representa o peso ou importância relativa. Uma vez que os pesos dos critérios e alternativas foram pontuados e tiverem sido derivados com o processo descrito, o desempenho global da alternativa pode ser calculado por meio de um modelo linear aditivo (Saaty, 2005). O resultado final é um valor entre 0 e 1, onde os pesos indicam os *trade-offs* entre os critérios selecionados (Belton e Stewart, 2002).

Conforme Costa et al. (2008), na AHP os julgamentos paritários estão fundamentados na experiência e conhecimentos de uma ou mais pessoas. Porém, quanto maior o número de julgamentos maior será a possibilidade de ocorrerem inconsistências. Uma forma de mensurar a intensidade ou o grau de inconsistência em uma matriz de dados compostos por pares consiste em avaliar quanto maior o autovalor desta matriz se afasta da ordem da matriz. Conforme Saaty (1991) apud Dias et al. (1998), a equação (3) representa o cálculo do índice de consistência (IC).

$$IC = \frac{|\lambda_{max} - N|}{N-1} \quad (3)$$

Onde:

λ_{max} = maior autovalor da matriz de julgamentos paritários,
N = ordem da matriz.

λ_{max} equivale à soma dos componentes do vetor diretor dividida pela ordem da matriz.

A Razão de Consistência (RC) é calculada pela equação (4).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (4)$$

Onde IC é o Índice de Consistência e IR é o Índice Randômico.

RC permite avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos.

Os valores de IR para uma matriz randômica recíproca com elementos não negativos para diferentes tamanhos da matriz N foram aproximados conforme a Tabela 5, baseando-se em um grande número de simulações (Santos et al., 2008)

Tabela 5: Índice de consistência randômico

Ordem da matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores de IR	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte Adaptado de Costa et al. (2006)

Conforme Saaty (1980), o uso de IR permite avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos. Caso este valor seja maior do que 0,1 recomenda-se a revisão dos julgamentos (Vargas, 1990).

No capítulo foram apresentados os conceitos e ferramentas que constituem a base teórica no desenvolvimento do presente trabalho; estes conceitos se relacionam dando origem a metodologia proposta

A metodologia, que será descrita no capítulo a seguir, parte da avaliação comparativa ou *Benchmarking* e se desenvolve através da criação de indicadores gerais, os quais darão origem a uma ferramenta visual de práticas sustentáveis-FVPS. Sua utilização, por parte do time gerencial das empresas procura um maior grau de abrangência, conhecimento e coerência na tomada de decisões para a inserção da sustentabilidade e a produção mais limpa dentro do processo produtivo das empresas.

A utilidade da ferramenta estará verificada mediante a análise hierárquica de processo AHP como instrumento de avaliação dos ganhos e benefícios na tomada de decisões gerenciais referentes a aplicação e desenvolvimento das práticas selecionadas.

3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Neste capítulo, é apresentada a construção da metodologia proposta, partindo de aspectos abordados na revisão bibliográfica do capítulo 2, especialmente do *Benchmarking* da P+L proposto por Ramos (2013); e aspectos como a relação entre as técnicas de manufatura enxuta e a produção mais limpa, assim como o conhecimento das características intrínsecas do setor de produtos finais de PVC.

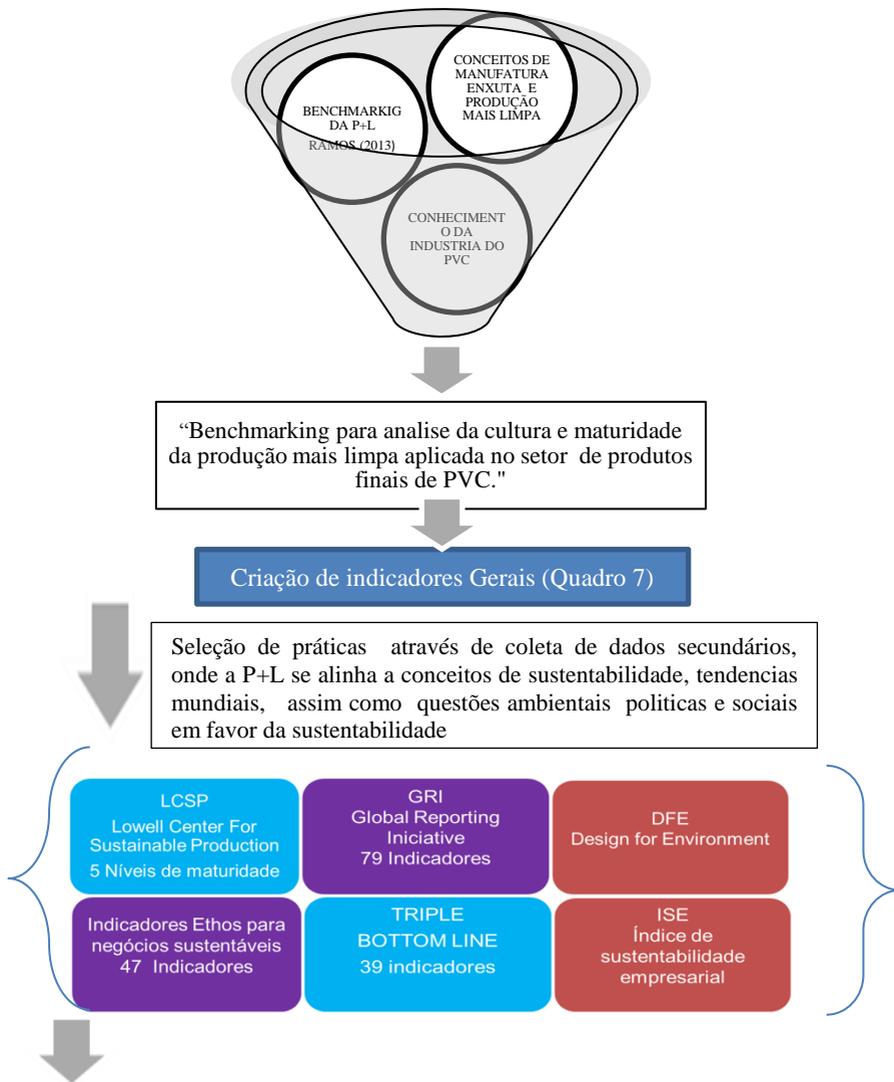
Estas informações foram transformadas em questões de avaliação para as empresas com o intuito de verificar o nível de maturidade nas empresas participantes da pesquisa em práticas de manufatura enxuta ME e produção mais limpa P+L.

Com a aplicação do “*Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa”, foram surgindo os primeiros dados e indicadores para cada variável avaliada. Criando indicadores gerais e indicadores específicos mais abrangentes para facilitar a leitura mensurabilidade e coerência dos mesmos.

Estes indicadores, junto com as diretrizes de sustentabilidade e relatórios das diferentes empresas no mundo deram origem e a construção da FVPS, apresentada no capítulo 4.

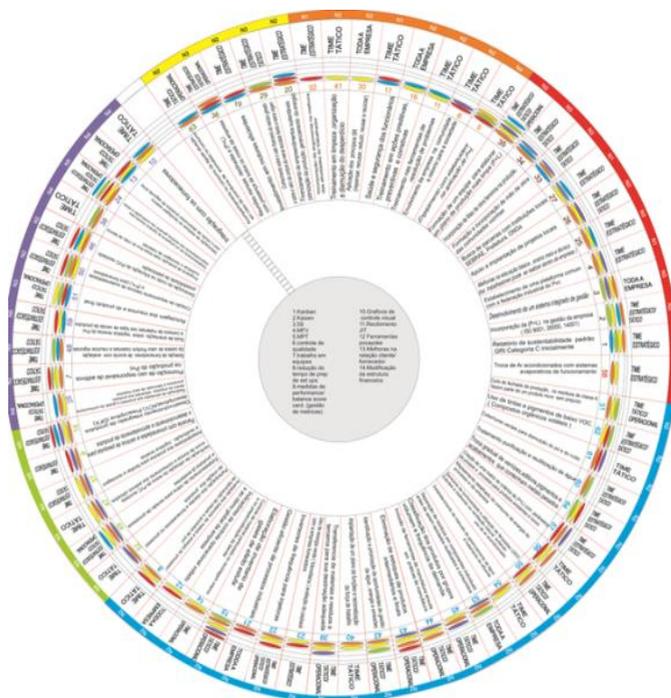
A figura 12 apresenta o desenvolvimento do capítulo 3.

Figura 12 Esquema do Desenvolvimento do capítulo 3



Criação da ferramenta visual de práticas sustentáveis FVPS através da conjunção das informações do *Benchmarking*, a seleção de boas praticas de manufatura, e praticas correspondentes ao setor especifico de produtos finais de PVC .

A interação das práticas com as ferramentas de ME tem como objetivo alavancar a inserção da sustentabilidade nas empresas com ferramentas, processos e práticas de ME já conhecidas pelas empresas e sua inter-relação com as diferentes alternativas de execução de boas práticas desde o diferente viés da empresa.



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

3.1. AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES DA PESQUISA POR MEIO DO BENCHMARKING PARA ANÁLISE DA CULTURA E MATURIDADE DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA E O CHECKLIST DA MANUFATURA ENXUTA

Esta seção apresenta o processo evolutivo na construção da ferramenta do *benchmarking* proposta para ser utilizada como instrumento de diagnóstico e avaliação do estado das empresas em práticas de produção mais limpa P+L e ME.

A ferramenta chamada “*Benchmarking* para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de transformação de peças e produtos de PVC” foi criada da seguinte forma:

Utilizou-se como base o *Benchmarking* da Produção Mais Limpa (Ramos, 2013). As sugestões para trabalhos futuros em RAMOS (2013) foram ressaltados e desdobrados em aspectos de manufatura enxuta (ME) e produção mais limpa (P+L) e inseridos conceitos e informações referentes a um setor específico, que neste trabalho corresponde ao setor de terceira geração de peças de PVC e seus processos. No questionário aplicado nas empresas foi considerada a inserção de perguntas ligadas a aspectos como saúde dos trabalhadores, treinamento, coleta seletiva, medidas que visam contribuir para a preservação do meio ambiente, gerenciamento de água e energia e gestão do processo produtivo, documento que é apresentado no Apêndice A.

Considerou-se importante a inserção de um campo adicional com referencia ao formato desenvolvido pelo Ramos (2013), no qual às empresas que considerem que a pergunta não se aplica ao processo/produto que desenvolvem possam optar por marcá-la. Os resultados são apresentados em 3 tipos de gráficos: Práticas versus Performance, Gráfico radar, Gráfico de barras.

Foi ampliado o *checklist* da manufatura enxuta para a avaliação de 16 ferramentas que, conforme a revisão bibliográfica apresentada no capítulo 2 contribuiria para o progresso do setor. Aplicou-se a observação do tipo não estruturada como forma de obter um aumento na confiabilidade das informações. Essa técnica de observação consiste em registrar os fatos sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas (Marconi & Lakatos, 1999).

As empresas participantes da aplicação da ferramenta são empresas transformadoras de terceira geração de produtos e peças de PVC no estado de Santa Catarina com conhecimentos desenvolvidos na área de fabricação final de produtos de PVC em diversos setores tais como embalagens, calçados, tubos, conexões, janelas, pisos, *displays*, prateleiras e gondolas. Entre os processos predominantes foram encontrados a injeção e extrusão.

Para a seleção das empresas participantes foi considerada uma população inicial de 45 empresas pertencentes ao setor de transformação de terceira geração de PVC e, destas, 13 empresas finalmente participaram da pesquisa.

Levando em conta que o PVC é um termoplástico de ampla versatilidade e utilidade, tratou-se de gerar uma amostra significativa dos setores onde o PVC está presente.

Assim, a caracterização das empresas participantes foi: Perfis 39%, formas plásticas 23%, tubos e conexões 15%, setor calçadista 15%, setor de embalagens 8%. A razão social das empresas não é apresentada no presente trabalho e, para a sua identificação, foram sorteadas de forma aleatória e colocadas em ordem numérica de 1 até 13. As empresas participantes são em sua maioria de pequeno ou médio porte de acordo com a classificação estabelecida pelo IBGE, e elas apresentam faturamento e capacidade para atingir mercados no Brasil e no exterior.

A coleta de dados foi do tipo presencial, onde a pesquisadora e os membros de nível tático e gerencial da empresa, conhecedores do processo produtivo participaram na resolução questionário da pesquisa.

O questionário foi dividido em seis eixos principais: Administração/Responsabilidade, Pessoas, Informação, Desenvolvimento de produtos, Fornecedor/Organização/Cliente, Processo produtivo. Fez-se uma avaliação de práticas e performances, sob uma escala de pontuação de 1 a 5, onde os pesquisadores junto com o pessoal do processo produtivo da empresa avaliaram cada uma das questões.

Os dados coletados das empresas pesquisadas incluem aspectos gerais como composição do capital, mercados em que atua a existência de programas oficiais para a aplicação de ME e de produção mais limpa, certificações implantadas e tempo de implantação.

Após a compilação em arquivos de Excel dos resultados obtidos de modo geral e individual, realizou-se a análise de cada um dos indicadores propostos e as relações entre indicadores de prática e performance conforme as categorias: Administração/Responsabilidade, Pessoas, Informação, Desenvolvimento de produto, Fornecedor/Organização/Cliente e Processo produtivo. Foi criado um relatório para cada empresa participante da pesquisa com a análise comparativa geral e a análise particular do estado atual da empresa em práticas de produção mais limpa (P+L) e manufatura enxuta (ME). Os resultados de aplicação da ferramenta de forma geral são apresentados no capítulo 4 e, de forma parcial, tomando como exemplo o relatório gerado para a empresa 3 no Apêndice B.

3.2. INDICADORES GERAIS DE AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS

A avaliação comparativa das empresas é feita de maneira geral pelos gráficos de Práticas versus Performance e Gráfico Radial. Posteriormente, a criação de indicadores gerais surge como uma proposta para a diminuição do número de itens a avaliar e o aprimoramento das informações obtidas das categorias e a avaliação tanto dos aspectos positivos como das possibilidades de melhoria em cada uma das empresas.

O intuito não é gerar um grande número de indicadores para que as empresas adotem, e sim gerar uma compreensão aprofundada dos aspectos sensíveis à melhoria, levando em consideração a abrangência implícita das questões, as informações ambientais tais como relatórios e avaliações de gestão ambiental, apontadas no Capítulo 2. E ainda, a profundidade da avaliação proposta pelo trabalho procura facilitar o reconhecimento dos pontos de caráter prioritário respeitando a relação de causa-efeito existente entre eles apresentadas no Quadro 7 a seguir :

Quadro 7: Indicadores específicos para a avaliação das dimensões da empresa

ADMINISTRAÇÃO/ RESPONSABILIDADE	PESSOAL	INFORMAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Plano de desenvolvimento da (P+L) • Compromisso da alta gerência • Desdobramento das políticas de (P+L) • Progresso da produção mais limpa (P+L) em todos os níveis da empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento do pessoal • Aplicação de conceitos de (P+L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade das informações • Medição por indicadores
DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS	FORNECEDOR/ ORGANIZAÇÃO /CLIENTE	PROCESSO PRODUTIVO

<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de vida dos produtos • Proteção ambiental e social • Participação de clientes e fornecedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de processos mais limpos • Atendimento das exigências dos clientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de práticas de (ME) e (P+L) • Geração de resíduos • Gerenciamento de água • Gerenciamento de energia • Controle de emissões
--	---	---

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Estas 6 dimensões gerais e seus indicadores propostos foram consolidados partindo do grau de abrangência de cada um deles e do análise das diferentes metodologias e relatórios de sustentabilidade baseados em parâmetros de sustentabilidade empresarial e boas praticas de manufatura como o modelo de auto declaração da GRI e as dimensões do instituto Ethos.

3.3. CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA VISUAL DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS (FVPS)

A ferramenta visual de praticas sustentáveis nasce como a possibilidade de gerar uma grade de alternativas de melhoria em cada uma das seis variáveis avaliadas no *benchmarking*, considerando as possibilidades reais das empresas.

Nestas alternativas de melhoria a implantação da produção mais limpa (P+L) pode-se alinhar a questões ambientais, políticas sociais e governamentais na procura da conjunção das áreas da empresa em favor da sustentabilidade.

A inclusão das práticas aqui descritas, integra boas práticas empresariais aplicadas por empresas de diversos portes, setores e complexidades na geração de processos que, ativados desde o nível gerencial, levem em conta a análise e integralidade da sustentabilidade empresarial.

Com o alvo de reconhecer os esforços das empresas, na obtenção de qualidade e sucesso de seus produtos e processos e a contribuição das ferramentas de manufatura enxuta (ME) já existentes nas empresas podem alavancar melhorias no processo produtivo da empresa desde o ponto de vista sustentável.

Jappur (2004) menciona que para que uma organização avance na direção da sustentabilidade ela deve adotar alguns métodos que as ajudem nesta condução, como por exemplo: responsabilidade social corporativa, governança corporativa, ecoeficiência, análise do ciclo de vida, emissão zero, sistemas de gestão certificáveis, produção mais limpa e relatórios de sustentabilidade corporativa. Para o autor, a aplicação de um método não impossibilita a utilização simultânea de outros.

A metodologia do trabalho para a seleção das práticas foi a pesquisa bibliográfica, a coleta de dados secundários, análises empresariais e relatórios de auto declaração, assim como comparações entre os modelos da GRI, (*Global Reporting Initiative*), do Instituto ETHOS e do ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial), além de avaliações feitas por diferentes autores sobre a medição da sustentabilidade nas empresas. A Tabela 6 resume alguns dos principais aspectos entre os modelos estudados.

Tabela 6: Relação entre os modelos estudados para a seleção e avaliação das práticas

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS	ASPECTOS POSITIVOS	LIMITAÇÕES	AUTORES
INDICADORES ETHOS PARA NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS E RESPONSÁVEIS	Instituto Ethos Questionário com 47 indicadores Terceira Edição (2013)	Instrumento de consentimento e aprendizado da RSC	Desconhecimento do modelo. Os conceitos de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável ainda estão iniciando pelo caminho da prática efetiva, não apresenta uma gestão real das práticas e ações que tenham apresentado problemáticas e seu estágio de solução	(IERSE, 2007); (Yanaze & Augusto, 2008), Silva et al (2014) Ethos (2013)
GLOBAL REPORTING INICIATIVE GRI	79 indicadores divididos em 4 eixos de Gestão. Suas orientações buscam que as organizações gerem novas formas de enfrentar os desafios dos impactos de suas operações, produtos, serviços e atividades sobre as economias as pessoas e o planeta GRI, 2006	Os indicadores foram feitos como instrumento de avaliação que deve refletir o compromisso social de uma organização	A Informação divulgada pela empresa favorece aspectos positivos e não divulga informação que pode ser considerada desfavorável para a empresa.	GRI (2012) Yanaze e Augusto (2008) Almeida (2007)
ISE	Bolsa de Mercadoria e Futuros e Bolsa de Valores de São Paulo BM&FBOVESPA instrumento utilizado pelas empresas e investidores. Análise de clusters, ferramenta estatística.	Baseia-se no conceito de que as empresas que investem em sustentabilidade estão melhor preparadas ante os riscos sociais econômicos e ambientais do país.	Desconhecimento e com foco para empresas de grande porte que já tiveram ações negociadas pela BM&FBOVESPA	Silva et al (2014) (BM&FBOVESPA 2010)
SAS8000	Social Accountability 8000. Baseia-se em diretrizes internacionais de direitos humanos para assegurar condições dignas de trabalho.	Estruturado em nove elementos básicos: trabalho infantil, trabalho forçado, saúde e segurança, liberdade de associação e direito à negociação coletiva, discriminação, práticas disciplinares, horários de trabalho, remuneração e sistema de gestão.	foca em empresas com processos industriais principalmente automobilísticas	Alledi & Queilas, (2002)
TRIPLE BOTTOM LINE	Grupo de 39 indicadores ou passos de orientação.	Avaliação de sustentabilidade partindo de 7 grupos ou dimensões governança corporativa, tempo, parceria, tecnologia do ciclo de vida, transparência, valores e mercados	Na prática as empresas dão maior valor para as dimensões que apresentam retorno da inversão ou desconhecem como aplicar as 7 dimensões dentro das políticas da empresa.	Elkington(2001)

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

As tendências mundiais em sustentabilidade estão sendo inseridas nas empresas com o intuito de criar possibilidades em novos mercados e de serem reconhecidas pelas diretrizes estratégicas sólidas para os próximos anos. Algumas mudanças implementadas nas empresas na última década conduzem a resultados que vem sendo monitorados e verificados pelos principais centros de investigação e organismos governamentais.

Há resultados que vão além dos temas de qualidade e segurança, contribuindo no estabelecimento de parâmetros dos negócios, já que as empresas pela adoção de práticas de sustentabilidade exigem práticas de seus fornecedores e *stakeholders*, seguidas pela adoção de políticas nacionais e internacionais de sustentabilidade dos setores governamentais frutos dos esforços mundiais na busca de minimizar o impacto industrial sobre o meio ambiente.

Nos produtos, o desenvolvimento dos conceitos de sustentabilidade tem aumentado para uma consciência verde, incluindo programas de autodeclararão e restrição sobre substâncias químicas, logística reversa e gerenciamento de água e energia, bem como declarações e selos sobre produtos que garantem o cumprimento de práticas trabalhistas. Isso é feito buscando-se manter o ciclo produtivo das empresas e garantir a continuidade de suas funções (Ethos, 2013).

As mudanças acontecem de maneira geral no setor empresarial, conforme as pesquisas e relatórios estudados para a presente dissertação. As empresas que buscam aplicar técnicas voltadas para a sustentabilidade são empresas de grande porte que, de outra forma, não conseguiriam efetuar suas operações, pois são empresas dos segmentos de mineração, extração de matéria-prima não renovável e produtoras de insumos químicos.

Esta é a realidade também da indústria do PVC, pois os plastificantes, estabilizantes, aditivos e cargas que proporcionam as características físico-químicas aos produtos finais tem enfrentado uma batalha na Europa e, por isso, ela tem sido reconhecida como uma indústria em constante adoção de melhoras em seus processos principalmente em países com regulamentações fortes e fechadas para o uso, distribuição e venda de produtos feitos a partir de PVC. Embora o instituto do PVC assegure que o PVC tem cada vez maior campo de ação e reconhecimento por ser um plástico sustentável, o setor empresarial estudado apresenta um estado apropriado para a realização de melhorias em seus processos e produtos. Para a seleção das práticas foram contemplados diversos âmbitos, desde a perspectiva de ciclo de vida do produto, a gestão da empresa, sua relação com clientes e

fornecedores, o desenvolvimento de produtos e processos mais limpos até a diminuição de emissões e gerenciamento de insumos água e energia, com o intuito de cobrir pelo menos dois pilares de sustentabilidade (Duran, 2014). Avaliou-se conjuntamente o modelo GRI - *Global Repórter Initiative* (2012), uma vez que suas diretrizes são uma guia para elaboração de relatórios do desempenho das empresas nos âmbitos econômico, social e ambiental considerando as informações contidas nos relatórios. Conforme o nível de maturidade da empresa busca-se criar nos *stakeholders* uma visão sólida da gestão empresarial e de visão do futuro.

Foram levados em conta os direcionamentos e princípios orientadores do Centro Lowell para Produção Sustentável da Universidade de Massachusetts LCSP (*Lowell Center for Sustainable Production*- <http://www.sustainableproduction.org/>) desenvolvida com foco na produção e seus aspectos mais relevantes como uso de materiais e recursos, produtos, colaboradores internos e externos, e desempenho econômico entre outros. Além disso, considerou-se as diretrizes e indicadores de proteção ambiental e uso materiais da norma ISO 14031 e critérios de Ecoeficiência e *Design for Environment* (DFE – Projeto para o Meio-ambiente) como filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental, associando-a aos objetivos econômicos, sendo seu principal objetivo contribuir para que a economia cresça qualitativamente e não quantitativamente. Por outro lado, a otimização do projeto do produto em termos do ciclo de vida inclui: seleção de constituintes, formulação dos compostos e projeto de produto, que pode ser modificado com relação a requisitos específicos e etapas posteriores à cadeia de valor e todo o ciclo de vida (também chamado de *Ecodesign*) (Mersiowsky, 2002; Almeida, 2005).

Nesse contexto a ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) tem como objetivo contribuir no planejamento de ações de curto, médio e longo prazo, iniciando no momento em que a empresa recebe o retorno da avaliação feita pelo *Benchmarking*. Naquele momento a empresa conhece o seu estado e os aspectos que precisam de melhoria, podendo-se então estabelecer as prioridades das áreas que precisam de melhoria, da obediência às regulamentações e requisitos dos clientes, *stakeholders* e da comunidade em geral, e também direciona-se a busca por práticas que se adequem ao momento econômico e social da empresa.

A FVPS foi dividida em seis categorias, conservando assim as categorias estabelecidas no *benchmarking*, onde as 64 práticas foram avaliadas acerca do tipo de time requerido (tático, estratégico e

gerencial) para a sua implantação, e o alcance de um posicionamento sustentável conforme os requisitos da empresa (ver Apêndice D). Assim, conforme os critérios de Kuhndt (2004) foram definidos os seguintes times:

- Time estratégico: toma as decisões e direcionamentos da empresa em termos ambiental, social e econômico.
- Time tático: conhece como as decisões são tomadas na empresa e como os colaboradores reagem às decisões, sendo um time de suma importância de acordo com o desenvolvimento e sucesso da empresa.
- Time operacional: responsáveis pela implementação das mudanças do processo produtivo.

3.3.1. Critérios de ponderação das práticas

Os indicadores e critérios de avaliação do *Benchmarking* deram origem a uma grade de práticas de manufatura sustentável, as quais foram avaliadas conforme o grau de complexidade (isto é, desdobramento ao longo dos diferentes processos da empresa) e interação de cada prática com cada um dos setores da empresa de duas formas:

- (a) A primeira é a grau de conformidade com os requerimentos do desenvolvimento real de cada uma das práticas em termos de pessoal, informação, aprovação da administração e a possibilidade de agir de forma conjunta com setores da empresa como desenvolvimento de produtos e o processo de produção.
- (b) A segunda faz referência à classificação das práticas conforme a abordagem do centro Lowell de produção sustentável (Veleva e Ellenbecker, 2001; Samuel et al., 2013), que classifica em cinco níveis o progresso na procura de sistemas sustentáveis com foco na produção industrial, sendo cada um deles pré-requisito para alcançar o seguinte.

Para a determinação da disponibilidade do pessoal em cada uma das práticas, autores como Kuhndt (2004) afirmam que a política e a estratégia empresarial devem estar ligadas de forma que expressem como a sustentabilidade influencia suas ações e decisões de negócio.

Assim, as transformações de decisões nestes três níveis devem acontecer de forma suave e natural, de tal forma que a questão da sustentabilidade possa permear toda a empresa.

O grau de investimento, fator primordial nas empresas, foi considerado com a inserção de práticas cujo desenvolvimento considera aspectos como: a composição dos times de trabalho, os treinamentos internos e externos do pessoal, a possibilidade de parcerias com instituições locais, assim como o financiamento de empreendimentos sustentáveis até práticas mais complexas que requerem um maior investimento da empresa como a aquisição ou aprimoramento dos recursos físicos ou investimento em melhoras nos processos, por atualização de maquinaria conforme a avaliação do retorno da empresa.

O fato de possuir uma plataforma comum das necessidades do setor empresarial, mas também flexível conforme o tamanho e foco produtivo da empresa, ; leva a organização a uma aplicação consciente de práticas apoiadas em conceitos e ferramentas que já possui, e a uma perspectiva clara das ações a realizar, do pessoal requerido e dos esforços da empresa na consecução das metas propostas.

Na Figura 12 são apresentadas as 64 práticas divididas conforme o esquema de variáveis do *benchmarking*. Para uma maior facilidade na compreensão do grau de complexidade (ou desdobramento através das variáveis) de cada uma das práticas dentro da organização foram utilizadas cores:

Vermelho:	Variável Administração/ Responsabilidade
Laranja:	Variável Pessoas
Amarelo:	Variável Informação
Verde:	Variável Desenvolvimento de produtos
Roxo:	Variável Fornecedor/Organização/Cliente
Azul:	Variável Processo produtivo

O padrão de cores se mantém na aplicação da ferramenta, assim a complexidade da aplicação cada uma das práticas, suas características como tipo de time requerido e práticas de manufatura enxuta, são avaliadas no momento da tomada de decisões. A cor principal da prática refere-se ao tipo de variável predominante para a sua aplicação, enquanto o grau de complexidade é representado com as cores do lado (Figura 13).

Assim, para a prática “Desenvolvimento de um sistema integrado de gestão”, predominante da variável Administração /Responsabilidade (vermelha) para seu desenvolvimento precisa que o nível gerencial conduza a implantação desta pratica ao longo da empresa ou dentro das politicas da empresa, assim partindo do nível gerencial o desenvolvimento da pratica precisará apoio dentro da organização dos setores encarregados do pessoal (laranja), informações (amarelo), normalmente geradas por contabilidade ou operações, desenvolvimento de produtos (verde) e do setor encarregado da logística, distribuição e atendimento a fornecedores e clientes (roxo). Isto é o que determina o nível de complexidade, a quantidade de variáveis que interagem para seu desdobramento dentro da organização. Pode-se salientar que a aplicação da prática selecionada não beneficiará somente a variável Administração / Responsabilidade, já que a coesão para alcançar cada uma das práticas conduz à melhora da empresa como um tudo.

Figura 13: Práticas de sustentabilidade e complexidade dentro da organização

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADEPARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DEPVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO				
		PP	DP	I	P	
1	Relatório de sustentabilidade padrão GRI.	PP	DP	I	P	
2	Incorporação da P+L no sistema de gestão da empresa (ISO 9001, ISO 26000, ISO 14001, OHSAS 18001 ABNT NBR 16001).					
3	Desenvolvimento de um sistema integrado de gestão		FO C			
4	Estabelecimento de uma plataforma (posição) comum com a federação industrial do PVC					
5	Engajamento com stakeholders na aplicação de P+L.	AR				
6	Envolvimento da empresa na comunidade e retorno para a sociedade					
7	Promoção de uso responsável de aditivos na produção do PVC					
8	Avaliação dos balancetes de massa e energia do processo de fabricação de peças e produtos de PVC					
9	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos					
10	Integração com os fornecedores					
11	Treinamento nas ferramentas de resolução de problemas					
12	Indicadores de controle operacional voltados ao ótimo global da empresa					
13	Valorização de resíduos na reciclagem externa com o intuito de desenvolver produtos de segunda linha					
14	Controle de material particulado na reciclagem interna e no preparo da blenda					
15	Elaboração de inventário de gases de efeito estufa					
16	Treinamento em ações preditivas, preventivas e corretivas.					
17	Saúde e segurança dos funcionários					
18	Desenvolvimento integrado de produtos descritivo (ACV), prescritivo (Dfx), simultânea.					
19	Investimento em motores eficientes (Weg)					
20	Financiamento de empreendimentos sustentáveis (otimização da produção, gerenciamento, da energia).					

Figura 13 Continuação

N	PRATICAS DE SUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO				
21	Gestão eficiente de processos industriais	Amarelo	Amarelo	Vermelho		
22	Inversores de frequência para injetoras (avaliação do playback) até 30 % poupança de energia	Amarelo	Amarelo	Vermelho		
23	Uso de energia verde (fotovoltaica) avaliação do playback com a empresa fornecedora	Amarelo	Vermelho			
24	Estabelecimento de um programa de logística reversa para reaproveitamento dos resíduos gerados nas obras	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Verde	Azul
25	Melhorias na educação básica; ensino meio e técnico dos trabalhadores (pode se realizar dentro da empresa).	Amarelo	Amarelo	Azul		
26	Apoio à implantação de projetos locais	Amarelo	Amarelo	Vermelho		
27	Busca de parcerias com instituições locais SEBRAE, Prefeitura, ONGs.	Amarelo	Vermelho			
28	Realização de atividades que propiciem a gestão do conhecimento dentro da empresa referente aos produtos, processos e diminuição de seus impactos.	Amarelo	Amarelo	Azul		
29	Conhecimento sobre o valor financeiro do resíduo gerado e sobre o valor da compra da resina reciclada frente à resina virgem	Amarelo	Verde			
30	Aplicação dos princípios 5Rs (repensar, recusar, reduzir, reusar e reciclar).	Amarelo				
31	Ciclo de fechado de produção onde o resíduo de classe A passam a fazer parte de um produto novo sem prejuízo	Amarelo	Amarelo	Verde		
32	Incorporação da ergonomia na melhora das atividades do trabalhador	Vermelho				
33	Formação e incorporação de mão de obra das comunidades vizinhas	Azul	Amarelo	Vermelho		
34	Incorporação de Mão de obra feminina na produção.	Amarelo	Azul	Vermelho		
35	Formação de uma equipe com funcionários de diversos níveis da estrutura para elaborar um plano de produção mais limpa	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Verde	Azul
36	Reuniões mensais destinadas à produção mais limpa com presença de todos os níveis da empresa	Azul	Vermelho	Amarelo		
37	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem e reutilização, logística reversa.	Verde	Amarelo	Vermelho		
38	Programa de produção mais limpa fora do chão de fábrica incentivar a reciclagem de materiais	Amarelo	Verde			
39	Transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada	Amarelo	Amarelo	Vermelho		
40	Implantação de um plano de funções e racionalização da força de trabalho	Amarelo	Amarelo			

Figura 13- continuação

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO				
41	Treino em limpeza, organização e diminuição do desperdício.					
42	Identificação e priorização de oportunidades de gestão de água, energia e emissões.					
43	Eliminação de estoques de produtos intermediários e finais					
44	Inclusão de ferramentas de manufatura enxuta em práticas de manufatura					
45	Classificação dos produtos por grupos volume e frequência da demanda					
46	Diminuição do ruído na trituração do PVC reciclado, possibilidade de pelletização.					
47	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de dureza e conhecimento dos aditivos utilizados					
48	Seleção de fornecedores de acordo com avaliação da cadeia de valor. Preferir materiais e insumos regionais					
49	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes					
50	Criação de requerimento básica de sustentabilidade e produção mais limpa para fornecedores					
51	Rotulagem dos insumos e do produto final					
52	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos					
53	Separação de resíduos em componentes individuais antes de serem reciclados reutilizados e consumidos (óleos e lubrificantes) ácidos etc. Transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação					
54	Estabelecimento de manuais de gerenciamento de água e tratamento do efluente					
55	Sensores de luminosidade e utilização de lâmpadas LEED Estudos e melhoras na ventilação natural evitando o uso de ar condicionado					
56	Mapeamento detalhado do consumo de energia do processo e da empresa					
57	Criação de uma matriz de critérios de produção mais limpa ou de sustentabilidade em geral como parâmetros do produto e do processo.					
58	Políticas e programas que promovam a igualdade, segurança e o desenvolvimento do funcionário ao longo de sua carreira na empresa					
59	Guia de orientação sobre logística reversa do PVC e compra de materiais nas lojas de venda de produtos.					
60	Tratamento purificação e reutilização de água					
61	Coberturas verdes para diminuição do pó e do ruído					
62	Uso de tintas e pigmentos de baixo VOC. (Compostos orgânicos voláteis)					
63	Acompanhamento no consumo de água e atuação em caso de ocorrência de anomalias no consumo					
64	Troca gradual de vernizes, aditivos, pigmentos e acabamentos que contenham metais pesados.					

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Serão apresentadas neste documento as práticas mais relevantes relacionadas ao setor estudado. O desenvolvimento das 64 práticas se encontra no apêndice D.

Nas praticas pode-se ver a interação com as outras áreas da empresa chamada de complexidade dentro da organização, o nível de complexidade para cada pratica pode-se apreciar mediante a relação das áreas da empresa necessárias para o desenvolvimento da prática selecionada, assim para a pratica N 1, ” Relatório de sustentabilidade padrão GRI”, além de ser uma prática que precisa a decisão da administração da empresa ou time gerencial caracterizada pela cor vermelha, para seu desenvolvimento necessita a interação das outras áreas da empresa aqui descritas por cores para fácil visibilidade no processo decisório. Assim, precisa das áreas de proceso produtivo (cor azul), desenvolvimento de produtos (cor verde), informação (cor amarela) e de pessoas (cor laranja) para seu desenvolvimento ao longo da organização.

3.3.1.1. Práticas com foco na variável Administração/Responsabilidade

São 11 práticas de cor vermelha com diferentes graus de complexidade dentro da organização (Figura 14). A escolha indica a possibilidade de ação real da empresa em seu contexto financeiro e o grau de engajamento dos setores da empresa. No presente documento não serão descritas todas as práticas, mas sim as que têm a ver com o foco do setor de peças e produtos de PVC.

As práticas de Administração/Responsabilidade têm o foco na tomada de decisões de tipo gerencial com o intuito de reforçar a ligação entre a governança da empresa e a forma como a sustentabilidade está sendo inserida na gestão empresarial.

Figura 14: Práticas com foco na variável Adm./Res.

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO					LOWELL	ETHOS
		PP	DP	I	P			
1	Relatório de sustentabilidade padrão GRI.	PP	DP	I	P		N3	E3
2	Incorporação da P+L no sistema de gestão da empresa (ISO 9001, ISO 26000, ISO 14001, OHSAS 18001 ABNT NBR 16001).						N3	E3
3	Desenvolvimento de um sistema integrado de gestão		FO				N3	E3
4	Estabelecimento de uma plataforma (posição) comum com a federação industrial do PVC						N1	E1
25	Melhorias na educação básica: ensino meio e técnico dos trabalhadores (pode se realizar dentro da empresa).						N3	E2
26	Apoio à implantação de projetos locais						N3	E2
27	Busca de parcerias com instituições locais SEBRAE, Prefeitura, ONGs.						N1	E1
33	Formação e incorporação de mão de obra das comunidades vizinhas						N3	E2
34	Incorporação de Mão de obra feminina na produção.						N3	E2
35	Formação de uma equipe com funcionários de diversos níveis da estrutura para elaborar um plano de produção mais limpa	P	I	FO	DP	PP	N2	E3
58	Políticas e programas que promovam a igualdade, segurança e o desenvolvimento do funcionário ao longo de sua carreira na empresa						N1	E1

A seguir são relatadas algumas das práticas, uma vez que a ferramenta proposta contém uma compilação de boas práticas que estão sendo desenvolvidas pelas empresas ao redor do mundo e respaldadas fortemente pelas regulações e políticas em matéria política, social e econômica. Por tanto neste espaço se descreveram aquelas que têm a ver diretamente com o estudo de caso, isto é, com regulamentações e práticas do setor de terceira geração de PVC.

Criação do Relatório de sustentabilidade conforme o padrão GRI:

Ao relatar suas atuações para a sociedade, investidores e *stakeholders*, a empresa estabelece um padrão de gestão com um fluxo de informações de seus processos de maneira transversal para as dependências a fim de coletar os indicadores, conforme padrão definido pela *Global Reporting Initiative (GRI)*, gerando uma melhoria contínua dos processos, a qual pode ser mensurada.

Para esta prática a aplicação das ferramentas de Manutenção Produtiva Total (TPM) e melhoria na relação cliente/fornecedor contribuem de maneira significativa na obtenção de padrões de gestão (Walter et al., 2013)

Incorporação da P+L no sistema de gestão da empresa (ISO 9001, ISO 26000, ISO 14001, OHSAS 18001 ABNT NBR 16001):

Ao desenvolver sistemas integrados de gestão se integram aspectos como relação com clientes e fornecedores, qualidade, sustentabilidade, produtividade por meio da padronização de processos, além do cumprimento das regulamentações como a legislação ambiental e Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Estabelecimento de uma posição comum com a federação industrial do PVC:

Existem no Brasil associações e centros como: Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM); Associação Brasileira de Embalagem (ABRE); Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos (ABRINQ); Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento (ASFAMAS); Associação Brasileira da Indústria de Laminados Plásticos e Espumas Flexíveis (ABRAPLA); Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST); Centro de Tecnologia de Embalagem (CETEA) e o Instituto do PVC entre outros. A finalidade do estabelecimento de uma posição comum e a resolução de forma conjunta de problemas que atingem o setor tais como preços de insumos, possibilidades de aquisição de novas máquinas e o estabelecimento de uma posição conjunta para obedecer às regulamentações e parâmetros como a logística reversa de seus produtos.

Formação e incorporação de mão de obra das comunidades vizinhas,

Entre os ganhos que apresentam as empresas estão o estreitamento dos vínculos entre a empresa e a comunidade, a geração de renda na área de atuação da empresa e a melhoria das instalações de associações de bairro e outras edificações de uso público e comunitário.

3.3.1.2. Práticas com foco na variável: Pessoas

As práticas com foco nas pessoas são mostradas na Figura 15, e um detalhamento das mesmas é feito a seguir.

Figura 15: Práticas com foco na variável: Pessoas

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO					LOWELL	ETHOS
		AR						
5	Engajamento com stakeholders na aplicação de P+L.	AR					N4	E4
6	Envolvimento da empresa na comunidade e retorno para a sociedade						N3	E2
11	Treinamento nas ferramentas de resolução de problemas						N2	E2
16	Treinamento em ações preditivas, preventivas e corretivas.						N2	E2
17	Saúde e segurança dos funcionários						N1	E1
30	Aplicação dos princípios 5Rs (repensar, recusar, reduzir, reusar e reciclar).						N2	E3
32	Incorporação da ergonomia na melhora das atividades do trabalhador						N1	E1
41	Treinamento em limpeza, organização e diminuição do desperdício.						N2	E2

Envolvimento da empresa na comunidade e retorno para a sociedade:

Criam-se melhores condições para o próprio negócio, melhoria da qualidade de vida dos moradores da comunidade ao identificar projetos que envolvam a comunidade e que, por sua vez, criem oportunidades de negócio e geração de renda, qualificação da mão de obra, viabilização de oportunidades para a solução de problemas que atingem a região como a possibilidade de educação e estímulo ao empreendedorismo.

Aplicação dos princípios 5Rs (Repensar, Recusar, Reduzir, Reusar e Reciclar):

Por meio de treinamento e aplicação dos princípios a empresa consegue um ambiente de trabalho limpo e organizado, valorizando o seu trabalho produtivo e melhorando a sua imagem, além da execução de atividades de maneira mais eficiente.

3.3.1.3. Práticas com foco na variável: Informação

Neste subitem são mostradas as práticas com foco na variável Informação (Figura 16).

Figura 16: Práticas com foco na variável: Informação

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO				LOWELL	ETHOS
19	Investimento em motores eficientes (Weg)	PP	AR			N2	E2
20	Financiamento de empreendimentos sustentáveis (otimização da produção, gerenciamento, da energia).	P	AR	PP		N2	E1
29	Conhecimento sobre o valor financeiro do resíduo gerado e sobre o valor da compra da resina reciclada frente à resina virgem	P	DP			N3	E2
36	Reuniões mensais destinadas à produção mais limpa com presença de todos os níveis da empresa	PP	AR	PP		N3	E3
63	Acompanhamento no consumo de água e atuação em caso de ocorrência de anomalias no consumo	PP	PP			N2	E2

Conhecimento sobre o valor financeiro do resíduo gerado e sobre o valor da compra da resina reciclada frente à resina virgem:

O conhecimento do valor da resina processada e seu uso em produtos de segunda linha ou a utilização dela junto com resina virgem em proporções que não alterem as características dos produtos e conforme as especificações evita a geração de resíduos sólidos, reduz a quantidade de CO₂ emitida e aumenta o ciclo de vida. A reciclagem e transformação de PVC requerem empresas associadas e um sistema de logística reversa que permita a otimização de custos assegurando a qualidade, score de dureza e composição livre de aditivos Zn/Pb da resina.

3.3.1.4. Práticas com foco na variável: Desenvolvimento de produtos

As práticas com foco na variável Desenvolvimento de produtos são consideradas neste subitem (Figura 17).

Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes:

A revisão de processos e produtos já existentes inclui a aplicação de conceitos de P+L e as possibilidades de modificação de aditivos e componentes que gerem a mesma confiabilidade, além de minimizar o consumo de aditivos e misturas de componentes com o intuito de facilitar a reciclagem.

Figura 17: Práticas com foco na variável Desenvolvimento de produtos

N	PRATICAS DE SUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO					LOWELL	ETHOS
		P	FO C	AR				
9	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	P	FO C	AR			N5	E3
18	Desenvolvimento integrado de produtos descritivo (ACV), prescritiva (Dfx), simultânea.	P	I	FO C	PP	AR	N5	E4
37	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem e reutilização, logística reversa.	P	I	FO C			N3	E4
47	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de dureza e conhecimento dos aditivos utilizados	FO C	P	I			N3	E3
49	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	FO C	P	I	PP		N3	E3
52	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	P	FO C				N4	E4

3.3.1.5. Práticas com foco na variável Fornecedor/Organização/Cliente

Neste subitem são apresentadas as práticas com foco na variável Fornecedores/Organização/Cliente (Figura 18).

Figura 18 Práticas com foco na variável Fornecedor/Organização./Cliente.

N	PRATICAS DESUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO					LOWELL	ETHOS
		P	I	DP	AR			
7	Promoção de uso responsável de aditivos na produção do PVC	P	I	DP	AR		N2	E2
10	Integração com os fornecedores	I	P	PP			N4	E2
13	Valorização de resíduos na reciclagem externa com o intuito de desenvolver produtos de segunda linha	PP	I	AR			N4	E2
24	Estabelecimento de um programa de logística reversa para reaproveitamento dos resíduos gerados nas obras	P	I	AR	DP	PP	N5	E4
28	Realização de atividades que propiciem a gestão do conhecimento dentro da empresa referente aos produtos, processos e diminuição de seus impactos.		P	PP			N4	E3
38	Programa de produção mais limpa fora do chão de fábrica incentivar a reciclagem de materiais	P	DP				N4	E4
46	Diminuição do ruído na trituração do PVC reciclado, possibilidade de pelletização.	P	I	PP	AR		N2	E2
48	Seleção de fornecedores de acordo com avaliação da cadeia de valor. Preferir materiais e insumos regionais	P	PP	DP			N3	E4
50	Criação de requerimento básica de sustentabilidade e produção mais limpa para fornecedores	I	P	DP	AR		N4	E4
51	Rotulagem dos insumos e do produto final	PP	AR	DP	I		N3	E4
59	Guia de orientação sobre logística reversa do PVC e compra de materiais nas lojas de venda de produtos.	PP	I	AR			N5	E5

Valorização de resíduos na reciclagem externa com o intuito de desenvolver produtos de segunda linha:

É importante o estabelecimento de parcerias com cooperativas de catadores para incentivar o recolhimento do material descartado e os resíduos pós-consumo como embalagens. Recolhem-se também produtos que, pelo tempo de uso ou por mudança nos consumidores, são jogados fora. Ao serem comprados pela empresa produtora garante a qualidade, uma vez que a empresa conhece a sua formulação, podendo

seus materiais e/ou componentes serem reaproveitados em produtos de segunda linha.

Guia de orientação sobre logística reversa do PVC e compra de materiais nas lojas de venda dos produtos:

A logística reversa para as empresas faz parte da sua gestão, ao implantar políticas para assegurar que os produtos que já cumpriram sua função devem ser recolhidos pelas mesmas nas lojas de venda de produtos como meio para diminuir a pegada de materiais e garantir que sejam reciclados de forma limpa e segura, em vez de ir para aterros e serem misturados com outros plásticos que interferem com a qualidade do material reciclado.

3.3.1.6. Práticas com foco na variável processo produtivo

Neste subitem são mostradas as práticas com foco na variável processo produtivo (Figura 19).

Controle de material particulado na reciclagem interna e no preparo da blenda:

Esta prática para o setor do PVC tem como alvo a melhora na geração e consumo desses materiais em forma de pellets, proporcionando maior facilidade de manipulação e menor uso de resina virgem visando à elaboração de procedimentos de segregação por tipo, cor e fonte, assim como a padronização de materiais para reprocesso.

Ciclo fechado de produção onde o resíduo de classe A passa a fazer parte de um produto novo sem prejuízo:

Devido às suas propriedades, o PVC contribui para o ciclo fechado de produção, razão pela qual pelo menos 90% do PVC dentro das instalações de fabricação é reaproveitado, economizando matérias-primas e contribuindo a redução do PVC nos aterros.

Figura 19: Práticas com foco na variável processo produtivo

N	PRATICAS DE SUSTENTABILIDADE PARA O SETOR DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC	COMPLEXIDADE DENTRO DA ORGANIZAÇÃO				
8	Avaliação dos balances de massa e energia do processo de fabricação de peças e produtos de PVC	Orange	Yellow	Red		
12	Indicadores de controle operacional voltados ao ótimo global da empresa	Yellow	Red			
14	Controle de material particulado na reciclagem interna e no preparo da blenda	Yellow	Orange			
15	Elaboração de inventário de gases de efeito estufa	Green	Orange	Yellow	Purple	Red
21	Gestão eficiente de processos industriais	Orange	Yellow	Red		
22	Inversores de frequência para injetoras (avaliação do playback) até 30 % poupança de energia	Orange	Yellow	Red		
23	Uso de energia verde (fotovoltaica) avaliação do playback com a empresa fornecedora	Yellow	Red			
31	Ciclo de fechado de produção onde o resíduo de classe A passa a fazer parte de um produto novo sem prejuízo	Orange	Yellow	Green		
39	Transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada	Yellow	Orange	Purple		
40	Implantação de um plano de funções e racionalização da força de trabalho	Orange	Yellow			
42	Identificação e priorização de oportunidades de gestão de água, energia e emissões.	Orange	Yellow	Green		
43	Eliminação de estoques de produtos intermediários e finais	Purple	Yellow	Orange	Red	
44	Inclusão de ferramentas de manufatura enxuta em práticas de manufatura	Yellow	Orange	Purple		
45	Classificação dos produtos por grupos volume e frequência da demanda	Orange	Yellow	Purple		
53	Separação de resíduos em componentes individuais antes de serem reciclados reutilizados e consumidos (óleos e lubrificantes) ácidos etc. Transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada.	Orange	Green	Purple		
54	Estabelecimento de manuais de gerenciamento de água e tratamento do efluente	Orange	Yellow			
55	Sensores de luminosidade e utilização de lâmpadas LEED Estudos e melhoras na ventilação natural evitando o uso de ar condicionado	Red	Yellow	Orange		
56	Mapeamento detalhado do consumo de energia do processo e da empresa	Red	Yellow	Orange		
57	Criação de uma matriz de critérios de produção mais limpa ou de sustentabilidade em geral como parâmetros do produto e do processo.	Red	Yellow	Purple		
60	Tratamento purificação e reutilização de água	Green	Orange			
61	Coberturas verdes para diminuição do pó e do ruído	Purple	Orange	Red		
62	Uso de tintas e pigmentos de baixo VOC. (Compostos orgânicos voláteis)	Yellow	Green	Red		
64	Troca gradual de vernizes, aditivos, pigmentos e acabamentos que contenham metais pesados.	Green	Yellow	Red		

Guia de orientação sobre logística reversa do PVC e compra de materiais nas lojas de venda de produtos:

A logística reversa é um instrumento criado pela PNRS cuja finalidade é reaproveitar os resíduos e inseri-los de volta aos ciclos produtivos. É considerada como a recuperação do volume de lixo reciclável que corresponde ao que as empresas já colocaram no mercado. Ela poderia ser aplicada através de regulamentos e acordos setoriais que contam com o CORI (Comitê Orientador) e o GTA (Grupo Técnico de Assessoramento) instituídos pelo Decreto nº 7.404/2010, que regulamentou a PNRS. Aliás, conforme a lei 12305/2010, tem-se uma responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, distribuidores e comerciantes até os consumidores. Assim, os envolvidos na cadeia podem implantar a logística reversa e procedimentos de compra de produtos e embalagens usados (Plásticos em revista, 2014).

Inclusão de ferramentas de manufatura enxuta em práticas de manufatura:

Nos relatórios encontrados desde 2012, a implantação de conceitos e ferramentas de manufatura enxuta na gestão da empresa, especialmente na manufatura de produtos, nas fases de desenvolvimento e avaliação de novos e antigos produtos, processos de logística e administrativa proporcionam melhoras na redução do prazo de entregas em 80%.

Uso de tintas e pigmentos de baixo VOC (Compostos Orgânicos Voláteis):

Devem-se reformular os produtos visando diminuir a quantidade de solventes presentes nos componentes das tintas e pigmentos para a fabricação dos produtos de PVC.

Troca gradual de vernizes, aditivos, pigmentos e acabamentos que contenham metais pesados:

Colaboração das empresas de primeiro e segundo nível e o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis vislumbrando oportunidades na inovação dos produtos, além da possibilidade de reabrir mercados visando a sustentabilidade das empresas produtoras de PVC. Uma opção para o setor de elaboração de conexões é o uso de óleo de soja epoxidado já que, segundo as pesquisas como Rodolfo, A., & Mei, L. H. I. (2007) e Madaleno, E. et. al. (2009), ele age como plastificante lubrificante e co-estabilizante, melhorando propriedades como resistência à compressão e achatamento.

As 64 práticas, divididas em seis tipos de variáveis, foram alinhadas com as ferramentas de manufatura enxuta (ME) que contribuiriam para seu desenvolvimento de maneira efetiva. Foram inseridos dados sobre o tipo de time requerido, a dimensão econômica envolvida e o grau de comprometimento dos setores da empresa para aplicar as práticas selecionadas.

Para eliminar possíveis questionamentos acerca do nível da empresa referente ao nível estratégico da prática, as práticas foram avaliadas conforme os princípios orientadores do Centro Lowell para a Produção Sustentável - LCSP (*Lowell Centre for Sustainable Production*), assim como diretrizes do modelo GRI (2012) e do instituto Ethos (2013).

O resultado desta avaliação encontra-se no Apêndice C.

Por último Foi considerada uma avaliação geral da ferramenta visual de praticas sustentáveis- FVPS conforme os seguintes parâmetros: categorização, racionalidade da avaliação, métodos de cálculo, robustez e facilidade de utilização conforme o quadro 8.

O motivo principal é verificar o grau de coerência, afinidade e inter-relação entre a produção mais limpa (P+L) a manufatura enxuta ME a sustentabilidade, as boas praticas de manufatura, os relatórios de sustentabilidade das empresas e definição e estruturação de níveis estratégico, tático e gerencial, a fim de alavancar a aplicação de estratégias e boas praticas de manufatura nas empresas na procura de incrementar a sustentabilidade nos processos e produtos.

Os níveis de avaliação da ferramenta visual de práticas sustentáveis surgem como resposta para a pergunta de se é possível gerar uma relação de conceitos de diferentes autores numa única ferramenta visual e manual que pode ser consultada pelos diferentes tipos de empresas e de times na procura de uma grade de possibilidades como resposta a uma necessidade de melhora de um produto, serviço processo ou da empresa em geral em termos de sustentabilidade.

- **Categorização:** A FVPS apresenta 6 tipos de indicadores que advém do benchmarking na procura de relacionar o setor produtivo e seu desenvolvimento com a interação entre os diferentes setores da empresa.
- **Racionalidade da avaliação:** A FVPS surge como uma resposta a avaliação da empresa feita pelo

benchmarking e propõe uma grade de 64 praticas com uma grade de aplicação ampla baseada em times constituídos dentro da empresa que podem ser precursores da implantação das praticas a serem desenvolvidas. A ferramenta planta o tipo de time que deve alavancar a boa pratica, sendo este de tipo estratégico, tático ou gerencial.

- Método de Cálculo: para a seleção das 64 práticas se estabeleceram diferentes critérios sendo os de maior envergadura: o resultado do *benchmarking*, a avaliação do checklist de manufatura enxuta, a revisão bibliográfica dos últimos 5 anos no referente a boas praticas de manufatura e implantação de sustentabilidade e produção mais limpa nas indústrias e finalmente o uso da ferramenta analise hierárquica de processo que atribuiu níveis de importância tanto das praticas como dos critérios a avaliar entre elas.
- Robustez: A ferramenta baseia-se em conceitos, práticas, ferramentas, processos e práticas mundialmente reconhecidos.
- Facilidade de utilização a ferramenta visual de praticas sustentáveis foi planejada para um fácil acesso, partindo do resultado do benchmarking e do analise do gráfico radial, onde podem-se apreciar os pontos fracos que precisam maior atenção dentro da empresa, a sua vez podem-se selecionar diferentes praticas que dependendo do grau de complexidade e interação entre os diferentes setores da organização o numero de pessoas implicado e o grau de abrangência da pratica.

Os autores e referencias estão descritos no quadro 8 e com maior profundidade no capítulo referencias da presente dissertação.

Quadro 8: Dimensões de avaliação e criação da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS)

	Posição da ferramenta	Objetivo	Referências
CATEGORIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Administração./ Responsabilidade • Pessoas • Informação • Desenvolvimento de produtos • Fornecedores/ • Organização/ Cliente 	Assegurar a inter-relação entre esferas de P+L, ME e sustentabilidade com foco no setor produtivo. Através dos 6 tipos de indicadores que advém do benchmarking	Ramos (2013) CNTL (2003) Veleva e Ellenbecker (2001) Barbieri (2007) Azapagic (2003)
RACIONALIDADE DA AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de aplicação das práticas tático, estratégico e gerencial representados por times. • AHP 	Capacidade de incluir informações qualitativas e quantitativas	Kuhndt (2004) Saaty (2005) Gómez e Cabrera (2008) Khalili and Duecker (2013).
EM REFERÊNCIA AO MÉTODO DE CÁLCULO	Os pesos para a avaliação do AHP e das ferramentas de manufatura enxuta foram dados partindo dos resultados do <i>checklist</i> da ME, da revisão bibliográfica dos relatórios de sustentabilidade.	Significado dos pesos usados para atribuir níveis de importância dos critérios	Bergmiller (2006), Rizzo (2012) Walter e Tubino (2011) Herva e Roca (2013) Wang et al. (2009).
ROBUSTEZ	A ferramenta apresenta um total de 64 práticas em diferentes níveis de complexidade com foco nos processos	A robustez desta ferramenta baseia-se em critérios mundialmente reconhecidos	GRI G4- (2012) ISO 14031 (1999) Ethos (2013)

	produtivos e sua interação com as ferramentas de ME		
FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO	Ferramenta visual para uso do time estratégico na busca de conhecimento e aprimoramento da sustentabilidade da organização	A simplicidade da sua estrutura baseia-se em usuários (ou tomadores de decisão)	Gómez e Cabrera (2008)

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

3.3.2. Análise Hierárquica de Processos (AHP)

Com o intuito de avaliar de forma qualitativa o desenvolvimento sustentável das empresas e os fatores econômicos, sociais e ambientais considerados, buscou-se um indicador do grau de abrangência ou hierarquia das práticas conforme a categoria em que as práticas se desenvolvem.

Foi selecionado o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) para a síntese de prioridades estruturalmente representadas em uma hierarquia (Saaty, 2010). Conforme Huang et al. (2011) e Cinelli et al. (2014), a AHP tem sido utilizada amplamente em investigações relacionadas à sustentabilidade, envolvendo a avaliação de alternativas e critérios utilizando matrizes de comparações pareadas para a tomada de decisão.

Neste trabalho os critérios gerais de avaliação utilizados e sua descrição são apresentados na tabela 7

Tabela 7: Critérios de avaliação do método AHP (fonte: Saaty, 2005).

Critério de avaliação	Descrição
Complexidade e inclusão	Interação com outras áreas da empresa para alcançar os objetivos. Práticas que além de contribuir na melhoria, ao desdobrá-las impulsionam outras áreas da empresa.
Abrangência	Grau de desenvolvimento da empresa nos eixos social, ambiental e econômico.
Facilidade de mensuração	Avalia-se quanto à prática, podendo ser mensurada ao longo do tempo, do produto e do processo.

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

4. ESTUDO DE CASO: METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS MAIS LIMPOS NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE PVC.

Este capítulo apresenta o desenvolvimento da metodologia proposta desde a aplicação da ferramenta de *benchmarking* nas empresas até o desdobramento das variáveis e avaliação dos indicadores. Os dados obtidos são usados na elaboração da ferramenta visual de práticas sustentáveis que pretende ser uma proposta de coesão entre a avaliação e o desenvolvimento de indicadores mediante boas práticas de manufatura comprovadas na indústria para a melhora da sustentabilidade e da gestão da empresa.

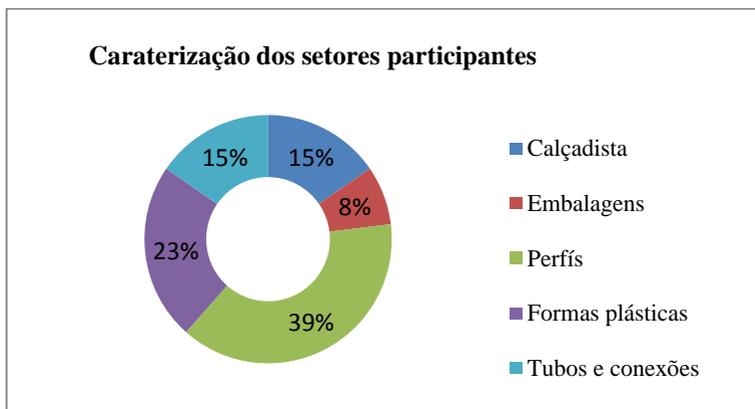
4.1. APLICAÇÃO DO *BENCHMARKING* NAS EMPRESAS

As entrevistas foram realizadas presencialmente em treze empresas, com os gerentes operacionais ou de processos ao longo de um período de vinte semanas e tiveram, em média, uma duração de 150 minutos.

4.1.1. Descrição geral das empresas

Levando em conta que o PVC é um termoplástico de ampla versatilidade, tratou-se de gerar uma mostra significativa dos setores onde o PVC está presente. As empresas participantes da pesquisa pertencem ao setor de Peças e Produtos finais de PVC no estado de Santa Catarina. Assim, a caracterização das empresas participantes se encontra da seguinte forma: Perfis: 39%, Formas plásticas: 23%, Tubos e conexões: 15%, setor Calçadista: 15%, e setor de Embalagens: 8% (Figura 20).

Figura 20: Caracterização dos setores participantes

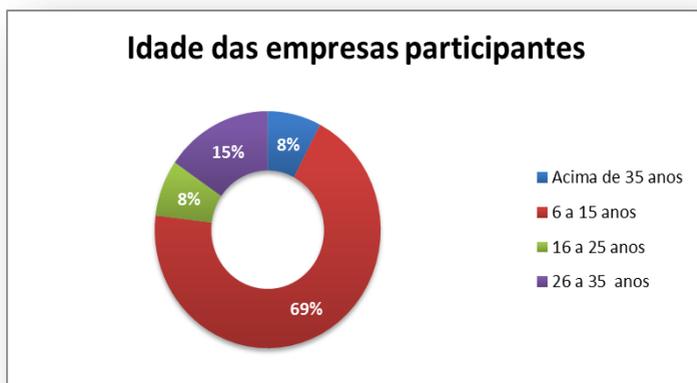


Fonte: elaborada pela autora

Idade das empresas participantes:

A idade das empresas que participaram da pesquisa foi diversa, e a média das empresas foi de 17,92 anos. As empresas entre 6 e 15 anos de idade correspondem à maioria (69%) (Figura 21).

Figura 21: Idade das empresas participantes:



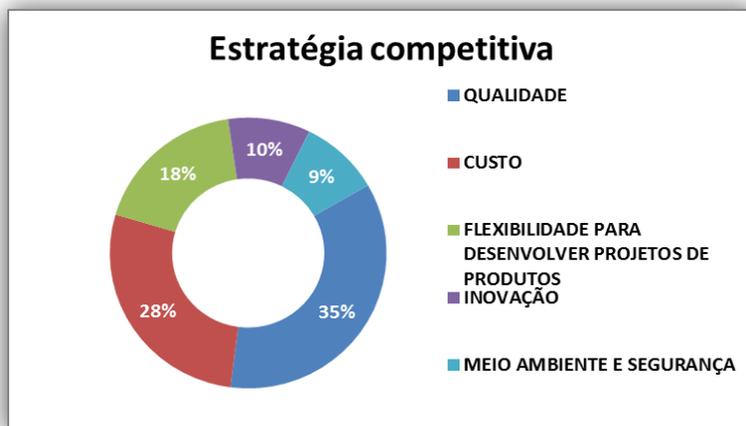
Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Com referência ao capital das empresas pesquisadas, 85% delas possuem capital nacional, enquanto 15% das empresas possuem capital estrangeiro. No mercado de atuação, as treze empresas participantes da pesquisa atuam suprindo o mercado interno, sendo que 5% das empresas apresenta uma participação com uma margem reduzida no mercado.

Estratégia competitiva:

Observando-se a estratégia competitiva adotada pelas empresas, elas priorizam a Qualidade (35%) e o Custo (28%), seguidos pela Flexibilidade no desenvolvimento de produtos (18%) (Figura 22).

Figura 22: Estratégia competitiva



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Aplicação dos sistemas de gestão ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001:

Das empresas participantes, 30,77% apresentam certificação do sistema de gestão de qualidade ISO 9001, 7,69% estão implantando esse sistema de gestão atualmente, 23,08% têm interesse na implantação futura, e 15,38% apresentam um planejamento para implantação no futuro.

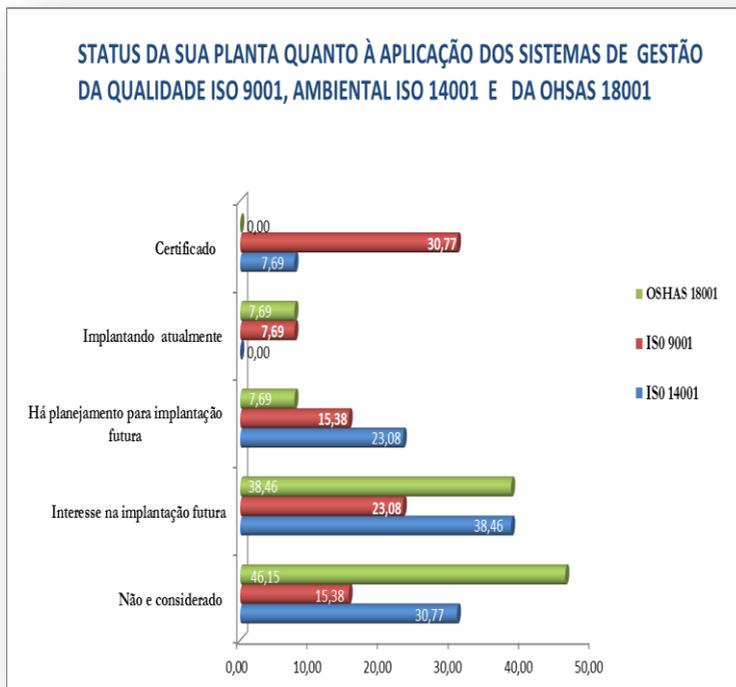
Considerando o sistema de gestão ambiental ISO 14001 frente ao status da planta quanto à aplicação da norma, 5 das 13 empresas pesquisadas (isto é, 38,46%) mostraram interesse na implantação futura,

7,69% (uma empresa) está certificada. Nenhuma das empresas se encontra implantando-a e, para 30,77% das empresas, o sistema de gestão ambiental não é considerado.

Quanto à norma de segurança e saúde no trabalho (OHSAS 18001), há interesse na implantação futura por 38,46% das empresas, enquanto não é considerado por 46,15% das empresas, embora todas elas contem com a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes).

Com relação à empresa possuir um programa específico direcionado à obtenção da produção mais limpa, 77% das empresas respondeu de maneira afirmativa.

Figura 23: Avaliação da aplicação dos sistemas de gestão nas empresas pesquisadas



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

4.1.2. Benchmarking para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de transformação de peças e produtos de PVC

O *benchmarking*, apresentado para cada uma das empresas, envolve uma análise em termos de práticas e performances de seis tipos de variáveis, as quais foram apresentadas no capítulo anterior: Administração/Responsabilidade, Pessoas, Informação, Desenvolvimento de Produtos, Fornecedor/Organização/Cliente e Processo Produtivo. Cada uma das variáveis avalia critérios definidos em práticas de manufatura enxuta (ME) e produção mais limpa (P+L), sendo estudados os critérios de melhoria para cada variável.

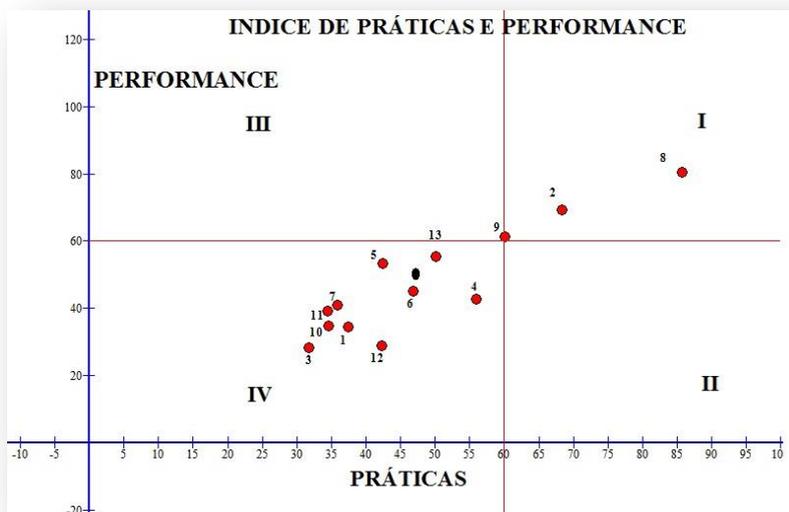
O sistema de pontuação de 1 a 5 descreve 3 situações principais para a sua medição. A nota 1 corresponde a um nível básico de prática e performance, nota 3 equivalente a um nível intermediário de prática e performance, e nota 5 equivale a excelência de prática e performance. As notas 2 e 4 são posições intermediárias da avaliação.

Gráfico de Práticas versus Performance:

O gráfico Práticas versus Performance determina o posicionamento da empresa frente a seus concorrentes em função dos índices gerais de prática e performance obtidos do *benchmarking*. O eixo das abscissas representa o índice geral das práticas da empresa, enquanto o eixo das ordenadas representa o nível de performance alcançado. Este gráfico divide-se em 4 quadrantes e o valor de referência que os divide é 60%, que é considerado o desempenho mínimo desejado. O significado do posicionamento em cada quadrante foi descrito no capítulo 2, e um resumo do significado é apresentado abaixo (Figura 24):

Quadrante I:	Altos níveis de práticas e performance.
Quadrante II:	Altos níveis de prática, baixos níveis de performance.
Quadrante III:	Altos níveis de performance e baixos níveis de práticas.
Quadrante IV:	Baixos níveis tanto de performance como de práticas.

Figura 24: Índice de práticas e performance



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Na figura 24 pode-se observar a distribuição das empresas em cada um dos quadrantes, sendo que o valor da média das empresas (círculo preto) corresponde a um índice de práticas 48,13% e de performance 47,19%. Assim, podem-se identificar possibilidades de melhoras focalizadas, que serão distinguidas de forma mais concreta no gráfico radar e no gráfico de barras (Figura 25 e Figura 26).

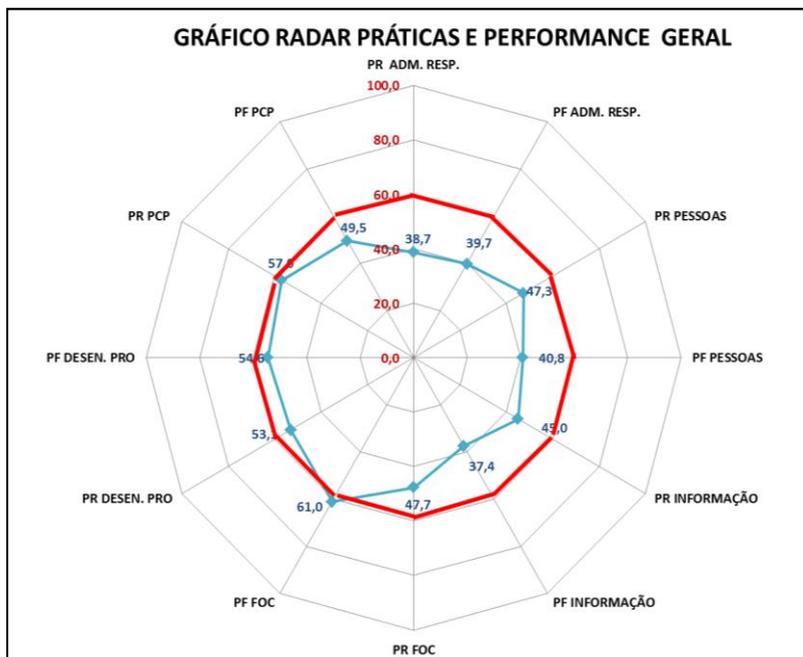
Gráfico radar das empresas participantes da pesquisa:

O gráfico radar descreve o comportamento das seis variáveis de prática (PR) e de performance (PF) em uma escala de 0 a 100%. A posição de cada variável é estabelecida por um ponto, e cada ponto é unido por uma linha de cor azul que representa a avaliação geral da empresa.

O padrão de excelência é alcançado considerando 100% dos índices de prática e performance em cada uma das variáveis. Considera-se 60% como uma referência mínima de desempenho favorável para o desenvolvimento de práticas e performances de manufatura enxuta (ME)

e produção mais limpa (P+L). Os pontos que estão abaixo de 60% são considerados os pontos de caráter prioritário e de atenção direta na tomada de decisões dentro dos critérios de melhoria da empresa. A seguir são apresentados no gráfico radar (Figura 25) os valores médios de prática e performance das empresas participantes da pesquisa.

Figura 25: Gráfico radar de práticas e performance geral



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

A avaliação dos seis tipos de variáveis requer os indicadores propostos no capítulo 3. A seguir são apresentadas as variáveis de modo geral, os indicadores gerados e os gráficos de barras correspondentes ao estado atual das empresas participantes da pesquisa.

Variável Administração / Responsabilidade:

A variável Administração/Responsabilidade foi verificada através de quatro grupos de indicadores relacionados com o estado atual da empresa respeitando a relação de causa-efeito existente entre eles:

A. Plano de desenvolvimento da P+L

- B. Compromisso da alta gerência
- C. Desdobramento das políticas de (P+L) (Políticas, Objetivos Indicadores).
- D. Progresso da produção mais limpa (P+L) em todos os níveis da empresa

A. Plano de desenvolvimento da produção mais limpa

Foram avaliados os indicadores de prática AR1, AR3 e AR5, relacionados com o plano de desenvolvimento da produção e o desdobramento de política mais limpa (P+L), assim como o compromisso da alta gerência nos processos de implantação e desenvolvimento da produção mais limpa, bem como a estruturação e investimento de ações preventivas. Além disso, considera-se se os funcionários envolvidos na produção mais limpa são de diversos níveis da estrutura. Na avaliação geral das práticas obteve-se **41%**.

Os indicadores de performance AR 10 e AR 12 avaliam o plano de desenvolvimento da produção mais limpa (P+L) e a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L. Nesta avaliação o valor médio das empresas foi de **26,2%**.

B. Compromisso da alta gerência

Este indicador avalia os indicadores de prática AR3, AR4 relacionados com compromisso da alta gerência nos processos de desenvolvimento e implantação da P+L e a existência de um clima estimulante de incentivos pelos progressos na execução de metas e implantação dos princípios da produção mais limpa. Na avaliação o valor médio das empresas foi de **43,8%**.

Os indicadores de performance AR 09 E AR 12 referem-se à implantação de práticas de P+L em todos os níveis da infraestrutura visando à prevenção de ações de curto prazo, e novamente reflete a disponibilidade de pessoal. As empresas obtiveram uma média de **43,1%**.

C. Desdobramento das políticas de produção mais limpa

Avalia os indicadores de prática AR1 e AR2 relacionados com o desdobramento de políticas relacionadas à P+L mediante índices qualitativos e quantitativos e seus objetivos comunicados ao longo da empresa. O valor obtido foi de **30,8%**.

Por outro lado, os indicadores de performance AR7, AR8, AR10 e AR11 relacionam-se com a existência de indicadores de performance, a busca pela melhoria e identificação de problemas

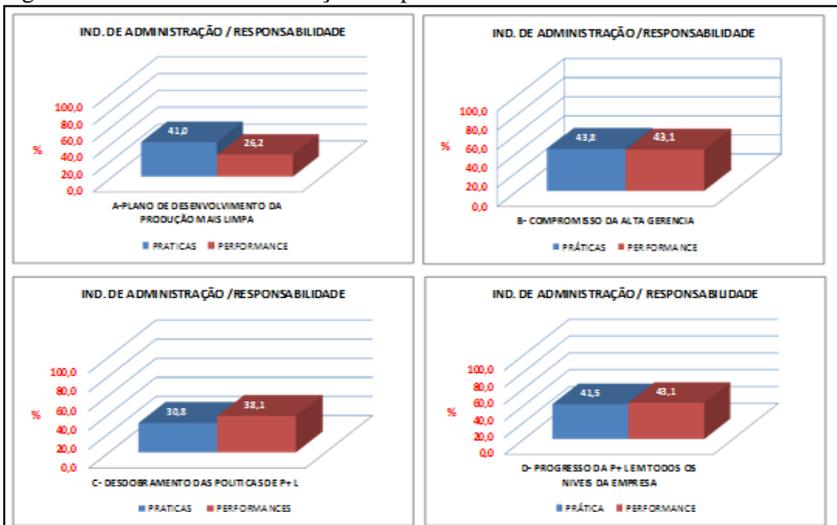
críticos, o conhecimento da medição e avaliação dos impactos da empresa e a redução dos mesmos, o plano de desenvolvimento da produção mais limpa (P+L) e a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L. Nesta avaliação, o valor obtido foi de **38,1%**.

D. Progresso da produção mais limpa em todos os níveis da empresa:

Avaliam os indicadores de prática AR 05 e AR 06, os quais fazem referência ao progresso da P+L em todos os níveis da empresa, desde as estratégias de gestão dos impactos do processo produtivo na biodiversidade dirigida à comunidade vizinha, os funcionários e seus familiares, e a realização de atividades que propiciem a redução dos impactos. Além disso, avalia-se se os funcionários envolvidos na P+L são de diversos níveis da estrutura. Obteve-se uma avaliação igual a **41,5%**.

Quanto aos indicadores de performance AR 09 e AR 12, que avaliam a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L e o progresso da implantação de práticas em todos os níveis da estrutura desenvolvendo ações de melhoria, obteve-se o valor de **43,1%**. A empresa para este indicador obteve um índice de práticas igual ao índice de performances.

Figura 26: Variável Administração/Responsabilidade.



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Variável Pessoas:

A avaliação dos indicadores de pessoas foi verificada através de dois grupos de indicadores relacionados com o estado atual da empresa respeitando a relação de causa-efeito entre eles.

A. Treinamento do pessoal

As práticas apresentaram uma avaliação positiva em termos dos indicadores P01, P03 e P04 relacionados com a disponibilidade de uma estrutura de treinamento, acompanhamento após o período de treinamento e a racionalização da força de trabalho, que em conjunto conduziram ao resultado de **56,9%** referente às práticas.

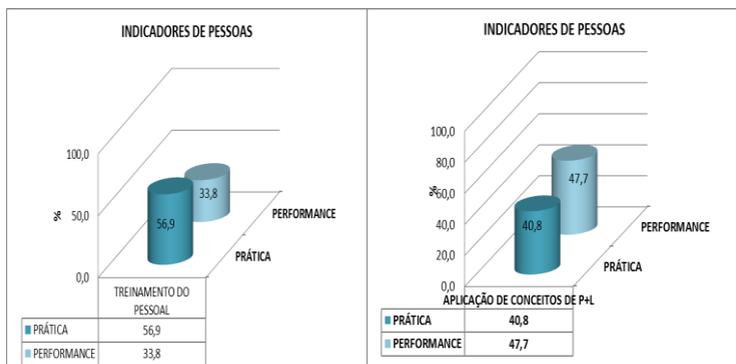
Quanto aos indicadores de performance P05 e P08 relacionados com o treinamento em conceitos de produção mais limpa e treinamentos para públicos externos e internos à indústria, o resultado foi de **33,8%** (Figura 27).

B. Aplicação de conceitos de P+L

Os indicadores de práticas analisados foram P02 e P04, equipes de implantação e acompanhamento de ações voltadas à aplicação dos conceitos de produção mais limpa e o estabelecimento de um líder para coordenar e suprir a ausência de qualquer colaborador da equipe: o resultado foi de **40,8%**.

Os indicadores de performance P06 e P07 referentes à estruturação de equipes destinadas à aplicação de P+L e o desenvolvimento de ações de melhorias, além da disponibilização de recursos visando que as ações sejam consistentes com as práticas de produção mais limpa, o resultado foi de **47,7%** (Figura 27).

Figura 27: Indicadores da variável pessoas



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Variável Informação:

A. Disponibilidade das informações

Foram analisados dois grupos, o primeiro grupo de indicadores corresponde à disponibilidade das informações com os indicadores de prática I1, I2 e I3, que correspondem à disponibilidade de informações relacionadas com a P+L para toda a organização conforme a necessidade de melhoria dos setores, e como o conhecimento é compartilhado na organização, assim como a disponibilidade das informações e incentivos para a geração de novos trabalhos e oportunidades de melhora da empresa. O resultado da avaliação da média das práticas das empresas foi de **41,5%**.

Os indicadores de performance I5 e I7 avaliam o grau de atualização periódica das informações referentes à atualização dos ganhos com a produção mais limpa, sua divulgação interna e externa e o uso de ferramentas de ME. O resultado para a avaliação média da performance das empresas pesquisadas foi de **29,2%** (Figura 28).

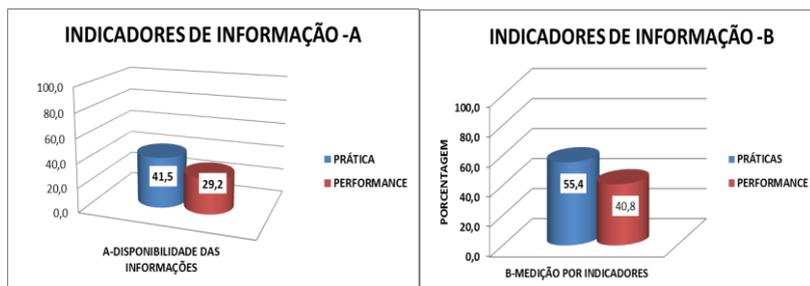
B. Medição por indicadores

Dentro dos indicadores de informações é necessário levar em conta os indicadores do processo produtivo. O indicador de prática I3 avalia a medição dos avanços na conquista de melhorias obtidas pela produção mais limpa, refletida em indicadores financeiros visando conseguir medir o retorno com aplicação de medidas de produção mas

limpa. O valor para este indicador de informação da média das empresas foi de **55,4%**.

Na performance a avaliação da medição por indicadores reflete nos indicadores I6 e I7, que avaliam a redução de custos com a adoção de práticas de produção mais limpa e aplicação de ferramentas de manufatura enxuta e sua divulgação interna e externa. O resultado deste indicador foi de **40,8%** (Figura 28).

Figura 28: Indicadores da variável informação



. Elaborado pela Autora (2015)

Variável desenvolvimento de produtos:

Para a avaliação da variável desenvolvimento de produtos foram criados três grupos de indicadores. O primeiro grupo avalia a prática e performance referentes ao ciclo de vida dos produtos, e o resultado para a avaliação das práticas da média das empresas foi de **41,9%**, enquanto para a performance o valor foi de **62,6%**.

O segundo grupo avalia a prática e performance relacionadas com a proteção ambiental e social. O valor médio para as empresas pesquisadas nas práticas foi de **52,3%**, e para a performance o valor foi de **59,2%**.

O terceiro grupo avalia a prática e performance na participação de clientes e fornecedores no desenvolvimento de produtos. Os resultados mostraram uma média das empresas em práticas de **47,2%**, enquanto para a performance o resultado foi de **66,2%**. Os itens considerados para cada grupo de indicadores se encontram definidos na Tabela 8.

Tabela 8: Desenvolvimento de produtos

Grupos de avaliação	Prática	performance	Indicadores
A. Ciclo de vida dos produtos	DP02 DP03 DP06 DP07	DP11 DP13 DP14	Avalia o gerenciamento do ciclo de vida para produtos novos e já existentes, a busca do aumento da vida útil e um menor descarte dos mesmos. Na performance espera-se o desenvolvimento de componentes projetados para favorecer o reciclagem, padronização de componentes e utilização de materiais reciclados visando gerar a quantidade de resíduos na fabricação
B. Proteção ambiental e social	DP2 DP3 DP8	DP11 DP12 DP14	Adoção e redesenho de produtos que sejam menos danosos ao meio ambiente e à saúde das pessoas. Na performance espera-se uma melhoria em produtos e reprojeção, aproveitamento de peças e redução de materiais
C. Participação de clientes e fornecedores	DP04 DP05	DP9 DP10 DP11 DP12	Avalia o desenvolvimento integrado de produtos novos e antigos, sendo suportado por uma estrutura de comunicação de fornecedores e clientes e participação das áreas da empresa no desenvolvimento de produtos que favoreçam a p+1

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Variável Fornecedor/Organização/Cliente:

A. *Desenvolvimento de processos mais limpos*

Nas práticas os índices FOC 02, e FOC 03 estão relacionados com as revisões periódicas nos processos e produtos já existentes, bem como com os incentivos junto a fornecedores e clientes para o desenvolvimento e modificação de processos que causem menor impacto ambiental. O valor da média das empresas foi de **51,2%**.

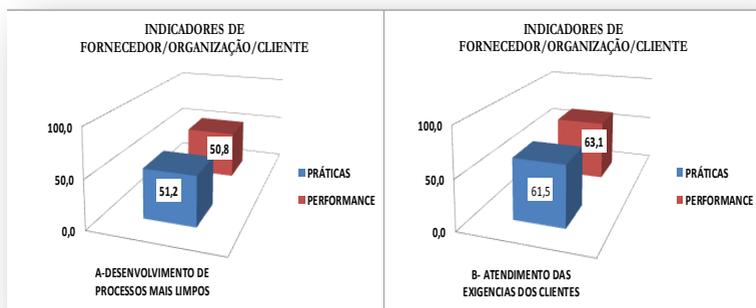
Na performance o índice FOC 07 avalia os projetos envolvendo fornecedores e clientes na busca por processos e produtos mais limpos. O valor médio da avaliação das empresas foi de **50,8%** (Figura 29).

B. *Atendimento das exigências dos clientes*

Nas práticas os índices FOC 05 e FOC 06 estão relacionados com as parcerias em longo prazo com os clientes e a existência de um modelo formal de comunicação com o cliente. Considera-se também o uso contínuo de rotulagem como política para preservar a saúde do consumidor. O valor médio para as práticas de atendimento das exigências dos clientes foi de **61,5%**.

Na performance o índice FOC 08 verifica se a empresa leva em conta o atendimento às exigências dos clientes com relação à prevenção de impactos ambientais. O valor obtido para a performance foi de **63,1%** (Figura 29).

Figura 29: Indicadores da variável Fornecedor Organização/Cliente



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Variável Processo produtivo:

A avaliação do processo produtivo foi dividida em cinco grupos de indicadores com o fim de obter o máximo de informações na relação de prática e a performance. Para uma melhor interpretação foi elaborada a Tabela 9 que contém a descrição das práticas e performances de cada um dos indicadores propostos.

Tabela 9: Descrição dos indicadores do processo produtivo

AValiação de Indicadores	Prática	Performance	Descrição
AValiação de Práticas de ME e P-L	PP01,PP02,PP07,PP11, PP13,PP14,PP15,PP16, PP17,PP18	PP24,PP25, PP26,PP27, PP28	Avalia a existência de práticas de ME e (P+L) como folhas de procedimentos padrão, programação de lotes melhoria contínua, modelo de previsão de demanda, meta de redução de setup, planejamento da produção e sistema integrado de necessidades de materiais, entre outros.
GERAÇÃO DE RESÍDUOS	PP-01,PP03,PP04,PP 05, PP06,PP12	PP-19, PP23	Avalia resíduos gerados na empresa que podem ser utilizados pela mesma, uso de embalagens e pallets retornáveis, transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada, separação de resíduos em componentes individuais antes de serem reciclados reutilizados ou consumidos.
GERENCIAMENTO DE ÁGUA	PP-09	PP-20	Avalia o controle e a redução do consumo de água e o reaproveitamento dela no processo produtivo com técnicas de produção mais limpa (P+L)
GERENCIAMENTO DE ENERGIA	PP-10	PP-021	A empresa controla e busca reduzir o consumo de energia melhorando a capacidade dos processos e adequando o ambiente de trabalho para aproveitamento da luz natural e técnicas de produção mais limpa
CONTROLE DE EMISSÕES	PP-01,PP-08	PP-022	Identificação, avaliação e controle na busca por alternativas para uma menor liberação de gases nocivos à atmosfera

Fonte: Elaborado pela Autora (2015)

4.1.3. Checklist para análise das práticas de Manufatura Enxuta (ME)

As empresas participantes da pesquisa obtiveram uma média de 5,97 em 10,0 no *checklist* referente às práticas de manufatura enxuta utilizada pelo setor industrial, refletindo a complexidade do setor da produção de PVC. Os diferentes processos, produtos e práticas, em que pese a intenção de implantar melhorias, dificultam o desenvolvimento de práticas em sua totalidade devido às condições de produção e de entrega de seus produtos, assim como fatores externos à empresa.

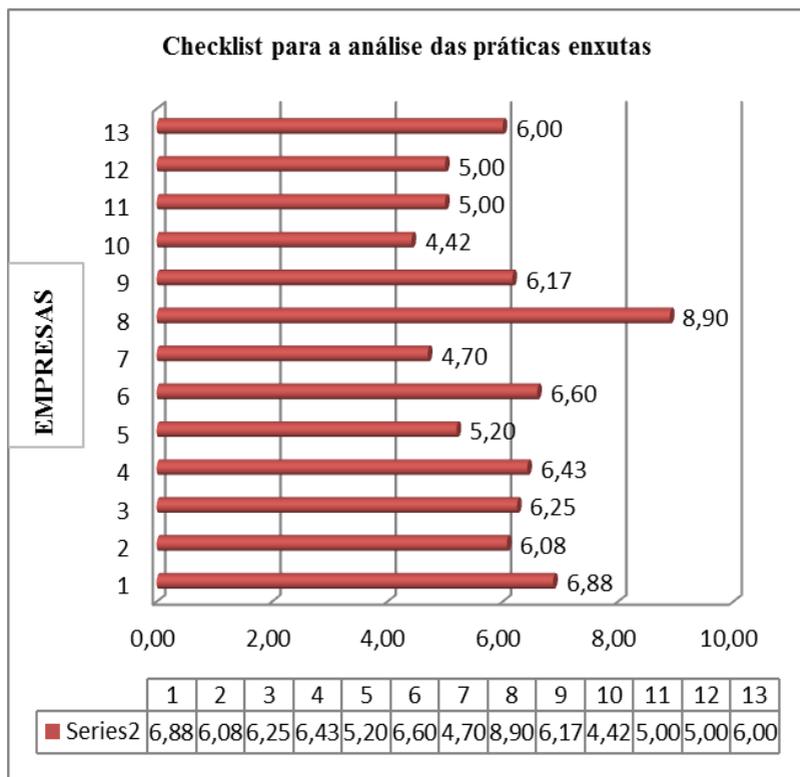
Há práticas que ao serem aplicadas podem contribuir de maneira significativa e beneficiar os processos e produtos da cadeia produtiva, além de contribuir com a manufatura e produção mais limpa. Dentre essas tem-se o 5S, mapeamento do fluxo de valor, *Poka Yoke*, melhoria na relação cliente-fornecedor, gráficos de controle visual e *kaizen*.

As principais práticas de manufatura com maiores índices de utilização pelas empresas pesquisadas na produção de peças e produtos de PVC são: ferramentas de controle de qualidade, modificação da

estrutura financeira, medidas de performance, redução de tempos de *setup*, *kanban*. De acordo com o questionário estas práticas contribuem para a execução das estratégias competitivas das empresas.

O resultado da avaliação individual das empresas frente ao *checklist* da manufatura enxuta (Figura 30) pode ser observado em termos, por exemplo, da empresa 8, que mostra um desenvolvimento significativo das práticas, que está acima da média do setor.

Figura 30: Resultado individual da avaliação das práticas de ME por empresa

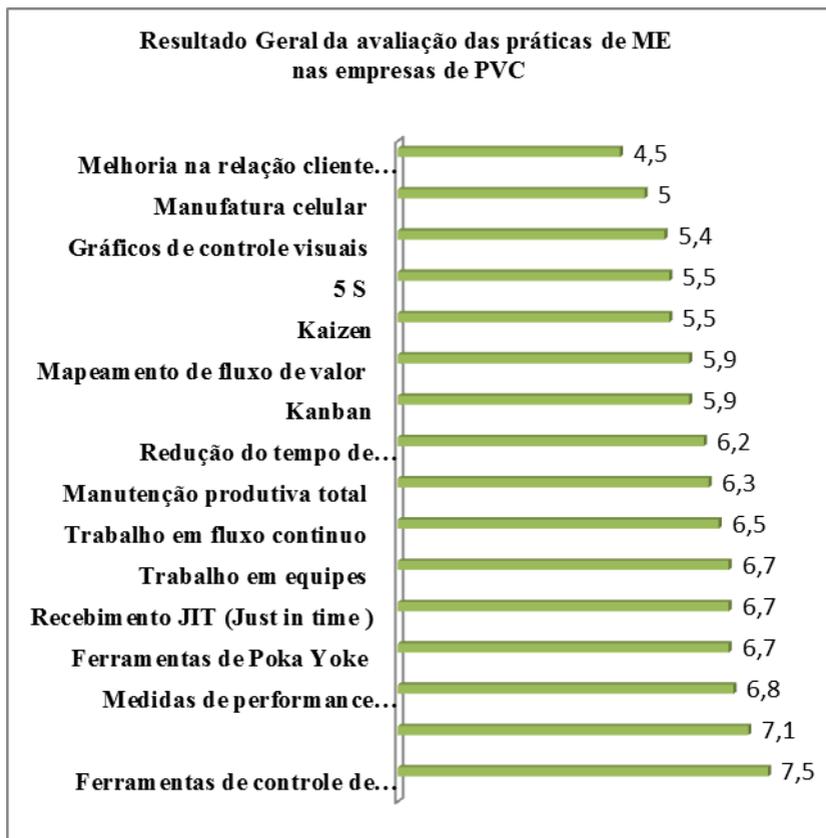


Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Na figura 31 são apresentadas as 16 práticas enxutas que foram avaliadas pelas empresas participantes da pesquisa. As praticas de ME maiormente utilizadas pelas empresas são: ferramentas de controle de qualidade, modificação da estrutura financeira (custos) e balance score

card., enquanto as práticas com menores resultados se encontram melhoria na relação cliente fornecedor e manufatura celular.

Figura 31 Resultado geral das práticas enxutas avaliadas nas empresas.



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Entre as considerações referentes à aplicação do *Benchmarking* e do checklist da ME encontram-se as seguintes:

No setor do PVC existe um nível baixo de logística reversa de seus produtos, isto devido a diferentes fatores, entre eles o preço da resina virgem que é mais econômica que o mesmo produto reciclado.

Existe uma consciência com o uso da água nos processos produtivos, todas as empresas participantes da pesquisa possuem sistemas de recirculação de água.

As empresas não estão interessadas com o ciclo de vida de seus produtos já que a maioria deles está projetado para um uso prolongado de 50 anos possuem plastificantes e estabilizantes que fazem do PVC um material inerte, o qual traz uma grave problemática que já está-se dando nos aterros onde são levados tubos, conexões e resíduos de demolição que ficam na intempérie por anos sem o correto descarte liberando a diário gases de efeito estufa ao ambiente.

As empresas têm implementado ao longo dos anos ferramentas de manufatura enxuta como medidas corretivas de melhora da qualidade de seus produtos e processos.

No benchmarking pode-se evidenciar o baixo comprometimento do nível estratégico e gerencial na tomada de decisões que afetem ao setor administrativo e de gestão, isto devido a que sua estratégia produtiva baseia-se na redução de custos para continuar e melhorar sua participação e competitividade no mercado.

No gráfico radar pode-se apreciar como os valores médios das empresas pesquisadas possuem avaliações melhores no referente a praticas e performance que tem a ver com o produto como: o PCP, o desenvolvimento de produtos e fornecedor/organização/ cliente; embora variáveis como informação, pessoas e administração responsabilidade obtém notas baixas devido a que não apresentam como foco direito o produto, mas são indispensáveis para o funcionamento das empresas e alias sua melhora repercute no setor produtivo dinamizando-o.

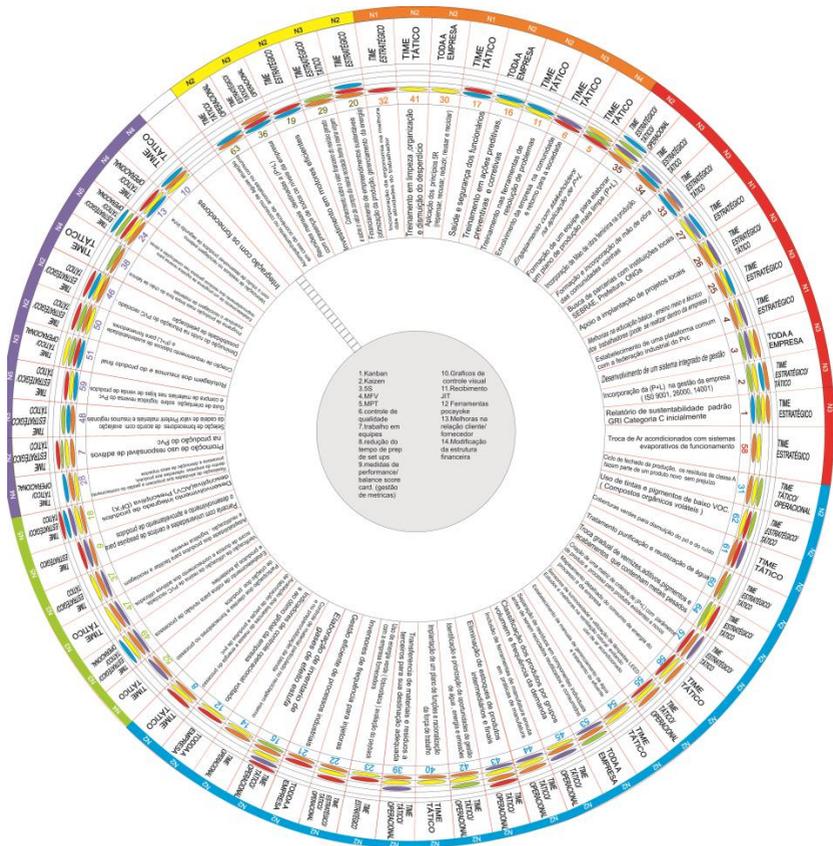
4.2. FERRAMENTA VISUAL DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS (FVPS)

Uma vez que a empresa é avaliada mediante o *benchmarking* pode-se estabelecer os objetivos a serem seguidos na busca pela sustentabilidade, bem como o comprometimento da direção quanto aos produtos e processos que precisam ser melhorados.

Analizada a situação da empresa mediante os gráficos de práticas versus performance e o gráfico radar, pode-se identificar as variáveis que precisam de ações de melhoria e sua repercussão na empresa.

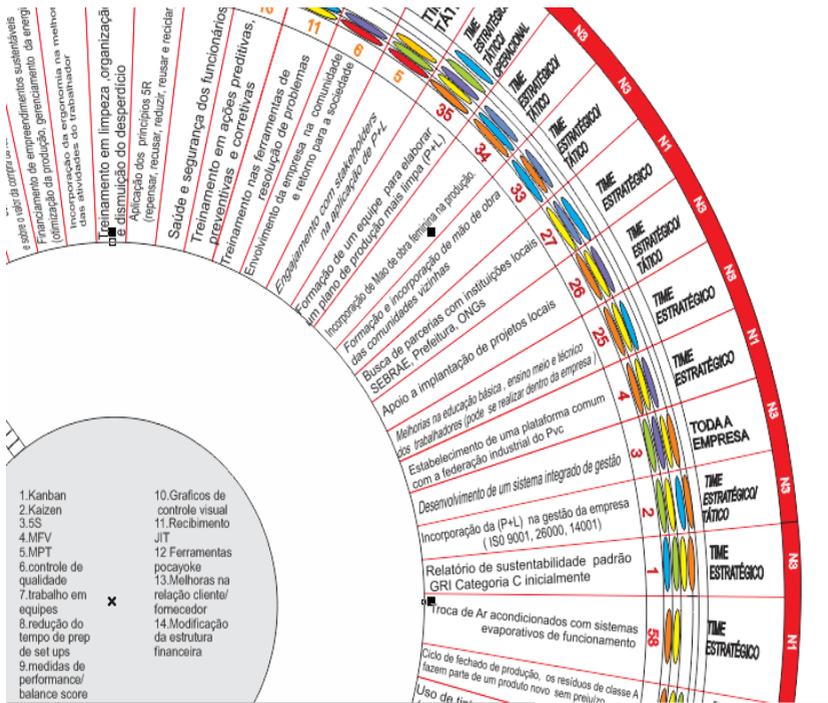
A FVPS foi gerada de modo físico com ajuda do software de desenho vetorial Corel X5™. A visão geral da ferramenta FVPS é apresentada na Figura 32, e uma ampliação da mesma é mostrada na Figura 33.

Figura 32: Visão global da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS)



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Figura 33: Posicionamento das práticas e o tipo de time dentro da ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS)



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

A interação entre as cores, o tipo de prática, o grau de complexidade e o time requerido podem ser vistos com maior clareza no manual da ferramenta no Apêndice D.

4.3. AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS CONFORME A ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP)

Conforme os critérios expostos no capítulo 3, foi gerada a matriz base de avaliação dos critérios gerais que vai ser utilizada ao longo da análise e avaliação das práticas. Estes critérios são avaliados na Tabela 10 por pares gerando um vetor diretor que será multiplicado em

forma matricial com os vetores diretores resultantes das matrizes das práticas.

Tabela 10: Avaliação dos critérios selecionados para a análise e avaliação posterior das práticas: Avaliação inicial por pares

<i>Crítérios</i>	Complexidade e inclusão	Abrangência	Mensurabilidade
Complexidade e inclusão	1,00	0,33	3,00
Abrangência	3,00	1,00	5,00
Mensurabilidade	0,33	0,20	1,00
Soma	4,33	1,53	9,00

Divisão das células pela soma das colunas

Tabela 11: Avaliação dos critérios selecionados para a análise e avaliação posterior das práticas:

<i>Crítérios</i>	<i>Complexidade e inclusão</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Mensurabilidade</i>
Complexidade e inclusão	0,23	0,22	0,33
Abrangência	0,69	0,65	0,56
Mensurabilidade	0,08	0,13	0,11

A soma das linhas é dividida pelo número de colunas, gerando-se o vetor diretor, assim, a soma da primeira linha (critério complexidade e inclusão) é $0,78/3=0,26$. O valor para o critério abrangência aplicando-se o mesmo procedimento é igual a 0,6333. Finalmente, para o critério mensurabilidade o valor é 0,1067.

O vetor diretor dos critérios (tabela 12) será o vetor com o qual serão multiplicados os vetores diretores de cada uma das matrizes geradas para as práticas.

Tabela 12 Vetor diretor gerado

VETOR DIRETOR
0,2600
0,6333
0,1067

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Para a análise das 64 práticas foi necessária a construção de 18 matrizes gerais, sendo 3 matrizes (uma para cada critério geral de avaliação) para cada uma das 6 variáveis. Cada matriz contém as mesmas práticas tanto nas linhas como nas colunas para serem avaliadas por pares conforme cada um dos critérios estabelecidos.

Logo, foram avaliadas por pares as práticas correspondentes ao desenvolvimento de produtos, gerando as matrizes de comparação de práticas, uma por cada critério (Tabela 13) obtendo-se assim a matriz dos três vetores normalizados (Tabela 14).

Na tabela apresenta-se o análise do critério 1: Complexidade e inclusão.

Tabela 13 Avaliação das práticas da variável desenvolvimento de produtos conforme os 3 critérios (complexidade e inclusão, abrangência e mensurabilidade)

CRITÉRIO I COMPLEXIDADE E INCLUSÃO						
PRÁTICAS DE DESEN. DE PRODUTOS	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (ACV) prescritiva(dx) simultânea	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada e conhecimento dos aditivos utilizados	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa
	1,00	2,00	3,00	2,00	3,00	1,00
	0,50	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00
	0,33	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00
	0,33	1,00	0,33	2,00	1,00	1,00
	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
SOMA	3,67	6,00	7,33	9,00	9,50	7,00

Tabela 13 Continuação : Avaliação do critério 1 Complexidade e avaliação para as práticas referentes ao desenvolvimento de produtos.

CRITÉRIO 1 COMPLEXIDADE E INCLUSÃO							
PRÁTICAS DE DESEN. DE PRODUTOS	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (A/CV) simultânea	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de dureza e conhecimento estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa	VETOR DIRETOR	
Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	0,273	0,333	0,409	0,222	0,316	0,143	0,2827
Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (A/CV) simultânea	0,136	0,167	0,136	0,222	0,105	0,286	0,1734
Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de dureza e conhecimento estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	0,091	0,167	0,136	0,111	0,316	0,143	0,1606
Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	0,136	0,083	0,136	0,111	0,053	0,143	0,1104
Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa	0,091	0,167	0,045	0,222	0,105	0,143	0,1289
	0,273	0,083	0,136	0,111	0,105	0,143	0,1419

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Seguindo o mesmo procedimento para o cálculo do vetor diretor para cada um dos critérios pode-se gerar a tabela geral de avaliação das práticas com relação aos critérios. Os índices de consistência conforme a

fórmula apresentada no capítulo 2 foram $IC1 = 0,0773$, $IC2 = 0,0260$ e $IC3 = 0,0165$.

Tabela 14: Tabela geral de avaliação das praticas com relação aos três critérios

CRITÉRIO 1 - COMPLEXIDADE E ENCLASTO									
	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (ACV) prescritiva(dlx) simultanea	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de durza e conchecimento dos aditivos utilizados	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa	Vector diretor		
Parceria com universid	0,2727	0,3333	0,4091	0,2222	0,3158	0,1429	0,2827	0,1754	
Desenvolvimento integ	0,1364	0,1667	0,1364	0,2222	0,1053	0,2857	0,1754	0,1606	
Verificação da utilizaçã	0,0909	0,1667	0,1667	0,1111	0,3158	0,1429	0,1606	0,1104	
Estabelecimento de rot	0,1364	0,0833	0,1364	0,1111	0,0526	0,1429	0,1104	0,1289	
Participação dos client	0,0909	0,1667	0,0455	0,2222	0,1053	0,1429	0,1289	0,1419	
Adaptabilidade dos pr	0,2727	0,0833	0,1364	0,1111	0,1053	0,1429	0,1419		
IC=0,0773									
CRITÉRIO 2 - DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA A SOCIEDADE ECONÔMICO									
	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (ACV) prescritiva(dlx) simultanea	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de durza e conchecimento dos aditivos utilizados	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa	Vector diretor		
Parceria com universid	0,2543	0,0698	0,3841	0,3478	0,4412	0,1463	0,2756	0,1440	
Desenvolvimento integ	0,2543	0,0698	0,0183	0,0435	0,0294	0,4390	0,1440	0,2131	
Verificação da utilizaçã	0,0881	0,4884	0,1280	0,2609	0,2647	0,0488	0,0838	0,1044	
Estabelecimento de rot	0,0661	0,1395	0,0427	0,0870	0,0882	0,0732	0,1044	0,1800	
Participação dos client	0,0529	0,2093	0,0427	0,0870	0,0882	0,1463	0,1044	0,1800	
Adaptabilidade dos pr	0,2543	0,0233	0,3841	0,1739	0,0882	0,1463	0,1800		
IC=0,0260									
CRITÉRIO 3 - FACILIDADE DE MENSURAÇÃO									
	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos	Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (ACV) prescritiva(dlx) simultanea	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de durza e conchecimento dos aditivos utilizados	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa	Vector diretor		
Parceria com universid	0,0882	0,1071	0,0361	0,1429	0,1190	0,1042	0,0996	0,1425	
Desenvolvimento integ	0,0882	0,1071	0,1807	0,1429	0,0238	0,3125	0,1425	0,1912	
Verificação da utilizaçã	0,4412	0,1071	0,1807	0,1429	0,1190	0,1563	0,1912	0,1045	
Estabelecimento de rot	0,0294	0,0357	0,0062	0,0476	0,0238	0,0521	0,0415	0,2041	
Participação dos client	0,0882	0,5357	0,1807	0,2381	0,1190	0,0625	0,2041	0,3211	
Adaptabilidade dos pr	0,2647	0,1071	0,3614	0,2857	0,3922	0,3125	0,3211		
IC= 0,0165									

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Continuação tabela 14 Vetores da variável desenvolvimento de produto e criação do vetor diretor geral.

Vetores diretores da variável desenvolvimento de produtos			VETOR DIRETOR GERAL
Vetor diretor C1	Vetor diretor C2	Vetor diretor C3	
0,2827	0,2756	0,100	
0,1754	0,1440	0,143	
0,1606	0,2131	0,191	0,2605
0,1104	0,0828	0,041	0,6333
0,1289	0,1044	0,204	0,1062
0,1419	0,1800	0,321	

Mediante a multiplicação matricial dos vetores diretores das práticas de desenvolvimento de produtos e o vetor diretor geral dos critérios obteve-se a matriz com os resultados da Tabela 15, apresentados em ordem decrescente.

Tabela 15: Vetor de prioridade das práticas avaliadas de desenvolvimento de produtos.

0,2201	Verificação da utilização da resina de PVC reciclada, score de dureza e conhecimento dos aditivos utilizados
0,2088	Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa
0,1923	Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos
0,0926	Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes
0,0923	Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos
0,0580	Desenvolvimento integrado de produtos descritivo (ACV) prescritiva (DFX) simultânea

As práticas foram organizadas em ordem decrescente com o intuito de verificar segundo a análise do AHP se a prioridade na avaliação relacionada com o maior número se corresponde com as referências secundárias da pesquisa sobre o desenvolvimento de produtos.

As práticas das cinco variáveis restantes apresentadas na Figura 34 foram avaliadas da mesma forma apresentada aqui, verificando-se o seu índice de consistência.

Figura 34 Resultado da aplicação do método de Análise Hierárquica de Processos AHP para as 64 práticas da ferramenta visual de manufatura sustentável.

	0,125 Formação de um equipe com funcionários de diversos níveis da estrutura para elaborar um plano de produção mais limpa 0,111 Estabelecimento de uma plataforma (posição) comum com a federação industrial do pvc 0,107 Busca de parcerias com instituições locais SEBRAE, Prefeitura, ONGs 0,103 Apoio a implantação de projetos locais 0,096 Incorporação de Mão de obra feminina na produção. 0,090 Desenvolvimento de um sistema integrado de gestão 0,089 Melhoras na educação (básica ; ensino meio e técnico) dos trabalhadores (poderia se realizar dentro da empresa) 0,087 Incorporação da p+h na gestão da empresa (qualidade, ISO 26000) 0,085 Políticas e programas que promovam a igualdade, segurança e o desenvolvimento do funcionário ao longo de sua carreira na empresa 0,070 Formação e incorporação de mão de obra das comunidades vizinhas 0,035 Relatório de sustentabilidade padrão GRI Categoria c inicialmente
--	---

	0,248 treinamento nas ferramentas de resolução de problemas 0,167 Aplicação dos princípios 5Rs (repensar, recusar, reduzir, reusar e reciclar) 0,143 Saúde e segurança dos funcionários 0,133 Engajamento com stakeholders na aplicação de p+h. 0,112 Treinamento em ações preditivas , preventivas e corretivas 0,083 Envolvimento da empresa na comunidade e retorno para a sociedade 0,066 Incorporação da ergonomia na melhora das atividades do trabalhador 0,065 Treinamento em limpeza ,organização e diminuição do desperdício
--	---

	0,287 Conhecimento sobre o valor financeiro do resíduo gerado e sobre o valor da compra da resina reciclada frente a resina virgem 0,258 Acompanhamento no consumo de água e atuação em caso de ocorrência de anomalias no consumo 0,162 Investimento em motores eficientes (Weg) 0,161 Reuniões mensais destinadas a produção mais limpa com presença de todos os níveis da empresa 0,133 Financiamento de empreendimentos sustentáveis (otimização da produção, gerenciamento da energia)
--	--

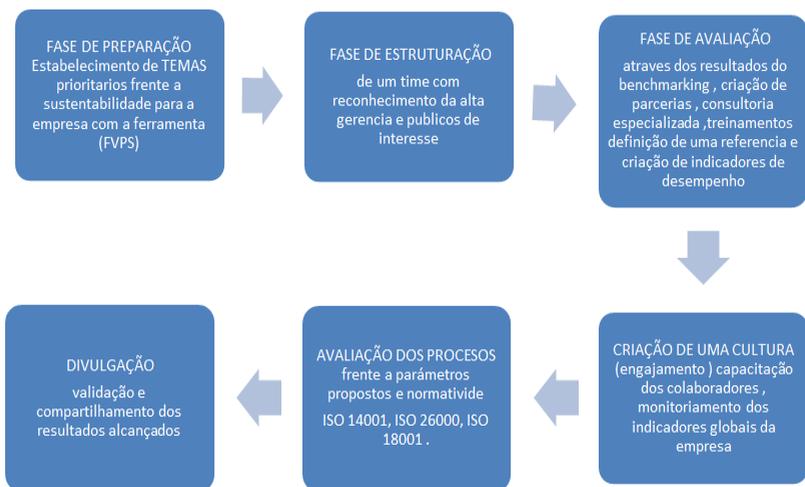
	0,220 Verificação da utilização da resina de PVC reciclada score de dureza e conhecimento dos aditivos utilizados 0,2088 Adaptabilidade dos produtos para facilitar a reciclagem, reutilização e logística reversa 0,1923 Parceria com universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aproveitamento de produtos 0,0926 Estabelecimento de rotina para revisão de processos e produtos já existentes 0,0923 Participação dos clientes e fornecedores no processo de criação dos produtos 0,0580 Desenvolvimento integrado de produtos descritiva (ACV) prescritiva (dfx) simultânea
--	--

	<p>0,127 Realização de atividades que propiciem a gestão do conhecimento dentro da empresa referentes aos produtos , processos e diminuição de seus impactos</p> <p>0,109 Estabelecimento de um programa de logística reversa para reaproveitamento dos resíduos gerados nas obras</p> <p>0,094 Criação de requerimento básicos de sustentabilidade e produção mais limpa para fornecedores</p> <p>0,092 Guia de orientação sobre logística reversa do pvc e compra de materiais nas lojas de venda de produtos .</p> <p>0,084 Promoção de uso responsável de aditivos na produção do pvc</p> <p>0,079 Valorização de resíduos no reciclagem externo com o intuito de desenvolver produtos de segunda linha</p> <p>0,067 Rotulagem dos insumos e do produto final</p> <p>0,060 seleção de fornecedores de acordo com avaliação da cadeia de valor . preferir materiais e insumos regionais</p> <p>0,060 Programa de produção mais limpa fora do chão de fábrica incentivar o reciclagem de materiais</p> <p>0,054 integração com os fornecedores</p> <p>0,048 Diminuição do ruído na trituração do PVC reciclado , possibilidade de peletização</p>
	<p>0,094 Gestão eficiente de processos industriais</p> <p>0,090 Troca gradual de vernizes, aditivos, pigmentos e acabamentos que contenham metais pesados.</p> <p>0,079 Indicadores de controle operacional voltados ao ótimo global da empresa</p> <p>0,074 Uso de tintas e pigmentos de baixo VOC. (Compostos orgânicos voláteis)</p> <p>0,058 Inversores de frequência para injetoras (avaliação do playback) até 30% poupança de energia</p> <p>0,051 Avaliação dos balances de massa e energia d o processo de fabricação de peças e produtos de PVC</p> <p>0,048 Eliminação de estoques de produtos intermediários e finais</p> <p>0,048 Ciclo de fechado de produção onde o resíduo de classe A passam a fazer parte de um produto novo sem prejuízo</p> <p>0,045 Inclusão de ferramentas de manufatura enxuta em práticas de manufatura</p> <p>0,043 Elaboração de inventario de gases de efeito estufa</p> <p>0,042 Sensores de luminosidade e utilização de lâmpadas LEED Estudos e melhoras na ventilação natural evitando o uso de ar condicionado</p> <p>0,042 Tratamento purificação e reutilização de água</p> <p>0,042 Criação de uma matriz de critérios de produção mais limpa ou de sustentabilidade em geral como parâmetros do produto e do processo.</p> <p>0,041 Implantação de um plano de funções e racionalização da força de trabalho</p> <p>0,036 Identificação e priorização de oportunidades de gestão de água, energia e emissões.</p> <p>0,035 Controle de material particulado na reciclagem interna e no preparo da blenda</p> <p>0,032 Mapeamento detalhado do consumo de energia do processo e da empresa</p> <p>0,025 Separação de resíduos em componentes individuais antes de serem reciclados reutilizados e consumidos (óleos e lubrificantes) ácidos etc.</p> <p>0,021 Transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada</p> <p>0,018 Classificação dos produtos por grupos volumem e frequência da demanda</p> <p>0,016 Estabelecimento de manuais de gerenciamento de água e tratamento do efluente</p> <p>0,012 Uso de energia verde (fotovoltaica) avaliação do playback com a empresa fornecedora</p> <p>0,009 Coberturas verdes para diminuição do pó e do ruído</p>

Por último, uma vez analisadas as opções e selecionadas as práticas a serem levadas a cabo pelas empresas avaliando os seus

interesses e características, assim como o status das práticas selecionadas frente à ponderação realizada pelo método de AHP conforme as referências e práticas mundiais em sustentabilidade, deve-se inserir este novo caminho na gestão do conhecimento da empresa, razão pela qual sugere-se uma estruturação do processo que leva à divulgação da empresa a seus stakeholders de seus progressos na melhoria contínua buscando-se a sustentabilidade. Na figura 36 pode-se observar um exemplo que apresenta o desenvolvimento da metodologia e suas fases para execução. O intuito desta ação é introduzir de maneira sistemática a sustentabilidade como valor nos processos. como um exemplo de como a metodologia poderia ser aplicada numa empresa como um todo da seguinte forma

Figura 35: Exemplo da inserção da metodologia proposta em fases a serem executadas pelas empresas



Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Na fase de preparação, com os resultados do benchmarking podem-se propor algumas boas práticas de manufatura conforme os direcionamentos da empresa e dinheiro, pessoal e tempo e recursos

disponíveis para o estabelecimento dos temas prioritários frente à introdução de sustentabilidade ao longo da empresa.

Na fase de estruturação avaliam-se os públicos de interesse e os stakeholders assim como a conveniência e aplicabilidade de algumas das práticas visando o cumprimento das políticas e regulamentos nacionais federais e estaduais.

Em quanto à fase de avaliação examina os critérios e estabelece se a empresa precisa ajuda externa através de consultoria especializada, treinamentos ou parceria com centros de pesquisa ou formação

Através do engajamento do pessoal para com as práticas selecionadas os processos de capacitação o estabelecimento, seguimento e avaliação dos indicadores vão estabelecendo-se uma cultura.

O ganho é avaliado frente a parâmetros e indicadores propostos e a normatividade legal e fiscal. São mensurados os ganhos por minimização de insumo, diminuição no uso dos recursos e melhora no ambiente de trabalho.

O processo de divulgação e compartilhamento dos resultados a os diferentes públicos e fundamental durante o processo, pois encoraja ao pessoal na busca de melhores resultados e gera confiança e solidez no processo frente a os stakeholders e possíveis investidores.

5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados de cada uma das fases que compõem o método proposto nesta dissertação.

5.1.1. Contato com as empresas

A fase de contato com as empresas começou com a apresentação da pesquisa por meio de mensagem eletrônica encaminhada a contatos nas páginas na internet das 45 empresas solicitando os dados do pessoal encarregado das áreas de manufatura, produção, qualidade ou sustentabilidade com o intuito de apresentar formalmente a proposta de pesquisa. Mensagens automáticas informando o recebimento do e-mail foram enviadas por 28 empresas.

A partir desse contato inicial foram recebidas respostas de três empresas: a primeira pertencente à indústria de calçados, que inclui os dados de contato do pessoal de produção, a segunda com uma resposta negativa frente à participação na pesquisa por não possuírem no momento manufatura de produtos de PVC, e a resposta positiva de uma empresa fabricante de janelas e portas. A primeira entrevista foi agendada para o dia 16 de abril de 2014.

Tabela 16: Resumo do primeiro contato com as empresas.

Resumo do primeiro contato com as empresas	
Número de empresas	45
Respostas pelo site	28
Rejeições do site	7
Resposta indicando pessoal	2
Empresas que não apresentaram interesse	1
Empresas sem resposta	7

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

Visando a participação na pesquisa do maior número de empresas do setor, foi encaminhada uma apresentação formal da pesquisa com a estrutura a ser utilizada para a realização do questionário em 37 (28 com resposta pelo site, 2 empresas que indicaram pessoas de contato, 7 empresas sem resposta).

Devido à baixa taxa de retorno, uma vez que somente uma empresa respondeu, enquanto uma empresa optou pelas chamadas telefônicas, foram necessárias até 6 ligações para agendar uma visita. Devido à quantidade elevada de empresas contatadas, foi elaborada uma planilha de seguimento do processo com cada uma delas. A duração média desde o contato inicial até o agendamento da última visita à empresa pela pesquisadora foi de 5 meses.

Dentre as empresas contatadas incluíram-se aquelas cujos e-mails tinham sido rejeitados. Das 43 empresas contatadas após os 4 telefonemas às empresas com contato assertivo com a pessoa encarregada da área de produção, esse número foi reduzido para 25 empresas.

Durante a fase de agendamento da visita 7 empresas declinaram sua participação, e das 18 empresas restantes 5 delas não abriram suas portas para a pesquisa devido a negativas das diretivas das empresas.

A Tabela 17 apresenta o resumo desta fase de contato telefônico com as empresas.

Tabela 17: Fase 1: Contato com as empresas via telefônico

Descrição	Número
Empresas possíveis de serem contatadas	43
Empresas com contato assertivo via telefone	25
Empresas que declinaram participar da pesquisa	7
Empresas com agendamento da visita para pesquisa	18
Empresas que desistiram de participar da pesquisa por razões administrativas	5
Empresas nas quais foi realizada a pesquisa	13

Fonte. Elaborado pela Autora (2015)

5.1.2. Avaliação do *Benchmarking*

Ao analisar os resultados das variáveis do benchmarking podem-se obter os seguintes resultados: O resultado geral das práticas e performance (ver figura 20 Capítulo 4) apresenta a classificação das empresas conforme o quadrante no qual se encontram, refletindo o seu nível de práticas e performance.

Duas empresas foram classificadas no quadrante I, que corresponde a 15,4% das empresas pesquisadas, sendo a empresa N 8 a única empresa de grande porte da pesquisa. Nos quadrantes II e III não se localizou nenhuma empresa. No quadrante IV encontram-se 76,92% das empresas (correspondendo a 10 empresas). A empresa N 9, que corresponde a 7,68% da porcentagem total, se encontra localizada na divisão dos quadrantes com 60,14% para práticas e 61,22 para performance.

A média das práticas e da performance obtidas pelas empresas e identificadas pelo círculo preto corresponde a 48,13% na avaliação das práticas e 47,19% da performance.

Já no questionário foi incluída a opção “NA” (não se aplica) e, com isso, várias empresas optaram por selecionar essa resposta principalmente no que se refere aos índices de avaliação das emissões nas variáveis da categoria de Processo Produtivo.

Nos Aspectos gerais Administração/Responsabilidade o valor médio das empresas participantes foi de 38,7% e 39,7%. Esses valores refletem um baixo nível de comprometimento da alta gerência frente à estruturação de índices qualitativos e quantitativos, objetivos de progresso e compromissos de implantação da P+L, além da baixa disponibilidade de tempo para o seguimento dos processos. O resultado da avaliação das práticas e performances refletem um baixo nível de comprometimento da alta gerência frente a políticas da produção mais limpa, e também o baixo compromisso em relação aos aspectos de gestão externa da empresa em seu entorno, às comunidades em que a empresa está inserida.

Na aplicação dos princípios de gestão somente 30,77% das empresas tem certificado ISO 9001, e somente 7,69% estão certificadas com ISO 14001, embora monitorem alguns indicadores de gestão e qualidade de seus processos.

As fraquezas encontradas na variável Pessoas fazem referência à falta de equipes de implantação e seguimento das ações voltadas para a P+L, à ausência de um colaborador na definição das linhas de

autoridade, e à falta de treinamento nos conceitos de P+L, assim como de equipes destinadas à implantação da produção mais limpa.

Embora exista treinamento, a alocação de materiais disponíveis para o treinamento de pessoal relaciona-se ao desenvolvimento de atividades para as quais foi contratado, não incluindo aspectos relacionados a práticas de P+L e ME. No tocante ao acompanhamento após o período de treinamento, as empresas N2 e N8 possuem uma prática forte de acompanhamento e de rodízio de tarefas na empresa, enquanto as empresas N3, N4, N9, N10 e N11 deixam o treinamento e o acompanhamento a cargo do gerente de produção e dos funcionários mais experientes da empresa. Embora essa seja uma boa prática, ela não é inserida na gestão de conhecimento da empresa, permanecendo com os colaboradores mais experientes que, ao terminar sua relação com a empresa, levam esse conhecimento com eles.

Existe uma carência de equipes de implantação e seguimento de ações voltadas à P+L evidenciada na pesquisa, onde as empresas N1, N2, N3, N4, N6, N7 e N12 não aplicam a prática por ser ela inexistente.

Variável Informação

Esta variável apresenta valores maiores para as práticas em comparação com a performance (PR=41,5%, PF=29,2%), mas tal valor não é considerado satisfatório, pois as empresas não contam com indicadores financeiros para a medição do retorno à empresa decorrente das melhorias obtidas e avanços em relação à P+L.

O desconhecimento das vantagens da implantação da P+L, e do retorno financeiro fazem que estas não disponibilizem ferramentas, tempo e comprometimento necessários para aplicar a P+L.

Das empresas participantes da pesquisa somente a empresa N 8 possui um valor acima de 60% no desenvolvimento e propagação do conhecimento, e apresenta uma divulgação externa dos resultados obtidos com a P+L e ferramentas de ME, evidenciado pelo relatório de sustentabilidade.

O desenvolvimento das atividades de melhoria não apresenta um planejamento previamente estipulado.

Variável Desenvolvimento de produtos

Os resultados tanto em práticas como em performance para esta variável foram próximos a 60%, isto deve-se principalmente à participação dos clientes e fornecedores no desenvolvimento de

produtos e a substituição de materiais nas embalagens e a redução da quantidade de matéria-prima. Embora todos estes fatores são positivos nenhuma das empresas considerou como problema o descarte em lixões de seus produtos e a reciclagem dos mesmos para produtos de segunda linha, assim como a aplicação de princípios de gerenciamento de ciclo de vida de seus produtos devido à características de durabilidade e estabilidade das aplicações do PVC.

Variável Fornecedor organização cliente

As médias das empresas (PR 61,5% e de PF 63,1%) no atendimento das exigências dos clientes relacionadas com as parcerias em longo prazo e a existência de um modelo formal de comunicação estiveram acima do valor médio geral das empresas. Quanto ao desenvolvimento de processos mais limpos as empresas apresentam divergências amplas com as empresas N1, N3, N10, N11 e N13, com valores de práticas entre 15% e 25% e com um valor de performance abaixo de 40%. As empresas alegaram que o cliente está à procura de preços baixos e não está interessado em processos mais limpos.

Variável Processo produtivo

Todas as empresas participantes da pesquisa reaproveitam os resíduos gerados pela própria empresa (produto de troca e alinhamento de novas matrizes ou de setup) dentro de sua produção como insumo para produtos de primeira linha.

Existe um esforço na utilização consciente da água em circuitos de refrigeração fechados nos quais consegue-se uma taxa de reutilização da água industrial utilizada na refrigeração dos moldes ou dos trocadores de calor até o monitoramento da quantidade de água gasta pelo processo. 6 empresas (isto é, 46,15%) selecionaram NA (não se aplica) para o critério PP-08 que avalia se a empresa controla a busca por alternativas para uma menor liberação de gases à atmosfera.

Quanto ao gerenciamento de energia as empresas buscam o menor consumo de energia, embora não seja com práticas de produção mais limpa.

As empresas N 5 e N 8 falaram da modificação feita nos solventes e lubrificantes utilizados nos aditivos na busca de melhores características e menor liberação de emissões. A empresa N 5 apresenta um plano de desenvolvimento da produção mais limpa, assinalando que

ele está implantado e apresenta resultados. O setor cumpre com fortes regulamentações referentes ao contato direto das embalagens com os produtos a serem utilizados na indústria cosmética.

O segmento de embalagens, que corresponde a 8% das empresas participantes da pesquisa, apresenta as seguintes particularidades:

- A reciclagem do PVC não é possível para esta linha de produtos, pois, até o momento, somente o PET (poli tereftalato de etileno) tem regulamentação para ser reutilizado em embalagens pós-uso.
- Pelo fato da fabricação de embalagens serem para bens de consumo em massa, não se tem uma motivação pelo aumento da vida útil do produto ou menor descarte dos mesmos.
- É uma indústria na qual seus clientes participam de projetos de desenvolvimento de produtos, e alguns clientes são reconhecidos por seu relatório de sustentabilidade pelo qual é exigida a contabilização das emissões do berço ao portão e a prevenção de impactos ao meio ambiente.
- Nesta indústria práticas de ME como JIT e manufatura celular não podem ser implantadas devido às condições, tempos e requisitos dos fornecedores e clientes de até 90 dias para o fornecimento de materiais e o cancelamento/modificação de pedidos dos clientes sem prévio aviso, além de reduzidas margens de lucro e modificação das embalagens conforme a rotatividade do produto.
- A avaliação mais baixa tanto na prática como na performance foi a variável informação. No quesito referente à divulgação dos objetivos de processo para colaboradores externos e internos. A performance foi aprimorada por causa dos clientes, que apresentam relatórios de sustentabilidade GRI, deixando de lado o aprimoramento das práticas internas da empresa.

O setor calçadista, que corresponde a 15% das empresas participantes da pesquisa, em seu processo de transformação do PVC utiliza injetoras de alimentação manual cuja preparação do pigmento e

da blenda se faz conforme as características dos produtos (solas). As empresas não só trabalham com PVC, mas também com PU, PVC e PR.

Na priorização das estratégias competitivas primou a qualidade, seguida pelo custo e a flexibilidade para o desenvolvimento de projetos de produtos. O meio ambiente e segurança ocuparam o último lugar na avaliação.

As indústrias fornecem o processo e o material, mas é o cliente que desenha o produto e possui exclusividade no uso que representa sua marca e características especiais frente à concorrência.

Análises das características do produto como flexão e tensão são feitos no IBTEC (Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos), ocorrendo frequentemente à terceirização de resíduos óleos e lubrificantes.

Entre as práticas relacionadas com a produção mais limpa e o gerenciamento da produção se encontra a baixa utilização de água no processo, e a água consumida é reutilizada. As empresas utilizam exaustores e o gerenciamento de energia é feito com geradores de diesel, enquanto resíduos, papelão, embalagens e tambores são vendidos para empresas de reciclagem, e os lucros obtidos são destinados a atividades para os colaboradores da empresa.

Entre os aspectos positivos se encontram o fato de ser o único setor estudado nesta pesquisa onde o PVC reciclado externamente a partir de botas de borracha, depois de processado (lavado, secado e moído) é utilizado como parte dos componentes de primeira linha dos produtos em porcentagens específicas para não alterar as propriedades físicas do produto final. Outro ponto positivo é a utilização de tinta à base de água para os acabados das solas.

Setor de elaboração de perfis

Com 39% das empresas, que correspondem às empresas N2, N6, N 10, e N 11 desta pesquisa, o setor de perfis representa um dos segmentos mais fortes na indústria do PVC no estado de Santa Catarina. Os perfis são fabricados mediante o processo de extrusão por meio da inserção contínua de material de alimentação semiautomática.

As empresas N 2 e N 6 elaboram perfis utilizados na fabricação de esquadrias, com normas da ABNT associadas à sua fabricação com aditivos em sua formulação. A empresa N 2 ao possuir comunicação direta com sua casa matriz na Alemanha faz quatro testes diários de qualidade, envelhecimento, quebra e pressão/expansão do material. Ela realiza treinamentos externos e apresenta uma parceria forte com seus

fornecedores, não apresentando estratégias para a contribuição com a comunidade na qual ela está inserida.

A empresa N 6 elabora perfis porta-etiqueta para gondolas e prateleiras, e o redesenho do produto e a desmontagem do mesmo não é considerado e, embora possua 240 moldes diferentes, ela não possui ferramentaria própria. A empresa não possui indicadores de eficiência na utilização de insumos e materiais, já que eles alegaram que são iguais ou superiores à média do setor.

As empresas N 10 e N 11 elaboram forros de PVC obedecendo aos regulamentos da AFAP como teor de cinzas <10% na carga do composto utilizado para a elaboração dos forros, e uma variação de deformação <2,5%. As empresas fabricam produtos de segunda linha que são feitos a partir de uma porcentagem interna de reciclagem, e sua produção se encontra em cerca de 60m/h. Embora sejam duas das empresas que mais apresentaram material particulado no espaço de trabalho, elas não possuem filtros, máscaras ou outro tipo de proteção para os colaboradores. Também não possuem geradores ou técnicas de gerenciamento da energia em seu processo.

O segmento de formas plásticas, que corresponde a 23% das empresas pesquisadas (N7, N9 e N13), são empresas que apresentaram como estratégia competitiva a flexibilidade para desenvolvimento de produtos. A empresa N7 apresenta progressos na implantação de práticas de produção mais limpa com práticas de curto prazo como coleta seletiva, iluminação natural e economia no consumo do papel. No momento ela está implementando melhorias com ajuda de uma consultoria externa de Lean e qualidade, tendo informado que no momento ela está mudando para um novo software de PCP. Ele é uma das empresas que possui células de manufatura para acabamento de peças.

Quanto à empresa N 9, ela reitera que em seu processo existe controle visando à redução do impacto ambiental, bem como controle de resíduos e refugos, e terceirização do manejo de óleos e lubrificantes. A qualidade representa 50% da ponderação na avaliação das estratégias competitivas dessa empresa.

Tubos e conexões correspondem a 15% do total das empresas, sendo elas a empresa N 8 de grande porte e a empresa N 12 de médio porte. As duas empresas possuem processos de injeção e extrusão para a fabricação de seus produtos.

A empresa N 8 converte em pellets seu resíduo interno de PVC (com o intuito de minimizar poeira causada pela trituração e manejo do PVC em pó), e com ele fabrica eletrodutos e redes de irrigação, pois por

serem pretos não necessitam de adição de corantes. Há automação na formulação, dosagem e distribuição da resina através do sistema, e o resfriamento dos tubos após a extrusão ocorre em circuito fechado para evitar perdas de água por evaporação, e efetua-se a captação de água da chuva. A empresa possui uma ampla trajetória no aprimoramento de práticas de ME.

Na relação entre o checklist da manufatura e o método de Benchmarking, pode-se observar que as empresas que apresentam maior desenvolvimento das práticas de ME se encontram no quadrante I. A empresa com pior desempenho foi à empresa N 3, com um índice de práticas geral de 37,81% e de performance geral de 28,17%. No gráfico radar pode-se verificar o nível baixo de práticas na variável Administração/Responsabilidade (13%) e uma performance para a mesma variável de 16,7%. Podem-se ver no relatório (Apêndice B) as oportunidades de melhoria conforme as avaliações das variáveis e as sugestões resultantes das avaliações dos indicadores. Como a empresa N3 pertence ao segmento de calçados, que depende da sazonalidade e das características de desenvolvimento de novos projetos que o cliente solicita, ela possui aspectos positivos na avaliação da performance nas variáveis Fornecedor/Organização/Cliente e Pessoas.

Outro aspecto a considerar é a diferença entre os critérios de Ramos (2013) expostos na revisão bibliográfica e a realização e avaliação dos indicadores do Benchmarking nesta dissertação, na qual não assumiu-se o caráter de obrigatoriedade da obtenção de valores acima de 60% em práticas e performances para serem considerados aptos para a aplicação da P+L. Isto porque o Benchmarking é o primeiro passo na avaliação comparativa no desenvolvimento da metodologia proposta, isto é, o Benchmarking foi utilizado para identificar os processos da empresa nos quais é preciso agir com prioridade.

A ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) e cada uma das práticas que a compõem buscam contribuir para ultrapassar a referência mínima de desenvolvimento sustentável nas empresas do setor de PVC, mas considera-se que o método proposto pode ser ampliado para aplicação em outros setores industriais.

As práticas da FVPS vêm sendo implantadas aos poucos nas empresas de grande porte, que incluem a otimização do canal de injeção para gerar menor quantidade de resíduo. A troca de inversores de frequência gerou para a empresa N8 participante na pesquisa uma economia de 19% na tarifa de energia da empresa. As células de manufatura foram projetadas para contribuir na confecção e montagem da embalagem em produtos prontos para sair da fábrica.

A FVPS, por possuir uma plataforma comum de práticas afins a todos os setores industriais, pode ser adaptada a um setor específico incluindo aspectos intrínsecos do setor como no presente trabalho.

A FVPS é considerada uma ferramenta flexível por não direcionar a empresa a uma prática concreta como solução para a melhora de seu processo produtivo, dependendo intrinsecamente da tomada de decisões gerenciais. Observando-se o panorama da empresa, seu nível de maturidade, a disponibilidade física de implantação, o grau de investimento e disponibilidade do pessoal, o método proporciona a seleção de práticas que, ao serem desenvolvidas, contribuam para a melhoria da empresa e leve a organização a estar ciente de seu processo de melhoria levando em conta aspectos de sustentabilidade.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou mostrar a necessidade de conhecimento e quantificação das características do processo produtivo do PVC. Sabe-se da importância deste material nos diferentes setores industriais e da necessidade de se procurar contribuir para a sustentabilidade de seus produtos e processos.

A revisão bibliográfica mostrou que o aprimoramento dos processos de manufatura de produtos de PVC é uma necessidade do setor, frente às fortes regulamentações e riscos potenciais associados com a saúde dos trabalhadores, transporte e manipulação de insumos e gerenciamento de água e energia. Ou seja, é muito importante que as diretrizes de sustentabilidade sejam aplicadas ao PVC.

A P+L e a ME são estratégias complementares em sua aplicação, já que ao serem aplicadas de forma conjunta geram uma atitude proativa na redução dos desperdícios e o aprimoramento dos processos diminuindo os impactos ambientais.

O método selecionado para o diagnóstico inicial apresenta uma avaliação do setor de PVC no estado de Santa Catarina no que se refere às práticas e performances de seus processos. Os dados obtidos nesta pesquisa permitiram uma compreensão mais clara das boas práticas e as deficiências do setor.

A geração dos indicadores mantendo a estrutura e características do benchmarking foi estabelecido visando superar as dificuldades no entendimento, extração e abrangência dos dados e do verdadeiro sentido na avaliação dos indicadores, buscando obter informações não mensuradas ou esquecidas até o momento. Isto em referência aos itens com baixos resultados como relação com os stakeholders, treinamentos além do setor específico, mensuração sob o mesmo indicador do processo e da gestão sustentável do mesmo, critério administrativo e gestão da informação na empresa, assim como políticas de governança e inclusão e relação da empresa com o seu entorno.

O setor industrial de PVC pode aproveitar o fato de seus produtos serem materiais feitos de um tipo de material para o produto ou subconjunto, o que favorece a reciclagem e a logística reversa dos mesmos.

A indústria do PVC e seus processos são eletro-intensivos, motivo pelo qual o gerenciamento da energia deve se tornar uma de suas prioridades. Somente três das empresas participantes da pesquisa

possuíam projetos relacionados à gestão da energia. A empresa N8 foi beneficiada com o modelo utilizado pela empresa catarinense CELESC para promover a eficiência energética. Por meio de parceria entre os setores e apoio de empresas como a WEG conseguiu-se a substituição de motores por outros de maior eficiência e o uso de inversores de frequência, conduzindo a uma melhora nas operações da empresa.

É necessário uma maior atenção à PNRS com o intuito de atingir as regulamentações de logística reversa e as leis vigentes, aprimorando a comunicação e a coesão entre o setor produtivo e suas associações no estabelecimento de estratégias setoriais a fim de atingir o equilíbrio entre o custo da logística reversa e o ciclo de vida dos produtos, bem como quantificar as emissões dos processos produtivos.

O desenvolvimento da metodologia proposta pretende contribuir na seleção de práticas ecologicamente compatíveis com o setor de PVC. Esta permitirá contribuir para a melhoria do processo e do produto levando em consideração o impacto ambiental, o bem estar social e o aspecto econômico do setor.

As dificuldades encontradas pelas empresas em seguir indicadores externos e o enquadramento destes em sua gestão dificultam a sua mensuração, abrangência e real capacidade de enxergar as condições da empresa. Porém, a proposta de criação de indicadores gerados a partir do *benchmarking* conduz às empresas à construção de indicadores que evidenciem e mensurem os quesitos que realmente fazem parte da gestão da empresa, identificando o nível em que a empresa se encontra e os aspectos que precisam ser melhorados.

A ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS), criada para ser manipulada e discutida em nível gerencial, pode ser utilizada como suporte ao desenvolvimento e cálculo dos indicadores, já que conserva os mesmos parâmetros do *benchmarking* e relaciona o grau de interação requerida entre os processos para a execução das práticas, o tipo de time requerido para a execução das mesmas, e sua integração com outras práticas na busca da sustentabilidade da empresa.

A FVPS e cada uma das práticas que a compõem buscam contribuir para o desenvolvimento sustentável. Por possuir uma plataforma comum, isto a torna flexível, podendo assim ser utilizada em outros setores (não somente de produtos de PVC), dependendo intrinsecamente da tomada de decisões gerenciais, levando a organização a estar ciente de seu processo.

O estabelecimento de um panorama abrangente de práticas que para serem utilizadas conforme o nível de maturidade da empresa e sua

relação com os níveis de gerenciamento requerido conduzem ao aumento da coesão entre os processos da empresa.

A ponderação das boas práticas mediante o método multicritério AHP utilizado neste trabalho contribui na tomada de decisões gerenciais considerando os critérios para a sua aplicação e a inter-relação entre as práticas e os processos exitosos encontrados na literatura, relatórios de sustentabilidade e estudos de caso das empresas na busca por uma decisão que possa ser apoiada pelo cálculo de prioridades, permitindo no futuro a seleção de práticas a serem implantadas na empresa no âmbito da sustentabilidade.

O modelo do método AHP foi utilizado como meio de avaliação e categorização das práticas como um olhar externo gerando um posicionamento das práticas conforme prioridades e experiências dos pesquisadores, bem como dados secundários de referência e experiência do setor empresarial nos últimos 5 anos descritas nos relatórios de sustentabilidade. A função principal do modelo consiste em apoiar a tomada de decisões no nível gerencial, já que o modelo representa uma prioridade geral, sem o detalhamento da realidade da empresa na qual o método vai ser aplicado.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

Para a continuidade desta pesquisa, sugere-se que sejam abordadas as seguintes questões em pesquisas futuras:

- Dar continuidade na aplicação, partindo da análise dos indicadores com o uso da FVPS nas empresas participantes da pesquisa a fim de conhecer os resultados referentes à interação com os processos gerenciais, capacidade de resposta às questões de gestão, e o estabelecimento de práticas a serem implantadas em um tempo determinado.
- Pode-se ampliar o número de empresas em um dos setores estudados e aplicar a metodologia de forma completa.
- Simular a FVPS em software com o intuito de torná-la mais acessível em um ambiente virtual para outras empresas de diferentes regiões geográficas do Brasil.
- Aprimoramento do checklist da ME para um maior levantamento de informações visando um mapeamento

dos processos mais de acordo com a realidade das empresas.

- Aplicar a FVPS em empresas de diferentes empresas, a fim de alinhar os conceitos teóricos a sua utilização na prática gerando uma nova versão de maior dinamismo e ajustada as características próprias das empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovay, R., Esperanza, J., & Petitgand, C. (2013). Lixo Zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. Planeta Sustentável: Instituto Ethos. São Paulo.
- Agnelli, J.A.M., 2000, “Introdução a Materiais Poliméricos”. Apostila. São Carlos: DEMA, Universidade Federal de São Carlos.
- Allen, J. H. 2000, “Make lean manufacturing work for you”, *Manufacturing Engineering*, 6, 54-64.
- Almeida, D.V. de, 2005, “Substituição de estabilizantes a base de chumbo pelo de cálcio-zinco no processo produtivo de tubos de PVC rígido”, Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. 114p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR ISO 14001:2004. Sistema de Gestão Ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR ISO 14031:2004. Gestão Ambiental – avaliação de desempenho ambiental - diretrizes. Rio de Janeiro, 2004.
- Andersen, B. e Moen, R.M., 1999, "Integrating *benchmarking* and poor quality cost measurement for assisting the quality management work", *Benchmarking: An International Journal*. 6(4), 291–301
- Andersen, B. e Pettersen, P.G., 1994, “The Basis of *Benchmarking*: What, how, when and why”, Proceedings for 1994 Pacific Conference on Manufacturing. Djakarta, Indonésia
- Andrade, G.J.P.O., 2006, “Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil”, Tese Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 253p.
- Arkader, R., 2001.”The perspective of suppliers on lean supply in a developing country context. *Integrated Manufacturing Systems*”, 12(2) p. 87-93.
- Ashby, M.F. 2009, “Materials and the environment: eco-informed material choice”. Butterworth-Heinemann, Burlington, MA, USA.
- Azapagic, A. (2003). Systems approach to corporate sustainability: a general management framework. *Process Safety and Environmental Protection*, 81(5), 303-316.

- Barraza, M. F. S., Smith, T.; Dahlggaard-park, S. M. 2009."Lean-kaizen public service: an empirical approach in Spanish local governments", The TQM Journal, 21(2), 143-167.
- Baitz, M., Kreissig, J., & Makishi, C. (2005). Life cycle assessment of PVC in product optimisation and green procurement–fact-based decisions towards sustainable solutions. *Plastics, rubber and composites*, 34(3), 95-98.
- Barbieri, J. C., 2004, "Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos." São Paulo: Saraiva.
- Belton, V. e Stewart, T., 2002, "Multiple criteria decision analysis: an integrated approach", Springer.
- Bergmiller, G., 2006, "Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing: Correlating the Diffusion of Lean and Green Manufacturing Systems", Ph.D. Thesis, University of South Florida.
- BORGES, F. (2004). Inventário do ciclo de vida do PVC produzido no Brasil. 174p (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química, São Paulo).
- Camp, R.C., 1998, "Global Cases in *Benchmarking*: Best Practices from Organizations Around the World", Milwaukee: American Society for Quality Control Quality Press.
- Cardoza, E; Carpinetti, L.C.R., 2005, Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. *Produção Online*, 5(2). 2005 Disponível em: <http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/338/433>. Acesso em: 2015-03-13
- Carolyn S, Vanderreydt I, Vercalsteren A, Boonen K, 2011, "Life cycle assessment of a PVC-U solid wall sewer pipe system".
- CMAI, 2005, World vinyls analysis . Houston: Chemical Market Associates.
- Cinelli. M. , Coles S.R. e Kirwan K., 2014, "Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment", *Ecological Indicators*, Vol. 46, p. 138–148
- CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003, "Meio ambiente e a pequena e microempresa: módulo 1", Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa. Porto Alegre: CNTL. 73p.
- Costa, C. A. B., & Vansnick, J. C. (2008). A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1422-1428.
- Da Silva, E. L., & Menezes, E. M. (2005). Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. UFSC, Florianópolis, 4a. edição.

- Díaz-Balteiro, L., & Romero, C. (1998). Modeling timber harvest scheduling problems with multiple criteria: an application in Spain. *Forest Science*, 44(1), 47-57.
- Duran, O.J.F., 2014, “Método para determinar a energia descartada por tratamento inadequado de uma família de produtos devido à obsolescência programada”, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 100p.
- EC (2004), Life cycle assessment of PVC and competing materials, report commissioned by the European Commission; 2004 disponível em http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/sustdev/pvc-executive_summary_lca_en.pdf Acesso 2015-03-13.
- Elias, S., Prata, A., & Magalhães, L. (2004). Experiência de implantação da Produção mais Limpa: estudo de múltiplos casos. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina.
- Everard, M., 2008, “PVC: Reaching for sustainability”. London: BPF.
- Forza, C., 1996. “Work organization in lean production and traditional plants. What are the differences?” *International Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 2, p. 42-62. <http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/01443579610109839> Acesso em 2015-03-13
- Godinho Filho, M., & Fernandes, F. C. F. (2004). Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, 11(1), 1-19.
- Gómez, J.C.O. e Cabrera, J.P.O., 2008, “El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación”, *Scientia et Technica*, 2(39), 247-252.
- GRI - Global Reporting Initiative, 2006, “Sustainability Reporting Guidelines”, Version 3.0, 2003-2006 GRI, <http://www.globalreporting.org>.
- Herva, M., & Roca, E. (2013). Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 39, 355-371
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). Guia para Implementação da Manufatura Enxuta–Lean Manufacturing. São Paulo: IMAM.
- Huang I. B., Keislerb J. e Linkov I., 2011, “Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends *Science of the Total Environment*”, Vol. 409, No. 19, 1 September 2011, p. 3578-3594

- Instituto do PVC (2010) Radiografia da industria de transformação do PVC.
- ISO International Organization for Standardization, 1999, “Environmental, management-Environmental performance evaluation–guidelines”, ISO 14031:1999 (E) Geneva, Switzerland
- Jappur, R. F. (2004). A sustentabilidade corporativa frente às diversas formações de cadeias produtivas segundo a percepção de especialistas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- Júnior, C. H. M. & Lima, E. (2010). Programa seis sigma em pequenas e médias empresas: revisão e recomendações.[doi: 10.5329/RECADM. 20100901002]. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa-RECADM, 9(1), 19-34.
- Khalili, N.R. e Duecker, S., 2013. “Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework”, *Journal of Clean Production*, 47, pp. 188–198
- Kojima, S., & Kaplinsky, R. (2004). The use of a lean production index in explaining the transition to global competitiveness: the auto components sector in South Africa. *Technovation*, 24(3), 199-206.
- Kuhndt, M, 2004, “Sustainable business development”, In: SEILER, Hausmann Jan Dirk; LIEDTKE, Chista; WEIZSÄCKER, Ernst U. Von (Orgs.). *Eco-efficiency and beyond: toward the sustainable enterprise*. Sheffield: Greenleaf Publishing.
- LCSP (Lowell Centre for sustainable production), 2011.What is Sustainable Development, disponível em: <http://www.sustainableproduction.org/proj.SustainableProductsInitiative.php>
- Leadbitter, J. (2002). PVC and sustainability. *Progress in Polymer Science*, 27(10), 2197-2226.
- Leadbitter, 2012. Leadbitter J. Personal communication; 2012
- Leonard, A. (2011). A história das coisas: Da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Zahar.
- Lewis, M. A.,2000,“Lean Production and sustainable competitive advantage.” *International Journal of Operations & Production Management*, 20(80), 959-978.
- Madaleno, E., Rosa, D. D. S., Zawadzki, S. F., Pedrozo, T. H., & Ramos, L. P. (2009). Estudo do Uso de Plastificantes de Fontes Renovável em composições de PVC. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 19(4), 263-270.

- Mano, E. B.; Mendes, L. C. (1999). *Introdução a polímeros*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher
- Mano, E. B.; Dias, M. L.; Oliveira, C. M. F. (2004). *Química experimental de polímeros*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Marconi, A. M. de; Lakatos, E. M., 1999, “Técnicas de pesquisa.” 4.ed. São Paulo: Atlas.
- Medeiros, D. D.; Calábria, F. A.; Silva, G. C. S.; Silva filho, J. C. G. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. *Produção* Vol. 17, n. 1, p. 109-128, 2007.
- Mersiowsky, I., 2002, “Long-term fate of PVC products and their additives in landfills, *Progress in Polymer Science*”, Vol. 27, No. 10, December
- Nogueira, M. G. S. 2007, “Proposta de Método para a Avaliação de Desempenho de Práticas da Produção Enxuta”. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p.116.
- Nogueira, M. D. G. S., & Saurin, T. A. (2008). Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. *Revista Produção Online*, 8(2).
- Oliver, N., Delbridge, R., & Lowe, J. (1996). Lean Production Practices: International Comparisons in the Auto Components Industry1. *British Journal of Management*, 7(s1), S29-S44.
- Piva, A. M., Neto, M. B., & Wiebeck, H. 1999, “A reciclagem de PVC no Brasil. *Polímeros: ciência e tecnologia*, 9(4), 195-200.
- Plastics Europe. PVC ecoprofiles; 2010. <http://www.plasticseurope.org/plasticssustainability/ecoprofiles/browse-by-flowchart.aspx?LCAID=r43>
- Plastics Europe. Plastics – the facts 2011. An analysis of European plastics production. In: Demand and Recovery for 2010; 2011 <http://www.plasticseurope>.
- Plastivida (1998). Plásticos: o que são, de onde vem; principais aplicações; técnicas de transformação.
- Plásticos em revista (2014) Tema do fascículo: Lei de resíduos sólidos. São Paulo, n. 604, ano 52, jun. 2014.
- Ramos, A.R., 2013, “*Benchmarking* da produção mais limpa para a análise de empresas de manufatura”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis.

- Ribeiro do Valle, A. C., Dal Forno, A. J., Ferrari Tubino, D., Avila, J. P., & Augusto Pereira, F. (2008). Aplicação do método *Benchmarking* Enxuto em uma empresa metal mecânica. *Revista GEPROS*, 4(4), 11.
- Rizzo, G.P.V., 2012, “Produção Enxuta e Produção mais Limpa: Proposta Metodológica Integrada”, Dissertação de Mestrado, Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 112p.
- Rodolfo, A., & Mei, L. H. I. (2007). Mecanismos de degradação e estabilização térmica do PVC. *Polímeros Ciência e Tecnologia*, 17(3), 263.
- Saaty, T.L., 1980, “Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process”, Mc Graw-Hill, New York
- Saaty, T.L., 1994, “How to make a decision: the analytic hierarchy process”. University of Pittsburgh, PA: RWS Publications.
- Saaty, T.L., 2005, “Theory and Applications of the Analytic Network Process”, Pittsburgh, PA: RWS Publications.
- Samuel, V.B.; Agamuthu, P. e Hashim, M.A., 2013, “Indicators for assessment of sustainable production: A case study of the petrochemical industry in Malaysia”, *Ecological Indicators*, 24, 392-402.
- Sánchez, A. M. & Pérez, M. P., 2001. “Lean indicators and manufacturing strategies.” *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1433-1451.
- Satolo, E. G., & Calarge, F. A. (2007). Determinação do grau de aderência ao sistema lean production para empresas da indústria automobilística: um estudo tipo. XXVII ENEGEP.
- Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (2008). Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. *Gestão & Produção*, 15(3), 449-462.
- Schiller, M. e Everard, M. (2013). Metals in PVC stabilization considered under the aspect of sustainability-one vision. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 19(2), 73-85.
- Seibel, S. (2004). Um modelo de *benchmarking* baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira. 2004, 173p. Tese Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,
- Silva, G. G. M. P. D. (2009). Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado. 2009. 157p, Dissertação de Mestrado em

- Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- TNS (2000), “The Natural Step”, Agência Europeia do Ambiente. PVC. “Uma Avaliação utilizando o Quadro natural, Passo Relatório sobre o Seminário Visão 2020”, Cheltenham, Reino Unido.
- Tubino, D.F., Silva, G.G.M.P., Andrade, G.J.P.O., Hornburg, S. e Oliveira, L.M., “*Benchmarking* enxuto: um método de auxílio à implantação da manufatura enxuta”, XXVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.
- UNEP (United Nations Environmental Programme), 2000. Integrated Environmental and Economic Accounting \- An Operational Manual .Oxford University Press Oxford.
- United Nations , United nations , 2001. Human Development Report, [http](http://www.hdr.undp.org/)
- USGBC (2007). Assessment of the basis for PVC related credit for LEED. United States Green Building Council; [http://www.usgbc.org/Docs/LEED tsac/USGBC](http://www.usgbc.org/Docs/LEED%20tsac/USGBC)
- Vargas, L.G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. European journal of operational research, 48(1), 2-8.
- Veleva, V. e Ellenbecker, M., 2001, “Indicators of sustainable production: framework and methodology”, Journal of Cleaner Production, Vol. 9, p. 519-549
- Veleva,V., Hart, M.,Greiner,T.,Crumbley.C.,2003.Indicators for measuring environmental sustainability :a case of the pharmaceutical industry. Benchmark.int.J. 10 (2) . 107- 119.
- Walter, O.M.F.C. e Tubino, D.F., 2011, “A perspectiva brasileira dos métodos científicos de avaliação da Manufatura Enxuta”, Estudos Tecnológicos, Vol. 7, No. 1, Jan.
- Walter, O. M. F. C., & Tubino, D. F. (2013). Assessment methods of lean manufacturing: literature review and classification. Gestão & Produção, 20(1), 23-45.
- WBCSD (2006). Five Winds International, Eco-efficiency Learning module. Disponível em <http://www.wbcsd.org/pages/EDocument/EDocumentDetails.aspx?ID=13593&NoSearchContextKey=true> . Acesso 2015-03-13
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, Ch.-F., Zhao, J.-H., 2009 a. Review on multi-criteria decision analysis in sustainable energy decision-making. Renew. Sust. Energ. Rev. 13, 2263 e 2278.
- Womack J.P. e Jones,D.T.,1998. “A mentalidade enxuta nas empresas” 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

- Womack ,J.P. e Jones, D.T.,20 04. “A máquina que mudou o mundo”. Rio de Janeiro: Campus.
- Zayco, M. J.; Broughman, D. J.; Hancock, W. M., 1997. “Lean manufacturing yields world-class improvements for small manufacturer.” IIE Solutions, Apr. p. 36-40.
- Zimmermann Regina Célia Da.,2004. “O PVC e a sustentabilidade ambiental: marcos históricos e o caso Amanco Brasil. ’Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis.

APÊNDICES

APÊNDICE A

FERRAMENTA DE *BENCHMARKING* PARA ANÁLISE DA CULTURA E MATURIDADE DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA NO SETOR DE TRANSFORMAÇÃO DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC

Termo de Confidencialidade
Universidade Federal de Santa Catarina
TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Termo de compromisso do pesquisador para o uso de dados e Confidencialidade das informações obtidas sobre as empresas pesquisadas.

Título do projeto: METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS MAIS LIMPOS: UM ESTUDO DE CASO PARA PEÇAS DE PVC

Pesquisador responsável: Paola Andrea de Antonio Boada

Pesquisador orientador: João Carlos Espíndola Ferreira, Dr.

Instituição de origem do pesquisador: UFSC

Curso: Mestrado em Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Fabricação

Por este Termo de Confidencialidade os pesquisadores comprometem-se

A:

- Preservar o sigilo e a privacidade das empresas cujos dados (informações e resultado de avaliações) serão estudados;
- Assegurar que as informações e/ou arquivos coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima em trabalhos científicos, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar as empresas pesquisadas;

- Garantir que os respondentes terão a privacidade de seu nome garantida e seus dados pessoais não divulgados em nenhum momento.

Paola Andrea de Antonio Boada
deantonioboada@gmail.com Tel. (048) 98049206
PÓSMEC - UFSC

Nome da empresa
Número de funcionários
Data de Fundação da Empresa

1) O questionário foi respondido por:

Presidente Diretor de operações Gerente Supervisor
 Engenheiro.

Área:

Produção Desenvolvimento de produtos Qualidade
Sustentabilidade Operações Processos R.H. Outro.

Escolaridade:

Tempo na organização: _____

2) Composição do capital da empresa (indique a participação de cada um):

Nacional: _____%

Estrangeiro: _____%

3) Mercados em que atua (indique a participação de cada um):

Interno: _____%

Externo: _____%

4) Existe algum programa oficial destinado à aplicação do *Lean*?

Sim Desde quando? _____ Não

5) Existe algum programa oficial destinado à produção mais limpa?

Sim Desde quando? _____ Não

6) No desenvolvimento e aplicação dos conceitos *Lean* existe preocupação no estudo do impacto ambiental, ou seja, com a produção mais limpa?

- () NA- Não se aplica
 () NE- Não existe, correspondendo a itens que não estão sendo aplicados, mas que, devido às características da empresa, poderiam ser adotados.
 () MFR- Aplicação muito fraca
 () FR- Aplicação fraca
 () FO- Aplicação forte
 () MFO- Aplicação muito forte
 Quais? _____

7) Ao aplicar o mapeamento do fluxo de valor, são considerados os impactos ambientais oriundos do processo?

Sim () Não ()

8) Existe algum controle referente à redução do impacto ambiental obtidos com a aplicação da manufatura enxuta?

Sim () Não ()

Qual? _____

9) A empresa adota a prática do DFE (*Design for Environment* – Projeto para o Meio Ambiente)?

Sim () Não ()

10) Marque uma das alternativas referente ao status da sua planta quanto à aplicação da gestão ambiental da ISO 14000 (Sistema de Gestão Ambiental)

- () Não é considerado
 () Interesse na implantação futura
 () Há planejamento para implantação futura
 () Implantando atualmente
 () Implementado com sucesso
 () Certificado ISO 14000. Há quantos anos é certificado? _____

11) Marque uma das alternativas referente ao status da sua planta quanto à aplicação da Gestão da Qualidade ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade).

- Não é considerado
- Interesse na implantação futura
- Há planejamento para implantação futura
- Implantando atualmente
- Implementado com sucessos
- Certificado ISO 9001. Há quantos anos é certificado? _____

12) Marque uma das alternativas refere ao status da sua planta quanto à aplicação da OHSAS 18001 (Segurança e Saúde no Trabalho).

- Não é considerado
- Interesse na implantação futura
- Há planejamento para implantação futura
- Implantando atualmente
- Implementado com sucesso
- Certificado OHSAS 18001. Há quantos anos é certificado?

Aplica diretrizes BS 8800

13) Considerando as estratégias competitivas adotadas pela empresa, favor distribuir 100 pontos entre as práticas listadas abaixo, conforme o grau de importância da mesma.	
Qualidade	
Custo	
Flexibilidade para Desenvolver Projetos de Produtos	
Inovação	
Meio Ambiente e Segurança	
Soma Total Máxima= 100 pontos	100

**BENCHMARKING PARA ANÁLISE DA CULTURA E
MADUREZA DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA NO SETOR DE
TRANSFORMAÇÃO DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC**

A produção mais limpa consiste em uma aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos, produtos e serviços, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia.

A produção mais limpa resulta na conservação de matérias-primas, água e energia; eliminação de substâncias tóxicas e matérias-primas perigosas; e da redução da quantidade de toxicidade de todas as emissões e resíduos na fonte durante o processo de produção.

Com relação aos produtos, a produção mais limpa visa reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima, passando pela sua fabricação e utilização, até a destinação final do produto. Em serviços, a produção mais limpa implica na incorporação das preocupações ambientais na concepção e prestação de serviços.

Os princípios da produção enxuta, aplicados de maneira conjunta com a produção mais limpa, apresentam vantagens na diminuição de desperdícios, aproveitamento de recursos, espaço físico, tempo e esforço humano, gerando maior flexibilidade dos processos produtivos e criando um equilíbrio entre a dimensão econômico-produtiva e a ambiental, atendendo as expectativas dos consumidores e os requisitos de ordem ambiental e social.

Instrução:

1. Responder as questões com nota de 1 a 5, considerando os critérios abaixo.

NA- O componente não está implantado.

- 1- O componente está implantado, mas existem grandes inconsistências na implantação- Equivale **1 a 20%** de prática e performance.
- 2- O componente está implantado, mas existem pequenas inconsistências na implantação- Equivale **21-40%** de prática e performance.
- 3- O componente está completamente implantado- Equivale **41-60%** de prática e performance.
- 4- O componente está completamente implantado e com resultados efetivos- Equivale de **61-80%** de prática e performance.
- 5- O componente está completamente implantado, com resultados efetivos e exibe contínua melhoria nos últimos 12 meses- Equivale **81-100%** de prática e performance.

INDICADORES DE ADMINISTRAÇÃO/RESPONSABILIDADE							
PRÁTICAS		AVALIAÇÃO					
		N	1	2	3	4	5
		A					
AR-01	O desdobramento das políticas <u>da produção mais limpa</u> está sendo alcançado mediante uma estrutura de índices qualitativos e quantitativos (o que foi planejado está sendo alcançado)						
AR-02	Os objetivos de progresso da produção mais limpa são definidos e têm sido efetivamente comunicados						
AR-03	Há compromisso da alta gerência nos processos de implantação e desenvolvimento da produção mais limpa (estruturação e investimento de ações preventivas), e não às operações de curto prazo.						
AR-04	Existe um clima estimulante e de incentivos pelos progressos na consecução de metas e implantação dos princípios da produção mais limpa						
AR-05	Os funcionários envolvidos na produção mais limpa são de diversos níveis da estrutura						
AR-06	Existem estratégias para gestão dos impactos do processo produtivo na biodiversidade, dirigidos a funcionários seus familiares e comunidade vizinha (atividades que propiciam redução dos impactos como descarte adequado de resíduos sólidos, pilhas, baterias, produtos de limpeza e solventes)						
PERFORMANCE							
		N	1	2	3	4	5
		A					
AR-07	Existem indicadores de performance relacionados à produção mais limpa (busca pela melhoria e identificação de problemas críticos de acordo com a política da empresa)						
AR-08	A empresa conhece, mede e avalia o impacto de seus produtos no meio ambiente e reduz esses impactos realizando atividades que propiciam gestão do conhecimento e a diminuição dos mesmos.						
AR-09	Progresso da implantação e práticas da produção mais limpa em todos os níveis da estrutura, desenvolvendo ações de melhorias e visando a prevenção de ações de curto prazo, também conhecidas como "fim de tubo" (coleta seletiva de lixo, economia no consumo de papel, melhoria da iluminação natural, redução do consumo de						

INDICADORES DE INFORMAÇÃO						
	PRÁTICAS	AVALIAÇÃO				
		N A	1	2	3	4
I-01	Disponibilidade de informações relacionadas à produção mais limpa para toda a organização conforme a necessidade de melhoria dos setores					
I-02	O conhecimento é compartilhado, desenvolvido e propagado por meio da estrutura organizacional (áreas da empresa).					
I-03	A medição dos avanços na conquista de melhorias obtidas pela produção mais limpa se reflete em indicadores financeiros, conseguindo medir o retorno para a empresa com a aplicação de medidas preventivas.					
I-04	Disponibilidade de informações do colaborador que atua na área e de incentivos para geração de novos trabalhos e oportunidades de melhora na empresa					
PERFORMANCE						
I-05	Há atualização periódica das informações referentes à produção mais limpa					
I-06	Redução de despesas e custos com a adoção de práticas de produção mais limpa e aplicação de ferramentas de manufatura enxuta					
I-07	Divulgação interna e externa dos resultados obtidos com a produção mais limpa e uso de ferramentas de ME					

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS							
	PRÁTICAS	AVALIAÇÃO					
		N	1	2	3	4	5
A							
DP-01	Desenvolvimento integrado de produtos com a participação das áreas da empresa, fornecedores e clientes no desenvolvimento de produtos que favoreçam a produção mais limpa.						
DP-02	Para produtos já existentes são aplicados princípios do gerenciamento de ciclo de vida						
DP-03	Para produtos novos são aplicados princípios do gerenciamento de ciclo de vida						
DP-04	Há redesenho dos produtos para eliminar eventuais problemas ambientais relacionados com a fabricação, uso e destinação destes produtos pós-uso pelo cliente favorecendo a reciclagem.						
DP-05	Há substituição de um material que pode provocar problemas ambientais por outro material que não é problemático ou ocasiona menos danos ao meio ambiente						
DP-06	Para o desenvolvimento de componentes considera-se que os mesmos sejam facilmente desmontados e reciclados no fim da vida do produto						
DP-07	No desenvolvimento de produtos busca-se o aumento da vida útil e um menor descarte dos mesmos						
DP-08	O desenvolvimento de novos produtos é suportado por uma estrutura de comunicação que envolve fornecedores e clientes finais						
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS							
PERFORMANCE							
		N	1	2	3	4	5
		A					
DP-09	Redução da quantidade matéria-prima e ou componentes que provocam danos ao meio ambiente						
DP-10	Adoção de materiais e produtos químicos tais como plastificantes, adesivos e estabilizantes que tenham o mesmo desempenho na manufatura do produto, mas que sejam menos danosos ao meio ambiente e à saúde das pessoas.						
DP-11	Melhoria de produtos redesenhados e reprojetados visando um menor impacto ambiental (reaproveitamento de peças, padronização de componentes, redução da quantidade de materiais e peças).						
DP-12	Os produtos pós-uso geram empregos e renda para a sociedade						
DP-13	Utilização de componentes e materiais reciclados favorecendo a redução de resíduos gerados na fabricação dos produtos						
DP-14	Componentes que desde o início foram desenvolvidos para favorecer a desmontagem e/ou reciclagem						

INDICADORES DE FORNECEDOR/ORGANIZAÇÃO/CLIENTE						
PRÁTICAS		AVALIAÇÃO				
		N A	1	2	3	4 5
FOC-01	Participação de fornecedores/clientes no processo decisório de desenvolvimento de produtos e processos mais limpos: (iniciativas para fornecer produtos com baixo consumo de energia).					
FOC-02	Fornecedores e clientes participam de revisões periódicas nos produtos e processos já existentes.					
FOC-03	Incentivos junto a fornecedores/clientes para o desenvolvimento de produtos e modificação de processos para que causem menor impacto ambiental (projetar produtos para reciclagem e desmontagem)					
FOC-04	A empresa tem parcerias de longo prazo com os clientes e usa um modelo formal (software, técnicas de apoio) para manter um canal de comunicação com seus clientes.					
FOC-05	Quando inicia um relacionamento com um novo fornecedor a empresa se interessa em conhecer seus princípios, sua política de responsabilidade social, e se informa se ele cumpre as legislações trabalhista, previdenciária e fiscal.					
FOC-06	Política para preservar a saúde e segurança do consumidor durante o uso do produto (rotulagem, indicações e precauções).					
PERFORMANCE						
		N A	1	2	3	4 5
FOC-07	Projetos envolvendo fornecedores/clientes no desenvolvimento de processos e produtos mais limpos					
FOC-08	Atendimento das exigências dos clientes referentes à prevenção de impactos ambientais (riscos pela saúde, legislações vigentes).					

INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO							
	PRÁTICAS	AVALIAÇÃO					
		N A	1	2	3	4	5
PP-01	Redesenho de processo: modificação do processo produtivo visando eliminação de impactos ambientais (diminuição no uso de recursos)						
PP-02	<u>Remanufatura</u> : restaurar um produto usado para uma condição de novo, para ser usado em sua função original ou utilizar suas peças em outro produto usado.						
PP-03	Consumo interno: resíduos gerados na empresa que são utilizados pela mesma empresa para um produto de segunda linha						
PP-04	Uso de elementos como embalagens e <i>pallets</i> retornáveis que podem ser reutilizados no processo (gestão eficiente do fluxo de material de volta para recuperar total o parcialmente seu valor) diminuindo seu impacto ambiental						
PP-05	Os materiais e resíduos do processo são transferidos para terceiros com maior capacidade para dar um trato e destinação adequada aos mesmos						
	PRÁTICAS (CONTINUAÇÃO)	N A	1	2	3	4	5
PP-06	Há <u>segregação de resíduos durante o processo</u> : Uma ação intermediária em que fluxos de resíduos são separados em seus componentes individuais, antes de serem reciclados, reutilizados ou consumidos.						
PP-07	Verificação do processo visando identificar os pontos críticos e proporcionar melhoria contínua para o cumprimento de indicadores e redução de impacto ambiental						
PP-08	Identificação, avaliação e controle na busca de alternativas para uma menor liberação de gases nocivos à atmosfera.						
PP-09	A empresa avalia, controla e busca reduzir o consumo de água, e consegue reaproveitar a água no processo produtivo.						
PP-10	A empresa avalia, controla e busca reduzir o consumo de energia (aumento da utilização de luz natural, melhora na capacidade dos processos).						
PP-11	A empresa adota práticas de manufatura enxuta (tecnologias, metodologias e ferramentas) para reduzir os impactos ambientais.						
PP-12	A empresa avalia, controla e busca reduzir os resíduos						

PP-13	Existe um modelo formal de previsão da demanda (software de apoio para todos os itens vendidos)						
PP-14	A empresa tem identificado e classificado os grupos de produtos por volume e frequência de demanda, permitindo fluxos puxados e empurrados de itens.						
PP-15	A empresa tem programação de lotes de acordo com a demanda solicitada (equipamentos pequenos, médios e grandes na proporção da demanda).						
PP-16	Existe um esforço guiado por metas de redução contínua de tempos de preparação ("setup") e troca rápida de ferramentas com o menor tempo possível						
PP-17	Existe um planejamento da manutenção dos equipamentos ligado à educação e treinamento dos operadores com a finalidade de melhorar o desempenho em conjunto						
PP-18	Folhas de procedimentos padrão: Elas explicam como deve-se realizar o procedimento para elaboração de uma tarefa específica						
PERFORMANCE							
		N	1	2	3	4	5
		A					
PP-19	Houve redução de resíduos sólidos gerados, minimização de perdas de matéria-prima na manipulação e diminuição do risco de manipulação com a adoção das práticas de produção mais limpa.						
PP-20	Redução do consumo de água com a adoção da produção mais limpa						
PP-21	Redução do consumo de energia com a adoção da produção mais limpa						
PP-22	Redução de gases nocivos à atmosfera com a adoção da produção mais limpa						
PP-23	Redução dos impactos ambientais com a adoção de práticas da manufatura enxuta (ferramentas, metodologia e tecnologia).						
PP-24	O modelo formal de previsão da demanda tem medições de erro abaixo de 10% entre o previsto e esperado.						
PP-25	A empresa tem um sistema formal de planejamento da produção de médio prazo (software, ERP, planejamento mestre da produção).						
PP-26	A empresa tem um sistema integrado das necessidades de materiais (MRP I)						

PERFORMANCE (CONTINUAÇÃO)		N	1	2	3	4	5
PP-27	O percentual de agregação de valor é conhecido pela empresa (tempo em que os produtos agregam valor em relação ao tempo total da produção dos mesmos)						
PP-28	Índice de paradas não programadas: frequência em que a produção é interrompida devido à quebra de equipamento ou problemas de qualidade						
(14) <i>Checklist</i> para análise das práticas enxutas: Selecionar o grau da prática dos princípios da manufatura enxuta (<i>Lean</i>).							
	PRÁTICAS	Não aplica	Não existe	Muito fraca	Fraca	Forte	Muito forte
	Kanban						
	Kaizen						
	5S						
	Mapeamento de fluxo de valor (MFV)						
	Manutenção produtiva total (TPM)						
	Ferramentas de controle de qualidade						
	Trabalho em equipes						
	Redução do tempo de preparação (" <i>setup</i> ")						
	Medidas de performance/balance score card						
	Gráficos de controle visuais						
	Recebimento JIT (<i>just in time</i>)						
	Ferramentas de Poka Yoke						
	Melhoria na relação cliente-fornecedor						
	Trabalho em fluxo contínuo						
	Modificação da estrutura financeira/custos						
	Manufatura celular						

APÊNDICE B

- Relatório produto da aplicação do *benchmarking* para a empresa N3.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA — UFSC
 POSMEC GRUPO DE INTEGRAÇÃO DA MANUFATURA SUSTENTÁVEL - GRIMAS
 T: (48) 3721-4021 DD: (48)98049206 E: deantonioboa@gmail.com

APRESENTAÇÃO

O benchmarking aplicado nas empresas e particularmente em sua empresa foi desenvolvido e modificado ao longo de diversas pesquisas nos últimos anos, e de acordo com o setor de aplicação foi desenvolvido com o intuito de obter uma maior compreensão das necessidades atuais do setor empresarial quanto à aplicação de ações destinadas à proteção do meio ambiente e a melhora de processos e produtos.

O GRIMAS (Grupo de Integração da Manufatura Sustentável) da Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC apresenta os resultados da avaliação feita pela mestrandia Paola Andrea de Antonio de acordo com o questionário desenvolvido para este fim.

No relatório são apresentados os aspectos gerais das empresas que participaram na pesquisa de acordo com as características do setor estudado, e nesta oportunidade trate-se do setor de transformação de peças e produtos de PVC.

Posteriormente, será apresentado o estado geral das empresas em práticas e performance com relação a seus concorrentes do setor de peças e produtos do PVC. Note-se que, de acordo com o termo de confidencialidade, a razão social das empresas pesquisadas não será divulgada a fim de preservar a identidade das empresas participantes.

Para a identificação de cada empresa, as mesmas foram sorteadas aleatoriamente e nomeadas pela letra E, e um número, assim: E1, E2... e sucessivamente. Cada empresa conhecerá sua posição, mas não a posição específica de cada um de seus concorrentes do setor”.

Conteúdo

ASPECTOS GERAIS

Apresentação	2
Descrição geral das empresas	3
Análise do Benchmarking	6
Resultados individuais	
Adm. / Responsabilidade	8
Pessoas	12
Informação	14
Desenvolvimento de produtos	17
Fornecedor/organização /cliente	18
Processo produtivo	19

Resultados checklist da manufatura enxuta	21
Continuação da pesquisa	22

DESCRIÇÃO GERAL DAS EMPRESAS



As empresas participantes da pesquisa pertencem ao setor de Pecas e Produtos finais de PVC no estado de Santa Catarina.

Levando em conta que o PVC é um termoplástico de ampla versatilidade, tratou-se de gerar uma mostra significativa dos setores onde o PVC está presente.

Assim, a caracterização das empresas participantes se encontra da seguinte forma: Perfis: 39%, Formas plásticas: 23%, Tubos e conexões: 15%, setor Calçadista: 15%, e setor de Embalagens: 8%.

IDADE DAS EMPRESAS PARTICIPANTES



A idade das empresas que participaram da pesquisa foi diversa, embora a média das empresas foi 17,92 anos, a maior porcentagem (69%) foi encontrada em empresas entre 6 e 15 anos.

Com referência ao capital das empresas pesquisadas, 85% das empresas possuem um capital nacional, enquanto 15% das empresas possuem capital estrangeiro.

No mercado de atuação: as treze empresas participantes da pesquisa atuam suprindo o mercado interno, sendo que 5% das empresas apresenta uma participação com uma margem reduzida no mercado externo.



ESTRATÉGIA COMPETITIVA

Observando-se a estratégia competitiva adotada pelas empresas primam a Qualidade (35%) e o Custo (28%), seguidos pela Flexibilidade no desenvolvimento de produtos (18%).

As ações destinadas à inovação, meio ambiente e segurança não são tomadas como estratégias competitivas fortes. Com 10% e 9% respectivamente.

As ações adotadas pelas empresas são consequências da resolução de questões produtivas, exigências dos clientes ou vantagem competitiva.

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS E GESTÃO ISO 9001, ISO 14001 E OHSAS 18001

Das empresas participantes, 30,77% apresentaram certificação do sistema de gestão de qualidade ISO 9001, 7,69% estão implantando esse sistema de gestão atualmente, 23,08% tem interesse na implantação futura, e 15,38% apresenta um planejamento para implantação no futuro.

Considerando o sistema de gestão ambiental ISO 14001 frente ao status da planta quanto à aplicação da norma, 5 das 13 empresas pesquisadas (38,46%) mostraram interesse na implantação futura, 7,69% (1 empresa) está certificada, nenhuma das empresas se encontra implantando-a, e, para 30,77% das empresas o sistema de gestão ambiental não é considerado.

Quanto à norma de segurança e saúde no trabalho (OHSAS 18001), há interesse na implantação futura por 38,46% das empresas, e não é considerado pelo 46,15% das empresas, embora todas elas contem com a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes).

Com relação à empresa possuir um programa específico direcionado à obtenção da produção mais limpa, 77% das empresas responderam de maneira afirmativa.



5

BENCHMARKING PARA A ANÁLISE DA CULTURA E MATURIDADE DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA NO SETOR DE TRANSFORMAÇÃO DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC

O **Benchmarking**, definido como um padrão de referência a partir do qual outros parâmetros são medidos¹ busca pontos de referência que permitam comparar o desempenho com a concorrência, objetivando a melhoria do rendimento do que está sendo medido.¹ Dois aspectos são considerados, que são as **práticas** e sua compreensão, bem como a **performance** resultante.

A análise das **práticas** (implantação de procedimentos, técnicas gerenciais e tecnológicas no sistema produtivo) permite compreender a origem das deficiências relevantes para que sejam priorizadas ações de melhoria.

A **performance** refere-se aos resultados mensuráveis obtidos dos procedimentos implantados na empresa. No benchmarking foram avaliados aspectos de **desenvolvimento de produto, processo produtivo, informações, administração/responsabilidade, pessoas e fornecedor/organização/cliente**, considerando as práticas e performances relacionadas à produção mais limpa, ecoeficiência e sustentabilidade assim como a verificação das ferramentas de manufatura enxuta aplicadas na empresa em termos de produtos de PVC.²

A produção mais limpa (P+L) consiste em uma aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos

processos, produtos e serviços, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia.

A produção mais limpa (P+L) resulta na conservação de matérias-primas, água e energia; eliminação de substâncias tóxicas e matérias-primas perigosas; e da redução da quantidade de toxicidade de todas as emissões e resíduos na fonte durante o processo de produção.

Com relação aos produtos, a produção mais limpa (P+L) visa reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima, passando pela sua fabricação e utilização, até a destinação final do produto. Em serviços, a produção mais limpa implica na incorporação das preocupações ambientais na concepção e prestação de serviços.²

Os princípios da produção enxuta, aplicados de maneira conjunta com a produção mais limpa, apresentam vantagens na diminuição de desperdícios, aproveitamento de recursos, espaço físico, tempo e esforço humano, gerando maior flexibilidade dos processos produtivos e criando um equilíbrio entre a dimensão econômico-produtiva e a ambiental, atendendo as expectativas dos consumidores e os requisitos de ordem ambiental e social. Isto é feito para contribuir com a análise e avaliação das práticas e performance com referência a empresas do mesmo setor de transformação final de peças e produtos de PVC.

¹ Tomelero (2012),² Ramos (2013)

ANÁLISE DO BENCHMARKING

O presente relatório é o resultado da aplicação da ferramenta "Benchmarking para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa aplicada no setor de transformação de peças e produtos de PVC" em 13 empresas do sector de PVC no estado de Santa Catarina.

O benchmarking, apresentado para cada uma das empresas, envolve uma análise em termos de práticas e performances dos 6 tipos de indicadores a seguir:

- > Administração / Responsabilidade
- > Pessoas
- > Informação
- > Desenvolvimento de produtos
- > Fornecedor /organização / cliente |
- > Processo produtivo

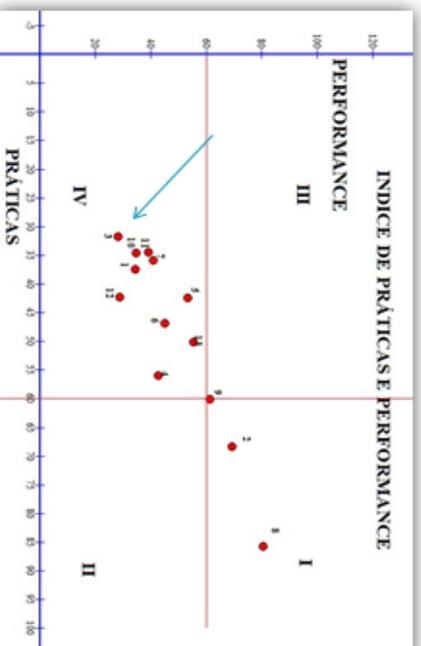


GRÁFICO DE PRÁTICAS VS

PERFORMANCE

O gráfico Prática VS Performance determina o posicionamento da empresa frente a seus concorrentes em função dos índices gerais de prática e performance obtidos do benchmarking.

O eixo das abscissas representa o índice geral das práticas, da empresa, enquanto o eixo das ordenadas representa o nível de performance alcançado.

Este gráfico divide-se em 4 quadrantes e o valor de referência que os divide é 50%, que é considerado o desempenho mínimo desejado.

Quadrante I: Altos níveis de práticas e performance.

Quadrante II: Altos níveis de prática, baixos níveis de performance.

Quadrante III: Baixos níveis de performance e baixos níveis de práticas.

Quadrante IV: Baixos níveis tanto de performance como de práticas.

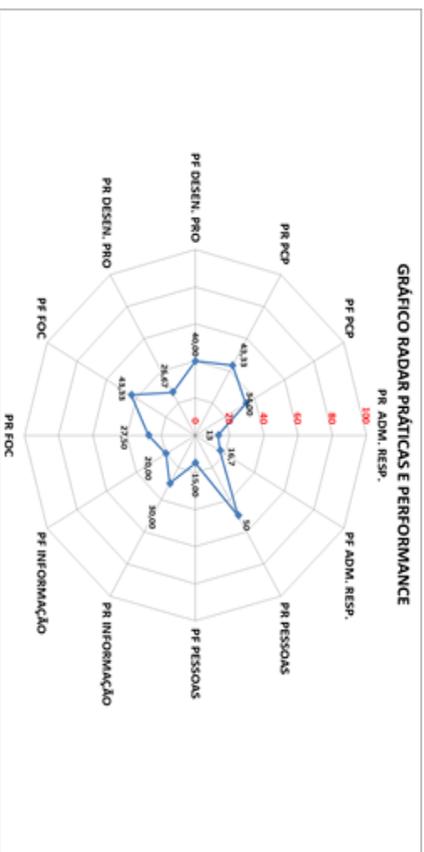
O Gráfico radar descreve o comportamento dos seis indicadores de prática (PR) e performance (PF) de cada em uma escala de 0 a 100%. A posição de cada variável é estabelecida por um ponto, e cada ponto é unido por uma linha de cor azul que representa a avaliação geral da empresa.

O padrão de excelência é alcançado considerando 100% dos índices de prática e performance em cada um dos indicadores.

Considera-se 60% como uma referência mínima de desempenho favorável para o desenvolvimento de práticas e performances de manufatura enxuta (MIE) e produção mais limpa (P+L).

Os pontos que estão abaixo de 60% são consideradas as pontos de caráter prioritário e de atenção direta na tomada de decisões dentro dos critérios de melhoria da empresa.

Neste gráfico pode-se observar como a empresa E 3 encontra-se no quadrante IV, o que indica baixos níveis de prática e performance, o nível de práticas geral (37,81%) e de performance geral (28,17%), embora estes resultados permitam identificar algumas possibilidades de melhoria focalizadas que serão identificadas de forma mais concreta no **Gráfico Radar** que apresenta a descrição mais detalhada dos mesmos.



O gráfico não apresenta **pontos fortes** (acima de 60%), mas, deve-se destacar dentro da gestão da empresa o resultado:

Indicador de pessoas

[PR] 50%

Oportunidades de melhoria em áreas concretas da empresa de acordo com o resultado de prática (PR) Com relação à performance (PF), os pontos mais críticos, localizados abaixo da linha de 60 %, serão aqueles que a empresa precisa priorizar, os quais são:

Indicador de informação	(PR) 30%,	(PF) 20 %.
Indicador de pessoas	(PR) 50%,	(PF) 15%.
Indicador de administração/responsabilidade	(PR) 13%,	(PF) 16,7%.
Planejamento e Controle da Produção	(PR) 43,33%,	(PF) 34%.
Desenvolvimento de produtos	(PR) 26,67%,	(PF) 40%.
Fornecedor/organização/ cliente,	(PR) 27,50%,	(PF) 43,33%.

Cada um dos 6 tipos de indicadores avalia critérios definidos em práticas de manufatura enxuta (ME) e produção mais limpa (P+L), sendo estudados indicadores para cada variável a fim de estabelecer as possibilidades de melhoria na empresa.



O sistema de pontuação de 1 a 5 descreve 3 situações principais para a sua medição. A nota 1 corresponde a um nível básico de prática e performance, nota 3 equivalente a um nível intermediário de prática e performance, e nota 5 equivale à excelência de prática e performance. As notas 2 e 4 são posições intermediárias da avaliação.

INDICADORES DE ADMINISTRAÇÃO/RESPONSABILIDADE

A avaliação dos indicadores de administração/responsabilidade foi verificada através de 4 grupos de indicadores relacionados com o estado atual da empresa respeitando a relação de causa-efeito existente entre eles.

- A- Plano de desenvolvimento da P+L
- B- Compromisso da alta gerência
- C- Desdobramento das políticas de (P+L) (Políticas, Objetivos Indicadores).
- D. Progresso da produção mais limpa (P+L) em todos os níveis da empresa

GRÁFICO A: PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Foram avaliados os **indicadores de prática** AR 1 AR 3 e AR 5. Relacionados com o plano de desenvolvimento da produção e o desdobramento de política mais limpa (P+L), assim como o compromisso da alta gerência nos processos de implantação e desenvolvimento da produção mais limpa, e a estruturação e investimento de ações preventivas, além de considerar se os funcionários envolvidos na produção mais limpa são de diversos níveis da estrutura, na avaliação das práticas a empresa obteve-se 26,7%. Os **indicadores de performance** AR 10 e AR 12 avaliam o plano de desenvolvimento da produção mais limpa (P+L) e a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L. Nesta avaliação a empresa obteve 20%.

"Pode-se sugerir a formação de uma equipe com funcionários de diversos níveis da estrutura para elaborar um plano de desenvolvimento de ações da produção mais limpa".

No gráfico B COMPROMISSO DA ALTA GERÊNCIA.

Avalio os **indicadores de prática** AR 3, AR 4 relacionados com compromisso da alta gerência nos processos de desenvolvimento e implantação da P+L e a existência de um clima estimulante de incentivos pelos progressos na consecução de metas e implantação dos princípios da produção mais limpa, na avaliação a empresa obteve um 20%. Os **indicadores de performance** AR 09 E AR 12 referem-se à implantação de práticas de P+L em todos os níveis da infraestrutura visando à prevenção de ações de curto prazo e novamente reflete a disponibilidade de pessoal a empresa frente à avaliação destes indicadores obteve um 10%.

Pode-se sugerir reuniões mensais com um tempo máximo estipulado destinado à produção mais limpa com o fim de reconhecer as práticas e performances que poderiam ser melhoradas, com a presença da alta gerência os colaboradores são mais motivados e sua percepção frente à alta gerência é modificada pelo fato que está preocupada com as melhorias.

No gráfico C: DESDOBRAMENTO DAS POLÍTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Avaliam os **indicadores de prática** AR1, AR2, relacionados com o desdobramento de políticas mais limpa (P+L) mediante índices qualitativos e quantitativos e seus objetivos comunicados ao longo da empresa, obteve-se uma avaliação de 20%. Quanto aos indicadores de performance **AR7, AR8, AR10 e AR 11**, os quais estão relacionados com a existência de indicadores de performance, a busca pela melhoria e identificação de problemas críticos, o conhecimento da medição e avaliação dos impactos da empresa e a redução dos mesmos, o plano de desenvolvimento da produção mais limpa (P+L) e a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L. Nesta avaliação a empresa obteve 35%.

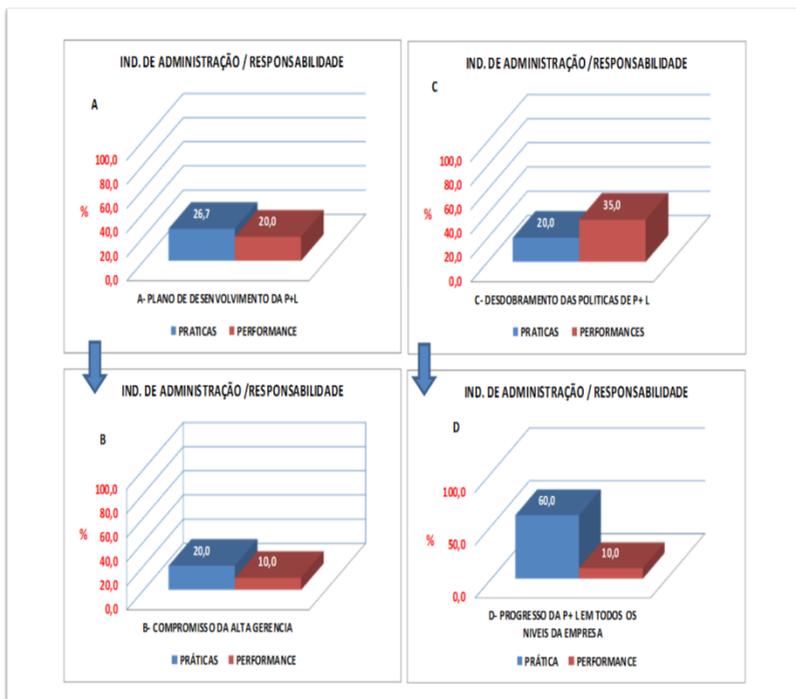
A empresa para este indicador obteve um percentagem maior de performance frente à percentagem dos indicadores da prática, isto devido à existência de indicadores de eficiência na utilização de matérias-primas e insumos na empresa.

Sugestão: Realização de atividades que propiciem a gestão do conhecimento dentro da empresa e diminuição de impactos dos produtos ao meio ambiente

No gráfico D: PROGRESSO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM TODOS OS NÍVEIS DA EMPRESA:

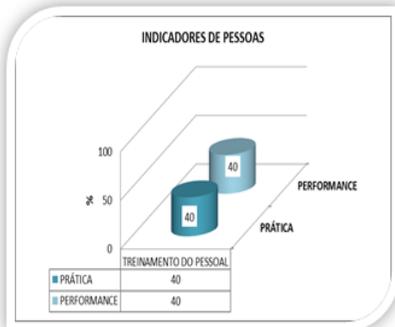
Avaliam os **indicadores de prática** AR 05, AR 06, os quais fazem referência ao progresso da produção mais limpa P+L em todos os níveis da empresa, desde as estratégias de gestão dos impactos do processo produtivo na biodiversidade dirigida à comunidade vizinha, os funcionários e seus familiares, e a realização de atividades que propiciem a redução dos impactos; além de avaliar se os funcionários envolvidos na P+L são de diversos níveis da estrutura. Obteve-se uma avaliação de 60%. Quanto aos indicadores de performance **AR 09 E AR 12** que avaliam a disponibilidade de pessoal para o progresso da P+L e o progresso da implantação de práticas em todos os níveis da estrutura desenvolvendo ações de melhoria, a empresa obteve 10%.

Sugestão: Realização e implantação de práticas de produção mais limpa fora do chão de fábrica. Na organização recomenda-se a aplicação de um programa para incentivar a reciclagem nos funcionários, bem como o cálculo das necessidades de materiais.



INDICADORES DE PESSOAS

A avaliação dos indicadores de pessoas foi verificada através de 2 grupos de indicadores relacionados com o estado atual da empresa respeitando a relação de causa-efeito entre eles



GRUPO 1. TREINAMENTO DO PESSOAL

▼ AS PRÁTICAS APRESENTARAM UMA AVALIAÇÃO BAIXA EM TERMOS DOS INDICADORES P 01, P 03 E P 04 RELACIONADOS COM A DISPONIBILIDADE DE UMA ESTRUTURA DE TREINAMENTO, ACOMPANHAMENTO APÓS O PERÍODO DE TREINAMENTO E A RACIONALIZAÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO, QUE EM CONJUNTO CONDUZIRAM AO RESULTADO DE 40% REFERENTE ÀS PRÁTICAS.

▼ QUANTO AOS INDICADORES DE PERFORMANCE, P 05 E P 06 RELACIONADOS COM O TREINAMENTO EM CONCEITOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E TREINAMENTOS PARA PÚBLICOS EXTERNOS E INTERNOS DA INDÚSTRIA, O RESULTADO FOI DE 40%.

SUGESTÕES PARA MELHORIA:

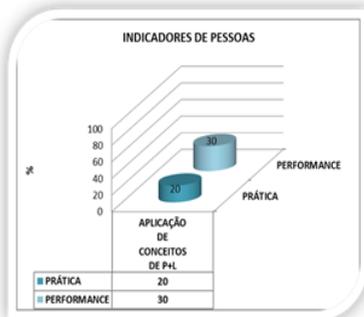
- PARTICIPAÇÃO DE FUNCIONÁRIOS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL DA EMPRESA,
- IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE FUNÇÕES E RACIONALIZAÇÃO DE FORÇA DE TRABALHO,
- IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.

13

GRUPO 2. APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE P+L

▼ OS INDICADORES DE PRÁTICAS ANALISADOS FORAM P 02 E P 04, EQUIPES DE IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE AÇÕES VOLTADAS À APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ESTABELECIMENTO DE UM LÍDER PARA COORDENAR E SUPRIR A AUSÊNCIA DE QUALQUER COLABORADOR DA EQUIPE. O RESULTADO FOI DE 20%.

▼ OS INDICADORES DE PERFORMANCE P06 E P07 REFERENTES À ESTRUTURAÇÃO DE EQUIPES DESTINADAS À APLICAÇÃO DE (P+L) E DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE MELHORIAS, ALÉM DA DISPONIBILIZAÇÃO DE RECURSOS VISANDO QUE AS AÇÕES SEJAM CONSISTENTES COM AS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, O RESULTADO FOI DE 30%.



Sugestões

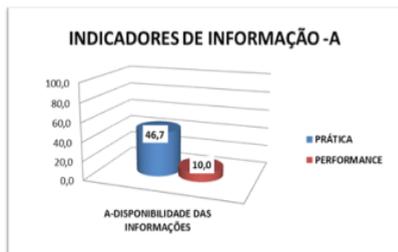
Treinamento em conceitos concretos, que tem a ver com o reaproveitamento de resíduos, a diminuição de desperdício, o descarte adequado de resíduos, assim como a implantação de procedimentos de limpeza e organização.

14

INDICADORES DE INFORMAÇÃO

Foram analisados dois grupos, o primeiro grupo de indicadores corresponde à **disponibilidade das informações** com os indicadores de prática 11, 12, 13 que correspondem à disponibilidade de informações relacionadas com a (P+L) para toda a organização conforme a necessidade de melhoria dos setores, e como o conhecimento é compartilhado na organização, assim como a disponibilidade das informações e incentivos para a geração de novos trabalhos e oportunidades de melhora da empresa.

Os indicadores de performance 15 e 17 avaliam o grau de atualização periódica das informações referentes à atualização dos ganhos com a produção mais limpa, sua divulgação interna e externa e o uso de ferramentas de ME. Estes apresentaram os resultados abaixo.



Sugestões para a melhoria do indicador

- Ações como programas de educação na produção mais limpa para públicos internos e externos a empresa,
- Programas direcionados à minimização do desperdício,
- Identificação e priorização de oportunidades de gestão (água, energia, emissões).
- Eliminação de estoques de produtos intermediários e finais.



A OBTENÇÃO DE 40% EM PRÁTICA E 30% EM PERFORMANCE, APONTA PARA UM CENÁRIO PARA A MELHORIA, E ALGUMAS DAS SUGESTÕES PARA O INCREMENTO DESTES ITENS SÃO AS SEGUINTE:

- CONTINUIDADE DAS AÇÕES E COMPROMISSOS COM A PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM TODOS OS NÍVEIS DA EMPRESA E FORA DE ELA.
- CONTINUAÇÃO DO RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE PARA PÚBLICOS INTERNOS E EXTERNOS, COMO EXEMPLO DE CREDIBILIDADE E ESTABILIDADE DA EMPRESA.
- USO DE INDICADORES DE CUSTOS E DESPENSAS AMBIENTAIS, ASSIM COMO DE INVESTIMENTOS AMBIENTAIS E GANHOS E PROGRESSOS OBTIDOS COM AS MUDANÇAS GERADAS COM A INCLUSÃO DE FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA E MELHORES PRÁTICAS DE MANUFATURA.

DENTRO DOS INDICADORES DE INFORMAÇÃO É NECESSÁRIO LEVAR EM CONTA OS INDICADORES DO PROCESSO PRODUTIVO, O INDICADOR DE PRÁTICA 13 AVALIA A MEDIÇÃO DOS AVANÇOS NA CONQUISTA DE MELHORIAS OBTIDAS PELA PRODUÇÃO MAIS LIMPA, REFLETIDA EM INDICADORES FINANCEIROS VISANDO CONSEGUIR MEDIR O RETORNO COM APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAS LIMPA. A MEDIÇÃO PARA ESTE INDICADOR DE INFORMAÇÃO FOI DE 40%

NA PERFORMANCE A AVALIAÇÃO DA MEDIÇÃO POR INDICADORES REFLETE NOS INDICADORES 16 E 17, QUE AVALIAM A REDUÇÃO DE CUSTOS COM A ADOÇÃO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA E SUA DIVULGAÇÃO INTERNA E EXTERNA. O RESULTADO NA MEDIÇÃO DESTES INDICADOR FOI DE 30%

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS



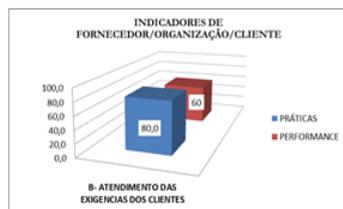
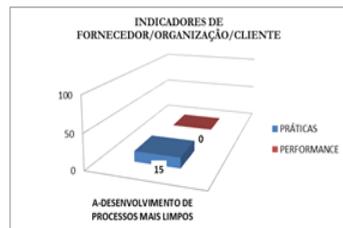
GRUPOS DE AVALIAÇÃO	PRÁTICA	PERFORMANCE	INDICADORES
A-CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS	DP02, DP03 DP06 DP07	DP11,DP13,DP14	Avalia o gerenciamento do ciclo de vida para produtos novos e já existentes, a busca do aumento da vida útil e um menor descarte dos mesmos. Na performance espera-se o desenvolvimento de componentes projetados para favorecer o reciclagem, padronização de componentes e utilização de materiais reciclados visando gerar a quantidade de resíduos na fabricação
B-PROTEÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL	DP2,DP3,DP8	DP11,DP12,DP14	Adoção e redesenho de produtos que sejam menos danosos ao meio ambiente e à saúde das pessoas; na performance espera-se uma melhoria em produtos e reprojeto, aproveitamento de peças e redução de materiais
C-PARTICIPAÇÃO DE CLIENTES E FORNECEDORES	DP04,DP05	DP9,DP10,DP11,DP12	Avalia o desenvolvimento integrado de produtos novos e antigos, sendo suportado por uma estrutura de comunicação de fornecedores e clientes e participação das áreas da empresa no desenvolvimento de produtos que favoreçam a P+L

SUGESTÕES PARA MELHORIA DO INDICADOR: Técnicas como mapeamento da cadeia produtiva, classificação dos produtos por grupos avaliando volume e frequência da demanda, minimização do impacto ao meio ambiente, diminuição do ruído na trituração do PVC reciclado, redução da quantidade de pó gerado, assim como no consumo de matéria-prima, economia no consumo de energia, assim como examinar os pontos críticos dos produtos que poderiam ter melhora significativa para o usuário e, no processo, adaptação de produtos para proporcionar reutilização, logística reversa e redução do descarte do PVC nos lixões.

Verificação da utilização do PVC reciclável pelas empresas que oferecem a resina, assim como a viabilidade de compra da resina reciclada e vendida pela bolsa de valores de rio de acordo com características próprias como o score de dureza requerido, e os níveis de segurança do PVC livre de ftalatos e de

17 |

INDICADORES DE FORNECEDOR/ ORGANIZAÇÃO /CLIENTE

**O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS MAIS LIMPOS:**

Nas **práticas** os índices FOC 02, e FOC 03 estão relacionadas com as revisões periódicas nos processos e produtos já existentes, bem como os incentivos junto a fornecedores e clientes para desenvolvimento e modificação de processos que causem menor impacto ambiental.

Na **performance** o índice FOC 07 avalia os projetos envolvendo fornecedores e clientes na busca de processos e produtos mais limpos.

ATENDIMENTO DAS EXIGÊNCIAS DOS CLIENTES:

Nas **práticas** os índices FOC 05 e FOC 06 estão relacionados com as parcerias em longo prazo com os clientes e a existência de um modelo formal de comunicação com o cliente. Além do uso contínuo de rotulagem como política para preservar a saúde do consumidor.

Na **performance** o índice FOC 08 verifica se a empresa leva em conta o atendimento às exigências dos clientes com relação à prevenção de impactos ambientais.

SUGESTÕES PARA A MELHORIA DOS INDICADORES: incremento na produtividade da distribuição, seleção de fornecedores de acordo com um exame da cadeia de valor e a avaliação da quantidade de energia e emissões no transporte de materiais, rotulagem dos insumos e do produto final, adoção de embalagens retornáveis, eliminação de estoques, conhecimento dos padrões ambientais dos fornecedores, assim como a participação de fornecedores e clientes na gestão dos impactos de processo produtivo.

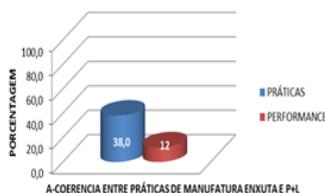
18 |

INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO

NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO FORAM AVALIADOS 4 GRUPOS DE INDICADORES DA SEGUINTE FORMA.

AVALIAÇÃO DE INDICADORES	PRÁTICA	PERFORMANCE	DESCRIÇÃO
AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS DE ME E PH	PP01, PP02, PP07, PP11, PP13, PP14, PP15, PP16, PP17, PP18	PP24, PP25, PP26, PP27, PP28	Avalia a existência de práticas de ME e(Ph) como folhas de procedimentos padrão, programação de lotes melhoria contínua, modelo de previsão de demanda, meta de redução de setup, planejamento da produção e sistema integrado de necessidades de materiais, entre outros.
GERAÇÃO DE RESÍDUOS	PP-01, PP03, PP04, PP 05, PP06, PP12	PP-19, PP23	Avalia resíduos gerados na empresa que podem ser utilizados pela mesma, uso de embalagens e pallets retornáveis, transferência de materiais e resíduos a terceiros para sua destinação adequada, separação de resíduos em componentes individuais antes de serem reciclados reutilizados o consumidos.
GERENCIAMENTO DE ÁGUA	PP-09	PP-20	Avalia o controle e a redução do consumo de água e o reaproveitamento dela no processo produtivo com técnicas de produção mais limpa (P+L)
GERENCIAMENTO DE ENERGIA	PP-10	PP-021	A empresa controla e busca reduzir o consumo de energia melhorando a capacidade dos processos e adequando o ambiente de trabalho para aproveitamento da luz natural e técnicas de produção mais limpa
CONTROLE DE EMISSÕES	PP-01, PP-08	PP-022.	Identificação, avaliação e controle na busca por alternativas para uma menor liberação de gases nocivos à atmosfera

INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO



NA COERÊNCIA ENTRE AS PRÁTICAS DE ME E P4, NA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE PRÁTICA 38%, E PERFORMANCE 12%.

ALGUMAS MELHORIAS PRA ESTE INDICADOR SÃO:

INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ME E P4, COMO A APLICAÇÃO DE FORMA CONJUNTA DE 5S E 6R, PERMITINDO IDENTIFICAR AS ÁREAS DO PROCESSO QUE PRECISAM DE MAIOR ATENÇÃO PARA A MELHORIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL NA CONSECUÇÃO DE MELHORES PRÁTICAS DE MANUFATURA.

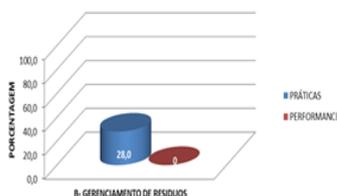
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL LIGADA À REDUÇÃO ENERGÉTICA POSSIBILITA UM MELHOR RENDIMENTO DA MÁQUINA E UM MENOR CONSUMO DE ENERGIA

A PRODUÇÃO DO NECESSÁRIO, SEM ACUMULAÇÃO DO ESTOQUE APRESENTA UMA MELHORIA NA GERAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS, REDUZINDO E CONDUZINDO A UM PROCESSO PRODUTIVO MAIS LIMPO.

REUSO DE EMBALAGENS E PALLETS RETORNÁVEIS, TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS E RESÍDUOS A TERCEIROS E A SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS EM COMPONENTES INDIVIDUAIS.

A SUBSTITUIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS, MINIMIZAÇÃO DE USO DE MATERIAS-PRIMAS, USO EFICIENTE DA ENERGIA, OTIMIZAÇÃO DO CANAL DE INJEÇÃO NA BUSCA DE GERAR MENOR QUANTIDADE DE DESPERDÍCIO, ESTAS SÃO ALGUMAS DAS PRÁTICAS QUE PERMITEM UM MELHOR GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS.

INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO



20

INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO



INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO



INDICADORES DE PROCESSO PRODUTIVO



NA PRODUÇÃO DO PVC O GERENCIAMENTO DE ÁGUA É UM FATOR POSITIVO NA GESTÃO DAS EMPRESAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO (APROVEITAMENTO, RECIRCULAÇÃO E REDUÇÃO DO CONSUMO) ASSIM COMO TRATAMENTO DO EFLUENTE FAZEM DAS EMPRESAS PRODUTORAS DE PEÇAS E PRODUTOS DE PVC EMPRESAS COM ALTO GRAU DE COMPROMETIMENTO NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NOS PROCESSOS.

EM QUANTO A AO GERENCIAMENTO DA ENERGIA EMBORA AS EMPRESAS AINDA POSSAM INCLUIR MELHORAS NA ADEQUAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO, SENSORES DE LUMINOSIDADE, UTILIZAÇÃO DE LÂMPADAS LED, O DESENVOLVIMENTO E EXPLORAÇÃO JUNTO COM A ENTIDADE PROVEDORA DE ELETRICIDADE DE NOVAS FONTES DE ENERGIA, ASSIM COMO UM Mapeamento DETALHADO DO CONSUMO DE ENERGIA, MELHORA NA UTILIZAÇÃO DOS COMPRESSORES GERA UM MENOR CONSUMO DE ENERGIA.

21

CHECKLIST PARA ANÁLISE DA PRÁTICAS ENXUTAS

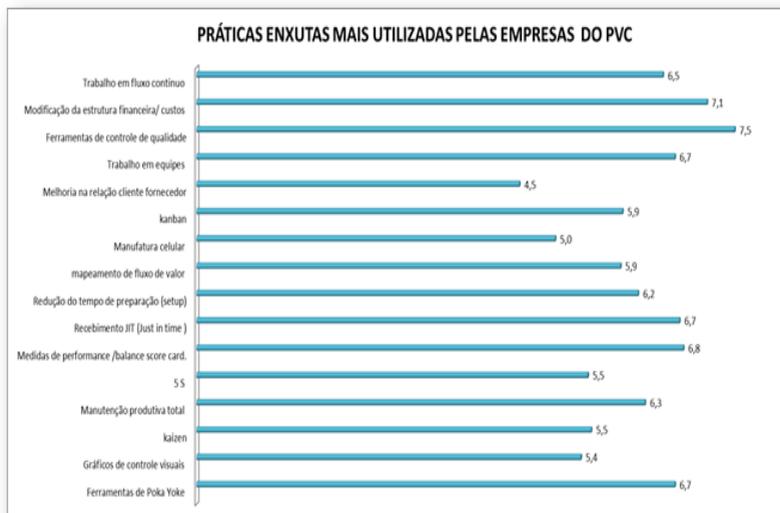
As empresas participantes da pesquisa obtiveram uma média de 5,97 sobre 10,0 no checklist referente às práticas de manufatura enxutas utilizadas pelo setor industrial, refletindo a complexidade do setor da produção de PVC. Os diferentes processos, produtos e as práticas, em que pese a obter melhoras, não podem se aplicar devido as condições onde as empresas desenvolvem seu trabalho.

Há práticas que ao serem aplicadas podem contribuir de maneira significativa e beneficiar os processos e produtos da cadeia produtiva, além de contribuir com a manufatura e produção mais limpa. Dentre essas tem-se o 5S, mapeamento do fluxo de valor, Poka-Yoke, melhoria na relação cliente-fornecedor, gráficos de controle visual e kaizen.

As principais práticas de manufatura com maiores índices de utilização pelas empresas pesquisadas na produção de peças e produtos de PVC são: ferramentas de controle de qualidade, modificação da estrutura financeira, medidas de performance, redução de tempos de setup, kanban. De acordo com o questionário estas práticas contribuem para a consecução das estratégias competitivas das empresas.

No gráfico a seguir são apresentadas as 16 práticas enxutas que foram avaliadas pelas empresas participantes da pesquisa.

22



Convidamos as empresas para fazerem parte da fase 2, que corresponde à aplicação da metodologia proposta na melhoria dos indicadores de prática e performance, referentes à produção mais limpa avaliados na fase 1.

23

A metodologia a ser aplicada consiste na implantação de práticas na empresa, tendo como referência:

- ✓ Requerimentos e necessidades da empresa,
- ✓ Critérios avaliados no relatório com preferência aqueles abaixo de 60%,
- ✓ Tempo estipulado,
- ✓ Recursos disponíveis para implantação (pessoal, tempo e infraestrutura).

Será selecionado um processo e um produto (ou linha de produtos), assim como o estabelecimento das atividades e definição dos custos de implantação, de acordo com as possibilidades da empresa.

É importante enfatizar que o desenvolvimento da metodologia faz parte da dissertação da mestranda, buscando a melhoria de produtos e processos do setor de PVC.

No entanto poderá existir um contrato na modalidade de estágio com a finalidade de estabelecer um vínculo real com a empresa. Neste caso, a pesquisadora é conhecedora dos protocolos necessários para este tipo de vínculo caso haja interesse.



Prof. João Carlos Espíndola Ferreire, Ph.D.
 Universidade Federal de Santa Catarina
 Departamento de Engenharia Mecânica
 GRIMA/GRUCON, Caixa Postal 476
 88040-900, Florianópolis, SC
 Tel: (48) 3721-4021
 Fax: (48) 3721-7615; E-mail: j.c.ferreire@ufsc.br



APÊNDICE C

Apresentado em anexo devido a extensão do mesmo.

APÊNDICE D

Manual da Ferramenta Visual de Práticas Sustentáveis (FVPS)

Uma vez que a empresa obtém a avaliação do *benchmarking*, ela pode estabelecer os objetivos a serem seguidos na busca pela sustentabilidade, contando com o comprometimento da direção quanto aos produtos e processos que precisam ser melhorados.

Esta ferramenta foi criada como parte do desenvolvimento da metodologia proposta na presente dissertação, requerendo como informação de entrada as avaliações da empresa feitas através do *Benchmarking* e do *Checklist* da manufatura enxuta.

1. Depois de analisar a situação da empresa mediante os gráficos de práticas versus performance e o gráfico radar, pode-se visualizar com clareza os índices de práticas e performance que

precisam de ações de melhoria e os pontos críticos localizados mais internamente ao hexágono da avaliação mínima formada pela linha de 60%, estabelecendo-se assim um mapa de “frio e calor” dentro da atuação da empresa.

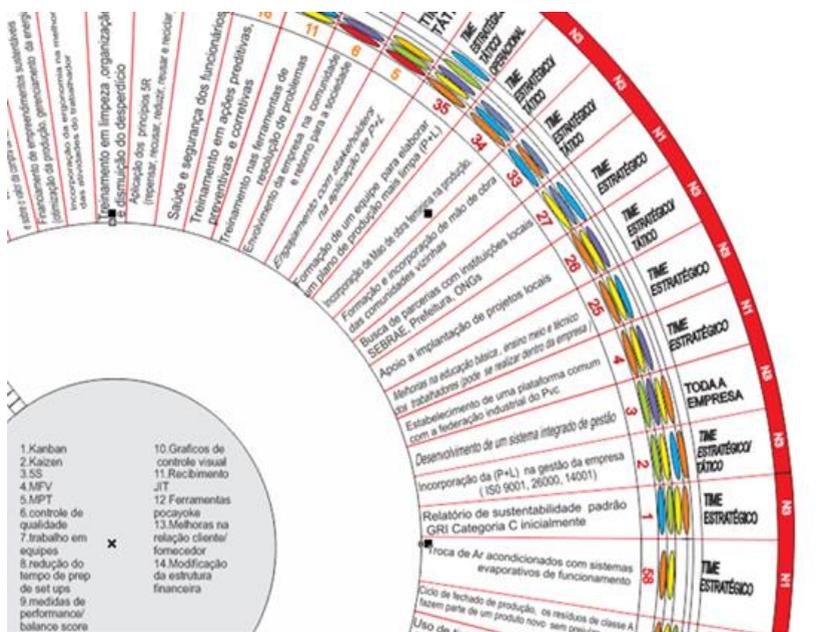
2. Conforme os resultados da avaliação dos indicadores pode-se compreender os pontos que precisam de melhoria e sua repercussão na empresa.

Uma vez avaliados esses dados no nível estratégico da empresa procede-se a utilização da ferramenta.

Na parte mais externa da ferramenta se encontram as cores utilizadas nas avaliações de cada uma das variáveis, as práticas reforçam a gestão da empresa com ênfase nas áreas propostas.

<i>Variáveis</i>	<i>Cor</i>
Administração/ Responsabilidade	
Pessoas	
Informação	
Desenvolvimento de produto	
Fornecedor/Organização /Cliente	
Processo produtivo	

Essas cores podem ser visualizadas na seguinte figura.



Na ferramenta pode-se observar o nível ao qual corresponde cada prática conforme os níveis de atuação de Lowell. Assim, conforme os níveis de atuação de Lowell, a empresa pode assinalar as possíveis práticas que para seu nível podem ser implantadas na empresa.

<i>NÍVEL</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
NÍVEL 1	Refere-se ao grau de conformidade com os requisitos e legislação vigente local, nacional e internacional.
NÍVEL 2	Refere-se à facilidade de mensurar as entradas, saídas e a performance nos aspectos ambiental, social e econômico relacionados com a redução de custos e o uso de materiais e recursos de forma eficiente.
NÍVEL 3	Refere-se aos efeitos potenciais da organização sobre o meio ambiente, à segurança e saúde dos colaboradores, o desenvolvimento da comunidade e a performance econômica.

- NÍVEL 4** | Refere-se aos impactos através da cadeia de suprimentos e do ciclo de vida dos produtos, a distribuição, uso e descarte final dos produtos, assim como a reutilização, reciclagem e utilização de materiais renováveis.
- NÍVEL 5** | Refere-se a como os processos de produção das empresas se encaixam no quadro maior de uma sociedade sustentável, a produção não é uma atividade isolada, pelo que fatores econômicos, sociais e ambientais devem ser considerados assim como a capacidade de assimilação do impacto negativo pelo meio ambiente.

Tem-se uma grade de possibilidades conforme cada uma das variáveis, cabendo à empresa decidir o grau de complexidade e interação na aplicação da prática selecionada. Porém, para contribuir com a avaliação de cada uma das práticas, sugere-se o grau de complexidade e interação conservando as cores correspondentes.



Exemplo

Pratica 26: precisa-se a conformação de um time de caráter estratégico/tático para seu gerenciamento e refere-se a uma pratica de nível 3 conforme Lowell.

Pratica 26: O grau de complexidade para a prática além do engajamento de Adm./Resp.(vermelho) requer informações do pessoal e disponibilidade da área encargada de fornecedores e clientes.

Esta prática pode ser implantada na empresa partindo das ferramentas de manufatura enxuta avaliadas no *checklist* inicial, as quais até o momento estavam voltadas para a produtividade, medição dos indicadores de produção e solução de problemas de qualidade, podendo ser reavaliadas para a consecução de resultados que integrem a sustentabilidade. Isto representa o primeiro passo da empresa na busca da sustentabilidade de suas ações ao fazer uma avaliação dos processos e suas interações, assim como as entradas e saídas do ponto de vista sustentável.

A FVPS será apresentada no formato A3 e anexo no pdf.