



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS  
MESTRADO EM RECURSOS NATURAIS**

**DAYANNA DOS SANTOS COSTA MACIEL**

**PRODUTIVIDADE VERDE: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA  
MENSURAÇÃO.**

**Campina Grande - PB  
2014**

**DAYANNA DOS SANTOS COSTA MACIEL**

**PRODUTIVIDADE VERDE: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA  
MENSURAÇÃO.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Competitividade.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lúcia Santana de Freitas.

**Campina Grande-PB**

**2014**

**DAYANNA DOS SANTOS COSTA MACIEL**

**PRODUTIVIDADE VERDE: PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA  
MENSURAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

Aprovada em: 21 / 02 /2014

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup>. Lúcia Santana de Freitas, Dra. (UFPG)  
Orientadora

---

Prof. Gesinaldo Ataíde Cândido, Dr (UFPG)  
Examinador Interno

---

Prof. Ricardo Moreira da Silva, Dr (UFPB)  
Examinadora Externa

À minha mãe Maria Francinete (*In memoriam*), que partiu no meio da minha caminhada, mas onde quer que ela esteja sei que estará feliz por mais esta conquista de sua amada filha. Se adquiri conhecimento e cheguei onde estou, foi graças a ti e ao meu pai Antônio, a vocês dedico o meu amor e mais essa conquista.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Senhor, Deus e Criador, por estar sempre ao meu lado, fortalecendo e capacitando-me para a realização de mais um desafio da minha vida. Obrigada Deus, por ter me dado calma nos momentos difíceis e me fazer acreditar que tudo iria dar certo.

Ao meu pai Antônio e minha mãe Maria Francinete (*In memoriam*) pela vida e amor a mim dedicado a fim de me tornar um ser humano responsável e de boa índole. Obrigada pelo o apoio e confiança depositado e por não medirem esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos, obrigada pelas horas de trabalho por vocês empenhadas a fim de me fornecer recursos para subsidiar meus estudos.

Ao meu esposo Eugênio, companheiro amável e dedicado, que esteve sempre presente nos momentos difíceis e felizes desta trajetória. Obrigada pelas palavras certas nos momentos certos e por acreditar em minha capacidade.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup>. Dra. Lúcia Santana de Freitas, com quem constitui uma verdadeira parceria. A te deixo clara a minha gratidão pelas oportunidades oferecidas, conselhos e ensinamentos dados, e confiança a mim depositada.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFCG, demais professores e secretária pela atenção e dedicação.

À empresa AlfaFlex (nome fictício) e aos seus diretores, que de forma gentil abriram suas portas disponibilizado o máximo de dados possíveis, assim viabilizando a realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, pelo apoio financeiro.

*Aprende com teus erros, tenha humildade,  
reconheça o valor das pessoas, seja honesto  
e creia em Deus. Provavelmente você será  
feliz agora...*

***Fernando Toscano***

## RESUMO

MACIEL, Dayanna dos Santos Costa. **Produtividade Verde: Proposição de um modelo para mensuração.** 151 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, 2014.

A Produtividade Verde é uma ferramenta de gestão ambiental que surge como alternativa de resposta das organizações industriais a demanda da sociedade por produtos e processos ambientalmente amigáveis. Sendo assim, diversos setores da economia voltados para a fabricação de produtos pode utilizar-se dos preceitos da produtividade verde, o que resulta na necessidade de mensurar a produtividade verde nas organizações. Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo propor um modelo para a mensuração do nível de produtividade verde organizacional. Para desenvolver o presente trabalho, foi realizada uma pesquisa do tipo exploratória, descritiva, com revisão bibliográfica. Para a construção do modelo proposto optou-se por uma abordagem para a mensuração do nível de produtividade verde em organizações baseada na principal contribuição do trabalho de Kim e Hur (2003). Este modelo foi aplicado em uma empresa do segmento de embalagens flexíveis localizada em Campina Grande-PB. Para tanto, optou-se o pelo método de estudo de caso, sendo necessários à coleta de dados em fontes primárias e fontes secundárias. A aplicação do modelo proposto demonstrou que no que tange a mensuração da produtividade verde, a empresa estudada possui um nível médio de produtividade verde, o qual é representado pelo ponto PV (IA 6,0; P 0,65) que é uma combinação existente entre o nível de produtividade organizacional e o nível de impacto por esta gerado. Dentro desta perspectiva, verificou-se que o que levou a empresa AlfaFlex a apresentar um médio nível de produtividade verde foi principalmente o fato da mesma buscar a redução/controle dos seus impactos ambientais por meio de ações de fim-de-tubo como venda das aparas para reciclagem e tratamento de resíduos de tintas, os quais aumentam o custo ambiental da empresa ao mesmo tempo em que esta transfere a terceiros a responsabilidade pelos resíduos gerados.

Palavras – Chaves: Produtividade Verde; Mensuração; Nível de produtividade verde.

## ABSTRACT

Maciel, Dayanna dos Santos Costa. **Green Productivity: Proposition of a model for measurement.** 151f. Dissertation (Master of Natural Resources). Postgraduate Program in Natural Resources, UFCG, Campina Grande, 2014.

The Green Productivity is an environmental management tool that is an alternative response of industrial society's demand for environmentally friendly products and processes organizations. Thus, different sectors of the economy facing the manufacturing of products can be used the precepts of green productivity , which results in the necessity to measure green productivity in organizations . Given the above the present study aims to propose a model for measuring the level of green organizational productivity. To develop this work, a survey of exploratory , descriptive type was performed , with literature review . To construct the proposed model we chose an approach for measuring the level of green productivity based on the main contribution of the work of Kim and Hur (2003) organizations . This model was applied to a company in the packaging segment flexible located in Campina Grande- PB . To this end, we chose the method of case study , being necessary to collect data on primary and secondary sources. The application of the proposed model has shown that when it comes to measurement of green productivity , the company studied has an average level of green productivity , which is represented by point PV ( IA 6.0 , P 0.65 ) which is an existing combination between the level of organizational productivity and the level of impact generated by this . Within this perspective , it was found that it took the company to submit Alfaflex an average level of green productivity was mainly the fact that the same seeking to reduce / control their environmental impacts through actions of end-of - pipe as sale of scrap for recycling and treatment of waste paint , which increase the environmental cost of the company while this transfer to third parties the responsibility for waste generated .

Key - Words: Green Productivity, Measurement, Green productivity level.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O foco triplo da produtividade verde.....	27
Figura 2: Modelo de formulário do ECO-FMEA.....	59
Figura 3: Cruzamento da variação dos níveis de produtividade e impacto ambiental.....	61
Figura 4: Níveis de produtividade verde nas organizações.....	63
Figura 5: Consumo per capita(US\$) de embalagem.....	75
Figura 6: Mercado Mundial de embalagens.....	76
Figura 7: Produção física dos segmentos.....	79
Figura 7: Participação de cada segmento na indústria de embalagens.....	80
Figura 8. Principais indústrias usuárias e embalagens.....	80
Figura 9. Emprego formal do setor de embalagens.....	81
Figura 10. Exportação dos segmentos do setor de embalagens.....	82
Figura 11. Composição das tintas utilizadas na impressão.....	87
Figura 12: Etapas do processo de fabricação das embalagens flexíveis.....	89
Figura 13. Impressão por Flexografia.....	91
Figura 14. Impressão por Rotogravura.....	92
Figura 15. Fluxograma do processo produtivo da Empresa AlfaFlex.....	105
Figura 17. Casa de tintas.....	107
Figura 18. Máquina de Impressão.....	108
Figura 19. Estocagem do filme extrusado.....	110
Figura 20. Máquina Laminadora.....	111

Figura 21. Máquina revisora de alta velocidade.....	112
Figura 22. Máquina Rebobinadeira.....	113
Figura 23: Geração de resíduo durante o rebobinamento.....	114
Figura 24. Máquina de corte e solda.....	114
Figura 25. Aparas oriundas do processo de corte e solda.....	115
Figura 26. Embalagem e Expedição.....	115
Figura 27. Escritórios.....	119
Figura 28. Refeitório.....	120

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Princípios da Produtividade Verde.....	29
Quadro 2: Etapas metodológicas da produtividade verde.....	32
Quadro 3: Ferramentas e tecnologias empregadas na produtividade verde.....	33
Quadro 4: Trabalhos teóricos e empíricos na temática de produtividade verde.....	34
Quadro 5: Trabalhos identificados na literatura relacionados a mensuração da PV.....	39
Quadro 6. Derivação dos pesos das variáveis de cálculo do IA.....	44
Quadro 8. Metodologias de Identificação, análise e mensuração de impactos ambientais. ....	51
Quadro9. Modelo em colunas de um formulário de análise com base no método FMEA.....	53
Quadro 10. Diretrizes para classificação dos índices de criticidade.....	54
Quadro11: Escala de análise da produtividade organizacional.....	58
Quadro 12: Critérios para pontuação da Magnitude dos impactos ambientais.....	59
Quadro 13: Critérios para pontuação da Frequência dos impactos ambientais.....	60
Quadro 14: Critérios para pontuação da Detecção dos impactos ambientais.....	60
Quadro 15: Escala de análise do impacto organizacional.....	60
Quadro 16. Combinações resultantes do cruzamento produtividade/impacto.....	61
Quadro 17. Avaliação dos níveis de produtividade e impacto diante da sustentabilidade.....	62
Quadro 18. Avaliação dos níveis de produtividade verde diante da sustentabilidade.....	62

Quadro 19 Combinação dos eixos e limites das áreas dos níveis de PV.....	64
Quadro 20. Tipo de embalagens, materiais empregados e aplicações.....	74
Quadro 21: Tipos de embalagens.....	78
Quadro 22. Principais matérias – primas (filmes) empregadas da fabricação de embalagens flexíveis.....	85
Quadro 23. Principais matérias – primas (papel) empregadas da fabricação de embalagens flexíveis.....	86
Quadro 24. Descrição dos componentes das tintas aplicadas na impressão.....	87
Quadro 25. Tipos de Laminação.....	92
Quadro 26: Impactos ambientais diagnosticados na indústria de embalagens flexíveis paraibana.....	95
Quadro 27. Indicadores para avaliar uma gestão sustentável em indústria de embalagens.....	96
Quadro 28. Faturamento da Empresa AlfaFlex.....	100
Quadro 29. Nível de produtividade mensal .....	104
Quadro 30: Formulário do ECO-FMEA aplicado à produção da AlfaFlex.....	116
Quadro 31. Análise dos impactos das demais dependências.....	121
Quadro 32: Cálculo do IA da empresa AlfaFlex.....	123

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos da Empresa AlfaFlex.....	100
Tabela 2: Produtividade Mensal da Empresa AlfaFlex.....	101
Tabela 3: Produtividades Mensais Equivalentes.....	103

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEF -	Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis.
ABRE -	Associação Brasileira de Embalagens
ACUS -	Avaliação de Ciclo de Vida
APO -	Asian Productivity Organization
BOPP -	Polipropileno Biorientado
BOPA-	Náilon Biorientado
CA -	Custo Ambiental
CCV -	Custo do Ciclo de Vida
CEBDS -	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO -	Custo de Operação
CP -	Custo de Produção
Ct -	Custo total
EMS -	Environmental Management System
ESI -	Environmental Sustainability Index
EUA -	Estados Unidos da América
FMEA -	Failure Model and Effect Analysis
GRS -	Geração de Resíduos Sólidos.
GRG -	Geração de Resíduos Gasosos

IA -	Impacto Ambiental
IPV -	Índice de Produtividade Verde
ISO -	International Organization for Standardization
LCSP -	Lowell Center for Sustainable Production
NASA -	Nation Aeronautics and Space Administration
P2 -	Prevenção a Poluição
PB -	Paraíba
PDCA -	Planejamento, Fazer (DO), Checar e Agir.
PE -	Polietileno
PP -	Polipropileno
PV -	Produtividade Verde
PVC -	Poli cloreto de vinil

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Delimitação do tema.....	18
1.2 Contextualização da situação- problema.....	21
1.3 Objetivos.....	23
1.3.1 Objetivo Geral.....	23
1.3.2 Objetivo Específico.....	23
1.4 Justificativa.....	24
1.5 Enfoque multidisciplinar do estudo.....	26
1.6 Estrutura do trabalho.....	26
CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
2.1 – Produtividade Verde: Origem, conceituação e foco.....	28
2.2 –Produtividade verde: Etapas Metodológicas.....	33
2.3. – Mensurando a produtividade verde.....	40
CAPÍTULO III – PROPOSIÇÃO DO MODELO TEÓRICO PARA A MENSURAÇÃO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE VERDE ORGANIZACIONAL.....	48
3.1 Construção do modelo proposto para a mensuração da produtividade verde organizacional.....	48
3.1.1 Produtividade.....	48
3.1.2 Impacto Ambiental.....	51
3.2 Modelo proposto para mensuração da Produtividade Verde em organizações...	59
3.2.1 Cálculo da produtividade organizacional .....	59
3.2.2 Cálculo do impacto ambiental.....	61
CAPÍTULO IV – ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	68
4.1 Escolha metodológica do estudo.....	68
4.2 Coleta e análise dos dados.....	71

CAPÍTULO V – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	74
5.1 Caracterização do setor de embalagens.....	74
5.1.1 Panorama do setor de embalagens.....	76
5.2 O segmento de embalagens flexíveis.....	84
5.2.1 Embalagens Flexíveis: matérias-primas e processo de fabricação.....	86
5.2.1.1 Processo de fabricação de Embalagens flexíveis.....	90
5.2.2 Impactos ambientais oriundos do processo produtivo de embalagens flexíveis.....	96
5.3 A Empresa: AlfaFlex.....	99
5.4 Mensuração do nível de Produtividade verde da empresa AlfaFlex.....	101
5.4.1 Cálculo da produtividade organizacional da empresa AlfaFlex.....	102
5.4.2 Cálculo do Impacto Ambiental da empresa AlfaFlex.....	106
5.4.3 Nível de Produtividade Verde da Empresa AlfaFlex.....	125
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS .....	133
APÊNDICE A .....	141
APÊNDICE B .....	143
APÊNDICE C .....	144

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

### **1.1 Delimitação do Tema**

O homem se utiliza de inúmeros bens e produtos para atender as suas necessidades, nesta perspectiva grande parte do que é utilizado no dia-dia é resultado de processos produtivos oriundos de diversas organizações. Desta forma, entende-se que para atender as necessidades dos indivíduos é necessário o uso de fatores, tais como: recursos naturais, trabalho e capital. Para tanto, desde o início da civilização, o homem tem procurado aplicar seus conhecimentos para transformar um bem ou matéria-prima em outro bem com maior utilidade no seu cotidiano, dentro deste contexto, cada indivíduo era produtor de suas próprias ferramentas e de produtos necessários para a sua manutenção. Com o passar dos anos, devido o acúmulo de conhecimento e experiência, bem como, o aumento das interações sociais, tal forma de produção artesanal passou a ter um caráter mais técnico dando surgimento à produção organizada.

Com o advento da Revolução Industrial, a partir do séc. XVIII, o sistema produtivo sofreu grandes transformações, entre estas, Arruda e Piletti (2003) destacam: a invenção da máquina a vapor, o surgimento das fábricas e de novas fontes de energia (hidroelétrica e derivada do petróleo), formação de conglomerados industriais e multinacionais, produção automatizada em série, e expansão dos meios de comunicação.

Contudo, os modelos de produção decorrentes desse processo de transformação industrial passaram por mudanças e avanços ao longo das décadas, especialmente nas técnicas empregadas para a fabricação dos produtos e nas formas de gestão da indústria como todo. Essas transformações resultaram em consequências positivas como a melhoria do processo produtivo e a origem de modelos de gestão da produção do séc. XIX, e, negativas como a degradação ambiental. Barbieri (2007), explica que comumente a Revolução Industrial é considerada como marco histórico na intensificação dos problemas ambientais, visto que a maior parcela de emissões ácidas de gases de efeito estufa e de substâncias tóxicas resulta das atividades indústrias em todo o mundo. Nesta linha, tem-se que os avanços industriais acabaram resultando no aumento: da oferta de produtos, dos níveis de consumo e da extração desenfreada dos recursos naturais, assim como, no lançamento e rejeitos de produção no meio ambiente na maioria dos casos sem preocupação com as possíveis consequências.

Consequências às quais não demoraram a aparecer nitidamente aos olhos da sociedade em forma de problemas ambientais. Donaire (2007) afirma que entre os problemas ambientais decorrentes da degradação, o mais comum é o da poluição, que pode ser observada no solo, na água, na atmosfera, entre outras formas. Slack (2008) explica que os desastres causados pela poluição e que chegam à mídia podem ser oriundos de várias causas, a exemplo destes estão o encalhamento de navios e tanques, lixo nuclear mal classificado, produtos químicos que vazam em rios ou nuvens de gases tóxicos, soprados sobre as cidades industriais. Sendo estes desastres na maioria dos casos advindos de falhas nas operações industriais.

Mediante este contexto, as questões de caráter ambiental cada vez mais ganham proporção mundial e se tornam alvos de discussões acadêmicas, governamentais e empresariais, voltadas para a busca de um novo modelo de crescimento econômico que considere a preservação do meio ambiente e a solução dos problemas ambientais por intermédio de iniciativas individuais, empresariais e públicas.

No que tange as iniciativas empresariais, estas devem reduzir ao máximo o seu impacto ambiental negativo. Neste sentido, o processo de evolução de como as empresas desenvolveram suas percepções sobre os impactos causados e suas responsabilidades ambientais, deu-se ao longo das décadas, por mudanças, atravessando desde a alienação total das consequências de suas atividades produtivas até o enfoque preventivo/proativo e de uma abordagem restrita para uma abordagem ampliada. Cabe esclarecer que a abordagem restrita é a predominante no período no qual se inicia as intervenções ambientais e tem como objetivo buscar soluções imediatas para os problemas diagnosticados, enquanto a abordagem ampliada analisa o processo produtivo e a cadeia de produção para buscar soluções preventivas e evitar a poluição na origem (LIMA e RUTKOWSKI, 2009).

Para tanto, o processo de evolução na mentalidade das empresas com relação às questões ambientais só tornou-se possível mediante a complexidade de mercado, aumento do consumo e produção e as exigências ambientais que cresciam a cada fase desse processo, obrigando à mudança de postura das empresas e no foco de seus gestores, que atualmente lidam com o desafio de vincular proteção ambiental à suas atividades produtivas, mantendo a sua capacidade e competitividade no mercado.

Neste sentido, a sobrevivência e o crescimento das organizações dependem fundamentalmente da sua competitividade, a qual tem como um dos fatores mais relevantes para seu alcance à melhoria da produtividade. Desta forma, a produtividade

está vinculada a eficácia de um processo produtivo, sendo tal eficácia relativa à melhor ou pior utilização dos recursos.

Diante deste contexto, o foco das indústrias passam a ser direcionados para o conceito de produtividade. A qual segundo Moura (2007) está relacionada com obter o máximo de resultado com o mínimo de esforço ou recursos usados, sendo assim a produtividade é uma métrica, um indicador que pode orientar os gestores industriais como gerir melhor os seus recursos produtivos. Contudo, não basta apenas produzir otimizando o uso dos recursos, visto que as atividades produtivas geram rejeitos e resíduos de produção impactantes ao meio ambiente.

Neste sentido, observa-se que o setor industrial voltou seus esforços inicialmente a medidas no sentido de reduzir a poluição com a única finalidade de atender a regulamentações ambientais, contudo em um segundo momento percebeu-se que a adoção de tais práticas que visam à redução da degradação ambiental poderiam se tornar fonte geradora de benefícios diversos, além dos econômicos.

Com o intuito de incentivar esta nova percepção e promover o enfoque preventivo, foram desenvolvidos no âmbito acadêmico/empresarial uma série de conceitos, modelos e ferramentas de gestão ambiental, entre os quais se destacam: minimização de resíduos e Prevenção a poluição (P2), Ecoeficiência, Ecologia Industrial, Química verde, Produtividade Verde (PV), entre outros. Mediante a relevância dos impactos ambientais e consumo de recursos a nível de indústria destaca-se a Produtividade Verde (PV).

A Produtividade Verde foi criada e usada pela Organização Asiática de Produtividade (Asian Productivity Organization - APO), a qual iniciou seu Programa de Produtividade Verde em 1994, como uma estratégia para aumentar a produtividade e o desempenho ambiental para o desenvolvimento socioeconômico global (VILLELA JR; DEMAJOROVIC, 2006) . A produtividade verde, tem sido disseminada no continente asiático, onde sua metodologia vem sendo aplicada nos mais diferentes tipos de indústria: produção de óleo de cozinha (Sinha *et al* ,2003); peças de automóveis Gandhi *et al.*,2006); produção de pimenta ( Sittichinnawing e Peerapattana, 2012); entre outros . Estas aplicações vêm a ratificar a necessidade do uso de práticas e métricas de produtividade verde no contexto industrial no pertinente a vinculação da produtividade com a redução dos impactos ambientais.

Neste sentido a produtividade verde se apresenta como o objetivo de aumentar a produtividade por intermédio da utilização mínima dos recursos e a redução dos

impactos ambientais. Dentro deste raciocínio, Henson e Culaba (2004) consideram a produtividade verde um novo paradigma de fabricação, onde busca contribuir para a sustentabilidade por meio de conservação dos recursos e minimização dos resíduos, visando adotar simultaneamente ações que levem a uma melhor produtividade. A produtividade verde tem sua essência voltada para três focos: meio ambiente, qualidade e rentabilidade.

Diante do exposto, a Produtividade Verde visa garantir a proteção ambiental ao fazer negócios rentáveis, através de uma abordagem multidisciplinar, sistemática e holística enfatizando o trabalho em equipe e a aplicação de tecnologias e técnicas adequadas. Para tanto, a produtividade verde reconhece que o meio ambiente e o desenvolvimento são dois lados da mesma moeda, sendo a qualidade a variável que representa o consumidor neste contexto, e a rentabilidade a variável mais importante para as organizações lucrativas, e ao estender este reconhecimento, o conceito de produtividade verde mostra que qualquer estratégia de desenvolvimento que busque ser sustentável precisa de ter no foco em meio ambiente, qualidade e rentabilidade, ou seja, um enfoque triplo.

Contudo, mediante os problemas ambientais gerados pelas atividades industriais e a preocupação das organizações produtivas com sua produtividade, o presente trabalho parte do princípio de que estas organizações devem ampliar o entendimento ou conceito de produtividade para além dos aspectos econômicos incluindo com igual nível de importância os aspectos ambientais, ou seja, a prática da produtividade verde. Dentro desta perspectiva, é possível apresentar o problema que subsidia esta pesquisa.

## **1.2 – Contextualização da Situação problema.**

A Produtividade Verde surge como alternativa de resposta das organizações industriais a demanda da sociedade por produtos e processos ambientalmente amigáveis, visto que estas indústrias dentro desta perspectiva devem tentar abordar as questões ambientais, além da produtividade tradicional para alcançar vantagem competitiva. Para tanto, buscou-se verificar na literatura pertinente a produtividade verde a evolução deste conceito, bem como sua aplicabilidade ao longo do tempo.

O arcabouço teórico identificado demonstrou que no período entre 1994 – 2013, foram publicados 19 trabalhos, sendo destes 26% de cunho teórico, 53% empíricos e 21% teórico- empíricos. Os trabalhos teóricos identificados apresentaram como principal

contribuição o esclarecimento do conceito de produtividade verde e suas implicações no âmbito organizacional, dando assim fundamento teórico para as demais pesquisas sobre o assunto, ou seja, as de cunho empírico ou ainda teórico-empírico. No que tange aos trabalhos empíricos, estes destacaram a aplicabilidade da produtividade verde com diversos fins e em contextos diferentes, como: implementação a nível comunitário, com fins de minimizar problemas de saneamento e uso de produtos químicos na agricultura (HANG e HONG, 2001); aplicação da metodologia de PV em indústria de óleo de cozinha (SAXENA, BHARDWA e SINHA, 2003); aplicação da PV na análise e estimativa de cargas ambientais relacionadas com o ciclo de vida de máquinas de vender bebidas (SAMPATTAGUL *et al*, 2004); mensuração em países, o caso do setor de manufatura da China de 1991-2000 (CAO, 2007); implementação para análise do consumo de recursos e avaliação de poluentes ambientais em uma companhia de aviação (MOHARAMNEJAD e AZARKAMAND, 2007); e utilização de um índice de produtividade verde na agricultura (SITTICHINNAWING e PEERAPATTANA, 2012).

Os estudos empíricos demonstram a versatilidade da produtividade verde no pertinente a sua aplicação, evidenciando sua aplicabilidade tanto no contexto micro (empresarial) como macro (nível de país). Como principal contribuição dos estudos empíricos identificados dar-se o fato destes esclarecerem como a variável ambiental se encaixa na perspectiva da produtividade verde, evidenciando sua importância e mostrando os aspectos que deve levar em consideração neste contexto, como por exemplo: consumo de água, energia, poluentes ambientais, cargas ambientais, uso de produtos químicos, entre outros.

Quanto aos trabalhos teórico-empíricos, estes apresentaram alguma contribuição e inovação teórica no pertinente à produtividade verde ao mesmo tempo em que tal contribuição é aplicada de forma empírica para comprovar sua consistência. Verificou-se que tais trabalhos são proposições e respectivas aplicações de índices de mensuração da produtividade verde e metodologias de implementação (KIM e HUR, 2003; PARANIS, 2003; GANDHI, SELLADURAI E SANTHI, 2006; e AVISHEK *et al*, 2008). Estes trabalhos tratam especificamente das possíveis formas de mensurar a produtividade verde.

Contudo, no que tange a mensuração da produtividade verde no âmbito organizacional, verificou-se nos principais trabalhos que abordam tal perspectiva (KIM e HUR, 2003; GANDHI, SELLADURAI E SANTHI, 2006.) a limitação de que a

mensuração da produtividade verde é focada apenas na comparação e análise de processos ou produtos, sem ampliação de tal perspectiva para os demais aspectos da organização. Tal fato pode levar ao engano de que uma empresa que possua um processo produtivo ou produto que atendam as prerrogativas da produtividade verde, seja uma empresa que caminhe para sustentabilidade através de um alto nível de produtividade verde organizacional, visto que a organização não é só composta por processo produtivo e nem pode ser apenas avaliada pelos seus produtos fabricados.

Dentro de uma organização além das atividades produtivas existem inúmeras outras atividades que podem ser fontes de impactos ambientais e gerar resíduos, os quais dispostos incorretamente podem oferecer riscos. Sendo assim, pode-se verificar que a produtividade verde em organizações deve ser avaliada como um todo, podendo assumir níveis resultantes da relação inversamente proporcional existente a sua produtividade organizacional e o impacto gerado por todas suas atividades. Tal assertiva baseia-se na principal contribuição do trabalho de Kim e Hur (2003) o qual demonstra através da construção de um índice, que a produtividade verde pode ser dada pela relação inversamente proporcional entre produtividade e impacto ambiental.

Considerando isto, o problema a ser tratado nesta dissertação recai na seguinte questão: Como mensurar o nível de produtividade verde em organizações?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Propor um modelo para a mensuração do nível de produtividade verde organizacional.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as diferentes formas ou modelos de mensuração da produtividade verde.
- Identificar as principais contribuições e limitações dos modelos de mensuração da produtividade verde.
- Construir um modelo de identificação do nível de produtividade organizacional a partir das lacunas existentes nos modelos identificados.

- Aplicar o modelo contruído em uma empresa do segmento de embalagens flexíveis localizada em Campina Grande – PB.

#### **1.4 Justificativa**

O surgimento das primeiras indústrias deu-se em uma conjuntura onde os problemas ambientais eram de pequena dimensão, visto que o volume populacional e a sua concentração nos países eram baixos, bem como a escala de produção das indústrias para atender as necessidades dos indivíduos. Neste cenário, as exigências ambientais eram mínimas e o símbolo do progresso, veiculada nas propagandas de algumas indústrias, era a fumaça saindo das chaminés.

Relatos da literatura pertinente à história da industrialização e seu mercado consumidor, mostram que mudanças começaram a ocorrer por volta dos anos 70 a partir do agravamento dos problemas ambientais, gerando um nível crescente de exigências, que cobravam respostas do setor industrial ao novo desafio. Neste sentido, nas últimas décadas, observa-se que as empresas começam a deixar de serem vistas apenas como instituições econômicas, com responsabilidades para resolver os problemas meramente econômicos (o que produzir, como produzir e para quem produzir) e passaram a se voltar também para questões de caráter social, político e ambiental, tais como: controle da poluição, segurança e qualidade de produtos, etc.

Nesta conjuntura, torna-se evidente o papel da sociedade moderna e sua atenção ao comportamento das empresas, através de suas posturas com o meio ambiente, com a segurança e com a qualidade de vida e dos produtos. Vale a pena salientar que o fator qualidade dos produtos, foi determinante para levar as organizações incorporarem novos valores em seus procedimentos administrativos e operacionais, especialmente dos processos produtivos. Para tanto, as organizações industriais tem buscado incorporar a variável ambiental em suas diversas áreas, mas pode se dizer que ainda são poucas as iniciativas neste sentido (GARCIA, 2007).

No referente à prática no Brasil dos conceitos, modelos e ferramentas de gestão ambiental vinculadas ao preceito da pró-atividade, tem sido adotada progressivamente de forma lenta. No que tange a “Produtividade Verde”, em especial, não foram encontrados na literatura trabalhos que demonstram um desdobramento do seu conceito ou sua aplicabilidade no contexto organizacional brasileiro, portanto são raros.

Neste sentido o presente estudo justifica-se por constituir uma fonte subsidiadora de pesquisas nos quais os mais diversos setores da produção no âmbito organizacional possam ser contemplados, haja vista a produtividade verde ser de pouco conhecimento no contexto brasileiro; e por buscar preencher a lacuna existente na literatura pertinente à produtividade verde no que tange a modelos de mensuração da produtividade verde em nível organizacional.

Outro fator que justifica o presente estudo é o fato de se buscar aplicar a modelo proposta no contexto das indústrias brasileiras, em especial no segmento de embalagens flexíveis por possuir significância na economia do país bem como gerar impactos ambientais significativos como os evidenciados por Queiroz *et al* (2010). Neste caso se justifica também o estudo do segmento selecionado devido a preponderância da produtividade verde em unir a produtividade (econômico) a proteção do meio ambiente (ambiental, redução de impactos).

A presente pesquisa uma vez realizada, demonstrará como contribuir com as empresas do segmento estudado no que tange ao entendimento de quais ações ou atividades geram impactos ambientais, e conseqüentemente reduzem sua eficiência, aumentam seus custos, que resultam em baixos níveis de produtividade; além de alertar estas empresas para a necessidade de incluir em sua equação de produtividade, o impacto ambiental por elas gerados, assim verificando que a proteção ambiental pode vir a gerar ganhos tanto para empresa (víveis econômico) como para a sociedade (víveis ambiental).

A escolha da cidade de Campina Grande – PB, bem como a empresa foco do estudo (AlfaFlex) para a aplicação da modelo de mensuração do nível de produtividade verde organizacional proposta deu-se pelo fato das empresas de embalagens flexíveis se destacarem na localidade pelo seu porte e volume de produção; e pela disponibilidade de dados para a devida operacionalização da pesquisa. Neste sentido esta pesquisa pode contribuir mostrando a viabilidade de aplicação do modelo proposto identificando o nível de produtividade verde da empresa estudada permitindo a esta identificar possibilidades de aumento deste nível, bem como viabilizar melhores planos e ações estratégicas do ponto de vista da inclusão de melhorias da variável ambiental como da variável produtividade na empresa, as quais são os construtos base da produtividade verde.

Do ponto de vista acadêmico, em relação ao estudo científico do tema, o mesmo pode contribuir como fonte subsidiadora de outras pesquisas nas quais as organizações dos mais diversos setores da produção de produtos ou serviços possam ser contempladas, haja vista a produtividade verde ser de pouco conhecimento no contexto brasileiro e pelas possibilidades de geração de novos estudos.

### **1.5 Enfoque multidisciplinar do estudo**

A produtividade Verde, é um conceito, modelo ou ferramenta de gestão ambiental que pode contribuir para a sustentabilidade, uma vez que se pode vinculá-la a outros modelos e ferramentas de gestão ambiental, a exemplo da avaliação ciclo de vida, que considera não só a produção de produto em si mas este desde a sua concepção a disposição final. Neste sentido, a problemática ambiental e o tema abordado segundo Leff (2006), confluem processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade, não podendo ser compreendidos em sua complexidade nem ser resolvido de maneira eficaz sem a integração de diversas áreas do conhecimento.

Diante do exposto, pode-se assegurar que a multidisciplinaridade desta pesquisa se dá na proporção de que a mesma envolve várias áreas de investigação, necessitando de conhecimento da área de gestão, economia, e engenharia, entre outras. Mas dentre estas áreas do conhecimento destaca-se a engenharia em suas diversas aplicações: ambiental, química, produção, etc. Este enfoque multidisciplinar dar-se pelo conceito de produtividade verde envolver a produtividade (econômico), redução dos impactos (requer conhecimento técnico das engenharias) e gestão (da qualidade, produtividade e ambiental), portanto relaciona aspectos de ordem econômica, técnica e ambiental na avaliação dos níveis de produtividade da empresa.

### **1.6 Estrutura do trabalho**

Este estudo está estruturado em cinco capítulos, cujos tópicos principais são expostos da seguinte forma:

O Capítulo I faz referência à introdução, destacando aspectos relacionados à pesquisa, enfatizando a problemática estudada, e na sequência, a apresentação dos objetivos, a justificativa, culminando com o enfoque multidisciplinar do estudo.

No Capítulo II são apresentados os fundamentos teóricos que nortearam o presente estudo, a saber: descrição da produtividade verde e suas implicações; forma de mensuração da produtividade verde, derivada de dois construtos: produtividade e impacto ambiental; e por fim uma proposta de mensuração do nível de produtividade verde em organizações. Tal aporte teórico está de acordo com os objetivos da pesquisa.

No Capítulo III é apresentada a construção do modelo proposto para a mensuração da produtividade verde organizacional.

No capítulo IV está descrito os aspectos metodológicos e os procedimentos adotados durante a execução da pesquisa, bem como a justificativa pela adoção do estudo de caso para aplicação do modelo proposto.

O Capítulo V apresenta a aplicação do modelo proposto e os respectivos resultados obtidos, e concluindo, o Capítulo VI que traz em seu arcabouço conclusões e recomendações oriundas do estudo.

## **CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo é destinado à apresentação do conceito da Produtividade Verde bem como a sua evolução ao longo do tempo. Apresenta-se neste sentido a sua origem, definição e foco; a suas etapas metodológicas de implementação, e suas possíveis formas de mensuração.

### **2.1 Produtividade Verde: origem, conceituação e foco.**

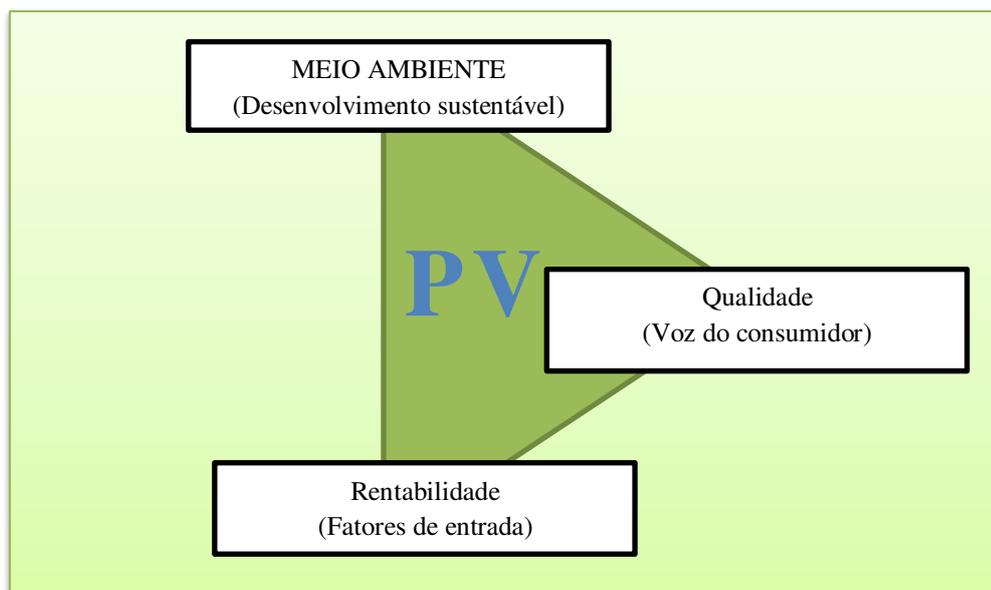
Produtividade Verde foi um termo criado e usado pela Organização Asiática de Produtividade (Asian Productivity Organization - APO), a qual iniciou seu Programa de Produtividade Verde em 1994 (VILLELA JR; DEMAJOROVIC, 2006). Segundo a APO, produtividade verde é uma estratégia para melhorar a produtividade e o desempenho ambiental para o desenvolvimento socioeconômico global. É a aplicação de sistemas de gestão, tecnologias e técnicas adequadas para produzir serviços e produtos ambientalmente responsáveis. Para tanto, tal conceito partiu do pressuposto da integração de melhoria da produtividade ao desenvolvimento e proteção ambiental, no qual, a produtividade fornece a estrutura para melhoria contínua, enquanto proteção ambiental fornece o fundamento para o desenvolvimento sustentável.

Diante do conceito de produtividade verde posto pela APO, diversos autores buscaram complementar ou sintetizar o mesmo. Neste sentido, destacam-se Henson e Culaba (2004) e Tuttle e Heap (2007). Henson e Culaba (2004) consideram produtividade verde como novo paradigma na fabricação sustentável, onde a conservação dos recursos e minimização de resíduos constituem simultaneamente a estratégia de melhor desempenho ambiental e produtividade organizacional. Tuttle e Heap (2007) esclarecem que a definição de produtividade verde reflete a visão asiática de produtividade, que sempre teve um foco duplo (empresa e o seu macro ambiente), nos quais são reproduzidos pela produtividade verde, uma vez que esta envolve uma preocupação com o foco no cliente (qualidade) para alcançar o equilíbrio adequado entre rentabilidade e desempenho ambiental.

Tais autores trazem como contribuição a ênfase na forte vinculação entre o aspecto econômico (produtividade e qualidade) e ambiental, mostrando que ambos os aspectos não podem ter foco individual, e são interdependentes, além de vincular a produtividade verde com a sustentabilidade através da sua contribuição no que tange a

dimensões econômica, ambiental e social. Econômica do ponto de vista da produtividade (redução de custos/ rentabilidade), ambiental por considerar a redução de os impactos ambientais e do consumo de recursos do sistema que busca uma produtividade verde, e social pelos produtos e processos que são voltados para a melhor qualidade de vida da sociedade. Neste sentido, produtividade verde tem sua essência voltada para três focos conforme apresentado na figura 1.

Figura 1: O foco triplo da produtividade verde.



Fonte: APO (2006)

A figura 1, destaca que a Produtividade Verde visa garantir a proteção ambiental ao fazer negócios rentáveis, através de uma abordagem multidisciplinar, sistemática e holística enfatizando o trabalho em equipe e a aplicação de tecnologias e técnicas adequadas. Neste sentido, a produtividade verde reconhece que o meio ambiente e desenvolvimento são dois lados da mesma moeda, e ao estender este reconhecimento, o conceito de produtividade verde mostra que qualquer estratégia de desenvolvimento que busque ser sustentável precisa de ter foco em meio ambiente, qualidade e rentabilidade, ou seja, o que forma o seu foco triplo.

Contudo, no que tange ao foco triplo da Produtividade Verde, Saxena, Bhardwaj e Sinha (2003), colocam que estes se distinguem em três características que remetem a Produtividade Verde: melhoria da produtividade, conformidade ambiental e abordagem integrada. Segundo estes, a melhoria da produtividade é um lado da moeda da produtividade verde. Nesta perspectiva, a abordagem Kaizen de melhoria contínua

constitui a base, onde, conceito de melhoria contínua, conseguida através da adoção de princípios do ciclo PDCA (planejar, fazer, checar (do) e agir) destina-se a garantir a melhoria da produtividade não só com a finalidade dos programas de melhoria de produtividade clássica, mas também buscando a melhoria ambiental em um processo dinâmico e interativo.

Quanto à conformidade ambiental, tem-se que sua essência está na redução dos resíduos na fonte geradora, visto que na perspectiva da produtividade verde pode-se entender o resíduo é um indicador de baixa produtividade. Para Saxena, Bhardwaj e Sinha (2003), se o resíduo não tiver como ser evitado, este deve ser visto como um recurso que pode ser uma matéria-prima em outro processo, ou produtos valiosos que podem ser recuperados, e suas demais sobras devem ser tratados por tecnologias de fim-de-tubo.

No pertinente a abordagem integrada, esta constitui um dos pontos fortes da produtividade de verde remetendo a participação dos trabalhadores e a perspectiva de equipe, serão fontes de melhoria do ambiente de trabalho, saúde do trabalhador e segurança.

Tendo em vista as características que remetem a produtividade verde, entende-se que a sua base se dá no contexto de manufatura de bens, e busca primeiramente a produtividade, ou seja, produzir mais com menos. Para tanto, a conformidade ambiental e a abordagem integrada são consequências da alta ou baixa produtividade, dentro desta perspectiva pode se verificar que o conceito de produtividade verde apesar de contribuir para proteção ambiental, tem em sua raiz a ênfase nos benéficos econômicos, apresentando-se assim como um conceito preponderantemente economicista. Contudo, apesar do exposto, observa-se que a produtividade verde pode se constituir como um estímulo às organizações, principalmente de cunho industrial, a adotarem medidas de proteção ambiental através da prevenção.

Todavia, a fim de evidenciar a relação produtividade e proteção ambiental a produtividade verde traz consigo princípios ecológicos e de produtividade (APO, 2008). Os princípios ecológicos são: responsabilidade, poluidor pagador e abordagem de precaução; já os de produtividade são: rentabilidade, vantagem competitiva, e envolvendo pessoas. O quadro 1 apresenta sucintamente cada um destes princípios.

Quadro 1. Princípios da produtividade verde.

	Princípios	Essência
Ecológicos	Responsabilidade	Assumir a responsabilidade por suas ações e decisões. O princípio prescreve a necessidade das empresas a prestar contas de suas ações a vários grupos de pessoas e não apenas aos acionistas tradicionais. Visto que cada grupo requer responsabilidades diferenciadas das organizações. Normalmente, órgãos reguladores detêm poluidores, outros grupos empresariais, como fornecedores, clientes, consumidores e o público em geral, estão todos buscando cada vez mais responsabilização pelas as ações e os impactos das atividades empresariais.
	Poluidor pagador	O conceito de poluidor-pagador reflete a responsabilidade, colocando o ônus sobre o poluidor dos custos incorridos na despoluição ambiental. Este princípio constitui a base de sanções financeiras e outras e dos sistemas de tributação de poluição. O custo de “limpar” pode ser na forma de sistemas de tratamento de fim-de-linha ou nova tecnologia para permitir a redução na fonte, ou tratamento de resíduos.
	Abordagem de precaução	O princípio da precaução preconiza uma abordagem cautelosa, positiva e antecipatória. Em termos de proteção ambiental, o princípio da precaução geralmente significa que, onde existem ameaças de danos graves ou irreversíveis ao meio ambiente estes devem ser evitados ou reduzidos ao máximo na sua fonte geradora. Normalmente é aplicado em situações onde o impacto de um evento é longo e difícil de reverter.
Produtividade	Rentabilidade	Rentabilidade é a pedra angular de qualquer negócio. Estipula a necessidade de gerar lucros, seja através da economia em matérias-primas, praticando a eficiência dos recursos, ou através do aumento da produtividade, aumento da qualidade ou maiores vendas. A produtividade verde reconhece que a rentabilidade é um ingrediente essencial para qualquer forma de atividade econômica que almeje ser sustentável.
	Vantagem competitiva	Vantagem competitiva é essencial para as empresas a estabelecer e manter uma posição de mercado. Isso também se traduz em rentabilidade. Este princípio defende competitividade em preços, qualidade e, no caso da produtividade verde, no segmento de produtos e processos "amigos da natureza." Visto que a prática da Produtividade verde irá criar novas oportunidades de negócios. Ele irá fornecer uma vantagem competitiva em um mercado onde a "qualidade" tem sido o foco, incluindo neste contexto a qualidade ambiental logicamente.
	Envolvendo pessoas	Envolvimento, comprometimento e desenvolvimento dos trabalhadores de linha, para a implementação eficaz da produtividade verde.

Fonte: Elaboração própria a partir de APO (2008).

Apesar de a produtividade verde ter uma definição clara e apresentar princípios próprios, esta pode ser confundida com outros conceitos devido algumas das suas características, entre estes conceitos são importante destacar: produto verde, produção sustentável, e ecoeficiência.

Produto Verde é uma categoria de produtos que são projetados para causar menor impacto ambiental, utilizar menos recursos e energia e reduzir o uso de material tóxico, poluição e resíduos durante todo o ciclo de vida (ALVES e FREITAS, 2013). Neste sentido o produto verde, tem em comum com a produtividade verde a prevenção dos impactos ambientais, sendo que quanto ao produto, os impactos são levados em consideração em todo ciclo de vida deste, enquanto a produtividade verde vê os impactos no nível de sua produção e no que tange a empresa produtora. Outra premissa que deve ser levada em consideração neste contexto é que nem sempre uma empresa que adote os preceitos da produtividade verde produz produtos verdes, visto que esta pode focar-se apenas na redução dos impactos a nível industrial como vantagem competitiva e não competir no mercado de produtos verdes. Contudo, as organizações podem sim alinhar a produtividade verde a produção de produtos verdes, visto que são conceitos afins e que possuem uma relação de complementaridade.

No referente à produção sustentável, sua perspectiva surgiu na segunda Conferência Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 e foi diretamente relacionada com desenvolvimento sustentável. A produção sustentável foi definida pelo Lowell Center for Sustainable Production (LCSP), University of Massachusetts Lowell como: a produção e oferta de serviços que usam de processos e sistemas que não poluam, conservem energia e recursos naturais, sejam economicamente viáveis, seguros e saudáveis para os empregados, comunidades e consumidores recompensem socialmente os trabalhadores e estimule a sua criatividade (Veleva e Ellenbecker, 2001).

Para Marinho *et al* (2002), nesta definição apresentada de produção sustentável estão contempladas as dimensões ambientais, econômicas e sociais, e para atendimento destas três dimensões devem ser observados os seguintes aspectos: conservação de energia e materiais; produtos/serviços e embalagens seguros e ecologicamente corretos ao longo do seu ciclo de vida; eliminação, redução ou reciclagem de resíduos e produtos ecologicamente incorretos; eliminação de substâncias químicas, agentes físicos, tecnologias e procedimentos de trabalho que apresentem perigo para o meio ambiente natural e humano; justiça social e desenvolvimento, performance econômica, segurança

e saúde ocupacional; entre outros aspectos. Contudo diante do exposto tem-se que a produção sustentável é um conceito amplo, diferentemente do que se observa no pertinente a produtividade verde.

E quanto à ecoeficiência, seu conceito foi proposto na Suécia e tem sido utilizado pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), que a define como estado (meta) que é alcançado perante o fornecimento de bens e serviços, a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e ofereçam qualidade de vida, reduzindo progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida. Para tanto, Villela Jr. E Demajorovic (2006), enfatizam que a ecoeficiência é uma meta a ser atingida através da adoção do enfoque preventivo, mas incluindo preocupações com a viabilidade econômica e satisfação do cliente. Neste sentido, a ecoeficiência é um conceito muito similar ao da produtividade verde. Para Findiastuti, Anityasari, e Singgih (2011), trata-se de diferentes termos para se tratar da mesma perspectiva (prevenção, viabilidade econômica e foco no cliente), principalmente no referente à sua mensuração. Contudo, acredita-se que na ecoeficiência o enfoque preventivo é que possibilita os benefícios econômicos e ambientais, enquanto na produtividade verde estes aspectos são resultados do baixo ou alto nível de produtividade da empresa.

Por fim, uma vez apresentada a origem, conceituação e focos da produtividade verde, a seguir apresenta-se as fases metodológicas segundo a APO (2006) para o desenvolvimento do conceito de produtividade verde em organizações industriais.

## **2.2 Produtividade verde: etapas metodológicas.**

Segundo a o manual criado pela APO (2006), a metodologia de produtividade verde foi originalmente desenvolvida para resolver problemas técnicos e ambientais na indústria de transformação. Foram adaptados métodos comprovados de engenharia de processo e controle de qualidade. Para tanto, os conceitos de melhoria contínua e sistemática inerente à metodologia de produtividade verde deve muito ao ciclo PDCA de Deming e o conceito japonês de melhoria contínua, chamado de KAIZEN, comumente usado na gestão da qualidade fabril.

Para tanto, os primeiros projetos de implantação desta metodologia deu-se no continente asiático e em pequenas e médias empresas dos setores de galvanoplastia, têxtil, processamento de alimentos e indústrias de fabricação de papel.

A metodologia de proposta pela APO pode ser dividida de forma analítica em seis etapas que juntas se constituem em treze tarefas que ajudam a entender a lógica da produtividade verde e facilitar seu uso em prol da melhoria da produtividade, conforme apresenta o quadro 2.

Quadro 2. Etapas metodológicas da produtividade verde.

<b>Etapa I: Começando</b>
Tarefa 1: Formação da equipe de Produtividade Verde.
Tarefa 2: Coleta e levantamento de informações.
<b>Etapa II: Planejamento</b>
Tarefa 3: Identificação de problemas e causas.
Tarefa 4: Definição de objetivos e metas.
<b>Etapa III: Geração, avaliação e priorização das opções de Produtividade Verde.</b>
Tarefa 5: Geração de opções de produtividade verde.
Tarefa 6: Avaliação, triagem e priorização das opções.
<b>Etapa IV: Implementação das opções de Produtividade verde.</b>
Tarefa 7: Formulação do plano de implementação.
Tarefa 8: Implementação das opções selecionadas.
Tarefa 9: Treinamento, conscientização, construção e desenvolvimento de competências,
<b>Etapa V: Monitoramento e Revisão</b>
Tarefa 10: Monitoramento e evolução dos resultados.
Tarefa 11: Gestão e revisão
<b>Etapa VI: Sustentando a Produtividade Verde</b>
Tarefa 12: Incorporar as mudanças no sistema de gestão da organização.
Tarefa 13: Identificar novas áreas problemáticas para a melhoria contínua.

Fonte: APO (2006)

As etapas metodológicas consistem em facilitar a implementação da produtividade verde especialmente em organizações de pequeno porte. A etapa I consiste na formação do time que conduzirá a produtividade verde e no levantamento de informações. Neste sentido, as equipes não devem ser formadas com base em uma pessoa de cada departamento, e sim por pessoas que sejam vinculadas com os pontos críticos em que a empresa vai buscar introduzir a perspectiva de produtividade verde, para tanto, uma análise de necessidades deve orientar a seleção de membros. Quanto à coleta de informações, esta deve seguir uma organização para que permita ter como resultado informações de qualidade e de fácil compreensão. Segundo a APO (2006), esta tarefa requer um processo que tem como fases: a busca, coleta de dados, transferência (classificação, catalogação e organização) e saída da informação. Os tipos de informações importantes para a produtividade verde são: organizacionais, financeiras, ambientais, produtivas, de recursos, e de materiais e produto.

A etapa II parte da premissa de que muitos problemas poderiam ser evitados e recursos utilizados de maneira eficaz se as organizações fizerem uso do planejamento. Dentro desta perspectiva, o planejamento na metodologia da produtividade verde busca

fornecer: definição de objetivos de produtividade verde, a identificação de problemas e causas; a definição de indicadores de desempenho, e decisão sobre os subgrupos que estarão envolvidos na geração de oportunidades de produtividade verde. No que tange a etapa III, esta tem como finalidade a geração de opções de produtividade verde, a escolha de critérios de triagem; escolha das opções mais viáveis de produtividade verde a serem implementadas, e avaliação estas opções escolhidas.

Quanto à etapa IV, esta enfatiza a necessidade de um plano de implementação para cada opção que irá ser implementada, este plano teve ter como propósitos principais: uma diretriz para implementar as opções selecionadas de produtividade verde; a construção de consciência de todos envolvidos da importância do processo, servir como um meio para vincular à gestão a implementação. Neste sentido, tal etapa visa resultar em uma equipe treinada e com as competências requeridas para o funcionamento das opções de produtividade verde implementadas, e opções de monitoramento e avaliação da produtividade verde. E por fim as etapas V e VI, buscam assegurar o sucesso da inserção da perspectiva da produtividade verde na organização, mantendo sempre alerta para os problemas que aparecerem a fim se de manter uma melhoria contínua.

No contexto do modelo apresentado, em cada fase pode se utilizar de diferentes ferramentas e tecnologias que facilitem o seu desenvolvimento, como mostra a quadro 3, que especifica quais as ferramentas e suas aplicações ao longo do modelo proposto. Uma aplicação desta metodologia fazendo uso do diagrama de Ishikawa e a análise de causas e efeitos foi feita por Saxena, Bhardwaj e Sinha (2003). Estes realizaram um estudo de caso em uma indústria de óleo de cozinha a fim de identificar áreas problemáticas na produtividade da empresa e no meio ambiente e fazer melhorias visando à produtividade verde. O estudo concluiu que a empresa estudada com a adoção do conceito de produtividade verde obteve ganhos financeiros, bem como ambientais. A empresa obteve um aumento de 20% de sua produtividade a partir da implementação de 18 de 38 opções de produtividade verde identificadas.

Quadro 3. Ferramentas e tecnologias empregadas na produtividade verde.

PV Ferramentas e tecnologias	1. Brainstorming	2. Fluxograma	3. Diagrama de fluxo e processo	4. Layout de Planta	5. Eco-mapa	6. Diagrama de concentração	7. Balanço de material	8. Balanço de energia	9. Diagrama de Ishikawa	10. Análise de causas e efeitos	11. Gráfico de Pareto	12. Análise de custo benefício	13. Matrix de decisão	14. Redução na fonte	15. Reciclagem, reutilização e	16. Tratamento de fim-de-tubo	17. Design para o meio ambiente	18. Avaliação do ciclo de vida	19. Aproveitamento do resíduo de	20. 5S Boas práticas
Fases da metodologia de PV																				
<b>Etapa I: Começando</b>																				
Tarefa 1	x																			
Tarefa 2	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x								
<b>Etapa II: Planejamento</b>																				
Tarefa 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Tarefa 4											x	x	x							
<b>Etapa III: Geração, etc.</b>																				
Tarefa 5	x													x	x	x	x	x	x	x
Tarefa 6											x	x	x							
<b>Etapa IV: Implementação</b>																				
Tarefa 7	x																			
Tarefa 8																				
Tarefa 9		x	x	x	x	x	x	x	x											
<b>Etapa V: Monitoramento e Revisão</b>																				
Tarefa 10		x	x		x	x	x	x			x	x								
Tarefa 11											x		x							
<b>Etapa VI: Sustentando a Produtividade Verde</b>																				
Tarefa 12		x	x	x																
Tarefa 13	x	x	x	x	x	x					x	x	x							

Fonte: APO (2008)

O conceito de produtividade a sua metodologia de aplicação forneceu base para diversos estudos e aplicações. Com base nisto, na literatura observou-se a existência de vários trabalhos de cunho empírico e teórico, conforme apresenta o quadro 4.

Quadro 4. Trabalhos teóricos e empíricos na temática de produtividade verde.

Autor /ano de publicação	Tipologia da pesquisa	Principais contribuições
MOHANTY e DESHMUKH (1999)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclarecimento do gerenciamento da produtividade verde através de um estudo de caso realizado em uma empresa de manufatura na Índia.</li> </ul>
BLEISCHUWITZ E VON WEIZSACKER (1999)	Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfatiza o apelo direcionado a mudança da produtividade convencional para a produtividade verde.</li> </ul>
HANG E HONG (2001)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação da implementação da PV a nível comunitário.</li> <li>• Demonstração de que a PV pode minimizar problemas de saneamento e do uso de produtos químicos na agricultura.</li> </ul>
KIM e HUR (2003)	Teórico e empírico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um mecanismo para a mensuração da produtividade verde que resulta em um índice (IPV- índice de produtividade verde), com finalidade de comparar duas ou mais oportunidades de produtividade verde.</li> <li>• Aplicação do IPV no estudo de caso realizado em uma empresa Coreana do setor de petroquímica, na produção do</li> </ul>

		<p>poliestireno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo do IPV para a análise de alternativas na melhoria no processo produtivo.</li> </ul>
PARASNIS (2003)	Teórico e empírico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de como a Produtividade Verde pode ser implementada com foco na melhoria contínua no que tange a gestão de energia.</li> <li>• Aplicação da metodologia de PV em um hospital visando a promoção da melhoria de produtividade e do desempenho ambiental.</li> </ul>
SAXENA, BHARDWAJ e SINHA (2003)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação da metodologia de produtividade verde em uma indústria Indiana na fabricação de óleo de cozinha.</li> </ul>
HENSON e CULABA (2004)	Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposição de um modelo de diagnóstico para a avaliação de produtividade verde em processos de manufatura.</li> </ul>
SAMPATTAGUL et al (2004)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação da estratégia de PV na análise e estimativa de cargas ambientais relacionadas com o ciclo de vida de máquinas de vender bebidas.</li> </ul>
GANDHI, SELLADURAI e SANTHI (2006)	Teórico e empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do IPV (índice de produtividade verde), propondo indicadores econômicos e ambientais.</li> <li>• Cálculo do IPV para a análise de alternativas na melhoria no produto.</li> </ul>
SUDER (2006)	Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculação da produtividade verde a gestão empresarial, destacando métodos e ferramentas.</li> </ul>
CAO (2007)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuração da produtividade verde em países, o caso do setor de manufatura na China de 1991-2000.</li> </ul>
MOHARAMNEJAD e AZARKAMAND (2007)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação da PV como ferramenta para análise do consumo de energia, água, e combustíveis.</li> <li>• Utilização da PV para avaliação dos poluentes ambientais em uma companhia de aviação.</li> </ul>
AVISHEK et al (2008)	Teórico e empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso da PV na elaboração de mapas de paisagem ecológicas.</li> <li>• Enfatiza a aplicação de estratégias de PV para definição de áreas e políticas de conservação ecológica.</li> </ul>
TUTTLE e HEAP (2008)	Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecimento de evidências do consenso sobre a necessidade de encarar as questões ambientais juntamente com as questões econômicas e de negócios de forma integrada.</li> <li>• Apresentação de um modelo estrutural para tratar tais questões de forma coerente e sistemática.</li> </ul>
LOGAMUTHU e ZAILANI (2010)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação dos fatores que influenciam a implementação das práticas de produtividade verde nas empresas certificadas pela EMS 14001 e ISO 9000, e seus efeitos na performance organizacional.</li> </ul>
SINGGIH, SUEF e PUTRA (2010)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculação da redução de resíduos, no contexto da produtividade verde, com o aumento da produtividade.</li> </ul>
FINDIASTUTI, ANITYASARI, e SINGGIH (2011)	Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparação do índice de produtividade verde com a forma de mensuração da eco-eficiência.</li> </ul>
SITTICHINNAWING e PEERAPATTANA (2012)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo do índice de produtividade verde na agricultura, estudo de caso na produção de pimenta.</li> </ul>
LIN, CHEN e CHEN (2013)	Empírico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuração da produtividade verde em países.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria através da revisão de literatura.

O quadro 4, apresenta de forma sucinta 19 trabalhos identificados na literatura pertinente a produtividade verde. Com base neste observa-se que apesar da

produtividade verde ter sido criada e utilizada pela APO em 1994, os primeiros trabalhos de cunho teórico e empírico só foram publicados 5 anos depois, ou seja em 1999. Verifica-se também que com o advindo do século XX, a publicação de tais trabalhos intensificou-se, demonstrando que a conjuntura econômica dos países e o aumento dos debates sobre as questões ambientais e o papel das organizações neste contexto levaram a adoção da Produtividade verde de forma ampla contemplando setores da economia e países.

Para tanto, o arcabouço teórico identificado demonstra que dos 19 trabalhos levantados entre os anos de 1999- 2013 26% destes são de cunho teórico, 53% empírico e 21% teórico-empírico. No que tange aos trabalhos teóricos, estes focaram desde o apelo pela mudança da perspectiva da produtividade convencional para a produtividade verde e a sua vinculação com a gestão empresarial e suas ferramentas (BLEISCHUWITZ E VON WEIZSACKER ,1999; SUDER , 2006) até a proposição de modelos para diagnóstico da produtividade verde em processo de manufatura, a fim de mensurar a produtividade verde de forma a verificar a sua viabilidade de aplicação (HENSON e CULABA, 2004; TUTTLE e HEAP, 2008). Outro trabalho teórico importante com diferente foco dos demais buscou elucidar a diferença da produtividade verde de outro conceito ou ferramenta similar, a eco-eficiência, principalmente no pertinente a forma de mensuração destas.

Os trabalhos teóricos tiveram como principal contribuição esclarecer o conceito de produtividade verde e suas implicações no âmbito organizacional, dando assim fundamento teórico para as demais pesquisas sobre o assunto, ou seja, as de cunho empírico ou ainda teórico-empírico. Contudo como limitação destes observou-se que, nos trabalhos encontrados, a produtividade verde foi apresentada de forma limitada, com ênfase e esclarecimentos maiores nos aspectos relacionados à produtividade o que transmite a produtividade verde como um conceito preponderantemente economicista, fato o qual não condiz com a proposta do enfoque triplo da produtividade verde (meio ambiente – desenvolvimento sustentável; qualidade – voz do consumidor; e rentabilidade – fatores de entrada) colocado pela APO (2006). Ressalva-se ainda que nenhum dos trabalhos encontrados houvesse alguma discussão mais profunda sobre os elementos do enfoque triplo : desenvolvimento sustentável e voz do consumidor.

No pertinente aos trabalhos empíricos, que representaram 56% dos estudos identificados na literatura, estes variam de estudos de casos que buscam esclarecer o gerenciamento da produtividade verde, identificar fatores de influência a implementação

das práticas de PV, e vincular a redução de resíduos no contexto da PV com o aumento da produtividade (MOHANTY e DESHMUKH, 1999; LOGAMUTHU e ZAILANI, 2010; e SINGGIH, SUEF e PUTRA, 2010); até estudos voltados para avaliação, implementação e mensuração da produtividade verde em indústrias e conjunturas específicas de países.

Neste sentido destaca-se o uso da produtividade verde com: implementação a nível comunitário, com fins de minimizar problemas de saneamento e uso de produtos químicos na agricultura (HANG e HONG, 2001); aplicação da metodologia de PV em indústria de óleo de cozinha (SAXENA, BHARDWA e SINHA, 2003); aplicação da PV na análise e estimativa de cargas ambientais relacionadas com o ciclo de vida de máquinas de vender bebidas (SAMPATTAGUL *et al*, 2004); mensuração em países, o caso do setor de manufatura da China de 1991-2000 (CAO, 2007); implementação para análise do consumo de recursos e avaliação de poluentes ambientais em uma companhia de aviação (MOHARAMNEJAD e AZARKAMAND, 2007); e utilização de um índice de produtividade verde na agricultura (SITTICHINNAWING e PEERAPATTANA, 2012).

Os estudos empíricos demonstram a versatilidade da produtividade verde no pertinente a sua aplicação, evidenciando sua aplicabilidade tanto no contexto micro (empresarial) como macro (nível de país). Como principal contribuição dos estudos empíricos identificados dar-se o fato destes esclarecerem como a variável ambiental se encaixa na perspectiva da produtividade verde, evidenciando sua importância e mostrando os aspectos que deve levar em consideração neste contexto, como por exemplo: consumo de água, energia, poluentes ambientais, cargas ambientais, uso de produtos químicos, entre outros. Os trabalhos empíricos identificados também tratam do enfoque econômico da PV, mas vinculado este aos aspectos ambientais tendo assim um direcionamento no pertinente ao desenvolvimento sustentável. Como limitação verifica-se que assim como os trabalhos teóricos identificados nenhum abordou dentro da perspectiva da produtividade verde a voz do consumidor.

Quando aos trabalhos teóricos empíricos (21%), estes são assim considerados por trazerem alguma contribuição e inovação teórica no contexto da produtividade verde ao mesmo tempo em que tal contribuição é aplicada em forma empírica para provar sua consistência. Verificou-se que tais trabalhos são proposições e respectivas aplicações de índices de mensuração da produtividade verde e metodologias de implementação (KIM e HUR, 2003; PARANIS, 2003; GANDHI, SELADURAI E

SANTHI, 2006; e AVISHEK *et al*, 2008). Entre estes trabalhos se destaca o realizado por KIM e HUR (2003), por apresentarem a IPV- índice de produtividade verde o qual tem como base a relação inversamente proporcional entre a produtividade verde e impacto ambiental para se calculá-lo. Tal índice fora criado a fim de se comparar produtos e processos produtivos para se identificar qual a melhor alternativa a ser escolhida no contexto da produtividade verde.

Assim como o trabalho de KIM e HUR (2003), os demais trabalhos de cunho teórico empírico trazem como contribuição o preenchimento da lacuna deixada pelos estudos apenas teóricos ou apenas empíricos, abordando o enfoque triplo da PV (APO, 2006) de forma clara. Contudo como limitação destes trabalhos, verificou-se que nenhum apresentou uma metodologia que possa ser aplicada a organizações industriais a fim de identificar qual o seu nível de produtividade verde, ou seja identificar qual a situação atual de uma empresa estudada dentro da perspectiva da produtividade verde e partir de então propor melhorias para manter ou melhorar o nível de produtividade identificado.

Por fim, tal conjuntura teórica demonstra a necessidade de mais estudos que amadureçam e aperfeiçoem tal ferramenta (PV), principalmente no que tange a mensuração da produtividade verde. Para tanto a seguir discorre mais detalhadamente a cerca da mensuração da produtividade verde.

### **2.3 Mensurando a Produtividade Verde**

A produtividade verde pode ser medida segundo Findiastuti, Anityasari e Singgih (2011) em três níveis: Micro, Macro e Meso. No contexto Micro se incere a mensuração da produtividade verde de um processo produtivo ou de uma organização como todo; no que tange ao Macro este se refere ao dado setor da economia e o Meso a nível de país. O quadro 5 evidencia os trabalhos identificados na literatura que abordam especificamente a mensuração da produtividade verde nestes níveis.

Quadro 5: Trabalhos identificados na literatura relacionados a mensuração da PV.

AUTOR	OBJETIVO DO ESTUDO	CONTRIBUIÇÕES	LIMITAÇÕES
KIM E HUR (2003)	Apresentar um índice que seja indicador da produtividade verde e que permita comparar produtos, serviços e processos produtivos.	Estudo teórico e Empírico. - Fornecimento de base teórica para a mensuração da produtividade verde a partir de um índice, o IPV (índice de produtividade verde). - Define que a produtividade verde é resultado da relação inversamente proporcional entre dois construtos (produtividade e impacto ambiental)	- Trabalho quantitativo, o qual não apresentou dentro da perspectiva da PV, uma análise qualitativa que ajudaria da descrição do processo produtivo da empresa petroquímica estudada, o qual o índice fora aplicado. - Considera apenas como construtos da PV a produtividade e o impacto ambiental, o qual possuem formas específicas de mensuração para sua utilização no IPV. Poderia ser incorporado outros construtos dentro da perspectiva da PV.
HUR, KIM e YAMAMOTO (2004)	Propor uma abordagem de mensuração e melhoria da PV através do calculo do IPV e da RPV para a comparação de alternativas de produtividade verde no processo de fabricação do poliestireno em uma empresa petroquímica	Estudo teórico e empírico. - Desenvolvimento da teoria e pratica das métricas de PV; -Fornece embasamento para pesquisadores na definição de índices de PV para o calculo da performance da Produtividade processos produtivos.	- Falta, na perspectiva da PV, uma analise qualitativa para ajudar na avaliação de um sistema produtivo; - A proposta é restrita a definição IPV em nível de processo produtivo. - Não avalia aspectos da PV em nível da organização.
SAMPATTAGUL et al (2004)	Analisar e estimar numericamente, as cargas ambientais relacionadas com o ciclo de vida das máquinas de vender bebidas.	Estudo empírico; - Divulgação da aplicação da métrica da RPV para avaliar alternativas que possam minimizar os impactos ambientais; - Utilização da PV para avaliar a redução de cargas ambientais ao longo da fabricação de um produto.	- A metodologia aplicada não considerou na métrica os aspetos econômicos do ciclo de vida das maquinas; -A proposta é restrita a utilização da PV em nível de produto. - Não avalia aspectos da PV em nível da organização, que poderiam influenciar nas cargas ambientais.
HENSON e CULADA (2004)	Propõe desenvolver um modelo de diagnóstico para a quantificação da PV em processos de fabricação e, através de um software como	Estudo teórico; - Mostra que a PV gera oportunidades para melhorar a utilização recursos e redução de resíduos na indústria; - Integração de ferramentas na aplicação	- Analise limitada ao construto ambiental, falta incorporar aspectos econômicos. - Aplicação da PV restrita a processo produtivo.

	suporte inteligente de apoio a tomada de decisão.	da PV;	
GANDHI, SELLADURAI e SANTHI (2006)	Aplicação do IPV, para escolha de alternativas de produto.	Teórico e empírico; - Adaptação do modelo de KIM e HUR (2003), a fim de utilizar o IPV para comparar produtos, o qual até então só havia sido aplicado para comparar processos.	- Definições dos impactos ambientais ficaram restritas somente a três variáveis; - São incluídos nos cálculos somente os custos de produção; - Uso da produtividade verde apenas para avaliar produto, não envolve aspectos da organização como todo.
SINGGIH, SUEF e PUTRA (2010)	Aplicar a produtividade verde para a redução de resíduos e aumento da produtividade.	Estudo empírico; - Vinculação da redução de resíduos (aspecto ligado a proteção ambiental e redução de consumo de recursos) a produtividade, dentro da perspectiva da PV.	- Resultados restritos a quantificação econômica dos resíduos e sua vinculação com a produtividade. - Aplicação da PV restrita a processo produtivo.
SITTICHINNAWING e PEERAPATTANA (2012)	Calcular o IPV para a produção de pimenta e com os resultados elaborar um guia de melhoria da produção de forma a diminuir impactos ambientais aumente a produtividade.	- Aplicação do IPV na agricultura; - Destaca e quantificado a produtividade e impactos ambientais para calcular o IPV.	- IPV aplicado apenas para processo produtivo
LIN, CHEN e CHEN (2013)	Mensurar a produtividade verde em 70 países no período de 1981-2007.	Estudo empírico -A amplitude de países estudados permite a definição de um panorama no período estudado. -Mensuração do IPV em nível de país.	Difícil entendimento da metodologia quantitativa aplicada, devido o número de dados apresentados.

Fonte: Elaboração própria através da revisão de literatura.

Os trabalhos apresentados no quadro 5, mostram a mensuração da produtividade verde a nível micro (quase todos os trabalhos identificados) e a nível meso (LIN, CHEN e CHEN, 2013). Cabe destacar que não se verificou trabalhos aplicados a setores da economia, ou seja, a mensuração a nível macro, na qual consistiria na mensuração da produtividade verde em diversas empresas do mesmo setor, podendo assim expressar a situação destas empresas e conseqüentemente a do setor dentro das prerrogativas da produtividade verde.

Nos trabalhos elencados anteriormente, no que tange a mensuração a nível micro, verificou-se como limitação a mensuração da produtividade verde com objetivo

restrito de comparar ou analisar processos ou produtos, sem ampliar tal mensuração para os demais aspectos da organização. Tal fato pode levar ao engano de que uma empresa que possua um processo produtivo ou produto que atendam as prerrogativas da produtividade verde, seja uma empresa que caminhe para sustentabilidade através de um alto nível de produtividade verde, visto que a organização não é só composta por processo produtivo e nem pode ser apenas avaliada pelo seu produto.

Dentro de uma organização além das atividades produtivas existem inúmeras outras atividades que podem ser fontes de impactos ambientais e gerar resíduos, os quais dispostos incorretamente podem oferecer riscos. Daí surge a necessidade de um modelo que busque mensurar a produtividade verde em organizações, o que permitirá preencher as limitações observadas nos trabalhos do quadro 5: falta de trabalhos mensurando a produtividade verde em organizações e estudos feitos em setores. Visto que a não existência deste modelo leva a aplicação da mensuração da PV apenas com foco em produto ou processo, o que gera impossibilidade de estudos que caracterizem a produtividade verde organizacional e conseqüentemente, o perfil de um dado setor no que tange a produtividade verde.

Neste sentido, o presente estudo busca propor uma metodologia que permita avaliar o nível de produtividade verde em organizações, para dar suporte ao atingimento do seu objetivo. Para tanto, dentre os trabalhos apresentados no quadro 5, enfatiza-se a proposta de mensuração da PV, apresentada dois trabalhos. O primeiro é o realizado por Kim e Hur (2003), pela criação do índice de produtividade verde e sua aplicação na avaliação de melhorias em processos produtivos; e o segundo é o de Gandhi, Selladurai e Santhi (2006) por fazem uma adaptação da fórmula de cálculo do IPV na avaliação de alternativas de melhorias em produtos.

Com a proposta de se mensurar a produtividade verde Kim e Hur (2003) propuseram uma fórmula para se calcular um indicador de produtividade verde que permitisse comparar processos, produtos e alternativas de melhoria. Segundo estes, o indicador de produtividade verde, ou seja, o Índice de Produtividade Verde (IPV), é resultado da divisão entre a produtividade e o impacto ambiental (equação 1). No caso da proposta de Kim e Hur (2003), a produtividade é calculada para processo produtivo (com base no preço de venda e no custo do ciclo de vida de produção, equação 2) na organização por este motivo ela é expressa pela equação 4 onde, a produtividade é resultado da divisão entre preço de venda do produto pelo custo de ciclo de vida de sua produção.

$$\text{IPV} = \text{Produtividade} / \text{impacto ambiental (1)}$$

$$P = \text{Preço de venda} / \text{custo do ciclo de vida (2)}$$

Desta forma tem-se que o índice de produtividade verde com base nas equações 1 e 2 e dado pela equação 3:

$$\text{IPV} = \frac{\text{PV}}{\text{CCV}} \text{ (3)}$$

IA

Onde:

- IPV, significa o índice de produtividade verde;
- CCV, o custo do ciclo de vida;
- IA, o impacto ambiental.

Na proposta de Kim e Hur (2003), o cálculo do impacto ambiental basea-se na abordagem da Avaliação de ciclo de vida Simplificada-ACVS, tendo como ferramenta para cálculo o software Simapro.

Aplicação deste indicador (IPV) foi feita por Kim e Hur (2003) com o intuito de avaliar alternativas de produtividade verde no processo de fabricação do poliestireno em uma indústria petroquímica. Dentro desta pesquisa quanto maior o índice indica-se que é melhor a alternativa de produtividade verde. O trabalho de Kim e Hur (2003) tem como principal contribuição demonstrar através do índice IPV a relação inversamente proporcional existente entre produtividade e impacto ambiental, na qual quanto maior a produtividade e menor o impacto ambiental maior será a produtividade verde do processo avaliado, o seja, maior será o IPV. Este trabalho destaca-se ainda por ser uma tentativa de se mensurar a produtividade verde a nível micro e considerar para o cálculo do índice as variáveis econômicas (preço de venda e custo do ciclo de vida) e a variável ambiental (impacto). Contudo, o índice de produtividade verde dentro da visão destes autores não remete a uma classificação do nível de produtividade verde da empresa, o que se tornaria interessante uma criação de uma abordagem que se vincula este índice a esta prerrogativa, na qual se pudesse avaliar se as empresas têm um alto, médio ou baixo nível de produtividade verde.

Baseando-se no cálculo do IPV apresentado por Kim e Hur (2003); Gandhi, Selladurai e Santhi (2006) faz uma adaptação da equação 3, mantendo como um dos

indicadores econômicos o preço de venda do produto, e alterando o custo do ciclo de vida para o custo de produção do produto. Esta adaptação foi feita devido o foco de sua análise ser a comparação entre duas alternativas de melhoria de produto, diferentemente do foco da análise de Kim e Hur (2003) que era a análise de melhorias de processo produtivo. No que tange ao impacto ambiental, se manteve o impacto do processo produtivo, contudo se alterou-se a metodologia de cálculo. Para o cálculo do impacto ambiental Gandhi, Selladurai e Santhi (2006) utilizaram a equação 4:

$$IA = w1. GRS + w2. GRG + w3. CA \quad (4)$$

Onde:

- AI, significa impacto ambiental;
- GRS, geração de resíduos sólidos (quantidade gerada);
- GRG, geração de resíduos gasosos (quantidade emitida);
- CA, consumo de água (quantidade consumida); e
- w1, w2, w3 seus respectivos pesos.

Os pesos atribuídos às três variáveis de impacto ambiental foram derivados do *Environmental Sustainability Index* (ESI). ESI baseia-se em cinco componentes, para efeitos analíticos, estes cinco componentes englobam 21 indicadores ambientais sustentabilidade e os 21 indicadores são derivados de 76 variáveis subjacentes (Yale Center for Environmental Law and Policy Report, 2005). Do ESI, retirou-se os seguintes indicadores de significância vinculados as variáveis de impacto definidas: qualidade do ar, qualidade da água, quantidade de água, redução da poluição do ar, redução do lixo e consumo, e redução da emissão de gases do efeito estufa. Ambos os indicadores possuem peso igual a 0,05 no ESI. Para cálculo dos pesos de cada variável de impacto agrupou-se os indicadores correspondentes, somou-se seus respectivos pesos e dividiu-se pelo número de variáveis constantes na fórmula de cálculo do impacto, ou seja, 0,3; conforme mostra o quadro 6.

Quadro 6. Derivação dos pesos das variáveis de cálculo do IA.

Variáveis de IA para o IPV	Indicadores do ESI	Pesos no ESI	Combinação dos pesos (x)	Pesos das variáveis de cálculo do IA para o IPV (x/0.3).
Geração de resíduos sólidos	Redução do lixo e consumo	0,05	0,05	0,17
Geração de resíduos gasosos	Qualidade do ar	0,05	0,15	0,5
	Redução da poluição do ar	0,05		
	Redução da emissão de gases do efeito estufa	0,05		
Consumo de água	Quantidade de água	0,05	0,10	0,3
	Qualidade de água	0,05		
Total			0,3	1.0

Fonte: Gandhi, Selladurai e Santhi (2006).

Com base no apresentado no quadro 6, tem-se que  $w_1 = 0,17$ ;  $w_2 = 0,5$ ; e  $w_3 = 0,33$ . Para tanto, substituído estes valores na equação 6, chegou-se a seguinte fórmula para o cálculo do impacto ambiental durante a produção do produto (vê equação 5):

$$IA = 0,17. GRS + 0,5. GRG + 0,33. CA \quad (5)$$

A aplicação do IPV feita por Gandhi, Selladurai e Santhi (2006) traz como grande contribuição a adaptação da fórmula de cálculo do índice para a análise de opções de produtividade verde no que tange a melhoria em produto, mostrando que o índice proposto por Kim e Hur (2003) pode ser adaptado de acordo com o fim da análise da produtividade verde.

Contudo, sabendo-se que o IPV pode ser adaptado e o trabalho de Kim e Hur (2003) ter como principal contribuição mostrar através da construção do índice, a **relação inversamente proporcional existente entre produtividade e impacto ambiental no que tange a vinculação de tais variáveis com a produtividade verde**, o presente estudo baseia-se nestas prerrogativas para elaboração de um modelo de mensuração da produtividade verde em organizações.

Neste sentido, para a elaboração do modelo proposto neste trabalho optou-se por uma abordagem para a mensuração do nível de produtividade verde em organizações baseada na principal contribuição do trabalho de Kim e Hur (2003), no qual apresenta que a produtividade verde pode ser dada pela relação inversamente proporcional entre

produtividade e impacto ambiental. Vale apenas salientar que a presente proposta apoia-se nesta relação entre produtividade/impacto e não na aplicabilidade do índice proposto por tais autores.

Contudo, todo embasamento teórico disposto neste capítulo permitiu a elaboração do modelo a ser apresentado, o qual atinge o objetivo proposto no presente estudo. O levantamento bibliográfico permitiu a identificação de lacunas existentes nos modelos existentes dando assim a motivação para elaboração de um modelo que permitir-se a mensuração do nível de produtividade verde nas organizações. Tal modelo pode ser utilizado como ponto de partida para a identificação do nível atual de produtividade verde nas organizações bem como o desenvolvimento de outras métricas para este fim, salientando que a mensuração da produtividade verde no âmbito organizacional não é uma tarefa fácil vista a complexidade inerente a esse conceito. No entanto, ela é imprescindível para que estas organizações entendam quais de ações ou atividades geram impactos ambientais, e conseqüentemente reduzem sua eficiência, aumentam seus custos, que resultam em baixos níveis de produtividade e redução da sua competitividade no mercado o qual faz parte. Neste sentido apresenta-se no capítulo a seguir a construção do modelo proposto.

## **CAPÍTULO III – PROPOSIÇÃO DO MODELO TEÓRICO PARA A MENSURAÇÃO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE VERDE ORGANIZACIONAL.**

### **3.1 Construção do modelo proposto para a mensuração da Produtividade Verde em organizações.**

A produtividade verde, com base no identificado na literatura, pode ser mensurada pela relação existente entre produtividade e impacto ambiental. Neste sentido é necessário primeiramente entender o significado destes dois construtos, bem como as formas que estes podem ser mensurados separadamente. Neste sentido a seguir apresenta-se uma revisão da literatura feita com o objetivo de identificar tais formas de mensuração, e verificar qual forma melhor possibilitará a verificação destes construtos dentro do modelo a ser proposto para a mensuração da produtividade verde organizacional.

#### **3.1.1 Produtividade**

Atualmente, a sobrevivência e o crescimento das organizações dependem fundamentalmente da sua competitividade, a qual tem como um dos fatores mais relevantes para seu alcance à melhoria da produtividade. Neste sentido, a produtividade está vinculada á eficácia de um processo produtivo, sendo tal eficácia relativa à melhor ou pior utilização dos recursos.

Segundo Martins e Laugeni (2005), o termo produtividade foi utilizado pela primeira vez, de maneira formal, em um artigo do economista francês Quesnay em 1766. Posteriormente, 1883, outro economista francês, Littré, usou o termo com o sentido de capacidade para produzir. Nesta perspectiva vinculada a produção, a produtividade é definida por vários autores. Para Sink (1985) o conceito de produtividade é dado para um sistema físico de produção onde essa se exprime pela relação entre o que é obtido na saída e o que é consumido na entrada. Neste mesmo contexto, Moreira (1996) considera que a produtividade está ligada a eficácia de um sistema produtivo, sendo esta relativa à melhor ou pior utilização dos recursos. Outro conceito clássico nesta linha de produtividade e processo produtivo é apresentado por Contador (1998), que define esta como sendo a capacidade de produzir partindo-se de certa quantidade de

recursos, onde a produtividade é a medida pela relação entre os recursos efetivos da produção e os recursos produtivos aplicados a ela.

Os conceitos clássicos de produtividade apresentados convergem quanto o foco no processo produtivo, contudo o conceito de produtividade pode ser ampliado à perspectiva empresarial. Para tanto, Tangen (2002) afirma que vários autores definem produtividade empresarial como a relação entre entradas e saídas, ou seja, a relação entre o volume de produção da empresa e o volume dos fatores utilizados nessa produção. Estes fatores não incluem só os fatores incorporados na produção de um bem, mas todo que foi envolvido no âmbito da organização para a geração da produção como mão-de-obra, gastos com gestão, entre outros fatores. Para tanto a produtividade independentemente do seu foco (processo produtivo ou empresarial) pode ser definida como a relação entre a produção de bens ou serviços e os insumos utilizados no processo de produção, incluindo custos diretos e indiretos (RIGITANO, 2012).

A produtividade é um indicador do desempenho, neste sentido é importante destacar que esta pode ser medida em três níveis: operacional, empresarial e nacional. No nível da operação, reflete o conceito taylorista de aumento da capacidade produtiva dos recursos envolvidos em uma operação. No nível da empresa, reflete a relação entre o faturamento e os custos totais. No nível da nação, reflete o conceito de renda *per capita* (CONTADOR, 1994). Contudo, mediante o conceito de produtividade e seus níveis de medição apresenta-se para fins do presente estudo sua mensuração no contexto empresarial e de produção.

A produtividade em uma organização, conforme o apresentado por Ritzman e Krajewski (2004), pode ser medida de formas distintas, podendo ser empregadas medidas de natureza física ou monetária, bem como produzir resultados absolutos ou relativos. Fonseca (2012) coloca estas diferentes formas de medidas podem ser classificadas como unifatores ou multifatores. As primeiras apresentam a vantagem de serem facilmente calculadas e, por isso, são bastante utilizadas e as segundas são mais robustas, pois procuram considerar todos os fatores envolvidos no processo produtivo. Essas medidas são de construção mais elaborada e necessitam de um número grande de informações.

Nesta perspectiva Garcia (2007) apresenta que, em linhas gerais, a produtividade pode ser medida pela relação entre os resultados efetivos da produção e os recursos produtivos aplicados a ela (ou produção/recursos), tais como: peças/hora-máquina, toneladas produzidas/homem-hora, quilogramas fundidos/quilowatt-hora,

toneladas de soja/hectare (onde ano está implícito por corresponder à safra), carros produzidos/funcionário-ano, toneladas de aço/homem ano, etc. Este esclarece ainda que a produtividade pode ser medida para cada recurso isoladamente, para ser possível avaliar o comportamento e o desempenho de cada um ou considerando a totalidade dos recursos utilizados para gerar uma determinada produção (bens ou serviços).

Dentro desta perspectiva tem-se uma clássica formulação geral utilizada para medir a produtividade em um dado período de tempo (MOREIRA, 1996), conforme o apresentado na Equação 6 a seguir.

$$P_t = \frac{O_t}{I_t} \quad (1)$$

Onde:

- $P_t$  significa a produtividade absoluta no período  $t$ ;
- $O_t$  a produção obtida no período  $t$  (saída ou *output*);
- $I_t$  os insumos (entradas ou *input*), também considerados fatores de produção, utilizados no período  $t$  para a obtenção produção  $O_t$ .

Moreira (1996) explicita que a equação posta fornece a chamada produtividade absoluta, isto porque suas unidades derivam das unidades utilizadas para a produção e para os insumos considerados. Entretanto, no campo da produção industrial mais comumente verificada a utilização de índices de produtividade (produtividade relativa), tomando-se como referência um período base, que é considerado com o valor 100. Os índices dos demais períodos são referidos a ele, dividindo-se a sua produtividade absoluta pela produtividade absoluta do período de referência e multiplicando-se por 100. Isto é feito para facilitar as comparações de produtividade ao longo do tempo. Por fim, este autor afirma que a equação pode ser desdobrada numa família de equações, dependendo das medidas de produção e dos insumos considerados. Ou seja, haverá tantas medidas diferentes de produtividade, quantas combinações entre medidas de produção e insumos existirem.

Outra forma de se calcular a produtividade é tendo o foco monetário. Segundo Campos (1999), a produtividade pode também ser definida de forma monetária como o quociente entre o faturamento da organização e os custos incorridos para gerar aquele faturamento, conforme ilustrado pela Equação 7.

$$P_t = \frac{F_t}{C_t} \quad (7)$$

Onde:

- $P_t$  significa a produtividade do período;
- $F_t$  o faturamento no período  $t$ , e
- $C_t$  os custos ocorridos no período  $t$  para o dado faturamento.

A contribuição dada pela equação 7 é o fato da mesma incluir todos os fatores internos da empresa, além de enfatizar o cliente como fator decisivo de produtividade. Visto que se o cliente não quiser comprar, por maior que seja a eficiência da empresa, a produtividade cairá à medida que o faturamento cair.

A mensuração da produtividade é importante por permitir a identificação de falhas na produção e suas possíveis correções, permitindo assim a gestão da indústria tomar medidas mitigadoras. Contudo medir a produtividade por essa óptica leva as organizações a focarem apenas na melhoria de seu processo produtivo, na otimização no uso de seus recursos de produção e nos ganhos financeiros, esquecendo-se que suas atividades produtivas são fontes geradoras de impactos ambientais significativos. Neste contexto destac-se a seguir como medir a outra variável presente na produtividade verde: o impacto ambiental( decorrente das atividades organizacionais).

### **3.1.2 Impacto Ambiental**

A expressão “impacto ambiental” teve sua maior utilização a partir dos anos 70 e 80, quando diversos países perceberam a necessidade de estabelecer diretrizes e critérios para avaliar os efeitos adversos das intervenções humanas na natureza. Esta expressão, comumente é associada a algum dano na natureza, contudo Sánchez (2011) afirma que a literatura técnica pertinente a este conceito apresenta várias definições de impacto ambiental, sendo quase todas estas concordantes em seus conceitos básicos, embora que formuladas de diferentes maneiras. Contudo, os conceitos de impacto ambiental mais relevantes no contexto brasileiro são dados pela ISO 14.001, de 1996, e pelo art. 1º da Res. 1, de 23.1.86 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Na definição dada pela norma ISO 14.001, impacto ambiental é considerado como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” (item 3.4 da norma). Deve-se destacar a importância do conhecimento deste conceito mediante a

norma ISO, visto que este é considerado por muitas organizações que buscam adotar sistemas de gestão ambiental.

No que tange a definição jurídica de impacto ambiental no Brasil, no art. 1º da Res. 1, de 23.1.86 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, utiliza os seguintes termos: “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam-se: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais”.

Tendo em vista os conceitos de impacto ambiental apresentados, pode-se considerar que o que caracteriza o impacto ambiental, não é qualquer alteração nas propriedades do ambiente, mas segundo Moreira (2002) o impacto ambiental deve ser entendido como qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades, nas relações constitutivas do ambiente, que excedam a capacidade de absorção desse ambiente. Sánchez (2011), ratifica o esclarecido por Moreira (2002), destacando que o impacto ambiental pode ser causado por uma ação humana que implique: supressão de certos elementos do ambiente; inserção de certos elementos no ambiente e sobrecarga.

Nesta perspectiva, observa-se que mídia tem destacado impactos e desastres ambientais, especialmente no que tange a poluição de um modo geral. Slack (2008) explica que os desastres causados pela poluição e que chegam à mídia podem ser oriundos de várias causas, a exemplo destes estão o encalhamento de navios e tanques, lixo nuclear mal classificado, produtos químicos que vazam em rios ou nuvens de gases tóxicos, soprados sobre as cidades industriais, entre outros. Entretanto, importante resaltar que apesar de vinculação existente entre impacto ambiental e a poluição, deve-se levar em consideração que ambos são conceitos distintos. Para tanto, Sánchez (2011) faz as seguintes colocações a cerca do conceito de impacto ambiental quando comparado ao de poluição, conforme o disposto no quadro 7.

Quadro 7. Especificidades dos conceitos de impacto ambiental e poluição.

<b>Impacto ambiental</b>	<b>Poluição</b>
É um conceito mais amplo e substancialmente distinto de poluição.	Refere-se a matéria ou energia, ou seja, grandezas físicas que podem ser medidas e para as quais podem-se estabelecer padrões.
O impacto ambiental pode ser benéfico ou adverso (positivo ou negativo)	Seu conceito tem somente uma conotação negativa.
É causado por várias ações humanas sem que estejam necessariamente associadas à emissão de poluentes.	É uma das causas de impacto ambiental, mas os impactos podem ser ocasionados por outras ações além do ato de poluir.
Nem todo impacto ambiental tem a poluição como causa.	Toda poluição (ou seja, emissão de matéria ou energia além da capacidade assimilativa do meio) causa impacto ambiental.

Fonte: Elaborado a partir de Sánchez (2011).

Mediante a relação impacto/ poluição no contexto atual é possível verificar que maioria dos impactos é devido ao rápido desenvolvimento econômico sem o controle das consequências de tal crescimento, bem como, a falta de preocupação com manutenção dos recursos naturais. Desta forma, tem-se que de modo geral, os impactos ambientais mais significativos encontram-se nas regiões industrializadas, ou ainda mais claramente, são oriundos das atividades produtivas deste tipo de organizações.

As organizações industriais, geram impacto ambiental desde a sua instalação em um dado espaço geográfico até a sua possível desativação. Contudo os principais impactos causados pelas indústrias se encontram na sua operação. Na literatura relacionada a impacto ambiental e organizações indústrias encontram-se vários estudos realizados nos mais variados setores, tais como: revestimentos cerâmicos (FERRARI, 2000); laticínios (MACHADO, SILVA e FREIRE, 2001); embalagens (QUEIROZ *et al.*, 2010) ; sucroalcooleiro (SILVA e FERREIRA, 2010); e vestuário (TEIXEIRA e CASTILLO, 2012). Estes trabalhos, demonstram que os principais impactos identificados possuem como causas os resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões gasosas; rejeitos de produção; entre outros fatores oriundos das atividades de produção e gerenciamento. Neste sentido tem-se que o impacto ambiental é a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade.

Impacto ambiental é a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. Para tanto, estas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam variações negativas, podendo ser grandes ou pequenas. Ressalta-se também que a identificação, análise e mensuração destes impactos permite as organizações, em especial as industriais, procurar formas de mitigá-los, eliminá-los ou reduzi-los, evitando custos com penalidades de cunho ambiental, e adquirindo ganhos econômicos e ambientais. Neste sentido, identifica-se na literatura

pertinente a este aspecto alguns métodos de identificação, análise e mensuração de impactos ambientais nas organizações.

Segundo Oliveira e Moura (2009), existem basicamente distintas linhas metodológicas desenvolvidas para a avaliação de impactos ambientais, a saber: metodologias espontâneas (*ad hoc*); listagens (*check-list*); matriz de interações, redes de interações (*networks*); metodologias quantitativas; e modelos de simulação. O Quadro 8 apresenta resumidamente do que trata cada tipo de metodologia, assim como suas contribuições e limitações.

Quadro 8. Metodologias de Identificação, análise e mensuração de impactos ambientais.

Metod.	Definição	Contribuições	Limitações
Espontâneas ( <i>Ad Hoc</i> )	São metodologias baseadas no conhecimento empírico de experts do assunto, ou área em questão, que utilizadas isoladamente desenvolvem a avaliação de impactos ambientais de forma simples, objetiva e dissertativa.	1-Proporciona uma visão multidisciplinar; 2-Incluem identificação e valorização dos impactos; 3- Fornece orientação para outras avaliações; 4-Possibilidade de estimativa rápida da evolução de impactos.	1-Não examinam detalhadamente, as intervenções e variáveis ambientais envolvidas, considerando-as de forma subjetiva, qualitativa e pouco quantitativa.
Listagem ( <i>check-list</i> )	Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas dos meios físicos, biótico e sócio-econômicos. Os impactos são dispostos em listas, e podem de forma limitada, incorporar escalas de valores e ponderações.	1- Permitem a padronização da análise dos impactos; 2- Emprego imediato na avaliação qualitativa de impactos mais relevantes; 3- É adequada para avaliações preliminares.	1- Não considera relações de causa e efeito entre os impactos.
Matrizes de Interações	São técnicas bidimensionais que relacionam ações como fatores ambientais. Apesar de poder incorporar parâmetros de avaliação, são métodos básicos de identificação.	1- Permite uma fácil compreensão dos resultados; 2- Aborda fatores biofísicos e sociais; 3- Acomoda dados qualitativos e quantitativos; 4- Considera a multidisciplinaridade.	1- O estabelecimento de pesos é um ponto crítico para a credibilidade ou não da análise dos impactos.
Redes de Interações ( <i>network</i> )	Consiste no estabelecimento de uma sequência de impactos ambientais a partir de uma determinada intervenção	1-Permitem uma visualização de impactos secundários e demais ordens; 2- Possibilitam a introdução de parâmetros probabilísticos; 3- Orientam as medidas a serem propostas para gerenciamento dos impactos.	1- Método complexo de aplicação e entendimento.

Quantitativas	São métodos quantitativos que pretendem associar valores às considerações qualitativas que possam ser formuladas quando realizada uma avaliação de impacto de um projeto.	1- Permite uma análise final através do cálculo de um índice global de impacto. 2- Fornece boas informações para caracterizar uma dada situação ambiental.	1- Método Subjetivo.
Modelos de Simulação.	São modelos relacionados à inteligência artificial ou modelos matemáticos. Destinam-se a representar tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as relações e interações entre efeitos de determinadas ações.	1- Podem se adaptar a diferentes contextos de análise.	1- Requer pessoal técnico e experiente além de equipamentos apropriados e dispendiosos.

Fonte: Elaborado a partir de Oliveira e Moura (2009).

Dentre os tipos de metodologias apresentados, as metodologias de listagem se destacam no contexto de avaliação de impactos ambientais em organizações industriais. Isto porque permitem uma avaliação simples e objetiva. Em meio às metodologias de listagem, pode-se destacar neste sentido Análise de Falhas e seus Efeitos (FMEA).

Conforme Barasuolet *al.*(2006), o FMEA é uma metodologia de análise de projetos (produtos ou processos, industriais e/ou administrativos) que tem como finalidades a identificação de todos os possíveis potenciais de falha e a determinação do efeito de cada uma destas falhas sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio fundamentalmente dedutivo.

Para estes autores, o FMEA após ter sua aplicação em estudos realizados na NASA, disseminou-se na indústria automobilística, a qual, em grande parte, exige de forma contratual que seus fornecedores de autopeças utilizem tal ferramenta devida este ter uma análise de “baixo para cima” (*bottom-up*), onde procura identificar falhas críticas em cada componente as suas causas e devidas consequências, aumentando à qualidade e a confiabilidade das peças produzidas por estes. No entanto, o FMEA foi projetado inicialmente a fim de estudar falhas em projetos da aeronáutica e atualmente vem possuindo uma relevante aplicação na identificação e diagnóstico os problemas e riscos ambientais, principalmente no que tange a mensuração de impacto ambiental (VANDENBRANDE, 1998).

Neste contexto, tal ferramenta tem como principais objetivos a prevenção dos problemas ambientais mais importantes e o impedimento ou minimização das consequências geradas pelos possíveis problemas. Vandenbrande (1998) explica que, o clássico processo de FMEA pode ser facilmente adaptado a um estudo dos riscos potenciais do ambiente. Isto porque ao usar uma tabela de pontuação de

gravidade, o número de prioridade ambiental pode ser calculado da mesma forma que o número de riscos. Contudo, Andrade (2000) tomando como base a metodologia de Vandenbrande (1998), propõe que o FMEA seja aplicado nas organizações para a análise dos aspectos e impactos ambientais causados por suas atividades, podendo ser considerado como ECO - FMEA.

Segundo este autor o ECO - FMEA pode ser utilizado para estes fins no Sistema de Gestão Ambiental. Para tanto ele apresenta um método de aplicação composto por 12 etapas, a saber: 1- Definição da equipe responsável; 2- Definição dos itens do sistema de Gestão Ambiental; 3- Preparação prévia para coleta de dados; 4- Pré-filtragem dos aspectos ambientais considerados; **5- Identificação do processo/função a ser considerado; 6- Identificação dos aspectos e impactos ambientais; 7- Identificação das causas e falhas; 8- Identificação dos controles atuais de detecção; 9- Determinação dos índices de criticidade;** 10- Análise dos riscos ambientais e plano de ações; 11- Revisão do plano de Ação; 12- Revisão do ECO - FMEA sempre que necessário.

O ECO - FMEA proposto por Andrade (2000) contempla o processo prático do FMEA (tradicional) especificadamente nas etapas 5, 6, 7, 8, 9, que uma vez aplicadas resultam em um formulário de análise o qual se estrutura em 9 colunas, conforme o apresentado no quadro 9. A primeira coluna corresponde à etapa de **identificação do processo/função** a qual descreve de forma direta o processo e, ou, função onde serão analisados os impactos ambientais. A segunda e terceira coluna corresponde à etapa de **identificação dos aspectos e impactos ambientais**, respectivamente são apresentados os aspectos associados ao processo/função e impactos ambientais associados aos processo/função.

Quadro9. Modelo em colunas de um formulário de análise com base no método FMEA.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Etapa do processo	Aspectos ambientais	Impactos Ambientais	Gravidade do Impacto(G)	Causa Potencial	Ocorrência da Causa (O)	Forma atual de controle	Grau de Detecção (D)	IRA

Fonte: Elaborado a partir de Andrade (2000).

A quarta coluna corresponde ao índice de Gravidade do impacto (G), segundo Vandenbrande (1998) este resulta de uma análise do efeito do risco para a avaliação de sua gravidade que é estimado em uma escala de 1 a 10 conforme o quadro 10. Este

índice trata da gravidade de um impacto ambiental de um modo potencial de falha atinente ao meio ambiente.

A etapa **identificação das causas e falhas** e contemplada na quinta coluna, nela são elencadas as causas potenciais de falhas descritas em termos de algo que se possa corrigir ou controlar e relacionada a esta, a sexta coluna apresenta o índice de Ocorrência de causa (O). Este índice parte de uma análise do efeito do risco para a avaliação de sua probabilidade de ocorrência que estimado também em uma escala de 1 a 10, conforme o quadro 10. Resumindo o índice de ocorrência de causa aborda a probabilidade de ocorrência de uma específica causa/mecanismo.

Na sétima coluna são postos os controles atuais do processo/função que foram diagnosticados na etapa de **Identificação dos controles atuais de detecção das falhas ou causas**. Em sequência a oitava coluna mostra o Grau de Detecção (D), que parte da avaliação de uma causa do risco exprimindo o grau de controle possível de ser exercido sobre ele. Como os demais índices já apresentados, ele é estimado em uma escala de 1 a 10 conforme o quadro 10, e entende por este como a capacidade de controle e atuação no processo para evitar ou minimizar as causas do risco. Esta escala pode ser adaptada conforme as necessidades do estudo o qual tal ferramenta irá dar suporte.

No que tange a nona coluna ela mostra o Índice de Risco Ambiental, que é a multiplicação dos valores estimados para cada um dos três índices anteriores (G, O, D). Este índice propicia uma escala hierárquica da relevância de cada processo/ função e seus respectivos impactos.

A quarta, sexta, oitava e nona coluna são resultados da etapa de **Determinação dos índices de criticidade**.

Quadro 10. Diretrizes para classificação dos índices de criticidade.

<b>Gravidade do impacto</b>	<b>Índice</b>
Difícilmente será visível. Muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente.	1-2
Não conformidade com a política da empresa. Impacto baixo ou muito baixo sobre o meio ambiente.	3-4
Não conformidade com os requisitos legais e normativos. Potencial de prejuízo moderado ao meio ambiente.	5-6
Sério prejuízo à saúde das pessoas envolvidas nas tarefas.	7-8
Há sérios riscos ao meio ambiente.	9-10
<b>Ocorrência da Causa</b>	
Remota: é altamente improvável que ocorra.	1-2
Baixa: ocorrência em casos isolados e com baixa probabilidade de ocorrer em 1 semestre.	3-4
Moderada: tem probabilidade razoável de ocorrer em 1 semestre.	5-6
Alta: ocorre com regularidade e/ou com períodos razoável de tempo, mais de uma vez por semestre.	7-8
Muito alta: não se tem como evitar, ocorre durante longos períodos típicos para condições operacionais. Grande probabilidade de ocorrer cada vez que executada a atividade.	9-10
<b>Grau de Detecção</b>	

Os controles atuais irão detectar quase de imediato o aspecto e a reação pode ser instantânea. Detecção rápida e solução rápida.	1-2
Existe alta probabilidade de que o aspecto seja detectado logo após a sua ocorrência, sendo possível uma rápida reação. \detecção em médio prazo e solução rápida.	3-4
Há uma probabilidade moderada de que o aspecto seja detectado num período razoável de tempo antes que uma possa ser tomada e os resultados vistos. Detecção e solução em médio prazo.	5-6
É improvável que o aspecto seja detectado ou levará um período razoável de tempo antes que uma ação possa ser tomada e os resultados sejam vistos. Detecção em médio prazo e solução em longo prazo.	7-8
O aspecto não será detectado em nenhum período razoável de tempo ou não há reação possível. Detecção em longo prazo e solução em longo prazo.	9-10

Fonte: Vandenbrande (1998).

A proposta de Vandenbrande (1998) bem como o trabalho de Andrade (2000) trazendo o ECO - FMEA serviu para a inspiração e embasamento para diversos estudos no contexto brasileiro no que tange a setores e atividades econômicas geradoras de impactos ambientais significativos. Martins e Zambrano (2003) utilizaram a metodologia ECO - FMEA para a análise dos impactos ambientais em uma empresa do ramo de usinagem. Para tanto os autores realizam um levantamento das entradas e saídas de cada operação do processo de usinagem do pino de pistão, e posteriormente calcularam para cada resíduo e efluente o risco ambiental através da multiplicação dos índices adotados para a severidade do impacto ambiental, probabilidade de ocorrência e a facilidade de detecção, como resultado pode-se destacar que o maior risco ambiental no contexto estudado foi óleo desperdiçado, isto porque durante o processo de torneamento e furação, as gotas de óleo expelidas não retornam ao processo, mas aderem ao chão da fábrica, causando uma série de riscos a exemplo a contaminação humana.

Nesta mesma linha Coimbra (2003) e Silva (2003), utilizaram o ECO - FMEA em suas dissertações para a avaliação de significância de aspectos e impactos ambientais na indústria de cerâmica e os impactos e custos ambientais em processos indústrias, respectivamente.

Oliveira e Freitas (2011) buscaram através o uso do ECO - FMEA avaliar os aspectos e impactos ambientais em uma indústria de microeletrônica localizada na cidade de Campina Grande – PB. A contribuição dada por tais autores reside na demonstração da viabilidade do uso da ferramenta ECO - FMEA para a análise dos aspectos e impactos ambientais da indústria, devido ao seu formato possibilitar à integração em uma só ferramenta a descrição dos processos e seus respectivos aspectos e impactos, mensurando-os e definindo as práticas a serem utilizadas em cada caso específico.

Por fim, outro trabalho relevante quanto à aplicabilidade do ECO - FMEA foi o realizado por Wenceslau e Rocha (2012), que objetivou utilizar o ECO - FMEA como suporte para a identificação dos aspectos e impactos ambientais em uma agroindústria e Arroz. Este estudo mostrou que de maneira geral, os levantamentos realizados, não apresentaram problemas ambientais graves e nem sérios comprometimentos à saúde dos funcionários, o que se pode observar foi que alguns investimentos são necessários para a melhoria da eficiência do processo produtivo neste contexto. A aplicação deste método nos estudos apresentados demonstram a viabilidade do uso da ferramenta ECO - FMEA para a análise dos aspectos e impactos ambientais da indústria.

Por fim, uma vez explicitados os construtos produtividade e impacto ambiental, bem como suas possíveis formas de mensuração em organizações, a seguir apresenta-se o modelo proposto para a mensuração da produtividade verde em organizações.

### **3.2 Modelo proposto para a mensuração do nível de produtividade verde em organizações.**

Segundo Kim e Hur (2003) a Produtividade Verde é resultado da relação inversamente proporcional das grandezas produtividade e impacto ambiental. Neste sentido tem-se que a produtividade verde tem sua essência na maior produtividade e o menor o impacto ambiental, na qual, quanto maior a produtividade e menor o impacto ambiental maior o nível de produtividade verde. Partindo desta perspectiva no que tange a empresa como todo, chega-se a conclusão de que o nível de produtividade verde no âmbito organizacional é resultado da relação inversamente proporcional da produtividade da empresa (produtividade organizacional) um dado período de tempo e o impacto ambiental causado por suas atividades neste mesmo período, podendo esta assumir os seguintes níveis: baixo, médio e alto.

Dentro desta perspectiva, o nível de produtividade verde em organizações pode ser mensurado a partir da relação entre estas duas variáveis, calculadas conforme o detalhado a seguir.

#### **3.2.1 Cálculo da produtividade organizacional.**

Para o cálculo da produtividade da organização, o procedimento de análise de dados adotado será quantitativo. Neste sentido deverá ser calculada a produtividade da empresa dos últimos 12 meses, para possibilitar o entendimento do comportamento da

produtividade organizacional ao longo do tempo, e se identificar qual o seu nível atual de produtividade organizacional.

A produtividade mensal será definida pela equação 7 ( vê item 2.2.3.1.), na qual:  $P_t$ , significa a produtividade organizacional no período  $t$ ;  $F_t$ , o faturamento da organização no período  $t$ ; e  $C_t$ , o custo obtido para a obtenção do faturamento  $t$ .

$$P_t = \frac{F_t}{C_t} \quad (7)$$

Na equação 7 o custo ( $C_t$ ) será obtido pela soma dos custos que a organização teve em  $t$  para o  $F_t$ , o que inclui custo de produção; custos de administração da empresa e custos ambientais. Ressalta-se que considera-se custo ambiental, os custos que compreendem todos aqueles gastos relacionados direta ou indiretamente com a proteção do meio ambiente e que serão ativados em função de sua vida útil, como: amortização, exaustão e depreciação; aquisição de insumos para controle, redução ou eliminação de poluentes; tratamento de resíduos de produtos; disposição dos resíduos poluentes; tratamento de recuperação e restauração de áreas contaminadas; mão-de-obra utilizada nas atividades de controle, preservação e recuperação do meio ambiente; multas; entre outros (CARVALHO *et al*; 2000 ).

Tendo em vista que cada tipo de organização possui custos específicos oriundos de suas atividades deve-se indentificar por meio relatórios financeiros, balanços, entre outros estes custos e posteriormente classificá-los e soma-los (com o auxílio de planilha eletrônica) a fim de se obter este custo  $C_t$ .

Uma vez aplicada à equação 7 para os 12 meses, se obterá para cada mês uma produtividade. Para fins de análise, considera-se que a produtividade máxima obtida pela empresa no período (é equivalente a 1), ou seja o melhor nível de produtividade obtido pela empresa estudada no período de 12 meses. Neste sentido, a fim de se classificar a produtividade mensal da organização em níveis (alto, médio, médio e baixo), é necessário através de uma regra de três simples transformar as produtividades encontradas em produtividades equivalentes, pela aplicação da equação 8.

$$P(\text{Equiv. m}) = P_m / P_{\text{máx.}} \quad (8)$$

Onde:

- $P(\text{Equiv. m})$ , é a produtividade equivalente do mês ;
- $P_m$  a produtividade do mês, ou seja, a produtividade real do mês  $m$ ;

- P máx, a produtividade máxima obtida pela empresa no período de 12 meses.

Neste sentido, uma vez feita a transformação das produtividades em produtividades equivalentes, (a partir da aplicação da equação 8) estas serão classificadas como: muito baixa, baixa, média, alta, e muito alta. Esta classificação será dada em uma escala de 0 – 1. Vale a pena salientar que devido à vinculação da produtividade organizacional com o impacto ambiental dentro da perspectiva da produtividade verde, os cinco níveis serão resumidos em três a partir do agrupamento dos dois extremos, conforme apresenta o quadro 11.

Quadro11: Escala de análise da produtividade organizacional.

Produtividade	Varição da produtividade.	Agrupamento dos níveis	Nível de produtividade
Muito Baixa	0 – 0,2	$(0 \leq P \leq 0,2)$	Baixo
Baixa	0,2 – 0,4	$(0,2 < P \leq 0,8)$	Médio
Média	0,4 – 0,6		
Alta	0,6 – 0,8		
Muito Alta	0,8 – 1	$(0,8 < P \leq 1)$	Alto

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez calculados os níveis de produtividade verde da organização estudada, e identificado o seu nível de produtividade atual (produtividade do mês 12, classificada conforme o quadro 11), parte-se então para o cálculo dos impactos ambientais oriundos de suas atividades.

### 3.2.2 Cálculo do impacto ambiental.

O impacto ambiental poderá ser calculado através do ECO-FMEA, que será utilizado de forma a identificar, avaliar e mensurar os aspectos e impactos gerados pela empresa. Os aspectos e impactos da empresa deverão ser identificados nas atividades de produção e administrativas, e posteriormente analisados, a fim de se obter a intensidade dos impactos gerados pela organização como um todo. A figura 2 mostra o formulário do FMEA adaptado a partir do modelo desenvolvido por Oliveira e Freitas (2011) que pode ser aplicados em indústrias.

Figura 2: Modelo de formulário do ECO-FMEA .

LOGO DA EMPRESA	DESCRIÇÃO DO FORMULÁRIO DO FMEA							Nº DOC.:	
								PAG.:	
								REV.:	
ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS									
Atividades desenvolvidas	Identificação			Avaliação				Intensidade do impacto	Forma atual de controle
	Aspectos ambientais	Impactos	Causa Potencial	M	F	D	Total		
Ativid. 1									
Ativid. 2									

Fonte: Adaptado de Oliveira e Freitas (2011).

Cada campo do formulário apresentado deve ser preenchido da seguinte forma:

- a) **Atividades desenvolvidas:** Listar as atividades desenvolvidas na e produção e administração da empresa estudada.
- b) **Aspectos ambientais:** Considera-se aspecto ambiental o elemento resultante da atividade da empresa que possa interagir com o meio ambiente. Neste caso, pode-se descrever uma ação, por exemplo, geração de efluentes líquidos, que produz como impacto a poluição do meio ambiente.
- c) **Impactos:** Modificação do meio ambiente resultado da ação nas atividades da empresa. É o resultado dos aspectos no meio ambiente.
- d) **Causa Potencial:** Descrição da ação que possa resultar na geração do impacto;
- e) **Avaliação:** feita pelos critérios: **magnitude, frequência e detecção**, bem como, o cálculo do **IRA ou total**, dado pela soma dos critérios anteriormente descritos (M + F + D.). Segundo Oliveira e Freitas (2011), o critério **Magnitude** representa a gravidade do impacto, considerando sua abrangência espacial (dimensão do dano) e reversibilidade (capacidade de remediar); **Frequência** representa a probabilidade de ocorrência do impacto, e **Detecção** que representa com que facilidade se detecta o impacto causado, podendo evitar que este tome grandes proporções, e se as iniciativas da empresa são suficientes para evitar, conter ou reparar o impacto. A magnitude, Frequência e Detecção podendo ser pontuada conforme demonstrado nos quadros 12, 13 e 14 respectivamente.

Quadro 12: Critérios para pontuação da Magnitude dos impactos ambientais.

Magnitude	Critério	Avaliação
Baixa	Impacto desprezível/restrito ao local de ocorrência, reversível com ações imediatas, sem possibilidade de danos pessoais.	1
Média	Impacto considerável ao local de ocorrência, reversível com ações mitigadoras, com danos pessoais reversíveis.	2
Alta	Impacto de grande extensão e/ou consequência irreversíveis, mesmo com ações mitigadoras, com danos pessoais irreversíveis.	3

Fonte: Oliveira e Freitas (2011).

Quadro 13: Critérios para pontuação da Frequência dos impactos ambientais.

Frequência	Critério	Avaliação
Baixa	Impacto improvável de ocorrer.	1
Média	Impacto provável de ocorrer.	2
Alta	Impacto esperado que ocorra.	3

Fonte: Oliveira e Freitas (2011).

Quadro 14: Critérios para pontuação da Detecção dos impactos ambientais.

Detecção	Critério	Avaliação
Baixa	Detecção imediata e iniciativas da empresa são suficientes para evitar o impacto ocorra.	1
Média	Detecção imediata e iniciativas da empresa são suficientes para conter e/ou reduzir o impacto.	2
Alta	Detecção imediata e não há iniciativas da empresa ou estas não são suficientes para evitar, conter, ou reduzir o impacto.	3

Fonte: Elaboração própria a partir de Vandenbrande (1998).

**g) Intensidade do Impacto:** Preenchido conforme o resultado apresentado no item Total. Caso o resultado esteja entre 1 e 3 ( $1 \leq \text{TOTAL} \leq 3$ ), o campo será preenchido com o termo “Baixa”, pois sua classificação conforme os critérios indicam magnitude, e frequência baixas e uma detecção imediata com solução em curto ou médio prazo, representando um impacto pequeno ou nulo. Caso o Total tenha um resultado entre 4 e 6 ( $4 \leq \text{TOTAL} \leq 6$ ), este campo deve ser preenchido com o termo “Média ou Moderada”, pois este total indica que algum dos critérios apresentou um nível médio, sendo suficiente para que sejam tomadas ações de contenção ou controle. Caso o Total tenha um resultado entre 7 e 9 ( $7 \leq \text{TOTAL} \leq 9$ ), este campo deve ser preenchido com o termo “Alta”, pois este total indica que algum dos critérios apresentou um nível alto, necessitando de medidas especiais de ação de contenção ou controle.

**h) Forma atual de controle:** são as iniciativas adotadas pela organização para evitar, mitigar ou evitar que o impacto atinja grandes proporções.

Uma vez preenchido o formulário do ECO-FMEA, o impacto geral da organização será obtido pela média aritmética do item “Total” de cada impacto, sendo assim representado pela sua intensidade. Para tanto, a análise feita da intensidade do impacto organizacional é dada conforme o quadro 15.

Quadro 15: Escala de análise do impacto organizacional.

Intensidade do impacto org.	Variação do impacto org.
Baixo	1– 3
Médio	4 – 6
Alto	7– 9

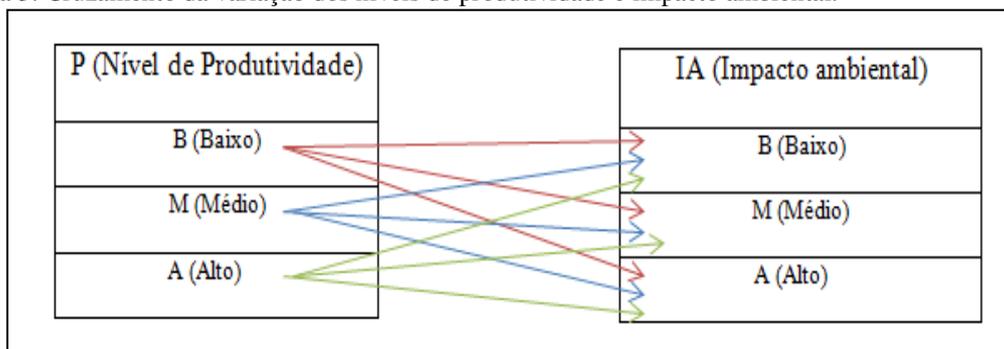
Fonte: Elaboração própria, a partir de Oliveira e Freitas (2011).

Uma vez aplicado os formulários e identificado com base no quadro 14 qual a intensidade do impacto da organização estudada, passe-se então para a mensuração do nível de produtividade verde, o qual é obtido pela relação inversamente proporcional entre as variáveis: produtividade e impacto ambiental.

### 3.2.3 Mensurando o nível de produtividade verde.

Com base no trabalho de Kim e Hur (2003), entende-se que a produtividade verde é resultado da relação entre produtividade e impacto ambiental, que são duas variáveis inversamente proporcionais. Isto porque, o conceito de produtividade verde traz em sua essência que as organizações podem contribuir para a sustentabilidade obtendo uma produtividade alta e gerando um baixo impacto ambiental. Tendo em vista que a variável produtividade na organização pode assumir um nível baixo, médio e alto (vê quadro10); e o impacto ambiental gerado pela empresa poder ser baixo, médio, e alto (vê quadro 14), é possível identificar os níveis de produtividade verde a partir do cruzamento destas variações, como mostra a figura 3.

Figura 3: Cruzamento da variação dos níveis de produtividade e impacto ambiental.



Fonte: Elaboração própria

O cruzamento representado pela figura 3 resultou em 9 combinações, conforme o apresentado no quadro 16.

Quadro 16. Combinações resultantes do cruzamento produtividade/impacto.

NÍVEL DE PRODUTIVIDADE	IMPACTO AMBIENTAL	COMBINAÇÃO
B (baixo)	B (baixo)	(B, B)
	M (médio)	(B, M)
	A (alto)	(B, A)
M (médio)	B (baixo)	(M, B)
	M (médio)	(M, M)
	A (alto)	(M, A)
A (alto)	B (baixo)	(A, B)
	M (médio)	(A, M)
	A (alto)	(A, A)

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez identificadas as combinações, estas representam os níveis de produtividade verde que uma dada organização pode se encontrar em um determinado período de tempo (vê quadro 18). E, destacando o fato que a produtividade verde visa contribuir para a sustentabilidade a partir de uma melhor produtividade e um baixo impacto, tais combinações são avaliadas por tal ponto de vista. Neste sentido, verifica-se que a variável produtividade contribui positivamente no que tange a sustentabilidade, visto que quanto maior seu nível, menor o consumo de insumos de produção, geração de rejeito de produção, resíduos sólidos, emissões gasosas, efluentes líquidos e outros fatores oriundos das atividades desempenhadas na organização. Quanto ao impacto, este contribui negativamente do ponto de vista da sustentabilidade, visto que quanto maior este for maior serão os danos causados ao meio ambiente e a sociedade. Tendo em vista esta análise, o quadro 17 mostra a avaliação dos níveis de produtividade e impacto dentro deste contexto.

Quadro 17. Avaliação dos níveis de produtividade e impacto diante da sustentabilidade.

PRODUTIVIDADE	Análise do ponto de vista da sustentabilidade	IMPACTO AMBIENTAL	Análise do ponto de vista da sustentabilidade
B	(-) negativo	B	(+) positivo
M	(+ -) mais ou menos	M	(+ -) mais ou menos
A	(+) positivo	A	(-) negativo

Fonte: Elaboração própria.

Para tanto, o quadro 18 apresenta os cruzamentos, suas respectivas avaliações do ponto de vista da sustentabilidade o que resulta nos respectivos níveis de produtividade verde.

Quadro 18. Avaliação dos níveis de produtividade verde diante da sustentabilidade.

P (Nível)		IA		Produtividade verde	Nível de PV
A (alto)	(+)	B (Baixo)	(+)	Ótima	ALTO
M (médio)	(+ -)	B (Baixo)	(+)	Boa	
A (alto)	(+)	M (médio)	(+ -)		
B (baixo)	(-)	B (Baixo)	(+)	Regular	MÉDIO
M (médio)	(+ -)	M (médio)	(+ -)		
A (alto)	(+)	A (alto)	(-)		
M (médio)	(+ -)	A (alto)	(-)	Ruim	BAIXO
B (baixo)	(-)	M (médio)	(+ -)		
B (baixo)	(-)	A (alto)	(-)	Péssima	

Fonte: Elaboração própria.

O quadro 18 permitirá que ao término da aplicação do modelo proposto seja possível a identificação do nível de produtividade verde da empresa estudada a partir da sua produtividade atual (a nível baixo, médio ou alto) e impacto ambiental(a nível baixo, médio ou alto), calculados anteriormente, e assim poder dar suporte as organizações para a identificação de medidas que venham contribuir para a melhoria deste nível. Como desdobramento do quadro apresenta-se a figura 4, que demonstra em áreas desenhadas a partir das escalas utilizadas para analisar a produtividade e o impacto ambiental, os níveis de produtividade verde que uma organização, pode assumir.

Figura 4: Níveis de produtividade verde nas organizações.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda:  Nível alto de PV;  Nível médio de PV.  Nível baixo de PV.

A figura 4 representa em áreas as possíveis situações que a produtividade verde pode assumir dentro de uma organização com base no modelo proposto (ótima, boa, regular, ruim e péssimo). As áreas (retangulares) limitadas por possíveis combinações (vértices da área retangular representados pelos pontos pretos na figura 4) da escala dos eixos produtividade (P) e impacto ambiental (AI) representam os níveis de produtividade verde que a empresa pode se encontrar como esclarece o quadro 19.

Quadro 19 Combinação dos eixos e limites das áreas dos níveis de PV.

Combinação	P (Nível)	IA	Limites da área (Vértices do retângulo)	Produtividade e verde (situação da empresa)	Nível de PV
(A, B)	A (alto)	B (Baixo)	(0,1; 1) – (0,1; 3) (0,8; 1) – (0,8; 3)	<b>Ótima</b>	<b>ALTO</b>
(M, B)	M (médio)	B (Baixo)	(0,8; 1) – (0,8; 3) (0,2; 1) – (0,2; 3)	<b>Boa</b>	
(A, M)	A (alto)	M (médio)	(0,1; 4) – (0,1; 6) (0,8; 4) – (0,8; 6)		
(B, B)	B (baixo)	B (Baixo)	(0,2; 1) – (0,2; 3) (0; 1) – (0; 3)	<b>Regular</b>	<b>MÉDIO</b>
(M, M)	M (médio)	M (médio)	(0,8; 4) – (0,8; 6) (0,2; 4) – (0,2; 6)		
(A, A)	A (alto)	A (alto)	(0,1; 7) – (0,1; 9) (0,8; 7) – (0,8; 9)		
(M, A)	M (médio)	A (alto)	(0,8; 7) – (0,8; 9) (0,2; 7) – (0,2; 9)	<b>Ruim</b>	<b>BAIXO</b>
(B, M)	B (baixo)	M (médio)	(0,2; 4) – (0,2; 6) (0; 4) – (0; 6)		
(B, A)	B (baixo)	A (alto)	(0,2; 7) – (0,2; 9) (0; 7) – (0; 9)	<b>Péssima</b>	

Fonte: Elaboração própria.

O quadro 19 permite que ao término da aplicação do modelo proposto os valores encontrados que correspondem a produtividade organizacional atual da empresa e o impacto atual por ela gerado formem uma combinação (P, IA) que pode ser localizada em uma das áreas apresentadas, possibilitando assim se identificar qual a situação atual da empresa na perspectiva da produtividade verde e o seu nível de PV atual, o que dará suporte as organizações para a identificação de medidas que venham contribuir para a melhoria deste nível, e levar a mesma rumo a sustentabilidade organizacional.

O modelo proposto disposto neste capítulo é aplicado no presente estudo, o qual os passos e procedimentos para alcançar os objetivos estão demonstrados no capítulo seguinte.

## **CAPÍTULO IV – ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA**

Este capítulo tem como objetivo descrever os aspectos metodológicos e os instrumentos utilizados para a realização do presente trabalho.

### **4.1 Escolha metodológica do estudo**

A presente pesquisa diante do objetivo de propor um modelo para a mensuração do nível de produtividade verde organizacional foi realizada em duas etapas. A primeira etapa consistiu na construção do modelo proposto e a segunda na aplicação do mesmo em uma empresa do segmento de embalagens flexíveis localizada em Campina Grande-PB. Neste sentido a pesquisa classifica-se como exploratória e descritiva com levantamento bibliográfico.

Exploratória devido ter como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias com vista na formulação de um problema para estudo e por explorar um tema ainda em construção e com um número relativamente baixo de trabalhos realizados na área (HAIR JR. *et al* ,2005). De acordo com Samara e Barros (2003), a pesquisa exploratória busca alcançar o conhecimento sobre a problemática pesquisada, diante da necessidade de aprofundamento da teoria para atender o objetivo proposto em um estudo.

Descritiva por dar-se através da aplicação de um modelo buscar e descrever as características de determinada população ou fenômeno, bem como estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza, sem o compromisso de explicá-los (VERGARA, 2000).

No que tange ao levantamento bibliográfico, este se caracterizou por implicar em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções de um dado problema atento a um objeto de estudo (LIMA e MIOTO, 2007). Para Lima e Miotto (2007), o levantamento bibliográfico tem sido utilizada com grande frequência em estudos exploratórios os quais o objeto de estudo proposto é pouco estudado, possibilitando um amplo alcance de informações, além de permitir a utilização de dados dispersos em inúmeras publicações e auxiliar também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo.

O objeto de estudo definido foi a produtividade verde e suas formas de mensuração. Como procedimento adotou-se a busca por palavra-chave em título e resumo em bases de dados disponibilizadas pelo portal de periódicos da Capes, e o Google Acadêmico. As palavras chaves utilizadas foram: “*green productivity*”; “*measuring green productivity*”; “*green productivity measurement*”; e “*green productivity index*”. Quanto as bases de dados, optou-se pelas seguintes de cunho interdisciplinar: *Academic Search Premier (EBESCO)*, *Elsevier*, *Springer*, *Annual Reviews*, *Wiley Online Library*, *Cambridge Journals Online*, *OECD Library*, *Oxford Journals*, e *Scielo*.

Foram pesquisados artigos entre 1992-2013. Ao todo foram encontrados dezenove artigos, entre teóricos e empíricos, que serviram como suporte para descrição da Produtividade Verde e a proposta de uma métrica para a mensuração do nível de produtividade verde nas organizações. Tal pesquisa permitiu identificar que a produtividade verde pode ser mensurada a partir da relação inversamente proporcional de dois construtos, a produtividade e impacto ambiental.

Os dezenove trabalhos foram analisados e classificados em três categorias: teórico, empírico e teórico empírico. Em cada categoria observou-se o que os trabalhos abordavam, suas respectivas contribuições e limitações. Posteriormente analisou-se separadamente os trabalhos relacionados à mensuração da produtividade verde, identificado as lacunas existente nesta literatura.

Quanto ao método, optou-se pelo estudo de caso no que se refere à segunda parte da pesquisa. Este método faz referência ao estudo de uma ou de poucas unidades, permitindo o entendimento profundo e detalhado do que está sendo analisado (VERGARA, 2000; GIL, 2002). Segundo Yin (2005), o estudo de caso trata-se de uma forma de se fazer pesquisa investigativa de fenômenos atuais dentro de seu contexto real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidos. Contudo, Eisenhardt (1989) complementa que os estudos de casos podem envolver como recursos para a coleta de dados a análise de arquivos, a realização de entrevistas, a aplicação de questionários e a observação.

Cabe destacar que no presente estudo caracteriza-se como um estudo de caso único, tendo como objeto a empresa AlfaFlex (nome fictício), atuante no segmento de embalagens flexíveis em Campina Grande-PB. A escolha da cidade de Campina Grande – PB, bem como a empresa foco do estudo AlfaFlex para a aplicação do modelo proposto para a mensuração da Produtividade verde organizacional, deu-se pelo fato das

empresas de embalagens flexíveis se destacarem na localidade pelo seu porte e volume de produção; e pela disponibilidade de dados para a devida operacionalização da pesquisa. A definição do setor de embalagens, em especial do segmento de embalagens flexíveis foi feita mediante sua visibilidade econômica e ambiental no contexto brasileiro, e por na cidade de Campina Grande ter instaladas empresas de grande porte que concorrem com outras empresas do mesmo seguimento em outros países. A importância das atividades das empresas de tal segmento no que tange a aspectos econômicos e ambientais, foi o que direcionou a escolha do setor para a escolha do caso, visto que a ferramenta a ser utilizada, a Produtividade verde, requer melhorias organizacionais em produtividade e redução de impactos ambientais.

Na Campina Grande – PB, estas empresas contribuem para desenvolvimento econômico e social da localidade, devido o volume de empregos fixos nestas oriundas destas empresas. Entre estas empresas locais se destacam três organizações devido sua visibilidade, porte, inovação de tecnologia a adoção de programas de gestão ambiental. Ratifica-se que o caso escolhido deu-se por conviniência, em meio da disposição da empresa em disponibilizar os dados necessários para a realização da pesquisa.

A empresa AlfaFlex fornece embalagens flexíveis para todo o Brasil, tendo como grande foco o mercado da região Nordeste. Produz filmes impressos laminados ou monocamadas nos mais diversos substratos (Polietileno-PE, Polipropileno-PP, Polipropileno biorientado-BOPP, poliéster, alumínio, nylon, celofane dentre outros); rótulos manga, *rolllabelem* BOPP, *rolllabel* autoadesivo; sacolas e sacaria industrial (sacos wicket, sacos de fraldas, *stand up pouches* para todas as aplicações; e qualquer tipo de embalagens plásticas flexíveis).

Conta com mais de 200 clientes cadastrados em carteira dos quais, algo em torno de 60, efetuam contatos comerciais mensais. Dispõe de uma estrutura 3000 metros quadrados, dividida da seguinte forma: dois banheiros, cinco escritórios, almoxarifado, refeitório, casa de tintas, área de produção e estocagem do produto acabado. Atualmente possui em torno de 62 funcionários.

Esta empresa tem como missão oferecer ao mercado embalagens plásticas flexíveis de alta qualidade a fim de crescer, desenvolver-se e obter credibilidade junto aos clientes de parceria com a empresa, atrelado a um eficiente serviço pós-venda e atuar sempre com ética e responsabilidade. Visando esta renovar e ampliar seu parque industrial para até 2018 e triplicar o atual faturamento anual; o que demonstra que a

empresa considera muito importante o seu faturamento como um indicador de produtividade.

No que tange as questões de ambiental, a empresa possui licença para realização de suas atividades, contudo não possui programas internos específicos que sejam focados na prevenção de impactos de suas atividades ao meio ambiente, limitando-se as iniciativas de controle de poluição e destinação correta dos resíduos gerados por suas atividades produtivas.

Apresentadas as características metodológicas do estudo, bem como esclarecido o porquê da região, segmento, e caso escolhido, segue a descrição de como serão realizadas a coleta e análise dos dados.

#### **4.2 Coleta e análise dos dados.**

No que tange aplicação do modelo proposto em uma empresa do segmento de embalagens flexíveis localizada em Campina Grande-PB, que corresponde a segunda etapa do presente estudo, foram coletados dados primários e secundários.

Os dados primários referem-se aqueles colhidos diretamente na fonte pelo investigador, e os dados secundários referem-se aqueles já coletados, que se encontram organizados em bancos de dados, arquivos, relatórios, etc. (MARTINS & LINTZ, 2000).

Para a coleta de dados em fontes primárias, optou-se pelo uso de entrevista semiestruturada e observação não participante através de visitas técnicas. No que tange as entrevistas, estas foram realizadas com o diretor-presidente da empresa AlfaFlex, o principal responsável pelas seguintes áreas da empresa: produção, financeiro, administrativo, vendas, gestão ambiental e outras que sejam considerados importantes para o entendimento do funcionamento da organização como todo. Esta foi realizada com a finalidade de complementar as informações obtidas nas visitas realizadas na empresa e os dados secundários relacionados ao segmento, permitindo um cruzamento entre os dados obtidos na entrevista com os coletados nas visitas e na literatura.

O entrevistado acompanhou todo procedimento da empresa deste a sua fundação, e é o indivíduo a quem se deve referir como fonte de contato direto sobre todos os assuntos da AlfaFlex. O entrevistado possui bastante conhecimento sobre a indústria de embalagens flexíveis além de possui graduação em engenharia de produção e especialização em administração estratégica.

No que tange a entrevista, destaca-se ainda o fato que o conteúdo coletado pelo roteiro semiestruturado (Apêndice A) foi a respeito da identificação e descrição das atividades desenvolvidas pela empresa; mensuração dos níveis de produtividade; e na identificação, análise e mensuração dos impactos causados por esta. As entrevistas tiveram como o objetivo coletar dados e informações mais precisas por meio de presença física (VERGARA, 2000) e no que tange a entrevista semiestruturada esta possui como o fato do pesquisador ficar livre para incluir perguntas que não foram previamente imaginadas e que não estavam originalmente incluídas (HAIR JR. *et al*, 2005). A pesquisa semiestruturada segundo Gray (2012) permite fazer aprofundamento das visões e das opiniões onde for desejável que os respondentes aprofundem suas respostas, levando assim a abertura da entrevista a outros aspectos que, embora não fossem considerados como parte original da entrevista, ajudem a alcançar os objetivos pretendidos do estudo a qual esta foi utilizada como técnica de coleta de dados.

Quanto à observação não participante foi escolhida como técnica, devido o fato de possibilitar a identificação in loco de fatores importantes para o estudo, tais como: identificação e descrição das etapas do processo produtivo, ambiente físico e instalações do empreendimento, resíduos gerados pelas atividades desenvolvidas, gerenciamento dos resíduos, atitudes que podem gerar risco no ambiente de trabalho, etc. Vale a pena salientar que a observação não participante, para Yin (2005) é uma modalidade de observação em que o observador não assume uma postura ativa e participativa nos eventos que estão sendo estudados. A observação não participante ficou a cargo da pesquisadora, com guia de visitas técnicas pelas áreas da empresa feito pelo diretor presidente da organização estudada, com a duração de 2h para cada visita, salientado que ao todo foram feitas quatro visitas a organização. A coleta de dados na empresa deu-se período de 01 de novembro/ 06 dezembro de 2013.

Na primeira visita, obteve-se contato com o diretor-presidente e foi apresentada a proposta de pesquisa indicando os motivos, os objetivos e os resultados esperados. Esse primeiro contato foi realizado de maneira informal.

Na segunda visita, aplicou-se o a entrevista com o diretor-presidente, tomando como suporte um roteiro semiestruturado (Apêndice A) e apresentou-se ao entrevistado um planilha a ser preenchida com os dados de faturamento e custo dos últimos 12 meses da empresa. Como resultado desta visita, obteve-se como resposta do proprietário que não era possível permitir ao pesquisador contato com os arquivos e controle de custos e

faturamento da empresa, bem como estes valores só poderiam ser liberados em percentuais.

A referida planilha (Apêndice B) foi encaminhada por e-mail e preenchida pelo diretor-presidente, em valores percentuais, nos quais o faturamento de cada mês refere-se à porcentagem do total do faturamento dos 11 meses estudados (visto que o mês 12/2013) não foi possível calcular pois a empresa encerraria suas atividades na segunda semana de dezembro); assim como os valores dos custos de cada mês correspondem ao percentual do mês em relação ao total dos custos do período estudado.

A terceira e quarta visita foram destinadas a observação não participante do ambiente de estudo, registro fotográfico do local e aplicação de um roteiro de entrevista semiestruturado ao diretor-presidente, o qual vinculava aos aspectos de aplicação do ECO-FMEA e forneceria base construção do formulário de identificação, análise e quantificação dos impactos ambientais da empresa pela pesquisadora. Nestas visitas não foram permitidos levantamento de questões aos funcionários da empresa.

Para a coleta de dados em fontes secundárias, foram utilizados: relatórios, artigos, e estudos realizados no segmento de embalagens flexíveis, além de documentos, relatórios resultantes de fiscalização existentes na empresa, licenças ambientais, relatórios, financeiros, balanços mensais, entre outros.

Na análise dos dados, os procedimentos adotados foram qualitativos e quantitativos. Qualitativos no que tange a descrição das atividades da organização e identificação dos aspectos e impactos ambientais; e quantitativo no que tange a mensuração dos níveis de produtividade da empresa no ano de 2013 (dados dos 12 meses), bem como a mensuração e análise dos impactos ambientais através do ECO-FMEA no período atual da pesquisa. Os procedimentos adotados para a análise dos dados irão subsidiar a identificação e análise da produtividade verde na empresa estudada. Neste sentido, após a obtenção dos dados primários e secundários, procedeu-se a sua organização e análise seguindo as etapas do modelo proposto neste estudo (vê pág. 58) para identificar o nível de produtividade verde em organizações, com base nas características de estudo, bem como dos objetivos estabelecidos.

Uma vez apresentados os aspectos operacionais da pesquisa, a seguir apresenta-se no Capítulo VI a aplicação do modelo proposto conforme o descrito anteriormente, buscando atender os objetivos do presente trabalho.

## **CAPÍTULO V – APLICAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO PROPOSTO**

Quanto aos resultados encontrados através da coleta de dados, estes serão apresentados em três momentos. O primeiro traz uma caracterização do setor e embalagens e o segmento de embalagens flexíveis enfatizando aspectos econômicos e ambientais oriundos das atividades das empresas neste situadas; o segundo traz uma descrição da empresa alvo da pesquisa, a AlfaFlex; e o terceiro aborda aplicação e análises do modelo proposto para identificar e analisar o nível de produtividade verde da AlfaFlex.

### **5.1 Caracterização do setor de embalagens.**

Com base no apresentado na literatura sobre a história das embalagens, a palavra embalagem está relacionada com invólucro, embrulho, recipiente, acondicionamento ou pacote, o qual tem assumido ao longo dos séculos uma série de significados próprios, de acordo com a evolução e as necessidades do ser humano.

Segundo Nazário (1985), a necessidade da embalagem começou a aparecer à medida que a vida do homem tornou-se gradativamente mais complexa e que o mesmo amadureceu e adquiriu a consciência de que era preciso armazenar. Isto deu-se principalmente devido o aumento da distância entre sua moradia permanente ou semipermanente de suas fontes de abastecimento e ao surgimento das primeiras divisões de trabalho, dentro do próprio núcleo familiar, no qual o homem passou a desempenhar papéis à medida que se especializava (caçador, pastor, plantador de sementes, pescador, guerreiro, etc.).

Neste sentido, a importância das embalagens talvez tenha sido entendida pelo homem, quando o mesmo observou a facilidade de deterioração do alimento quando este era privado de seu invólucro original. Para tanto, no âmbito da sociedade primitiva utilizavam-se como embalagens para o transporte e guarda de alimentos bexigas e estômagos de animais, sacos de couro, folhas de plantas, pedaços de bambu e deocos de árvores, chifres, cabaças, vasos de barro cozido, cestos de cipó, de vime, de bambu, palha costurada, etc. (EVANGELISTA, 2003).

Com o crescimento industrial, as embalagens primitivas foram sendo substituídas por outras de tamanhos e formas mais funcionais e de materiais com capacidade de proteção cada vez melhor. Entre estes materiais destaca-se o uso do plástico. Para Evangelista(2003), utilização de embalagens confeccionadas com

materiais plásticos só foi possível em 1907 graças aos ensaios do americano Léo Bakeland.

No que tange ao emprego do plástico para tal fim este começou em 1909, através de fenol e formaldeído, e a expansão de seu uso só ocorreu por volta da grande guerra, pela necessidade de solucionar o problema de abastecimento alimentar dos exércitos de ambas as facções combatentes. Ainda segundo este autor, primeiro material plástico conseguido e colocado no mercado foi o baquelite, posteriormente a galalite e outros polímeros e combinações destes, cuja lista cada vez mais tem sido acrescida.

Cabe ressaltar, que o uso do plástico só tomou verdadeiro impulso quando em 1942, foi fabricado o polietileno em escala comercial, apesar de sua descoberta ter ocorrido em 1930.

Deste então, por meio de apurados processos tecnológicos e, coma implantação de novas técnicas, vem se tornando possível o surgimento de inúmeros materiais plásticos, aplicados segundo as características dos alimentos e das conveniências nutritivas e mercadológicas. O que permite atualmente as embalagens adquirirem diante de todos um intenso prestígio, por sua presença diária e constante de sua funcionalidade.

No que tange a sua funcionalidade e importância, proteger o produto é a principal finalidade da embalagem. O material utilizados por estas devem atender a critérios de preservação do produto o qual está destinada, bem como resguardar da ação de fatores ambientais (tais como luz, umidade, oxigênio e microrganismos, especialmente no caso de embalagens alimentícias) de forma a impedir ou dificultar o contato entre o ambiente externo e o produto em seu interior, além de assegurar a integridade do mesmo durante o seu transporte e armazenamento (ROBERTSON, 1993; SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Quanto à diversidade de materiais empregados, apesar do plástico possuir uma maior referência quando se fala em materiais usados em embalagens, existem vários tipos de materiais empregados para este fim o que determinam consequentemente os tipos de embalagem existentes. Neste sentido, verifica-se na literatura pertinente aplicação de embalagem de diversos tipos de materiais para os mais diversos produtos, como mostra o quadro 20.

Quadro 20. Tipo de embalagens, materiais empregados e aplicações.

Matéria-prima	Embalagem	Aplicação	Características da matéria-prima
Vidro	Garrafas Potes Copos	Cerveja, vinhos, destilados, bebidas finas. Conservas, geléias, café solúvel. Requeijão, extrato de tomate, geléias.	- Totalmente impermeável, desde que associado a um sistema de fechamento adequado. - Possibilidade de reutilização para o mesmo fim a que foi destinado primeiramente.
Papel e papelão (Celulose)	Cartão (semi-rígido) Cartuchos Cartonados Caixas Sacos Papelão (micro-ondulado) Papel	Farinhas, hambúrgueres. Bombons Leite longa vida, sucos, bebidas lácteas. Frutas, embalagens para transporte. Farinha de trigo, sementes, rações.	- Não são inerentes á migração de compostos da embalagem para alimento. - Pode ser utilizado em composição multicamada.
Metal	Alumínio Selos Latas	Cervejas, refrigerantes. Tampas aluminizadas de iogurtes e água mineral Conservas, leite em pó, azeite.	-Suportam elevadas temperaturas e pressões - Podem sofrer corrosão e permitir a migração de constituintes para os alimentos nela contidos.
Plástico	Plásticos rígidos Potes Garrafas Sacos Envolitórios plásticos flexíveis	Achocolatados e sovertes. Refrigerantes, sucos Café, açúcar, arroz Macarrão instantâneo, salgadinhos, biscoitos, balas, bombons.	- Baixo custo, leveza, versatilidade, flexibilidade e possibilidade de reciclagem. - Sensíveis à oxidação e a elevadas temperaturas. - Apresentam permeabilidade a gases, vapor de água e aromas.

Fonte: MESTRINER, 2002; HERNANDEZ *et al.*; PAINE & PAINE, 1992; SARANTOPÓULOS *et al.*, 2001.

Contudo, diante os tipos de embalagens apresentados no quadro 18 verifica-se o mercado ou setor de embalagens é diversificado. Neste contexto faz-se necessário uma breve descrição do seu panorama no cenário mundial.

### 5.1.1 Panorama do Setor de Embalagens.

No mundo globalizado o mercado de embalagens está vinculado diretamente ao crescimento da economia, na qual quando maior for a produção e consumo de bens maior será a necessidade das embalagens. Segundo Fabris, Freire e Reyes (2006), o desenvolvimento social e a mudança assídua dos estilos de vida são fontes promotoras de mudança nos hábitos alimentares, de higiene, entre outros dos consumidores, o que estimula a evolução tecnológica das embalagens e no crescimento do setor nos países.

Dentro deste contexto, a indústria de embalagem constitui-se importante setor da economia mundial. Apesar da importância do setor verifica-se neste uma carência de dados atualizados na literatura pertinente ao panorama da indústria mundial.

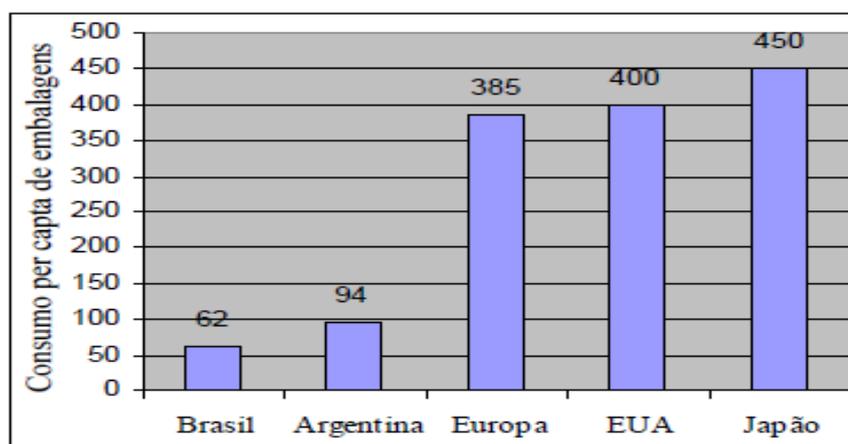
O setor no ano de 2000, foi gerador de U\$ 500 bilhões, sendo representado por aproximadamente 100.000 empresas viabilizando 5 milhões de empregos (SIQUIM/EQ/UFRJ, 2003).

O maior consumidor de embalagens é o Estados Unidos da América (EUA) com U\$ 129 bilhões, sendo que o Brasil fica em 11º lugar com U\$ 11,1 bilhões, ou seja, cerca de 10% do mercado americano, estando no nível de países como Canadá e Reino Unido. Os outros países sul-americanos têm consumo muito baixo, atingindo no máximo U\$ 3,5 bilhões na Argentina. (DATAMARK, 2002).

Ainda segundo o estudo realizado pela DATAMARK (2002), o consumo de embalagens concentra-se em países desenvolvidos como EUA, Europa e Japão. Essa realidade reflete-se no quadro das vinte maiores multinacionais de embalagem, onde doze são norte americanas, quatro são europeias e uma é japonesa. O consumo *per capita* anual de embalagens no Brasil (U\$ 62) é substancialmente menor que o padrão do EUA (U\$ 400), Europa (U\$ 385) e Japão (U\$ 450), sendo um indicador de desenvolvimento que aponta a potencialidade do mercado brasileiro (Figura 5). Os países desenvolvidos alcançaram, em sua maioria, a maturidade em quase todos os segmentos de embalagem (DATAMARK, 2002).

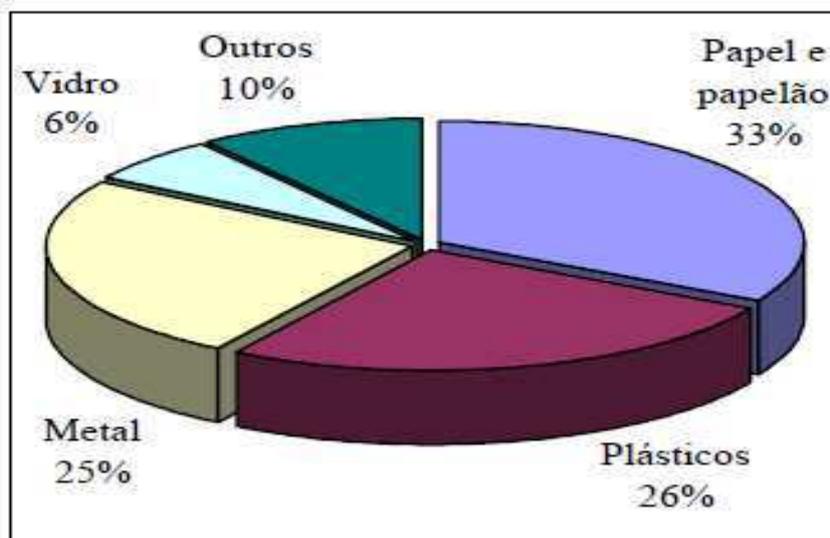
No mercado mundial os segmentos de embalagem estão divididos como apresentado na Figura 6: papel e papelão (33%), plástico (26%), metal (25%), vidro (6%) e outros (10%) (MADI, 2000 *apud* SIQUIM/EQ/UFRJ, 2003).

**Figura 5:** Consumo per capita(US\$) de embalagem.



Fonte: DATAMARK, 2002.

**Figura 6:** Mercado Mundial de embalagens.



Fonte: MADI, 2000 apud SIQUIM/EQ/UFRJ.

Em termos de Brasil, a Associação Brasileira de Embalagens-ABRE tem fornecido dados atualizados sobre o setor. ABRE, existe desde 1967 com o propósito de fomentar o desenvolvimento do mercado e das atividades de seus associados nos âmbitos nacional e internacional. O desenvolvimento e a valorização da embalagem brasileira, da indústria e dos profissionais do setor é o que move a ABRE.

Segundo a ABRE(2013), o valor bruto da produção física de embalagens atingiu R\$ 47,2 bilhões em 2012, numa alta de um pouco mais de 3% sobre os R\$ 45,9 bilhões gerados em 2011. Os plásticos representam a maior participação no valor bruto da produção correspondente a 39,05% do total, seguido pelo setor de embalagens celulósicas com 36,51% (somados os setores de papelão ondulado com 20,21%, cartolina e papel cartão com 10,31% e papel com 5,99%), metálicas com 16,70% e vidro com 5,07%. Ainda segundo esta associação, A produção da indústria de embalagem cresceu 2,66% no primeiro semestre de 2013 em comparação a igual período de 2012, apesar do desempenho não ter sido uniforme ao longo do tempo. O resultado final do primeiro semestre foi impulsionado principalmente pela expansão de 4,81% registrada no primeiro trimestre do ano, já que no segundo trimestre o indicador cresceu apenas 0,56%.

Para a ABRE(2013) o setor apresara de ter um crescimento mais lento no segundo trimestre, a trajetória dos bens de consumo semi e não duráveis – principais usuários de embalagem – mostra a perspectiva que a indústria de embalagem não deve deixar de crescer, já que a demanda na produção de bens de consumo aumentou no segundo trimestre. Outra evidência de possível crescimento na produção é que a taxa de crescimento do número de pessoas ocupadas avançou continuamente de 0,48% em janeiro para 1,83% em junho.

Com base nestes dados observa-se que o setor de embalagem possui um destaque econômico considerável no contexto brasileiro. Mas este setor possui segmentos distintos que são atribuídos os diversos tipos de embalagens fabricadas no Brasil. Tais tipos e embalagem que constituem segmentos do setor são: rótulos, shape, blister, caixa de transporte, caixa k, cartucho, contêiner, embalagem cartonada, embalagem mistas, embalagens multicamadas, embalagem laminadas, latas de alumínio, latas de aço, e embalagens flexíveis. O quadro 21, descreve brevemente cada tipo destas embalagens.

Quadro 21: Tipos de embalagens.

TIPO	DESCRIÇÃO
<b>Rótulo</b>	É toda e qualquer informação relativa ao produto, transcrita em sua embalagem. Por ser uma forma de comunicação visual, pode conter a marca do produto e informações sobre ele.
<b>Shape</b>	É a forma estrutural da embalagem, como a silhueta de um frasco.
<b>Sleeve</b>	Também conhecido como “manga” é um rótulo encolhível que adere à superfície da embalagem, contornando-a como uma pele.
<b>Blister</b>	Blister é uma embalagem composta de uma cartela-suporte – cartão ou filme plástico – sobre o qual o produto é fixado por um filme em forma de bolha. Por exemplo, comprimidos, pilhas.
<b>Caixa de transporte</b>	Caixa de transporte é uma embalagem própria para transportar vários produtos ou produtos de porte maior. Pode ser feita de plástico rígido, papelão ondulado ou madeira. Ela garante segurança e proteção ao produto até seu destino final.
<b>Caixas K</b>	As Caixas K são herança das caixas de madeira utilizadas na importação de latas de querosene de 20 litros.

<b>Cartucho</b>	Cartucho é uma embalagem estruturada em papel cartão. Exemplo: caixas de cereais matinais e caixas de sabão em pó.
<b>Contêineres</b>	Contêiner é uma grande caixa, de dimensões e outras características padronizadas, para acondicionar e transportar produtos, facilitando seu embarque, desembarque e transbordo em diferentes meios de transporte. Pode ser de metal ou madeira e também é conhecido como cofre de carga quando é dotado de dispositivos de segurança previstos por legislações nacionais e convenções internacionais.
<b>Embalagem cartonada</b>	Ela é composta por várias camadas de materiais que criam barreiras à luz, gases, água e microrganismos, conservando as propriedades dos alimentos. A embalagem cartonada asséptica é composta por 75% de papel cartão, 20% de filmes de polietileno de baixa densidade e 5% de alumínio.
<b>Embalagens mistas</b>	Combinam dois ou mais materiais e materiais reciclados. Exemplos: plástico com metal; metal com madeira; plástico com vidro; vidro com metal; madeira com papel. A vantagem é a união das propriedades dos materiais para proteger e transportar os produtos, e atrair os consumidores.
<b>Embalagens multicamadas</b>	Combinam diferentes materiais, como por exemplo: Alumínio + papel; Papel + papelão.
<b>Embalagens laminadas</b>	São embalagens formadas pela sobreposição de materiais como filme plástico metalizado + adesivo + filme plástico. As metalizadas, como as dos salgadinhos (snacks), biscoitos, cafés, etc., são um bom exemplo.
<b>Latas de alumínio</b>	As latas de alumínio são um exemplo de embalagem de metal não-ferroso. São predominantemente utilizados para embalar bebidas como cervejas, sucos, chás e refrigerantes. A primeira lata de bebidas de alumínio foi manufaturada pela Reynolds Metals Company, nos EUA em 1963 e usada para embalar um refrigerante de cola diet chamado “Slenderella.” A Royal Crown adotou a lata de alumínio em 1964, sendo seguida em 1967 pela Pepsi e Coca-Cola.
<b>Latas de aço</b>	As folhas de aço (folha de flandres) são largamente utilizadas em embalagens de alimentos, bebidas, tintas e produtos químicos. Atendem às necessidades específicas de resistência, conformação, revestimento e acabamento. O uso de uma película elástica protetora proporciona ainda maior proteção aos alimentos ou quaisquer outros produtos enlatados. Essa película elástica é altamente resistente às deformações. Por exemplo, na fixação da tampa, o produto sofre uma “deformação” de 180 graus, sem que isso comprometa a qualidade do conteúdo. As características flexíveis são as responsáveis por possibilitar a produção de latas com formatos diferentes, como a do leite condensado Moça, da Nestlé, e garantir que, mesmo com a superfície “deformada”, o alimento ou produto em lata de aço não seja contaminado.
<b>Embalagens plásticas flexíveis</b>	São aquelas cujo formato depende da forma física do produto acondicionado e cuja espessura é inferior a 250 micra. Nessa classificação, enquadram-se sacos ou sacarias, pouches, envoltórios fechados por torção e/ou grampos, tripas, pouches que ficam em pé (stand-up-pouches), bandejas flexíveis que se conformam ao produto, filmes encolhíveis (shrink) para envoltórios ou para utilização, filmes esticáveis (stretch) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de ráfia etc. Os materiais flexíveis incluem, ainda, selos de fechamento, rótulos e etiquetas plásticas. Elas se destacam pela relação otimizada entre a massa da embalagem e a quantidade de produto acondicionado, além da flexibilidade no dimensionamento de suas propriedades.

Fonte: Elaboração própria a partir da ABRE (2013).

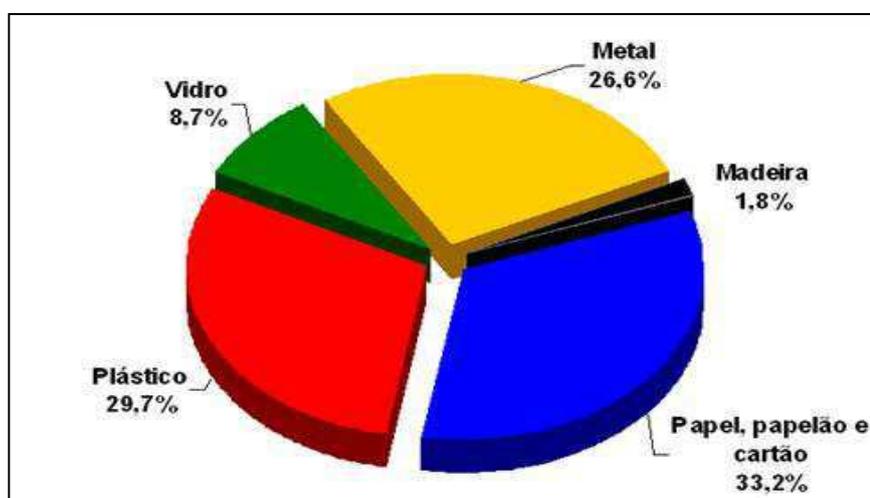
Com base no quadro 20 pode-se verificar como consequência desta variedade de embalagens a definição do perfil do setor como sendo construído por segmentos. Neste sentido, na análise por segmentos feita pela ABRE (2013) as embalagens de vidro apresentaram o melhor índice de crescimento com um aumento de 13,81% na sua produção no primeiro semestre de 2013, sendo seguidas por embalagem metálicas com 7,50% de incremento e embalagens plásticas com aumento de 1,99%. A pesquisa também revelou que as embalagens de madeira e de papel, cartão e papelão tiveram retração na produção durante o período, com quedas de -20,56% e -1,34%, respectivamente. A Figura 7 e 9 apresentam a distribuição de cada segmento do setor de embalagem no ano de 2013, em relação a sua produção física.

Figura 7: Produção física dos segmentos.

% em relação a igual período do ano anterior			
	Peso	1º sem 2012	1º sem 2013
<b>Total</b>	100,0	-3,99	2,66
Madeira	1,8	-8,08	-20,56
Papel, papelão e cartão	33,2	-0,53	-1,34
Plástico	29,7	-3,24	1,99
Vidro	8,7	-10,46	13,81
Metal	26,6	-7,14	7,50

Fonte: ABRE (2013)

Figura 8: Participação de cada segmento na indústria de embalagens.



Fonte: ABRE (2013)

Tendo em vista os segmentos do setor de embalagem e seu desempenho econômico no ano de 2013 com relação a 2012, cabe ressaltar que é isto é reflexo do crescimento ou decréscimo das indústrias de bens de consumo que assimilam a produção e oferta destas embalagens. Conforme a ABRE (2013), as indústrias de bens de consumo que apresentaram melhor desempenho em volume de produção durante este mesmo período foram a de calçados e artigos de couro (4,74%), de sabões, sabonetes, detergentes e produtos de limpeza (3,11%) e de perfumaria e cosméticos (1,95%). Destacando o fato que outras indústrias também influenciam no comportamento do setor de embalagens como: alimentos, bebidas, fumo, vestuário e acessórios e farmacêutica (vê Figura 9).

Figura 9. Principais indústrias usuárias e embalagens.

% em relação a igual período do ano anterior		
	1º Sem 2012	1º Sem 2013
Alimentos	-1,83	-0,34
Bebidas	2,01	-1,12
Fumo	-18,06	-5,05
Vestuário e acessórios	-14,06	-4,94
Calçados e artigos de couro	-4,94	4,74
Farmacêutica	-5,70	-3,46
Sabões, sabonetes, detergentes e produtos de limpeza	2,79	3,11
Perfumaria e cosméticos, exclusive sabonetes	7,52	1,95

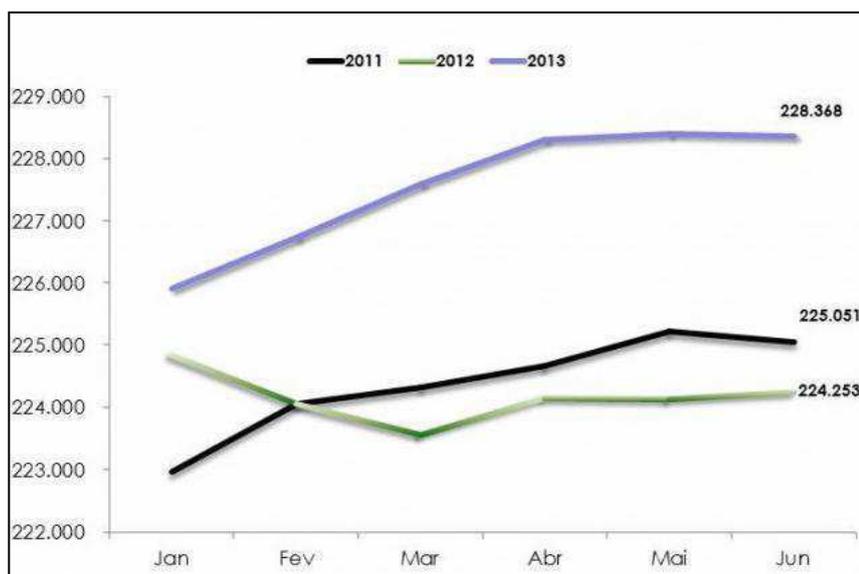
Fonte: ABRE(2013)

Mediante o apresentado sobre o setor de embalagens, é importante destacar que o mesmo devido sua amplitude é um grande gerador de empregos formais no Brasil. Ainda com relação ao estudo feito pela ABRE(2013), o mesmo mostra que o emprego no setor também apresentou um aumento significativo, já que nos últimos doze meses – junho de 2012 a junho de 2013 – houve recuperação de 4.115 postos de trabalho, após perda de 798 empregos entre junho de 2011 a junho de 2012, apresentando em junho de 2013 um total de 228.368 empregados no setor (vê Figura 10).

A indústria de plástico é a que mais emprega, totalizando, em julho de 2013, 120.194 empregos formais, correspondendo a 52,63% do total de postos de trabalho do setor. Em seguida vêm embalagens de papelão ondulado com 35.177 funcionários (15,40%), papel com 22.363 (9,79%), metálicas com 18.598 (8,14%), madeira com

14.400 (6,31%), cartolina e papel cartão com 9.931 (4,35%) e vidro com 7.705 (3,37%) (ABRE,2013). Segundo projeções da ABRE (2013), o nível de emprego na indústria de embalagem deverá prosseguir em expansão moderada em 2013, chegando a cerca de 230 mil postos de trabalho até o final do referido ano.

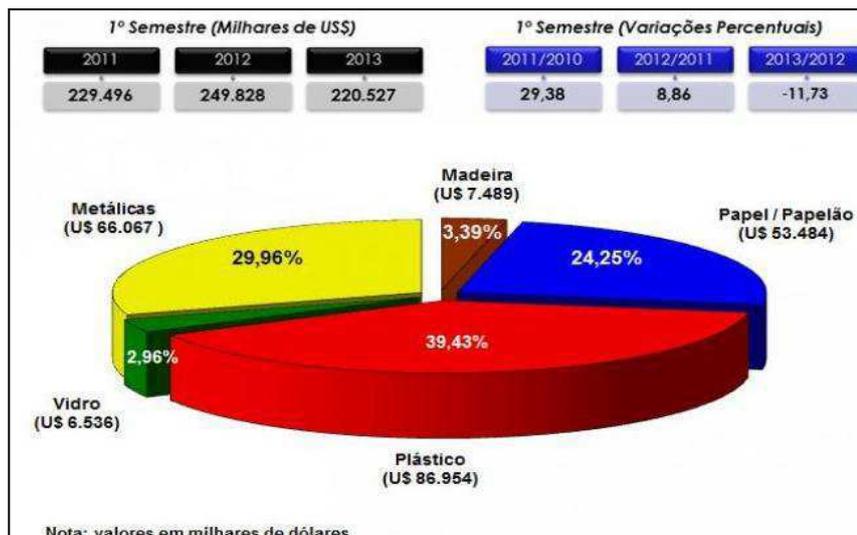
Figura 10. Emprego formal do setor de embalagens.



Fonte: ABRE(2013)

Além dos empregos formais vinculados ao setor, outro dado relevante com relação ao mesmo é o volume de exportação. Conforme dados do mercado disponibilizados pela ABRE (2013), no primeiro semestre de 2013 as exportações diretas do setor de embalagem tiveram um faturamento de US\$ 220,5 milhões. Este valor representa uma retração de 11,73% em relação ao primeiro semestre de 2012. As embalagens plásticas representam 39,43% do total exportado, seguidas pelas embalagens metálicas com 26,96% na segunda colocação. Já as embalagens de papel, cartão e papelão ficaram no terceiro lugar, correspondendo a 24,25% do total exportado, seguidas por embalagens de madeira (3,39%) e vidro (2,96%) como mostra a Figura 11.

**Figura 11.** Exportação dos segmentos do setor de embalagens.



Fonte: ABRE(2013)

A Figura 10 evidencia o segmento de embalagens plásticas como o que possui maior volume de exportação. Para tanto é importante salientar que o mesmo é constituído por diversos tipos de embalagens que se utilizam do plástico como matéria-prima entre as a quais se pode destacar devido avanços tecnológicos evidencia de uso no mercado as embalagens flexíveis. O segmento de mercado embalagens flexíveis merece um destaque neste presente estudo, neste sentido apresenta-se a seguir uma breve caracterização do mesmo.

## 5.2. O segmento de Embalagens Flexíveis.

Embalagens plásticas flexíveis, por definição, são aquelas cujo formato depende da forma física do produto acondicionado e cuja espessura é inferior a 250 micras. Nessa classificação, enquadram-se sacos ou sacarias, pouches, envoltórios fechados por torção e/ou grampos, tripas, pouches auto-sustentáveis (stand-up-pouches), bandejas flexíveis que se conformam ao produto, filmes encolhíveis (shrink) para envoltórios ou para utilização, filmes esticáveis (stretch) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de rafia, entre outros (ABIEF,2013).Dentro da gama de materiais flexíveis pode-se ainda considerar, selos de fechamento, rótulos e etiquetas plásticas.

Segundo o Instituto de Embalagens (2009), a definição clássica de embalagens flexíveis vincula-se ao fato deste tipo de embalagem não ser caracterizada por um único material que a constitui, visto que são normalmente compostas de materiais em

múltiplas camadas. Isto porque seus materiais constituintes de forma isolada não possuem todas as propriedades químicas, físicas e características protetoras necessárias para atingir todos os requerimentos para o produto destinado e o processo de empacotamento.

As embalagens flexíveis estão presentes no dia a dia dos consumidores, condicionado vários tipos de produtos a saber: arroz, feijão, farinha, açúcar, produtos em pó ou desidratados, misturas secas, pães e bolos, massas, biscoitos, maionese e molhos, ração animal; produtos perecíveis: alimentos congelados, carnes, aves, pescados, queijos, frutas e hortaliças; e produtos pastosos e líquidos, seja em alimentos, bebidas, seja em produtos de higiene e limpeza. Cabe destacar que o mercado farmacêutico também utiliza embalagens desta natureza, no qual os medicamentos são condicionados em sachês, blisters, strips, entre outros. Contudo, o Instituto de Embalagens (2009), enfatiza que do total do mercado de flexíveis, cerca de 70% está direcionado para os gêneros alimentícios.

Devido às embalagens flexíveis possibilitarem a combinação de diferentes polímeros para obtenção de propriedades balanceadas, que atendam a requisitos econômicos, ambientais e de conservação e comercialização de produtos tais tipos de embalagens possuem vantagem competitiva diante as demais.

Diante a esta vantagem competitiva, o segmento apresenta-se relevante dentro do setor de embalagens no que tange ao Brasil. Dados do segmento de embalagens flexíveis revelam que no setor de embalagens este representou em 2010 cerca de R\$ 2,25 bilhões circulando na economia brasileira, sendo entre os mercados atendidos pelas embalagens flexíveis, o de alimentos e varejo aparece nos primeiros lugares, com 31% e 22% de participação respectivamente. Na sequência vem as aplicações indústrias (19%); bebidas ( 6%); higiene pessoal ( 4%); pet food (2%); e os 14% restantes em outras categorias (ABIEF, 2010).

No Brasil, o segmento de embalagens flexíveis dentro de sua variedade de embalagens, bem como a gama de empresas envolvidas na cadeia de produção deste produto conta com o auxílio de algumas associações e instituições que buscam coletar informações, organizar e promover o segmento. Dentre estas associações destacam-se: a Associação Brasileira de Indústrias de embalagens plásticas flexíveis – ABIEF e o Instituto de Embalagens.

A ABIIF, foi fundada em 1977 tendo como objetivos: fomentar o mercado nacional de embalagens plásticas flexíveis; alavancar as exportações do setor; criar

programas de incentivo à educação ambiental e à reciclagem das embalagens; lutar pela isonomia tributária do setor; buscar o reconhecimento da cadeia produtiva do plástico como uma cadeia de valor. Atualmente esta associação reúne 160 empresas de todo o Brasil, que fabricam: filmes mono camada, coextrusados e laminados; filmes de PVC e de BOPP; sacos e sacolas; sacaria industrial; filmes shrink (encolhíveis) e stretch (estiráveis); rótulos e etiquetas; stand up pouches (SUP); embalagens especiais (ABIEF, 2013).

O Instituto de Embalagens foi fundado em 2005 por profissionais renomados na área, com o objetivo de levar o conhecimento para o setor, vislumbrando seu avanço e crescimento. Possui como missão coordenar e realizar estudos, cursos, encontros e treinamentos que contribuam e desenvolvam o conhecimento de Embalagens. As atividades do Instituto consiste na coordenação e realização de estudos, cursos, encontros e treinamentos, na pesquisa sobre embalagens além de publicações específicas para os diversos segmentos do setor (inclusive de embalagens flexíveis). O mesmo ainda foca suas pesquisas na vinculação entre embalagem e meio ambiente (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2013).

Contudo, uma vez apresentado o conceito de embalagens flexíveis, suas características e importância do segmento no mercado brasileiro, a seguir faz-se um caracterização das principais matérias-primas deste produto bem como, o seu processo de fabricação.

### **5.2.1 Embalagens flexíveis: matérias-primas e processo de fabricação.**

Conforme os já expostos, as embalagens flexíveis para atender os fins para a qual foram projetadas, podem ser compostas por diversos materiais. Em linhas gerais, as principais matérias-primas, ou matérias-primas base, são os filmes aplicados na composição de camadas (da embalagem). Como matérias-primas secundárias utilizam-se os mais diversos produtos químicos, em especial no que tange a forma de revestimentos sobre ou entre as camadas constituintes da embalagem, como tintas, vernizes, adesivos, entre outros.

No referente às matérias-primas principais o Instituto de Embalagens (2009) destacam as seguintes: Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Polipropileno biorientado (BOPP), poliéster (Polietileno tereftalato), Poliamida (náilon) e Náilon

biorientado(BOPA), e o Papel. Os quadros 22 e 23 apresentam de maneira suscita cada um destes tipos de matérias-primas principais.

Quadro 22. Principais matérias – primas (filmes) empregadas da fabricação de embalagens flexíveis.

Matéria-prima	Descrição	Características/ propriedades
Polietileno (PE)	É uma poliolefina obtida pela polimerização do gás Etileno. Em seguida, a resina é extrusada, obtendo-se assim o filme de polietileno.	-excelente selante/ bom equilíbrio (tração/impacto/rasgamento); -transparência inferior ao Polipropileno (PP); - baixa permeabilidade ao vapor d'água; -alta permeabilidade a gases; - densidade, estrutura molecular, aditivos e processo de extrusão influenciam as características físicas e químicas do filme.
Polipropileno (PP)	É uma poliolefina obtida pela polimerização do gás Propileno. Pode ser extrusada em extrusora balão ou planta, para a obtenção do filme.	- transparência; - média resistência ao furo e ao resgo; - boa resistência química; - boa barreira ao vapor d'água; - excelente barreira a gordura; - excelente resistência térmica; - excelente selagem.
Polipropileno biorientado (BOPP)	É obtido por meio da biorientação do filme de polipropileno, no momento de sua produção, na direção longitudinal ou equipamento (MDO) e na direção transversal ao equipamento (TODO).	- brilho; - transparência; - boa estabilidade dimensional; - boa printabilidade; - barreira ao vapor d'água; - selabilidade em ranges diferenciados em função da aplicação; - barreira ao oxigênio baixa, mas pode ser elevada via processos de revestimentos ou resinas especiais utilizadas na coextrusão; - não é indicado para uso em altas temperaturas.
Poliéster (Polierileno tereftalato)	É obtido pela polimerização de ésteres como, por exemplo, uma reação de condensação de um poliácóol e um ácido policerboxílico. Em seguida, a resina é extrusada por um processo cast de biorientação, obtendo-se assim o filme.	- ótima transparência; - ótimo brilho; - ótima printabilidade; - ótima estabilidade dimensional; - excelente estabilidade térmica; -resistência a umidade; - boa barreira ao oxigênio e aromas.
Poliamida (náilon) e Náilon biorientado(BOPA)	É formada pela condensação de aminoácidos heterofuncionais.	- excelente resistência mecânica (flexão, tração, furo, rasgo, impacto); - resistente a altas temperaturas; - boa barreira a aromas; - moderada barreira ao oxigênio; - baixa barreira á humidade; - aceita aplicação de revestimentos.

Fonte: INSTITUTO DAS EMBALAGENS (2009).

Quadro 23. Principais matérias – primas (papel) empregadas da fabricação de embalagens flexíveis.

Tipo de papel	Características/ propriedades	Principais aplicações
Couché	- boa superfície de impressão; - boa rigidez;	Rótulos de bebidas ( cervejas, refrigerantes, águas, vinhos), latarias, etc.
Monolúcidos	- ideal para laminação; -baixo custo; - boa rigidez.	Envoltórios de cigarros e produtos em geral, como fósforos, embalagens flexíveis para cereais e farinhas, etc.
Super calandrados	- adequado para impressão; - boa rigidez.	Sacos ou pouches para farinhas, cereais, biscoitos, erva-mate, cookies, etc.
Grau cirúrgico	- Adequado para impressão; - adequado para esterilização com óxido de Etileno, radiação, vapor, etc.; - boa rigidez; - normatizado ( NBR 13386:95).	Material cirúrgico em geral (agulhas, gaze, instrumentos cirúrgicos).
Kraft	- resistência mecânica; - bom desempenho em máquina e maciez; - pode ser laminado com alumínio e recoberto com parafina.	Sacolas, sacos para grandes volumes e pesos, como cimento, carvão e outros.
Offset	- adequado para impressão; - elevada resistência de superfície; - leva banho superficial de amido em ambos os lados; - utilizado em impressões offset e flexográficas em quadricromia, frente e verso.	Rótulos mais simples e etiquetas de codificação.

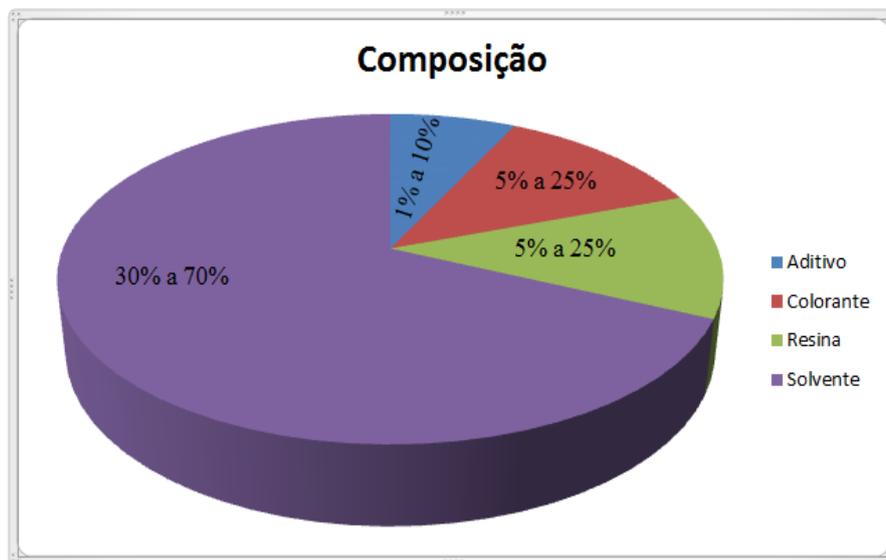
Fonte: INSTITUTO DAS EMBALAGENS (2009).

Diante a diversidade de filmes e papel e as características e propriedades de cada um, verifica-se que a o matéria-prima principal aplicada a embalagem flexível deve atender as necessidades de conservação do produto, bem como a sua proteção durante os caminhos que o mesmo deverá percorrer até o seu uso. No pertinente as matérias-primas secundárias utilizadas na fabricação de embalagens flexíveis destaca-se basicamente as tintas e adesivos.

As tintas como matéria-prima secundária é utilizada para impressão. A tinta é uma composição líquida colorida, que é convertida a uma fina película sólida, a qual é formada quando a tinta é aplicada sobre um determinado substrato e o solvente (fase líquida) é evaporado, formando um filme seco, que é colorido em função do colorante (INSTITUTO DAS EMBALAGENS,2009). Estas tintas, além de colorirem devem apresentar diferentes características de acordo com sua aplicação, a saber: resistência ao atrito, resistência à luz, resistência a umidade e baixas temperaturas, resistência a calor, e nível de toxicidade muito baixo. As tintas de impressão, que sejam no processo de rotogravura ou flexografia (vê tópico 4.1.2.1) são compostas de colorantes, resinas,

solventes, e aditivos (detalhados no quadro 24) em porcentagens que variam como mostra a Figura 12.

Figura 12. Composição das tintas utilizadas na impressão.



Fonte: INSTITUTO DAS EMBALAGENS (2009).

Quadro 24. Descrição dos componentes das tintas aplicadas na impressão.

Componente	Descrição/Função	Tipos
Colorantes	São materiais portadores de cor. Tem como função colorir a fina película de tinta aplicada sobre o substrato (papel, plástico, cartão, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pigmentos orgânicos: monoazoico; diazoico; naftol AS; ftalocianina; dioxazina.</li> <li>- Dióxido de titânio; negro de fumo, anilinas.</li> <li>- Corantes metal complexo.</li> <li>- Colorantes especiais: metálicos (ouro e prata); perolados; fluorescentes; termocrômicos.</li> </ul>
Resina	Tem como principal função fixar o pigmento ao substrato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturais: extraídas de vegetais ou secreção de alguns insetos. Ex: breu (Rosin) e goma laca (Shellac).</li> <li>- Sintéticas: fabricadas de reações químicas (polimerização). Ex: acrílicas, vinílicas, poliamídicas, fumaricas/maleicas, poliuretânicas, nitrocelulósicas.</li> </ul>
Solvente	Líquido que tem a propriedade de dissolver uma substância. Tem como função dissolver a resina, controlar a secagem, auxiliar na aplicação e controlar a viscosidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ésters ( acetato de etila, acetato de N-propila, etc...);</li> <li>- Álcoois (etanol, isopropanol, etc...);</li> <li>- Cetônicos ( metil etil cetona, metil isobutil cetona, etc...);</li> <li>- Glicóis ether ( DPM, PM, PMA, etc...).</li> </ul>
Aditivos	São adicionados em pequenas quantidades e têm como função melhorar as características	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersantes ( auxiliam na dispersão do pigmento);</li> <li>- Biocidas (eliminam a ação de micro-</li> </ul>

	físico-químicas das tintas de impressão.	organismos); -Deslisantes ( diminuem o coeficiente de atrito); - Plastificantes (melhoram a flexibilidade da película); - Ceras (melhoram a resistência à abrasão); - Retardadores (retardam a secagem); - Antiespumantes( diminuem o nível de espuma).
--	--	--

Fonte: Elaborado apartir de Instituto de Embalagens (2009).

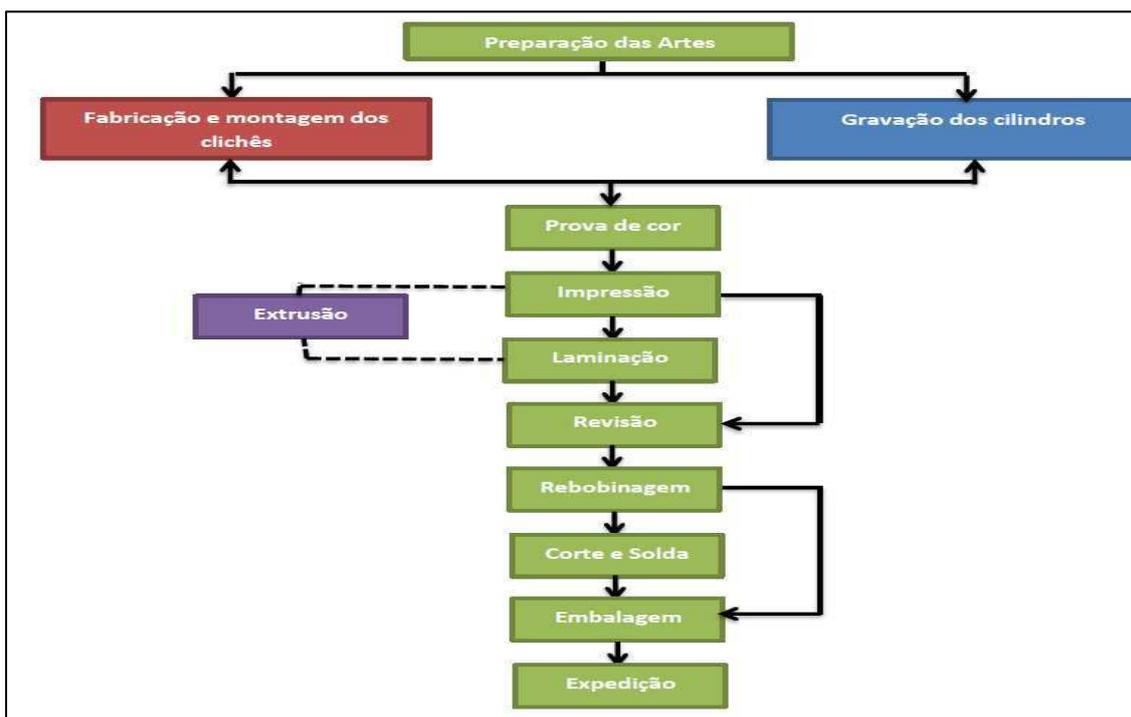
Quanto aos adesivos, denomina-se quaisquer substâncias capazes de unir dois materias pela ação de forças internas. Segundo o Instituto de Embalagens(2009), a base química de adesivos é poliuretânia (reação entre grupo poliol e um isocianato),e no pertinete ao seu emprego na fabricação de embalagens flexíveis opta-se pela utilização de um adesivo baseado nas características do produto, bem como no processo de envase, ou seja, na necessidade de resistência química e térmica, características de deslizamento, transparência, brilho e outros.

Uma vez apresentados os componentes principais e secundários utilizados na fabricação de embalagens flexíveis, a seguir discorre-se sobre o seu processo de produção.

### **5.2.1.1 Processo de fabricação de embalagens flexíveis.**

Conforme o apresentado anteriormente, para a produção de embalagens flexíveis são utilizadas como matérias-primas resina, filmes, tintas, papel, entre outras. As matérias-primas são fundamentais para garantir a qualidade do produto, contudo não é único fator determinante. Segundo Queiroz, Guimarães e Gomes (2005), quando se procura uma boa qualidade do produto final e um melhor aproveitamento da matéria-prima, a tecnologia do maquinário empregado no processo produtivo deve ser observada. Basicamente o maquinário que compõe o processo produtivo das embalagens flexíveis resume-se: extrusora, laminadora, impressora, gravadora de cilindros (no caso de impressão por rotogravura), rebobinadeira, revisora, e máquina de corte e solda. Estas máquinas estão distribuídas nas principais etapas do processo produtivo como mostra a Figura 13.

Figura 13: Etapas do processo de fabricação das embalagens flexíveis.



Fonte: Elaboração própria a partir de Queiroz, Guimarães engomes (2005); Instituto das Embalagens (2009); e Carvalho (2013).

Com base na Figura 13, descreve-se a seguir as etapas do processo produtivo das embalagens flexíveis.

**a) Preparação das Artes:** Nesta etapa são preparadas as artes a serem impressas no filme que dará origem a embalagem flexível. A imagem que passou pelo um processo de criação (design), nesta etapa é finalizada. Esta etapa consiste em atender a necessidade de toda imagem de uma prévia preparação de cores e/ou retoque antes de ser efetivamente impressa. Segundo o Instituto das Embalagens (2009), no caso da imagem rotográfica, é necessário reticulá-la, ou seja, decompô-la em milhões de elementos, chamados de pontos de retícula; diferentemente de imagens que são traços, linhas e textos que não necessitam deste trabalho mais sim de outros cuidados específicos que também são tomados nesta etapa do processo.

**b) Fabricação dos Clichês e montagem ou gravação dos cilindros:** Tal etapa depende do tipo de impressão adotada no processo de fabricação de cada indústria do segmento de embalagens flexíveis (Flexografia ou Rotogravura). No que tange a Flexografia, esta etapa consiste na fabricação dos clichês e montagem. Neste sentido destaca-se que os

clichês são uma forma relevográfica compressível, a qual é feita de borracha e permite a gravação em alto relevo (INSTITUTO DAS EMBALAGENS, 2009). Sua fabricação pode ser feita pela própria produtora de embalagens flexíveis, neste caso a fabricação do clichê entra como etapa do processo produtivo; ou o mesmo pode ser adquirido de uma empresa específica, entrando como matéria-prima nesta etapa do processo que se constituirá apenas de montá-lo, ou seja aderir o mesmo ao cilindro que irá ser posto na máquina de impressão.

No pertinente ao processo de Rotogravura, a referida etapa consiste na gravação dos cilindros. Para Queiroz, Guimarães e Gomes (2005), nesta etapa faz-se a preparação do cilindro de impressão para posteriores etapas. Estes autores enfatizam que na gravação do cilindro pode-se ter o uso de metais pesados como cobre, níquel ou cromo, que serão adicionados à superfície pelo processo de galvanoplastia (processo de transferência de íons metálicos a partir de um metal submerso em um substrato para outra superfície (metálica ou não), por eletrólise). Segundo o Instituto das Embalagens (2009) a gravação de cilindros gerou no mercado o paradigma de alto custo da fôrma em relação aos clichês de flexografia.

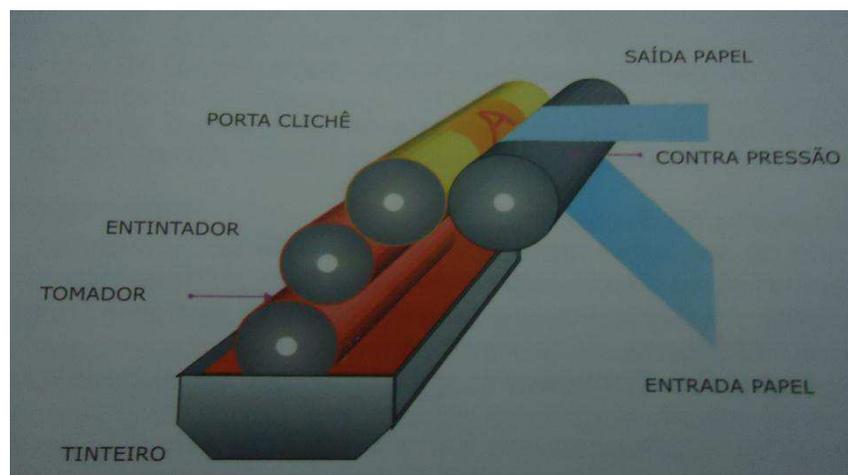
**c) Prova de cor:** Como já esclarece, esta etapa do processo produtivo consiste simplesmente na prova de cor, ou seja, em um teste de qualidade da impressão, onde são corrigidas as falhas que eventualmente existam evitando desperdícios no produto final (QUEIROZ, GUIMARÃES E GOMES, 2005).

**d) Extrusão:** a extrusão é um processo de transformação de termoplásticos (INSTITUTO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS, 2009). Este processo utiliza um equipamento denominado de extrusora que é constituída de um cilindro aquecido do qual gira uma rosca. Para Queiroz, Guimarães e Gomes (2005), o processo de extrusão é dado pela produção de componentes mecânicos de maneira semi-condutora, onde a resina é forçada através de uma matriz adquirindo assim a forma pré-determinada pelo projetista da peça, que seriam a forma de filmes plástico. Cabe destacar que esta etapa pode fazer parte do processo produtivo da indústria, bem como o filme pode ser adquirido de uma empresa especializada. Este material (o filme) segue para as etapas de impressão e laminação.

e) **Impressão:** Na etapa de impressão, será posta na superfície da embalagem as artes projetadas, através do maquinário denominado impressora. Atualmente, o principal processo de impressão no mundo é o sistema offset somando todos os segmentos de embalagens, seguido pela flexografia e a Rotogravura (INSTITUTO DAS EMBALAGENS, 2009). Na literatura pertinente a este tema, verifica-se a ênfase nos seguintes processos de impressão: Flexografia (vê Figura 14) e Rotogravura(vê Figura 15).

A Flexografia possui como principais características: fôrma flexível de borracha com gravação em alto relevo; impressão direta no substrato; tinta líquida de secagem rápida por evaporação dos solventes; clichê de fotoplímero que pode durar em torno de 1 milhão de cópias boas ou mais; imprime sobre qualquer tipo de substrato flexível e também papelão ondulado (papel, alumínio e plástico em geral); e tem como campo de aplicação embalagens em geral; sacolas de supermercado, rótulos autoadesivos, embalagens de papelão, entre outros (INSTITUTO DAS EMBALAGENS, 2009).

Figura 14. Impressão por Flexografia.

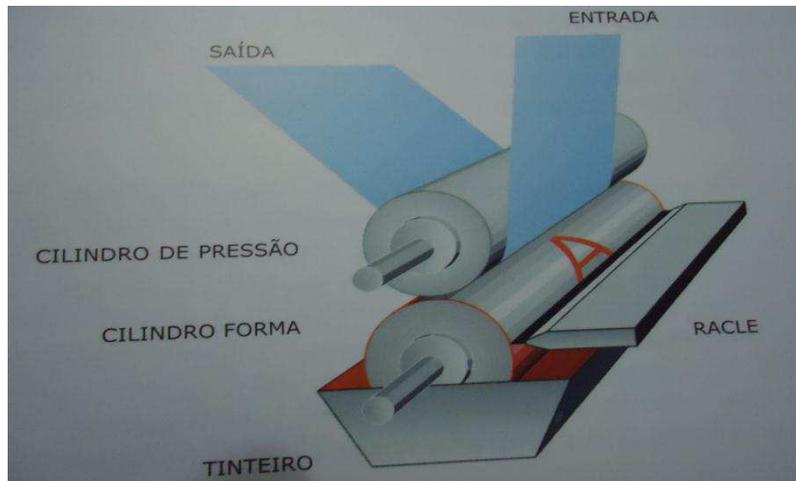


Fonte: Instituto das Embalagens (2009). . .

No que tange a impressão por Rotogravura, esta se dá por diretamente do suporte pela entintagem da fôrma encavográfica (cilindro metálico com alvéolos baixo-gravados), proporcionando uma maior fidelidade de cor, consistência na impressão de sólidos e cores de seleção em função do controle direto da profundidade de gravação dos alvéolos. As principais características da Rotogravura são: forma cilíndrica metálica com gravação em baixo relevo; impressão direta no substrato; tinta líquida de secagem rápida por evaporação dos solventes; matriz durável para altas tiragens (cerca de 10

milhões de cópias); imprime sobre qualquer tipo de substrato desde que seja flexível (papel, alumínio e filmes plásticos em geral); é aplicada em embalagens laminadas em geral (INSTITUTO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS, 2009).

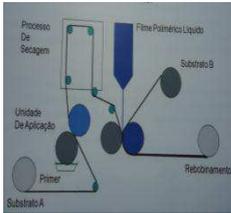
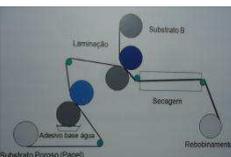
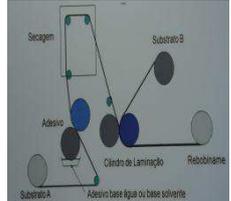
Figura 15. Impressão por Rotogravura.



Fonte: Instituto das Embalagens (2009).

**f) Laminação:** Nesta etapa o filme impresso é ajustado à espessura que a embalagem requer de acordo com as necessidades previamente estabelecidas conforme o apresentado por Queiroz, Guimarães e Gomes (2005). Algumas embalagens por critérios de sua finalidade não necessitam de laminação, saindo diretamente da impressão para a revisão, outras não. Segundo o Instituto das Embalagens (2009), os processos de laminação para a produção de embalagens flexíveis são definidos a partir de um conjunto de informações técnicas, como por exemplo, o tipo de produto a ser embalado, resistência química e térmica da estrutura laminada, custo final da embalagem entre outros. A laminação pode ser das seguintes formas: *coating*, úmida, e seca; destacadas no quadro 225.

Quadro 25. Tipos de Laminação.

Tipo	Descrição	Aplicações
<p style="text-align: center;"><b>Coating</b></p> 	<p>Consiste na aplicação de <i>primer</i> sobre um substrato primário, além do processo de secagem. Na etapa seguinte é feita a aplicação de um filme polimérico em fase líquida sobre o filme primário e a laminação com um substrato secundário. Por fim o laminado é rebobinado</p>	<p>- Embalagens de medicamentos, sachês, sopas líquidas, sucos, arroz, snacks, macarrão instantâneo, tampas de iogurte.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Úmida</b></p> 	<p>O adesivo à base água é aplicado sobre um substrato poroso como, por exemplo, papel, que é laminado com um segundo substrato, com a ajuda de um rolo de laminação. A estrutura laminada passa pelo processo de secagem e, na sequência é rebobinada.</p>	<p>Estrutura de alumínio/papel de embalagens primárias para cigarros.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Seca com adesivos diluídos em solventes.</b></p> 	<p>O adesivo é aplicado sobre o filme primário por meio de um cilindro gravado. Em seguida, o filme passa por um túnel de secagem para evaporação dos solventes. Esses solventes podem ser o de diluição do adesivo e o residual do processo de impressão do filme que não foi retirado durante a passagem pela máquina impressora.</p>	<p>- Snacks, biscoitos, rótulos, pet food, embalagens a vácuo (carne/queijos), embalagens recicláveis <i>pouches</i>.</p> <p>- Embalagens de café a vácuo sachês/<i>portion packs</i>/ envase a quente <i>stand-up</i>/ produtos de envase agressivos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Seca com adesivos sem solventes.</b></p> 	<p>A laminação seca com adesivos e uma evolução da laminação anterior. Tem como vantagens: emissão zero de solventes para o meio ambiente; consumo energético menor; custo de adesivo aplicado mais baixo; e menor possibilidade de odor residual.</p>	<p>Todos os tipos de embalagens flexíveis que necessitem de laminação para seu respectivo fim.</p>

Fonte: Instituto das embalagens (2009).

**g) Revisão:** Consiste apenas na revisão do filme impresso e laminado (embalagem), ou seja, na verificação da qualidade do produto final verificando falhas. Este processo é feito por um maquinário denominado de revisora.

**h) Rebobinagem:** Tal etapa é responsável por cortar as bobinas que sai da impressão no tamanho correto da embalagem, e colocar a mesma em bobinas caso o maquinário anterior não trabalhe com esse procedimento. Algumas embalagens do processo de

rebobinagem seguem direto para a embalagem e expedição, outras necessitam de serem formatadas e são destinadas ao processo de corte e solda.

**i) Corte e Solda:** Formata o filme pronto (impresso e laminado) conforme as características requeridas pelo cliente. Ex: É nesta etapa que se produz os sacos nos tamanhos e formatos desejados para embalar os mais diversos tipos de produtos.

**j) Embalagem e Expedição:** No setor de embalagens as bobinas (embalagens) ou embalagens formatadas são revestidas com um filme transparente e condicionada em paletes para facilitar a expedição, que por sua vez é responsável de destinar o produto para os determinados clientes, sendo observados cuidados com higiene do transporte, a fim de evitar degradação na qualidade do produto.

O apresentado sobre o processo de produção de embalagens flexíveis demonstra que o mesmo é criterioso no que a aspectos de qualidade e custo. Contudo, vale salientar que assim como todo o qualquer processo produtivo, este é fonte geradora de impactos ambientais significativos. Neste sentido a seguir apresentam-se alguns estudos encontrados na literatura existente sobre tal processo produtivo e seus respectivos impactos ambientais.

### **5.2.2 Impactos ambientais oriundos do processo produtivo de embalagens flexíveis.**

Na literatura pertinente a o segmento de embalagens flexíveis verificou-se uma carência muito grande de trabalhos que vinculem a temática ambiental ao processo produtivo das embalagens flexíveis. Neste sentido, destaca-se três trabalhos que abordam os impactos ambientais que são originados das atividades produtivas das indústrias produtoras de embalagens flexíveis.

O primeiro trabalho trata-se de um estudo empírico realizado por Queiroz, Guimarães e Gomes (2005). Tal estudo teve como objetivo avaliar os impactos ambientais causados na produção de embalagens flexíveis a partir de dados coletados em uma indústria paraibana do segmento. Dentro desta perspectiva, o estudo destaca alguns pontos do processo econômico – comercial, além da produção, enfatizando as mudanças físicas e/ou químicas desde a matéria-prima até o produto final, assim como o maquinário utilizado; focando sempre a preocupação ambiental que se deve ter em cada

etapa do processo, trabalhando na perspectiva de se obter uma eficiência considerável e dando destinação adequada a seus rejeitos sejam gasosos, sólidos e líquidos.

A empresa foco do estudo de Queiroz, Guimarães e Gomes (2005), possui 12 etapas em seu processo produtivo, a saber: Preparação de artes, tratamento de superfícies, gravação de cilindros, prova de cor, extrusão, impressão, laminação, revisão, rebobinagem, embalagem, S.O.S (estocagem), expedição. Cabe ressaltar que dentre estas etapas a impressão é do tipo Rotogravura, o que também influencia nos impactos diagnosticados. No que tange a estes impactos ambientais diagnosticados no estudo, este se limitou a verificar os resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas gerados ao longo do processo, conforme destaca o quadro 26.

Quadro 26: Impactos ambientais diagnosticados na indústria de embalagens flexíveis paraibana.

Tipo	Resíduos/ efluentes / emissões diagnosticados	Fonte geradora
Resíduos sólidos	- Paletes de madeira, tambores metálicos, tambores de plástico, bobinas, cones, separadores, sucata de ferro, plástico, papel, papelão, filmes; entre outros, como os que não tem ligação com o processo industrial.	- Embalagens de matérias-primas que não podem ser inseridas no processo produtivo; - Etapas do processo produtivo; - Perdas de produção (esse segmento industrial trabalha com índice de perdas variando de 8 a 13%).
Efluentes líquidos	- Doméstico; - Industrial.	- Atividades de higiene humana e de limpeza do ambiente; - Banhos galvânicos realizados dentro das etapas do processos produtivos (contendo metais pesados como: cromo, níquel e cobre).
Emissões Gasosas	- Acetado de atila	- Evaporação do solvente aplicado nas tintas de impressão.

Fonte: Elaboração própria a partir de Queiroz, Guimarães e Gomes (2005).

O estudo de Queiroz, Guimarães e Gomes (2005), ainda sugere algumas medidas para atenuar e controlar os resíduos gerados, a saber: reaproveitamento de tudo que for possível no processo produtivo; prática de coleta seletiva, armazenagem de resíduos sólidos do processo produtivo, no qual estes antes passariam por uma trituração e/ou prensagem; efluentes domésticos destinados á rede coletora de esgotos; efluentes industriais devem passar por tratamento adequado e posteriormente fazer-se o reuso da água; implantação de filtros de ar nos locais onde se emitem gases nocivos; e utilização de tintas compostas por solventes não nocivos. O referido estudo traz como grande contribuição o diagnostico dos resíduos/ efluentes e emissões oriundo das atividades produtivas deste tipo de indústria, contudo cabe destacar que os impactos ambientais

deste tipo de atividade não se limitam a geração destes; deve-se considerar neste sentido outros indicadores além da geração de resíduos, efluentes e emissões.

Na perspectiva de dispor de outros indicadores para avaliar o impacto ambiental de indústrias de embalagens, evidencia-se a proposição teórica de Cabral *et al* (2009). Este estudo buscou uma visão mais ampla, vinculando o impacto da indústria da embalagem a gestão ambiental vinculada a sustentabilidade. Neste sentido o mesmo teve como objetivo desenvolver um modelo de gestão da sustentabilidade em empresas fabricantes de embalagem que permita orientar as suas atividades e decisões de forma sistêmica. O modelo está alicerçado num conjunto de indicadores dispostos de tal maneira que o gestor pode visualizar e monitorar, simultaneamente, a situação da empresa e a de cada um dos pilares da sustentabilidade - social, ambiental e econômico, como mostra o quadro 27.

Quadro 27. Indicadores para avaliar uma gestão sustentável em indústria de embalagens.

Indicadores Ambientais	Indicadores Sociais	Indicadores Econômicos
Consumo e efetivo aproveitamento de energia;	Qualidade da gestão ;	Lucro;
Consumo e efetivo reaproveitamento de água e efluentes;	Segurança e saúde;	Investimentos;
Consumo de materiais, produtivos e não produtivos;	Salários e benefícios em relação ao mercado;	Gastos com pessoal;
Emissões - quantidade e tratamento dado;	Não discriminação ou inserção de minorias;	Produtividade no trabalho;
Número e efetividade de projetos ambientais em desenvolvimento ;	Treinamento e educação;	Taxas;
Transporte, incluindo consumo de combustível e emissões.	Trabalho forçado (por exemplo, número de reclamações por sofrimento feitas por trabalhadores);	Fornecedores;

Uso da terra e biodiversidade;	Trabalho infantil;	
Cumprimento das leis.	Incentivos ao desenvolvimento pessoal e familiar dos trabalhadores;	

Fonte: Elaboração própria a partir de Cabral *et al* (2009).

O estudo de Cabral *et al* (2009), traz indicadores com base nos três pilares básicos da sustentabilidade, contudo no que tange aos indicadores ambientais este mostra que os escolhidos enfatizam que os impactos ambientais relacionados a o setor de embalagens tem que considerar questões como o uso de energia e água (recursos de alto consumo neste tipo de produção, especialmente energia).

O último e terceiro trabalho destacado na vinculação impacto ambiental e produção de embalagens flexíveis é um estudo empírico realizado por Barbosa e Farias (2013). O referido estudo vinculou à questão do impacto ambiental a gestão ambiental através de uma ferramenta denominada Produção mais Limpa (P+L). Neste sentido o mesmo teve como objetivo analisar o processo produtivo da Empresa EmbFlex (nome fictício) à luz da ferramenta Produção mais Limpa.

A pesquisa se utilizou de um estudo de caso em uma empresa produtora de embalagens flexíveis em Campina Grande-PB, e verificou dentre outros aspectos os principais resíduos gerados no processo produtivo desta empresa, que adota um sistema de produção puxada e a impressão por Rotogravura. Os principais resíduos identificados foram: resíduos de madeira e papelão; tambores metálicos de 200L e 100L; sucata de metais ferrosos; aparas de filmes plásticos lisos; aparas de filmes plásticos impressos; resíduos de solvente contaminado com tinta e adesivo; resíduos de plásticos rígidos; EPIs contaminados; Aparas de papel com impressão; varredura de resinas poliméricas; e resíduos de análises químicas.

Os respectivos estudos apesar de serem com focos diferentes destacam a questão ambiental vinculada a produção de embalagens flexíveis e suas respectivas empresas produtoras, permitindo assim ter-se uma noção básica de que impactos fazem parte deste universo.

O segmento de embalagens flexíveis necessita de mais estudos nesta linha de raciocínio, a fim que permitam ratificar o que já se conhece do segmento. Para tanto, a caracterização disposta anteriormente permitirá ao presente estudo conhecer e verificar quais as características da empresa estudada faz parte desta conjuntura apresentada, bem como identificar aspectos ainda não diagnosticados.

A presente pesquisa que tem como objetivo identificar e analisar o nível de produtividade verde de uma empresa do segmento de embalagens flexíveis, localizada em Campina Grande-PB; sabendo-se que a produtividade verde tem como construtos a produtividade e os impactos ambientais, o acabamento apresentado que caracterizou o segmento de embalagens flexíveis permitiu um conhecimento e descrição previa destes construtos. Para tanto a seguir, discorresse sobre a empresa foco da presente pesquisa.

### **5.3 A Empresa: AlfaFlex.**

A empresa foco deste estudo é AlfaFlex, assim denominada a fim de preservar sua identidade. Fundada em 1989 a empresa contava em seu quadro de funcionários apenas com 3 registros e resumia-se a produzir sacos de papel utilizados em padarias locais, sacos para pipoca e sacos para embalar produtos no comércio em geral. Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia petroquímica, os derivados do petróleo vieram a baixar de preço e surgiu um grande concorrente no mercado, o polietileno. O plástico veio a substituir os sacos de papel por serem muito mais baratos e práticos, obrigando a firma a se adaptar para fabricar esse novo produto exigido do mercado.

Em 1991 comprou a primeira máquina para fabricação de sacolas e sacos em geral. Entretanto o mercado de papel ainda não havia saído de vez da carteira de produtos oferecidos pela empresa. Em 1993 veio a segunda máquina de sacolas plásticas. Dois anos após foi adquirido um equipamento que faz sacos picotados utilizados para embalar verduras, frutas e legumes em feiras e supermercados. Somente em meados de 1995 a linha de papel veio de fato a ser desativada.

No ano de 1998 começou-se a fabricação de rótulos para garrafas de refrigerante, água mineral, produtos de limpeza, iogurtes, etc. Em 2002 adquiriu-se a segunda máquina de rótulos. Contudo a maior mudança na empresa ocorreu em 2003, quanto fora feita à ampliação do parque industrial da empresa e ao mesmo tempo foi iniciada o processo de impressão na própria fábrica, uma vez que todo o plástico era impresso por uma empresa terceirizada.

Só em 2005 o maquinário de impressão foi renovado a fim de obter menores perdas e uma maior produção. Posteriormente, em 2007 a empresa já contava com duas máquinas impressoras modernas capazes de atender as expectativas do mercado junto com o objetivo da empresa, que é fornecer produtos de qualidade ao mesmo.

Atualmente a AlfaFlex conta com uma estrutura disposta em 3000 metros quadrados, tendo como estrutura dois banheiros, cinco escritórios, almoxarifado, refeitório, casa de tintas, área de produção e estocagem do produto acabado. A empresa fornece para todo o Brasil, tendo como grande foco o mercado da região Nordeste. Hoje conta com mais de 200 clientes cadastrados em carteira dos quais, algo em torno de 60, efetuam contatos comerciais mensais.

A AlfaFlex tem como missão oferecer ao mercado embalagens plásticas flexíveis de alta qualidade a fim de crescer, desenvolver-se e obter credibilidade junto aos clientes de parceria com a empresa, atrelado a um eficiente serviço pós-venda e atuar sempre com ética e responsabilidade. Visando esta renovar e ampliar seu parque industrial para até 2018 e triplicar o atual faturamento anual; o que demonstra que a empresa considera muito importante o seu faturamento como um indicador de produtividade.

No que tange as questões de ambiental, a empresa possui licença para realização de suas atividades, contudo não possui programas internos específicos que sejam focados na prevenção de impactos de suas atividades ao meio ambiente, limitando-se as iniciativas de controle de poluição e destinação correta dos resíduos gerados por suas atividades produtivas.

A empresa produz filmes impressos laminados ou monocamadas nos mais diversos substratos (Polietileno-PE, Polipropileno-PP, Polipropileno biorientado-BOPP, poliéster, alumínio, nylon, celofane dentre outros); rótulos manga, *rolllabelem* BOPP, *rolllabe lauto* adesivo; sacolas e sacaria industrial (sacos wicket, sacos de fraldas, *stand up pouches* para todas as aplicações; e qualquer tipo de embalagens plásticas flexíveis).

#### **5.4 Mensuração do Nível de Produtividade Verde da Empresa AlfaFlex.**

Com base na perspectiva apresentada por Kim e Hur (2003), o nível de produtividade verde pode ser mensurado a partir da relação entre dois construtos: **Produtividade** e **Impacto Ambiental**. Neste sentido para se mensurar o nível de produtividade verde da empresa AlfaFlex, faz-se o cálculo da sua produtividade

organizacional bem como, o cálculo do impacto ambiental por esta gerado, conforme o disposto nos tópicos a seguir.

#### 5.4.1. Cálculo da Produtividade Organizacional da Empresa AlfaFlex.

Para o cálculo da produtividade organizacional da empresa AlfaFlex, buscou-se o cálculo da produtividade parcial desta empresa no ano de 2013, a partir do cálculo da produtividade individual dos meses de Janeiro a Novembro. O cálculo individual dos meses permite que se possa obter um entendimento do comportamento da produtividade ao longo do tempo, e se identificar qual o nível de produtividade atual da empresa. Vale destacar que o mês de dezembro foi desconsiderado devido a empresa parar suas atividades na segunda semana do referido mês, o que diferencia este da atividade produtiva dos meses considerados.

A produtividade parcial mensal é definida pela equação 7, na qual:  $P_t$ , significa a produtividade organizacional no período  $t$ ;  $F_t$ , o faturamento da organização no período  $t$ ; e  $C_t$ , o custo obtido para a obtenção do faturamento  $t$ .

$$P_t = \frac{F_t}{C_t} \quad (7)$$

Na equação 7 o custo ( $C_t$ ) é o resultado da soma dos custos que a organização teve em  $t$  para o  $F_t$ , que são considerados o custo de produção e custos ambientais. Neste sentido os dados coletados foram: o faturamento mensal da empresa AlfaFlex (Janeiro/Novembro); os custos totais de produção e ambiental (Janeiro/Novembro). O faturamento mensal da organização, está disposto no quadro 28, quanto aos custos estão dispostos na Tabela 1.

Quadro 28. Faturamento da Empresa AlfaFlex.

Meses	Faturamento ( x % do Faturamento total da Org. em R\$ no ano 2013)
Janeiro	8%
Fevereiro	9%
Março	12%
Abril	9%
Maió	9%
Junho	9%
Julho	9%
Agosto	8%
Setembro	9%
Outubro	10%
Novembro	10%

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

É importante destacar que no quadro 28, o faturamento de cada mês corresponde a porcentagem do mês com relação ao faturamento total do ano 2013 (Jan-Nov), assim como os custos (tabela 1), no qual os custos mensais correspondem a porcentagem dos custos dos meses com relação ao faturamento total do ano 2013 (Jan-Nov). Observa-se que a porcentagem dos custos de produção em alguns meses (junho, julho, outubro e novembro) ultrapassa a porcentagem do faturamento, o que demonstra que a empresa nestes referidos meses não obteve lucro e sim prejuízo, visto que gastou mais do que faturou. Contudo, na coletada de dados verificou-se que a empresa nestes meses possui um custo fixo, o qual segundo o gestor entrevistado é bem diluído quando se leva em consideração este valor ao longo do ano.

Tabela 1. Custos da Empresa AlfaFlex.

Mês	Custo	
	Produção	Ambiental
<b>Janeiro</b>	7%	0,00015%
<b>Fevereiro</b>	7%	0,00015%
<b>Março</b>	10%	0,00015%
<b>Abril</b>	8%	0,00015%
<b>Mai</b>	9%	0,00015%
<b>Junho</b>	10%	0,00015%
<b>Julho</b>	10%	0,00015%
<b>Agosto</b>	7%	0,00015%
<b>Setembro</b>	8%	0,00015%
<b>Outubro</b>	12%	0,00015%
<b>Novembro</b>	12%	0,00015%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa (2013).

O custo de produção envolve o custo com matéria-prima, energia, pagamento de funcionários do processo produtivo, entre outros custos. Com base na tabela 1 verifica-se que o mês que apresentou maior custo de produção com relação aos demais meses do ano 2013 foram outubro e novembro, em contrapartida o mês de maior faturamento foi o mês de março. Quanto ao custo ambiental, segundo os dados coletados em entrevista com o diretor-presidente este se restringe ao um valor pago (fixo mensalmente) pela empresa para descarte adequado de galões e resto de tintas, por possuírem em sua composição componentes que podem agredir o meio ambiente. A tabela 1 mostra que esse valor em termos percentuais com relação ao faturamento anual é baixo, por esse motivo, considera-se para o referido estudo o custo Ct que seria a soma do custo de

produção e ambiental é igual ao custo de produção para fins do cálculo da produtividade parcial da empresa.

Contudo, uma vez obtidos os dados correspondentes ao faturamento e custos mensais da AlfaFlex no ano de 2013 (Jan - Nov), pode-se calcular a produtividade mensal da organização no ano 2013 (em valores percentuais), através da aplicação da equação 7. Na qual a produtividade de cada mês é uma grandeza adimensional dada pela divisão entre o seu referido faturamento pelo o respectivo custo. A produtividade mensal da empresa AlfaFlex é apresentada na tabela 2.

Tabela 2. Produtividade mensal da Empresa AlfaFlex.

Mês (M)	Faturamento (Fm)	Custo (Ctm)	Produtividade Mensal (Pm= Fm/Ctm)
<b>Janeiro</b>	8%	7%	<b>1,14</b>
<b>Fevereiro</b>	9%	7%	<b>1,28</b>
<b>Março</b>	12%	10%	<b>1,2</b>
<b>Abril</b>	9%	8%	<b>1,12</b>
<b>Mai</b>	9%	9%	<b>1</b>
<b>Junho</b>	9%	10%	<b>0,9</b>
<b>Julho</b>	9%	10%	<b>0,9</b>
<b>Agosto</b>	8%	7%	<b>1,14</b>
<b>Setembro</b>	9%	8%	<b>1,12</b>
<b>Outubro</b>	10%	12%	<b>0,83</b>
<b>Novembro</b>	10%	12%	<b>0,83</b>

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa (2013)

Para fins de análise, considera-se que a produtividade máxima obtida pela empresa (fevereiro 1,28) é equivalente a 1 na escala proposta ou seja, o melhor nível de produtividade obtido pela empresa AlfaFlex no ano de 2013. Neste sentido, a fim de se classificar a produtividade mensal da empresa AlfaFlex em níveis (alto, médio, médio e baixo), é necessário através de uma regra de três simples transformar as produtividades encontradas (vê tabela 2) em produtividades equivalentes, pela aplicação da equação 8.

$$P(\text{Equiv. m}) = P_{\text{m}} / P_{\text{máx.}} \quad (8)$$

Onde:

- P(Equiv. m), é a produtividade equivalente do mês ;
- P<sub>m</sub> a produtividade do mês, ou seja, a produtividade real do mês m (conforme a tabela 2);
- P máx, a produtividade máxima obtida pela AlfaFlex no ano 2013.

A aplicação da equação 8, leva a construção de uma nova tabela com as produtividades equivalentes (Tabela 3), apresentada abaixo.

Tabela 3. Produtividades mensais Equivalentes.

Mês (M)	Produtividade Real (Prm)	Produtividade Equivalente P(Equiv. m)
Janeiro	1,14	0,89
Fevereiro	1,28	1
Março	1,2	0,94
Abril	1,12	0,87
Maio	1	0,78
Junho	0,9	0,70
Julho	0,9	0,70
Agosto	1,14	0,89
Setembro	1,12	0,87
Outubro	0,83	0,65
Novembro	0,83	0,65

Fonte: Elaboração Própria, a partir dos dados da pesquisa (2013)

Contudo, uma vez encontradas as produtividades equivalentes, estas podem ser classificadas como: muito baixa, baixa, média, alta, e muito alta. Esta classificação será dada em uma escala de 0 – 1, conforme o já apresentado. Vale a pena salientar que devido à vinculação da produtividade organizacional com o impacto ambiental dentro da perspectiva da produtividade verde, os cinco níveis serão resumidos em três a partir do agrupamento dos dois extremos, conforme apresenta o quadro 11.

Quadro 11: Escala de análise da produtividade organizacional.

Produtividade	Varição da produtividade.	Agrupamento dos níveis	Nível de produtividade
Muito Baixa	0 – 0,2	$(0 \leq P \leq 0,2)$	Baixo
Baixa	0,2 – 0,4	$(0,2 < P \leq 0,8)$	Médio
Média	0,4 – 0,6		
Alta	0,6 – 0,8		
Muito Alta	0,8 – 1	$(0,8 < P \leq 1)$	Alto

Fonte: Elaboração própria.

Vinculando as produtividades equivalentes encontradas a escala proposta, obtém-se o resultado apresentado pelo quadro 29.

Quadro 29. Nível de produtividade mensal

Mês (M)	Produtividade	Nível de Produtividade
Janeiro	0,89	Médio
Fevereiro	1	Alto
Março	0,94	Alto
Abril	0,87	Alto
Mai	0,78	Médio
Junho	0,70	Médio
Julho	0,70	Médio
Agosto	0,89	Alto
Setembro	0,87	Alto
Outubro	0,65	Médio
Novembro	0,65	Médio

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa, 2013.

O quadro 29, esclarece que o nível de produtividade da empresa AlfaFlex no ano 2013 variou entre médio e alto. Para fins do presente estudo considera-se a produtividade bem como o seu nível, os dados referentes ao mês de novembro. Portanto, afirma-se que **o nível atual de produtividade da empresa AlfaFlex** no período da referente pesquisa, é médio. Salvo que a produtividade foi analisada com base no comportamento desta na organização, considerando a maior produtividade do período como melhor produtividade (equivalente a 1).

Uma vez calculados os níveis de produtividade da empresa AlfaFlex no ano de 2013, e definido o seu nível atual de produtividade, parte-se então para o cálculo dos impactos ambientais oriundos de suas atividades para que em fim se possa conhecer o nível de produtividade verde desta organização.

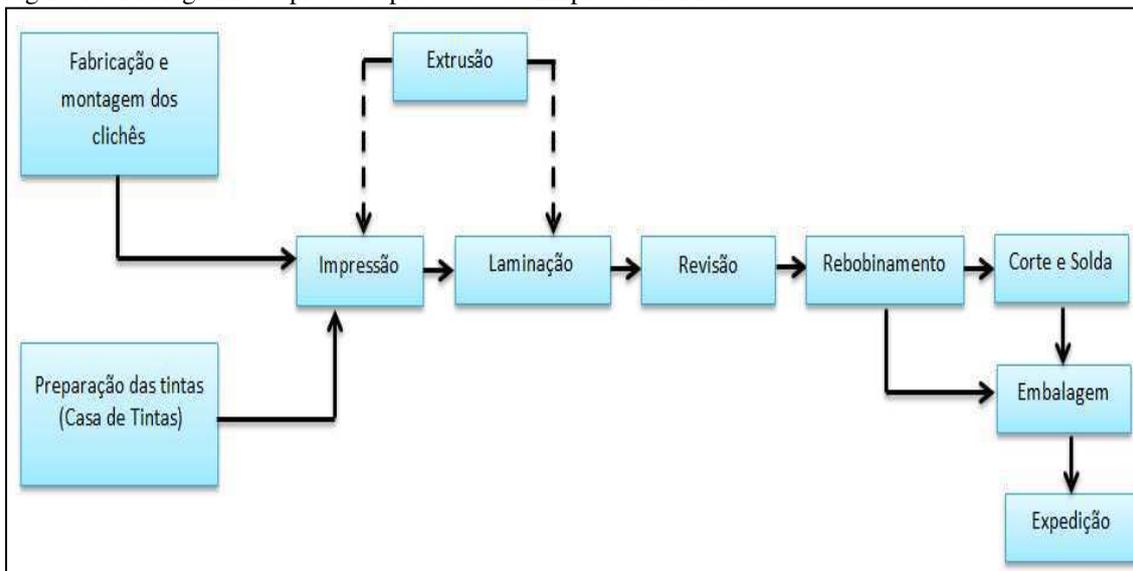
#### 5.4.2 Cálculo do Impacto Ambiental da Empresa AlfaFlex.

O impacto ambiental da empresa AlfaFlex é calculado através do ECO-FMEA, o qual permitiu a identificar, avaliar e mensurar os aspectos e impactos ambientais gerados pela empresa. Os aspectos e impactos ambientais foram identificados nas etapas de produção e nas demais atividades da empresa no que tange as suas dependências (escritórios, banheiros e refeitório). Os impactos identificados foram analisados a fim de se obter a intensidade dos impactos como todo. Os tópicos a seguir descrevem a aplicação do formulário do ECO-FMEA, para cada setor da empresa a ser estudado (produção e demais dependências), identificando no final da análise o impacto ambiental gerado pela AlfaFlex como todo.

### 5.4.2.1 Cálculo dos impactos gerados pelo processo produtivo.

O processo produtivo de fabricação dos filmes impressos e embalagens flexíveis da empresa AlfaFlex consiste em nove etapas como mostra o fluxograma disposto na Figura , contado um processo terceirizado que é a extrusão.

Figura 16. Fluxograma do processo produtivo da Empresa AlfaFlex.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2013)

Com base na Figura 16, descreve-se a seguir as etapas do processo produtivo da empresa AlfaFlex, os respectivos impactos, causas e atual forma de controle adotada pela empresa.

**a) Preparação de artes / Fabricação do clichê:** Consiste na adequação e adaptação das artes providas dos clientes ao sistema de impressão. É neste setor que é feita a separação das cores para serem gravadas posteriormente as matrizes de impressão. As matrizes de impressão utilizadas no processo são os “clichês”. Consistem em uma manta de borracha, a qual é responsável pela transferência de tinta para o substrato impresso. A confecção dos clichês já foi feita pela empresa, entretanto, devido à necessidade de altos investimentos para acompanhar a evolução da tecnologia do setor, decidiu-se que a clicheria seria desativada e a partir do ano de 2006 todos os clichês são feitos por empresas especializadas.

Nesta etapa não se verificou impactos significativos visto que a preparação das artes é um processo computadorizado (terceirizado) e a montagem dos clichês consiste

apenas a aderência do clichê pronto, ao cilindro de impressão. Portanto nesta etapa, não existe a geração de nenhum tipo de resíduo (sólido, efluentes, e emissões), manipulação de substâncias agressivas, bem como o desperdício de recursos (energia, água, e matéria-prima).

- b) Casa das tintas:** A casa das tintas consiste no departamento responsável pela fabricação e preparação de tintas e solventes à entrar em máquina. Por se tratar de uma unidade gráfica, é de fundamental importância uma boa qualidade de tintas fornecidas. Para isso, a empresa conta com uma parceira, a qual trabalha no sistema “implante” dentro da sua unidade fabril. Trata-se de uma multinacional a qual tem uma unidade produtiva dentro da AlfaFlex, trabalhando exclusivamente para o fornecimento dos insumos necessários para a impressão. Além disso, a empresa dispõe de assistência técnica *in-loco* permanentemente (Figura 17).

Figura 17. Casa de tintas



Fonte: Pesquisa de campo (2013)

Verificou-se nesta etapa como impactos ambientais a geração de resíduos (galões de tintas vazias, resto de tintas inapropriados para uso, emissões gasosas); e manipulação de substâncias agressivas (solventes). A causa destes respectivos impactos são inerentes ao processo, ou seja, o galões de tintas e os restos de tintas são resultantes do seu uso. As emissões gasosas são oriundas da evaporação de solventes, em especial o acetato de etila, durante a manipulação dos mesmos na preparação das tintas.

Cabe destacar que o vapor do acetato de etila no ambiente é causador dos respectivos impactos: criação de uma atmosfera explosiva; na atmosfera reage fotoquimicamente produzindo radicais de hidroxila, com meia vida calculada de oito dias; na água, o produto e água resultante do combate ao fogo e de diluição são prejudiciais a flora e a fauna mesmo em muito baixas concentrações, visto que o

produto derramado tende a ficar sobre sua superfície; no solo, o produto derramado sobre o mesmo poderá em parte ser lixiviado, e percolar.

Para prevenir e controlar os respectivos impactos a empresa sinaliza através de placas a proibição de uso de elementos que provoque fogo; disponibiliza e fiscaliza o uso de equipamentos de proteção pessoal pelos seus funcionários, faz treinamento interno (funcionários com experiência passam para os demais) a fim de evitar desperdícios de tintas e solventes, bem como derramamentos. Quanto aos galões de tinta a empresa destina para reciclagem por uma empresa especializada, dispondo por mês 9% do total de seus custos para tal fim.

**c) Impressão:** O sistema adotado pela empresa é a flexografia, o qual consiste em um processo de impressão em que a matriz utilizada é o clichê de borracha. O sistema pode ser considerado como um "bisneto" do carimbo. Usa-se tintas líquidas, à base de água, solvente ou curadas por luz UV (ultravioleta) ou feixe de elétrons. Uma de suas virtudes é a flexibilidade para imprimir os mais variados suportes, de durezas e substratos diferentes.

A AlfaFlex conta com 3 impressoras que imprimem seis cores simultaneamente, operadas apenas por um operador. A figura 21 apresenta uma destas máquinas, na qual por um lado entra o filme liso (PE,PP, BOPP, entre outros, que pode ser também denominado de substrato a ser impresso), passado pelo interior da máquina (onde se localiza os clichês e as tintas), saindo posteriormente o filme ou substrato impresso nas especificações desejadas.

Figura 21. Máquina de Impressão.



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Foram identificados como impactos causados pela etapa de impressão a geração de resíduos (filme impresso com má qualidade, também chamado de apara); alto

consumo de energia (em torno de 40.000 KWh, juntamente com as demais máquinas utilizadas ao longo do processo); desperdício de matéria –prima (com a geração do rejeito) e emissões gasosas.

As principais causas destes impactos estão em falhas da máquina durante a impressão, falta de manutenção dos equipamentos (pode levar ao maior consumo de energia, bem como erros de impressão), e falhas do operador durante o processo. No que tange as emissões gasosas, estas são providas dos solventes das tintas, entre eles o mais utilizado é o acetado de etileno, já citado anteriormente, usadas para impressão e também, pois da tinta apenas o substrato fica agregado à embalagem e o solvente, que muito volátil, para dar rapidez aos processos e evapora rapidamente. Cabe destacar que o processo de impressão adotado pela AlfaFlex (Flexografia) por utilizar como matriz os clichês e bem menos impactante do que o processo por Rotogravura, o qual gera outros impactos significativos como efluentes líquidos industrial, contendo metais pesados dos banhos galvânicos (cromo, níquel e cobre).

As iniciativas da empresa que buscam minimizar e controlar tais impactos são: manutenção preventiva periódica das máquinas, treinamento interno dos operadores, disponibilidade e fiscalização do uso de EPIs, destinação das aparas (filme impresso com falhas) a venda para empresa recicladora.

**d) Extrusão:** Uma extrusora é uma bomba de parafuso que usa uma rosca (ou parafuso sem fim) para transportar o polímero da zona de alimentação até a extremidade de descarga da extrusora. A fusão do polímero ocorre por meio do fornecimento de energia a este na forma de cisalhamento e calor. O polímero é, então, comprimido quando o diâmetro do núcleo da rosca aumenta na direção da extremidade de descarga.

Quando se extrusa filmes, o processador se depara com o desafio de combinar no mínimo dois e algumas vezes mais componentes de forma a obter um fundido mais homogêneo.

As condições operacionais precisam ser bem ajustadas porque esses componentes fundem numa taxa diferente. O bloco que envolve a zona de alimentação é usualmente resfriado por uma serpentina onde circula água para garantir que calor proveniente do resto da extrusora não seja transferido à zona crítica de alimentação. Alguns processadores também fazem circular água gelada através do interior da rosca de extrusão. O objetivo disso é manter o núcleo da rosca frio e melhorar a mistura e

fusão do polímero, além de prevenir a fusão prematura de flocos de material recuperado.

As temperaturas da extrusora precisam ser cuidadosamente controladas ao longo de todo o percurso do material plástico fundido dentro do cilindro de plastificação de modo a prevenir seu superaquecimento e decomposição. Frequentemente, as temperaturas são ajustadas baseadas no desenho da rosca. A manipulação das temperaturas do fundido ao longo do comprimento da rosca permite ao processador controlar sua viscosidade e as condições quando passa através de seções de mistura ou de fusão na rosca. Na extremidade de descarga da extrusora, o polímero usualmente passa através de um conjunto de telas de modo a reter partículas estranhas presentes no fundido. Esse filtro nada mais é que uma série de telas metálicas firmemente tecidas montadas numa placa metálica perfurada.

Usando telas de maior ou menor abertura, o processador pode ajustar o grau de filtração bem como a resistência ao fluxo de descarga na extrusora. A resistência ao fluxo fará o fundido circular mais na rosca, aumentando dentro de certos limites sua homogeneidade e mistura. O jogo de telas mais finas podem também, dentro de certos limites, melhorarem o nível de géis no filme. O jogo de telas precisa ser trocado periodicamente numa taxa que depende da pureza do fluxo do fundido.

A empresa AlfaFlex terceiriza o processo de extrusão da seguinte forma: a empresa adquire a matéria- prima (resinas plásticas) e entregam a empresa EmbFlex (BARBOSA e FARIAS, 2013) para o processo de extrusão, que em seguida disponibiliza o filme pronto, ou seja extrusado. O filme extrusado por sua vez é armazenado no almoxarifado da AlfaFlex como mostra a figura 22.

Figura 22. Estocagem do filme extrusado.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Nesta etapa não se verificou impactos significativos visto que o processo de extrusão é feito por uma empresa terceirizada. No que tange a estocagem pode haver desperdício de matéria-prima por meio da má manipulação e forma de estocagem inadequada. Apesar de a empresa terceirizar o processo de extrusão cabe a esta se informar se a respeito dos impactos gerados por esta. Para evitar os impactos relacionados a desperdício e danificação da matérias-primas estocadas, a empresa disponibiliza de um espaço exclusivo para tal fim, e manuseia as mesmas com ajuda e empilhadeira.

**e) Laminação:** A laminação consiste em unir duas ou mais camadas (lâminas) de filmes através da aplicação de adesivos à base de água, álcool ou acetato, formando em geral um “sanduíche” de duas camadas externas de filmes com as camadas internas de tintas e adesivos. Esta etapa busca obter as características adequadas do filme impresso, visto que assim como os polímeros, os filmes resultantes destes possuem diferentes características físico-químicas, sendo necessário para algumas aplicações unir duas ou mais camadas de filmes para obter uma estrutura adequada à conservação do produto e às condições de maquinabilidade durante o processo de envase. A AlfaFlex, conta com duas máquinas laminadoras, sendo uma apresentada pela figura 23.

Figura 23. Máquina Laminadora.



Fonte: Pesquisa de Campo, 2013.

Foram identificados como impactos causados pela etapa de laminação os mesmos impactos gerados pelo processo de impressão, ou seja, a geração de resíduos (filme laminado com má qualidade, também chamado de apara); alto consumo de energia (em torno de 40.000 KWh, juntamente com as demais máquinas utilizadas ao

longo do processo); desperdício de matéria –prima (com a geração do rejeito) e emissões gasosas.

As principais causas destes impactos estão em falhas da máquina durante a laminação, falta de manutenção dos equipamentos (pode levar ao maior consumo de energia, bem como erros na laminação), e falhas do operador durante o processo, visto que o mesmo é responsável pelo controle de filme durante a laminação. No que tange as emissões gasosas, estas são provindas dos solventes dos adesivos utilizados durante a laminação. Como iniciativas a empresa faz manutenção preventiva periódica das máquinas, treinamento interno dos operadores(visto que estes devem ter cuidado na parada das máquinas para abastecer o filme que vai ser laminado ao impresso), disponibilidade e fiscalização do uso de EPIs, destinação das aparas (filme impresso com falhas) a venda para empresa recicladora.

**f) Revisão:** Na revisão é feita a inspeção do material impresso, por máquinas de alta velocidade (Figura 21), a fim de localizar possíveis falhas de impressão. Esse processo é de fundamental importância, tendo em vista que um dos princípios da AlfaFlex é a qualidade, então esta etapa do processo é responsável pela retirada de produtos fora das especificações exigidas.

Figura 24. Máquina revisora de alta velocidade.



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

Foram identificados como impactos causados pela etapa de revisão a geração de resíduos (filme laminado ou não com falhas); alto consumo de energia (em torno de 40.000 KWh, juntamente com as demais máquinas utilizadas ao longo do processo); desperdício de matéria –prima (com a geração do rejeito).

Como iniciativas a empresa a empresa faz manutenção preventiva periódica da máquina revisora, e destinação das aparas a venda para empresa recicladora.

Essa etapa do processo tem como objetivo cortar as bobinas no formato que esta se adequa ao maquinário de empacotamento do cliente. As matrizes de impressão são gravadas objetivando a otimização das larguras máximas de produção das máquinas impressoras. Depois de impressas, laminadas e revisadas, as bobinas são cortadas no sentido longitudinal, gerando bobinas com as dimensões adequadas para utilização nas máquinas empacotadoras. Tais dimensões contemplam além da largura, o diâmetro externo das bobinas e o diâmetro interno do tubete. A empresa conta com duas máquinas rebobinadeiras, a Figura 22, mostra uma destas máquinas utilizadas pela AlfaFlex.

Figura 25. Máquina Rebobinadeira.



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

Na etapa de rebobinamento o impacto identificado é a geração de resíduos de filme oriundo do corte das bobinas. Diferentemente das aparas que podem ser minimizadas, este resíduo é inerente ao processo de rebobinagem. Como iniciativa e empresa destina este resíduo para a venda a empresa recicladora juntamente com as aparas geradas nas outras etapas. A Figura 23 mostra a geração deste resíduo.

Figura 27: Geração de resíduo durante o rebobinamento.



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

**h) Corte e Solda:** É a etapa do processo produtivo responsável em dar forma ao produto final da empresa, ou seja, a embalagem propriamente dita. A AlfaFlex, conta com cinco máquinas de corte e solda. Trata-se de máquinas as quais capturam o filme oriundo da impressão, e os dão o acabamento necessário para que o cliente final possa de fato vir a utilizá-lo. Consistem em máquinas com cabeçotes aquecidos, nos mais variados formatos, com o intuito de cortar no tamanho ideal (largura do saco, sacola ou rótulo) e solda-los, a fim de impedir furos que venham a causar vazamentos no ato do uso do cliente. A Figura 24, mostra uma das máquinas de corte e solda utilizadas pela AlfaFlex.

Figura 28. Máquina de corte e solda



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Na etapa de corte e solda o impacto identificado é a geração de resíduos, as sacolas e/ou embalagens fora do padrão de qualidade. Por serem máquinas dependentes de seus operadores, a geração destas aparas são fruto de falhas da máquina bem como de operação. Segundo os dados coletados o somatório das aparas gerados durante a impressão, laminação, revisão e corte e solda são correspondem de 4% a 5% do volume total produzido mensalmente pela AlfaFlex. Como iniciativa a empresa destina este resíduo para a venda a empresa recicladora juntamente com as aparas geradas nas outras etapas; faz manutenção periódica das máquinas; e treinamento e capacitação interna do pessoal. A Figura 25 mostra a geração deste resíduo.

Figura 29. Aparas oriundas do processo de corte e solda (embalagens para pão de forma).



Fonte: Pesquisa de campo (2013)

i) **Embalagem e Expedição:** As bobinas cortadas e liberadas para envio ao cliente são embaladas dentro dos padrões estabelecidos na empresa, atendendo as necessidades dos clientes e são acondicionadas em paletes de madeira e envoltas com filme plástico transparente esticável (*stretch*). Cada palete é devidamente identificado assim como cada bobina recebe etiquetas de identificação para permitir a rastreabilidade. No que tange a expedição, considera-se a etapa de armazenamento dos produtos acabados até o momento do faturamento e envio ao cliente. A Figura 26, demonstra estas etapas do processo.

Figura 30. Embalagem e Expedição.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Tendo em vista a identificação dos impactos causados etapas do processo produtivo desenvolvidas na Empresa AlfaFlex, faz-se a seguir uma análise à luz do ECO-FMEA. Com base nos dados obtidos sobre as etapas do processo produtivo, e seus respectivos impactos, gerou-se um formulário do FMEA para uma análise quantitativa destes. Neste sentido, o formulário evidencia as etapas do processo produtivo; os aspectos ambientais relevantes de processo; o impacto gerado; a potencial causa; intensidade do impacto e as formas de controle atuais, adotadas pela empresa. A análise quantitativa é feita através dos índices de criticidade: M – magnitude, F- frequência, D – Grau de detecção e IRA – Índice de Risco Ambiental, conforme o referenciado por Oliveira e Freitas (2011).

Vale a pena salientar que para cada um dos impactos identificados na etapa foco se apresenta um IRA, que é resultante do somatório dos índices de criticidade que são atribuídos a cada impacto. Destacando o fato de que a atribuição dos índices de criticidade é dada pelo pesquisador com base nas informações obtidas na coleta de dados. Sendo assim, tendo-se como o resultado apresentado o IRA, este é enquadrado na seguinte classificação de intensidade do impacto :1-3 Baixo; 4-6; Médio; 6-9 Alto. Para tanto o quadro 30, apresenta o formulário do ECO-FMEA aplicado a produção da empresa as etapas que foram diagnosticados impactos significativos AlfaFlex.

Quadro 30: Formulário do ECO-FMEA aplicado a produção da AlfaFlex.

Etapas do processo	Identificação			Avaliação			Total(IRA)	Intensidade	Forma atual de controle
	Aspectos ambientais	Impactos	Causa Potencial	M	F	D			
Preparação das tintas (Casa de tintas)	Geração de resíduos; manipulação de substâncias agressivas (solventes).	- Geração de resíduo sólido (galões de tinta vazios, restos de tintas inapropriadas ao uso);	- Inerentes ao processo;	2	3	1	6	Médio	-Sinalização de inflamável;  -Disponibilidade e fiscalização do uso de EPI;  - Treinamento interno;
		- Emissões gasosas(atmosfera explosiva, inalação humana)	- Evaporação do acetato de etila, durante o preparo da tinta.	2	3	2	7	Alto	-Resíduos destinados a tratamento de empresa tercerizada.
Impressão	Geração de resíduos;  Consumo de energia;  Consumo de matéria-prima;  Emissões gasosas	- Geração de resíduo sólido(filme impresso de má qualidade, aparas)	Falha da máquina de impressão; falta de manutenção do equipamento; falha do operador da máquina.	2	3	2	7	Alto	- Manutenção preventiva periódica das máquinas;  - Treinamento interno dos operadores;  - disponibilidade de fiscalização do uso de EPIs;
		- Alto consumo de energia.	Falta de manutenção do equipamento.	3	3	2	8	Alto	- Venda das aparas para empresa recicladora.
		- Desperdício de tinta, filme, e energia (com a geração de rejeito);	Geração de rejeito)	2	3	2	7	Alto	
		- Emissões gasosas.	Evaporação do acetato de etila.	2	3	2	7	Alto	
Extrusão (estocagem de filme extrusado)	Desperdício de matéria-prima	Desperdício de matéria-prima (danificação do filme)	Má manipulação e forma de estocagem inadequada	1	1	2	4	Médio	- Disponibilidade de um espaço adequado e manuseio com auxílio de empilhadeiras.
Laminação	Geração de resíduos;  Consumo de energia;  Consumo de matéria-	- Geração de resíduo sólido(filme impresso de má qualidade, aparas)	Falha da máquina de laminação; falta de manutenção do equipamento; falha do	2	3	2	7	Alto	-Manutenção preventiva periódica das máquinas;  - Treinamento interno dos

	prima;  Emissões gasosas		operador da máquina.							operadores;  - disponibilidade de fiscalização do uso de EPIs;  - Venda das aparas para empresa recicladora.
		- Alto consumo de energia.	Falta de manutenção do equipamento.	3	3	2	8	Alto		
		- Desperdício de tinta, filme, e energia (com a geração de rejeito);	Geração de rejeito	2	3	2	7	Alto		
		- Emissões gasosas.	Evaporação do solvente aplicado ao adesivo de laminação.	2	3	2	7	Alto		
Revisão	Geração de resíduos;  Consumo de energia;  Consumo de matéria-prima;	Descarte do Filme impresso laminado ou não com falhas.	Inerente do processo, visto que a finalidade deste é o controle de qualidade.	2	3	2	7	Alto		- Manutenção preventiva periódica da revisora;  - Venda das aparas para empresa recicladora
		Alto consumo de energia	Falta de manutenção do equipamento.	3	3	2	8	Alto		
		Desperdício de matéria prima	Inerente do processo	2	3	2	7	Alto		
Rebobinamento	Geração de resíduos; Consumo de Energia.	Geração de resíduos	Inerente do processo de rebobinagem	2	3	2	7	Alto		Manutenção preventiva periódica da revisora;
		Alto consumo de energia	Falta de manutenção do equipamento	3	3	2	8	Alto		- Venda do resíduo para empresa recicladora
Corte e solda	Geração de resíduos; Consumo de Energia. Consumo de matéria-prima	Geração de resíduos	Falha da máquina de corte e solda; falta de manutenção do equipamento; falha do operador da máquina.	2	3	2	7	Alto		Manutenção preventiva periódica das máquinas;  - Venda do resíduo para empresa recicladora
		Alto consumo de energia	Falta de manutenção do equipamento.	3	3	2	8	Alto		
		Desperdício de matéria prima	Geração de rejeito	2	3	2	7	Alto		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

É importante destacar que no quadro 29, as etapas do processo denominadas de fabricação e montagem dos clichês, bem como a embalagem e expedição não foram contempladas em vista destas não apresentarem impactos significativos para o referido estudo. Uma vez aplicado o formulário, pode-se verificar a intensidade o impacto ambiental do processo produtivo da empresa AlfaFlex por meio de uma média aritmética do IRA (índice de risco ambiental) encontrado para cada impacto. Neste sentido, verifica-se que o IRA do processo produtivo da empresa estudada é de 7,05 classificando do que impacto ambiental gerado pelo processo produtivo da empresa estudada é de Alto, ou seja, alta intensidade.

Com base nos dados coletados justifica-se que a intensidade do impacto do processo produtivo é alta devido a alto nível de geração de resíduos (aparas) que é equivalente de 4% a 5% do volume total produzido pela empresa, que por sua vez gera um aumento no consumo dos recursos de produção devido o desperdício; e alto consumo de energia das máquinas do processo produtivo de que chegam a consumir por mês Aprox., 40.000 KWh. Outro fator que contribuir para o alto IRA dos impactos é o grau de detecção visto que as iniciativas das empresa na maioria dos impactos são suficientes para conter e/ou reduzir o impacto. Este fato é decorrente destes impactos serem inerentes ao processo produtivo das embalagens flexíveis, não tendo assim como eliminá-los e sim como contê-los ou reduzi-los.

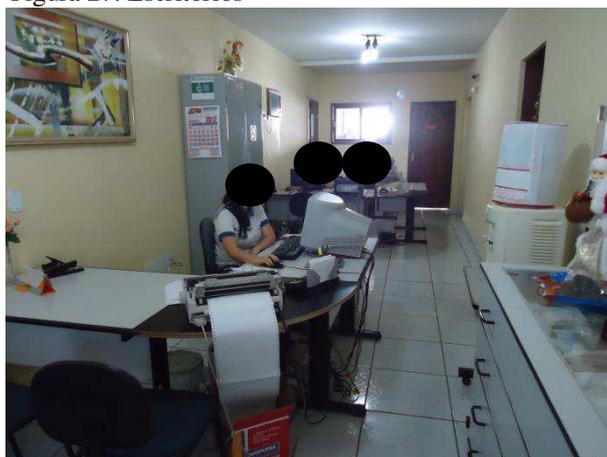
Por fim uma vez conhecido a intensidade do impacto ambiental do processo produtivo da empresa estudada (7,05 - alto), para fins do presente estudo calcula-se a seguir a intensidade dos impactos das demais atividades da organização.

#### **5.4.2.2 Cálculo dos impactos gerados pelas demais atividades da organização.**

Além do setor de produção a AlfaFlex dispõe de 5 escritórios, um refeitório e dois banheiros. No que tange aos escritórios dois são destinados a diretoria comercial e financeira, e os demais a produção, recursos humanos, e Planejamento e Controle da Produção. Para desempenhar suas respectivas atividades os escritórios consomem em bens materiais em torno de R\$ 800,00 reais por mês, o a qual a empresa considera um valor médio. Além do consumo de bens materiais (canetas, papel, cartuxo ou tonner, etc.) os escritórios juntamente com as demais dependências da empresa consomem algo em torno de 2% do consumo geral de energia, o que se pode considerar um consumo baixo em relação ao consumo de energia da produção.

As atividades desenvolvidas nos escritórios possuem como impacto além do consumo de energia (baixo) e a geração de resíduos recicláveis e orgânicos. Entre os recicláveis destacam-se copos descartáveis e papel. A empresa não faz a segregação destes resíduos destinando ao lixo comum em coleta pública. A Figura 27, destaca os escritórios da empresa AlfaFlex.

Figura 27. Escritórios



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

No pertinente ao refeitório, este consiste em uma área ampla e arejada destinada apenas ao serviço de alimentos visto que a preparação destes é a cargo de uma empresa terceirizada. Neste sentido, o impacto ambiental gerado pelas atividades do refeitório resumem-se resíduos orgânicos (sobra de alimentos), consumo de energia e consumo de água. A Figura 28, apresenta o refeitório da empresa AlfaFlex.

Figura 28. Refeitório



Fonte: Pesquisa de campo (2013)

No pertinente aos banheiros, a empresa conta apenas com dois, permanecendo fechados para manter o controle de higiene, contudo para utiliza-los deve-se solicitar

que os mesmos sejam abertos. O mesmo é feita limpeza uma vez por dia, por um responsável devidamente fardado e fazendo uso de EPIs necessários para o desempenho da limpeza com segurança. Quanto aos impactos destas dependências destaca-se: o consumo de água e energia. Segundo dados coletados os funcionários não são conscientes quanto ao uso destes recursos deixando com frequência as luzes acesas e a torneira aberta ou semi-aberta. A empresa não faz controle destes recursos e nem conscientização de seus colaboradores. O consumo médio de água da AlfaFlex é em torno de R\$ 590, 00 reais que seria passível de redução se a empresa adota-se algumas iniciativas como a conscientização e uso de sensores nas torneiras.

Por fim descrita as demais dependências da empresa AlfaFlex e os respectivos impactos que podem ser gerados nestas, o quadro 31, apresenta o formulário do ECO-FMEA aplicado aos escritórios, refeitório e banheiros a fim de identificar a intensidade destes impactos .

Quadro 31. Análise dos impactos das demais dependências.

Dependências	Identificação			Avaliação			Total(IRA)	Intensidade	Forma atual de controle
	Aspectos ambientais	Impactos	Causa Potencial	M	F	D			
Escritório	Geração de resíduo sólido reciclável	Destinação incorreta e possível mistura com outros tipos de materiais.	Falta de mecanismos que permitam a separação do material	1	3	2	6	Médio	Resíduos são destinados a coleta publica sem segregação.
	Disposição incorreta do resíduo orgânico	Possível mistura	Falta de mecanismos que permitam a separação do material	1	3	2	6	Médio	
	Consumo de energia	Desperdício de recursos	Utilização inadequada dos computadores e ar condicionado; Geração tecnológica dos equipamentos usados	2	1	2	4	Médio	Não possui controle intensivo do uso de energia.
	Consumo de bens materiais.	Geração de resíduos	Desperdício	1	3	1	4	Médio	Controle do consumo de bens materiais.
Refeitório	Manuseio de materiais orgânicos	Geração de resíduos orgânicos	Disposição destes resíduos e lixeira específica	1	2	1	4	Médio	Disposição a coleta pública.
	Consumo de energia	Desperdício de recursos	Falta de Informação e atenção	1	1	1	3	Baixo	Controle do uso de energia e água

	Consumo de água	Desperdício de recursos	Falta de conscientização	1	1	1	3	Baixo	não de forma intensiva.
Banheiros	Resíduos sólidos da lixeira	Geração de resíduos	Falta de recolhimento com maior frequência	1	2	1	4	Médio	Limpeza periódica uma vez por dia;
	odores	Desconforto dos usuários	Deficiência na circulação do ar, e frequência de limpeza	1	1	1	3	Baixo	Uso controlado; Ambiente com entrada de ar.
	Consumo de energia	Desperdício de recursos	Falta de conscientização	2	2	3	7	Alto	Não possui controle.
	Consumo de água	Desperdício de recursos	Falta de conscientização	3	3	3	9	Alto	Não possui controle.
	Consumo de bens materiais	Desperdício de recursos	Controle de uso	2	1	1	4	Médio	Controle do consumo.

Fonte: Dados da pesquisa (2013).

Uma vez aplicado o formulário, pode-se verificar a intensidade o impacto ambiental das demais dependências da empresa AlfaFlex por meio de uma média aritmética do IRA (índice de risco ambiental) encontrado para cada impacto. Neste sentido, verifica-se que o IRA das demais atividades desempenhadas na empresa estudada é de 4,75 classificando como impacto ambiental Médio, ou seja, de média intensidade.

Tendo em vista que para a identificação do nível de produtividade verde da empresa AlfaFlex é necessário o cálculo do impacto da organização como todo, e sabendo-se que as atividades de produção possuem vários impactos em cada etapa, bem como as atividades das demais dependências da empresa; o cálculo do impacto da organização é resultado da média do IRA de cada impacto identificado como mostra o quadro 32.

Quadro 32: Cálculo do IA da empresa AlfaFlex.

Etapas do processo/ demais dependências da org.	Impactos	Avaliação			Total(IRA)
		M	F	D	
<b>Preparação das tintas (casa de tintas)</b>	Geração de resíduo sólido (galões de tinta vazios, restos de tintas inapropriadas ao uso);	2	3	1	6
	Emissões gasosas (atmosfera explosiva, inalação humana)	2	3	2	7
<b>Impressão</b>	Geração de resíduo sólido (filme impresso de má qualidade, aparas)	2	3	2	7
	Alto consumo de energia.	3	3	2	8
	Desperdício de tinta, filme, e energia (com a geração de rejeito)	2	3	2	7
	Emissões gasosas ( atmosfera explosiva, inalação humana)	2	3	2	7
<b>Extrusão(estocagem do filme extrusado)</b>	Desperdício de matéria-prima (danificação do filme)	1	1	2	4
<b>Laminação</b>	Geração de resíduo sólido(filme impresso de má qualidade, aparas)	2	3	2	7
	Alto consumo de energia.	3	3	2	8
	Desperdício de tinta, filme, e energia (com a geração de rejeito)	2	3	2	7
	Emissões gasosas	2	3	2	7
<b>Revisão</b>	Descarte do Filme impresso laminado ou não com falhas.	2	3	2	7
	Alto consumo de energia	3	3	2	8
<b>Rebobinamento</b>	Desperdício de matéria prima	2	3	2	7
	Geração de resíduos	2	3	2	7
<b>Corte e Solda</b>	Alto consumo de energia	3	3	2	8
	Geração de resíduos	2	3	2	7
	Alto consumo de energia	3	3	2	8
<b>Escritório</b>	Desperdício de matéria prima	2	3	2	7
	Destinação incorreta e possível mistura com outros tipos de materiais.	1	3	2	6
	Possível mistura	1	3	2	6
	Desperdício de recursos	2	1	2	4
<b>Refeitório</b>	Geração de resíduos	1	3	1	4
	Geração de resíduos orgânicos	1	2	1	4
	Desperdício de recursos	1	1	1	3
<b>Banheiros</b>	Desperdício de recursos	1	1	1	3
	Geração de resíduos	1	2	1	4
	Desconforto dos usuários	1	1	1	3
	Desperdício de recursos	2	2	3	7
	Desperdício de recursos	3	3	3	9
	Desperdício de recursos	2	1	1	4
<b>IRA da AlfaFlex</b>					<b>6,16129</b>

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa (2013).

O quadro 32 apresenta o impacto ambiental da organização, dando assim suporte juntamente com o nível de produtividade da empresa (calculado anteriormente) para saber qual a situação e o nível de produtividade verde que a empresa se encontra, como mostra o tópico a seguir.

### 5.4.3 Nível de Produtividade Verde da Empresa AlfaFlex

Com base na contribuição dada pelo trabalho de Kim e Hur (2003), entende-se que a produtividade verde é resultado da relação entre produtividade e impacto ambiental, que são duas variáveis inversamente proporcionais. Isto porque o conceito de produtividade verde traz em sua essência que as organizações industriais podem contribuir para a sustentabilidade obtendo uma produtividade alta e um baixo impacto ambiental.

A empresa AlfaFlex, a mesma obteve uma produtividade organizacional de **0,65** que dentro da escala proposta significa um nível médio de produtividade. No que tange ao impacto ambiental, este teve como resultado o valor de **6,16, ou seja, aproximadamente 6,0 dentro da escala proposta**. Para tanto, o valor que impacto da organização dentro da escala de intensidade de impacto considerada neste estudo é considerado médio ou seja, de média intensidade. Sabendo que **a produtividade da empresa é nível médio e o impacto por ela gerado também é de nível médio**, pode-se identificar a situação de produtividade verde que se encontra a empresa e o seu nível de PV atual com base no quadro 18, que é regular:

Quadro 18 Combinação dos eixos e limites das áreas dos níveis de PV.

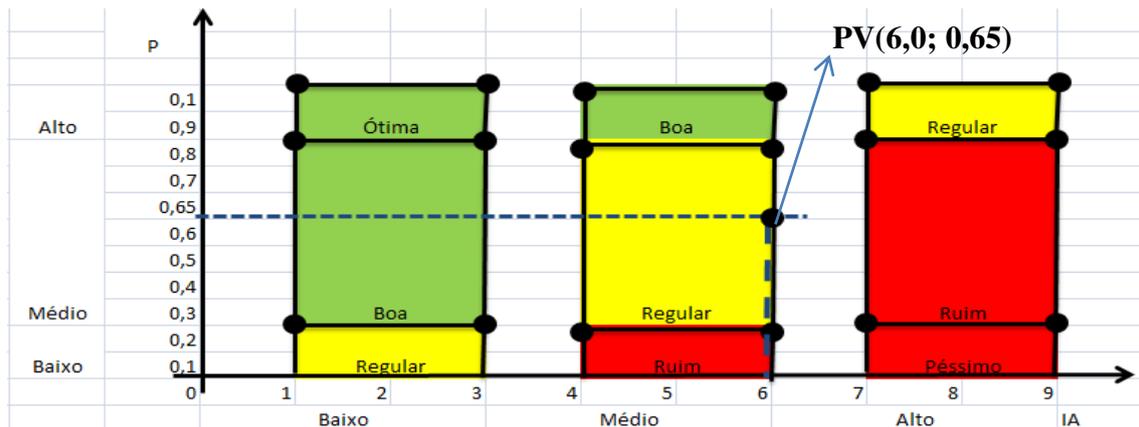
Combinação	P (Nível)	IA	Limites da área (Vértices do retângulo)	Produtividade de verde (situação da empresa)	Nível de PV
(A, B)	A (alto)	B (Baixo)	(0,1; 1) – (0,1; 3) (0,8; 1) – (0,8; 3)	<b>Ótima</b>	<b>ALTO</b>
(M, B)	M (médio)	B (Baixo)	(0,8; 1) – (0,8; 3) (0,2; 1) – (0,2; 3)	<b>Boa</b>	
(A, M)	A (alto)	M (médio)	(0,1; 4) – (0,1; 6) (0,8; 4) – (0,8; 6)		
(B, B)	B (baixo)	B (Baixo)	(0,2; 1) – (0,2; 3) (0; 1) – (0; 3)	<b>Regular</b>	<b>MÉDIO</b>
(M, M)	M (médio)	M (médio)	(0,8; 4) – (0,8; 6) (0,2; 4) – (0,2; 6)		
(A, A)	A (alto)	A (alto)	(0,1; 7) – (0,1; 9) (0,8; 7) – (0,8; 9)		

(M, A)	M (médio)	A (alto)	(0,8; 7) – (0,8; 9) (0,2; 7) – (0,2; 9)	Ruim	BAIXO
(B, M)	B (baixo)	M (médio)	(0,2; 4) – (0,2; 6) (0; 4) – (0; 6)		
(B, A)	B (baixo)	A (alto)	(0,2; 7) – (0,2; 9) (0; 7) – (0; 9)	Péssima	

Fonte: Elaboração própria.

Com base no quadro 18, verifica-se que a produtividade verde da empresa AlfaFlex é regular, apresentando um nível médio, por sua combinação (IA 6,0; P 0,65) se encontrar na área delimitada pelos pontos (0,8; 4) – (0,8; 6); (0,2; 4) – (0,2; 6) . Em termos da produtividade verde tem-se que a PV da AlfaFlex é representada pelo ponto PV(6,0; 0,65) na figura 33. Esta classificação indica que a empresa estudada deve tomar iniciativas quanto a sua produtividade e seus respectivos impactos a fim de melhorar a sua situação aumentar o seu nível de produtividade verde organizacional.

Figura 33: Representação da PV na empresa AlfaFlex.



Legenda: ■ Nível alto de PV; ■ Nível médio de PV. ■ Nível baixo de PV.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Uma vez identificado o nível de produtividade verde de a empresa estudada a seguir são feitas algumas conclusões a cerca o presente estudo.

## CAPÍTULO V I – CONCLUSÕES

As conclusões deste estudo partem da questão levantada na contextualização do problema – Como mesurar a produtividade verde em organizações? Neste sentido, tanto o objetivo geral, que foi o de propor um modelo de mensuração do nível de produtividade verde organizacional, quanto os específicos foram alcançados. O resultado é apresentado a seguir.

O presente artigo buscou a proposta de um modelo de mensuração do nível de produtividade verde em organizações industriais com base na literatura, especialmente no que tange a mensuração da produtividade verde. O levantamento bibliográfico permitiu a identificação de lacunas existentes nos modelos verificados dando assim a motivação para a elaboração da proposta disposta neste estudo. O modelo proposto foi aplicado em uma empresa do segmento de embalagens flexíveis localizada em Campina Grande – PB.

Para tanto, foi feita uma caracterização do setor de embalagens, em especial do segmento de embalagens flexíveis que permitiu justificar a importância da aplicabilidade do modelo proposto para o tal segmento, visto que esta apresentou dados que enfatizam a representatividade econômica do setor, assim como os impactos causados por este tipo de indústrias. Sabendo que a produtividade verde busca alinhar a produtividade (econômica) e o impacto ambiental (ambiental) de modo a contribuir para a sustentabilidade das organizações, verifica-se a partir da caracterização do segmento que a produtividade verde é uma ferramenta de gestão ambiental que vem a contribuir para este fim, dando suporte as indústrias do segmento de embalagens flexíveis permitindo a estas avaliarem como o nível de produtividade e impacto ambiental, e como estes podem ser melhorados rumo ao melhor nível de produtividade verde possível.

No que tange a aplicação do modelo proposto que permitiu a **mensuração da produtividade verde da AlfaFlex** conclui-se que a empresa estudada possui **um nível médio de produtividade verde**, o qual é representado pela figura 33 (pág. 126) pelo ponto (IA 6,0; P 0,65). O ponto (6,0; 0,65) é resultado do cruzamento do eixo correspondente a produtividade organizacional (P) e o eixo correspondente ao impacto ambiental da organização (IA), portanto é uma combinação de P; IA. Tal ponto define que o nível de produtividade verde da empresa AlfaFlex como médio, isto pela empresa estudada apresentar um médio nível de produtividade organizacional e um alto impacto

ambiental (P 0,7; IA 6,0), conforme o calculado nos tópicos 4.4.1(pág. 99) e 4.4.2(pág. 105).

Uma vez identificado que o nível de produtividade verde da AlfaFlex, sua análise remete a dois questionamentos importantes: O que levou a empresa AlfaFlex a apresentar um nível médio de produtividade verde? Que ações a empresa poderia adotar para melhorar o seu nível de produtividade verde?

Respondendo ao primeiro questionamento pode-se verificar que o que levou a empresa AlfaFlex a apresentar um médio nível de produtividade verde foi principalmente o fato da mesma buscar a redução/controle dos seus impactos ambientais por meio de ações de fim-de-tubo, em especial no que tange aos impactos relacionados as atividades do processo produtivo. As ações de fim-de-tubo identificadas na empresa estudada foram: pagamento a empresa terceirizada para tratamento dos galões de tinta vazios e restos de tintas inapropriadas para o uso; e venda de aparas (que são geradas em 6 das 7 etapas do processo produtivo) para empresa de reciclagem. Tais iniciativas aumentam o custo ambiental da empresa ao mesmo tempo em que transfere os impactos oriundos destes resíduos para responsabilidade de terceiros. No caso das aparas (produtos com falhas) a empresa vende por um valor irrisório ao valor pelo qual venderia o produto sem defeito, o que leva a esta uma diminuição em seus ganhos que reflete no seu faturamento e ao impacto de desperdício de matéria-prima que foi empregada nas aparas geradas. Ainda que do ponto de vista da sustentabilidade reciclar as aparas deveria ser a última alternativa da empresa, esta deveria buscar primeiramente reduzir a sua geração.

Contudo, cabe destacar que apesar das iniciativas de fim-de-tubo aplicadas aos impactos do processo produtivo da empresa serem a maior responsável por levar a AlfaFlex a apresentar um médio nível de produtividade verde organizacional, outros fatores contribuíram em menor proporção para tal nível encontrado. Tais fatores foram: o comportamento do faturamento e dos custos da empresa (visto que a produtividade organizacional é dada pela razão do faturamento/custos), e os impactos gerados pelas atividades realizadas nas demais dependências da empresa (visto que o impacto organizacional é dado pela soma dos impactos das atividades produtivas e das demais dependências). Estes fatores influenciam no nível de produtividade verde encontrado visto que quanto maior o faturamento e menor os custos, melhor o nível de produtividade organizacional, o que positivo do ponto de vista da produtividade verde,

assim como é positivo que os impactos organizacionais (tanto de produção como das demais atividades desempenhadas na empresa) sejam reduzidos.

No que tange ao faturamento e custos da empresa, verifica-se em uma análise destes fatores que ambos possuem um comportamento médio, sem grandes variações (faturamento mensal variando entre 8% e 12% do faturamento total do período analisado; custo total mensal (custo de produção) variando entre 7% e 12% do total do faturamento do período), isto é justificado pelo fato da empresa operar com a sua produção puxada pelo mercado e possuir alguns custos fixos. Neste contexto, seus clientes mantêm uma periodicidade em seus pedidos, o que matem uma regularidade no faturamento da empresa (sem grandes variações ao longo do ano) e conseqüentemente de seus custos. Este comportamento das variáveis custo e faturamento influenciou no nível médio de produtividade verde da empresa AlfaFlex, isto por não apresentar picos de elevados faturamentos e nem de elevados custos, o que poderia direcionar a organização a um maior nível de produtividade organizacional e conseqüentemente alterar o nível de PV encontrado.

Quanto aos impactos do processo produtivo, apesar destes contribuírem significativamente para o alto nível do IA da empresa estudada, os impactos relacionados às demais dependências merecem atenção, embora seus impactos sejam de menor intensidade. Verificou-se no presente estudo que a empresa em muitos destes impactos não possuem iniciativas (vê quadro 31), estes dados comprovaram a justificativa feita pelo diretor-presidente que por estes impactos serem proporcionalmente menor do que a área produtiva e empresa não acha viável fazer investimentos para reduzi-los. Porém dentro da perspectiva da sustentabilidade e da ferramenta produtividade verde tal afirmativa de não viabilidade de investimentos para a redução dos impactos ambientais das demais dependências da organização não é verdadeira, pois diante do nível de PV encontrado, qualquer redução de impacto acarretará benefícios tanto para o meio ambiente e para a organização. Além do fato que para reduzir tais impactos não seriam necessários altos investimentos, algumas medidas simples poderiam ser postas em prática pela organização.

Para tanto, esclarecido a influência da produtividade (faturamento e custos) e dos impactos organizacionais no nível encontrado de produtividade verde na empresa, adentra-se na resposta do segundo questionamento levantado: Quais ações a empresa poderia adotar para melhorar o seu nível de produtividade verde?

O nível de produtividade da empresa AlfaFlex pode ser melhorado a partir do aumento da produtividade organizacional e a redução do impacto ambiental gerado pelas atividades da empresa. Para se aumentar a produtividade organizacional a empresa deve trabalhar em busca do aumento do faturamento e a redução dos custos, principalmente os ambientais, que é uma das preocupações da produtividade verde em sua essência. No que tange ao aumento do faturamento, os dados coletados mostram que a empresa já tem como este objetivo exposto claramente na visão delineada pela empresa (pág. 98 – triplicar seu faturamento anual).

Contudo sugere-se que a organização busque aumentar seu faturamento ampliando sua carteira de clientes e reduzindo através de investimentos os principais custos da organização entre os quais de destaca o consumo de energia do processo produtivo, e o custo ambiental que é tido pelo pagamento de uma empresa terceirizada para tratamento dos galões e restos de tintas utilizadas na produção. Para tanto, o custo com energia pode ser reduzido com investimentos em máquinas com tecnologia voltada para tal fim; já o custo ambiental a empresa pode reduzi-lo evitando ao máximo do desperdício de tinta (o que diminuirá o valor pago pelo tratamento), visto que esta seria a iniciativa correta, em vez de destinar o tratamento a terceiros. Destinar o tratamento de resíduos a terceiros é uma ação de fim-de-tubo, e pela qual a empresa transfere sua responsabilidade à empresa terceirizada, que por sua vez faz esse tratamento de forma desconhecida, ou seja, esta pode estar causando impactos ambientais significativos que não são considerados.

Para a redução dos impactos ambientais da organização, visando a melhoria do nível de PV, tem-se a necessidade de maiores iniciativas nos impactos ambientais gerados pelo processo produtivo, visto que estes apresentam como alto (7,05). Analisando os impactos identificados e mensurados pela aplicação do ECO-FMEA (quadro 30,pág. 116), sugere-se que para a redução desta intensidade de alto impacto ações nos impactos que se repetem com frequência ao longo do processo produtivo: alto consumo de energia ( verificado em 5 das 7 etapas do processo produtivo); e geração de resíduos, aparas que levam ao desperdício de matéria-prima como filme, tinta e energia empregada em sua produção( verificado em 6 das 7 etapas do processo produtivo); e emissões gasosas (verificado em 3 das 7 etapas do processo produtivo). Como ações neste sentido recomenda-se: treinamento externo para os funcionários, a fim de reduzir falhas que levem a geração de aparas (visto que estas são geradas em grande volume ao longo do processo de fabricação da empresa AlfaFlex, e tal iniciativa agiria na fonte

geradora do problema); redução do consumo de energia através e alternativas tecnológicas; utilização de solventes a base de produtos não agressivos; entre outras alternativas.

Pertinente aos impactos causados pelas demais atividades da empresa, estes foram classificados como médio (4,75), ou seja, de média intensidade. Para diminuir a intensidade destes impactos sugere-se que a empresa: disponibilize lixeiras para coleta seletiva de materiais no escritório, o que permitirá a separação do que se é reciclável; destinação do lixo reciclável para reciclagem; criação de um programa de conscientização, com objetivo de mostrar a importância da redução do consumo de água e energia (banheiros), bem como da separação do lixo; e efetuar diariamente duas limpezas no banheiro; e instalação de torneira com sensores, principalmente nos banheiros para evitar que funcionários deixem a mesma aberta como o relatado pelo diretor-presidente durante a coleta de dados. .

Por fim, o presente estudo responde a problemática posta mostrando através da aplicabilidade do modelo é possível mensurar a produtividade verde em organizações a partir da relação existente entre sua produtividade e os impactos ambientais por ela gerados, sendo expressa em forma de nível os qual pode ser baixo, médio ou alto.

A priori, deve – se ressaltar que os objetivos deste estudo foram alcançados. Entretanto, destaca-se entre as limitações encontradas na aplicabilidade do modelo a disponibilidade de dados oferecidos pela empresa estudada. Visto que os dados financeiros só foram ser fornecidos em termos percentuais, o ideal seria que para se ter um resultado mais preciso que estes dados fossem fornecidos em números reais. Outra limitação, é que análise dos impactos ambientais e a atribuição dos índices de criticidade foram feitas com base no conhecimento apenas do pesquisador, o que leva a uma visão restrita e limitada. Esta limitação justifica-se mediante o tempo disponível para a realização da pesquisa, bem como, os limites de abertura dada pela empresa para a realização do presente estudo.

A pesquisa traz como contribuição a proposição do modelo, o qual pode ser utilizado como ponto de partida para a identificação do nível atual de produtividade verde nas organizações industriais bem como o desenvolvimento de métricas para este fim, salientando que a mensuração da produtividade verde no âmbito organizacional não é uma tarefa fácil vista a complexidade inerente a esse conceito. No entanto, tal mensuração torna-se imprescindível para que as organizações entendam quais ações ou atividades geram impactos ambientais, e, conseqüentemente reduzem sua eficiência,

aumentam seus custos, resultando em baixos níveis de produtividade com implicações diretas na competitividade.

Do ponto de vista acadêmico, em relação ao estudo científico do tema, o mesmo contribuiu em se tornar fonte subsidiadora de outras pesquisas nos quais os mais diversos setores da produção de produtos ou serviços possam ser contemplados, haja vista, que a produtividade verde ser de pouco conhecimento no contexto brasileiro e ser possibilitante a geração de novos estudos.

Como sugestões para trabalhos futuros, apresenta-se a realização de pesquisas no mesmo e em outros segmentos e empresas a fim de se identificar o nível de produtividade verde no que tange aos diversos setores da produção.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Normas da Série ISO 14000. NBR ISO 14001. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRE. Associação Brasileira de Embalagens. **Dados do setor**, 2013. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/>. Acesso em 16 junho, 2013.

ABIEF. Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis. Disponível em: <http://www.abief.com.br/>. Acesso em 16 junho, 2013.

APO. Asian Productivity Organization). **Handbook on green productivity**. Tokyo: Asian Productivity Organization, Japan, 2006.

\_\_\_\_. **Green productivity and green supply chain manual**. Tokyo: Asian Productivity Organization, Japan, 2008.

AVISHEK, K. NATHAWAT, M.S., PATHAK G., **Landscape Ecological Mapping: A Tool towards Green Productivity**. 7th International Ecocity World Conference. 22-26<sup>th</sup> April, 2008. San Francisco. USA. Disponível em: [http://www.alchemicalnursery.org/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=162&Itemid=27](http://www.alchemicalnursery.org/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=162&Itemid=27). Acesso em 24 Junho de 2013

ALVES, I. J. B. da R.; FREITAS, L. S. de. **O Produto Verde é Sempre “Verde”?** **Uma Análise do Bloco Cerâmico a partir do Ecodesign**. Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 3, n. 1, p.1-20, 2013.

ARRUDA, José Jobson de A.; PILETTI, Nelson. **Toda História: História Geral e História do Brasil**. 12. ed. São Paulo: Ática, 2003.

Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis - ABIEF. <http://www.ABIEF.com.br/>, 2010.

ANDRADE, M.R.S; TURRIONI, J.B. **Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através do FMEA**. XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2000, USP/ POLI-SP.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 01 de 25 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação do Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.** Brasília, DF.

BARASUOL, Bueno Robson *et. al.* **FMEA - Uma Abordagem Simplificada.** XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia – CRICTE, 2006, Petrópolis.

BARBOSA, C. M. ;FARIAS, A. S. D. . **Análise do processo de uma empresa produtora de embalagens flexíveis à luz dos princípios da Produção mais Limpa.** IXV Encontro Internacional sobre Gestão e Meio Ambiente - ENGEMA, 2013, São Paulo - SP.

CABRAL, *et al.* **Modelo de gestão da sustentabilidade de empresas fabricantes de embalagem.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2009, Salvador - BA.

CAO, Jing. **Measuring Green Productivity Growth for China's manufacturing sectors: 1991-2000.** Asian Economic Journal, v.21, n. 4, 425-451, 2007.

CARVALHO, Sabrina Silva. **Relatório empresarial das atividades desenvolvidas na empresa EMCASA-LTDA.** SENAI, 2013.

CONTADOR, J. C.; *et al.* **Gestão de Operações: a Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa.** 2a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CAMPOS, V. F.; **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

COIMBRA, Marcelí de Menezes. **Aplicação da análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA) para avaliação de significância de aspectos e impactos ambientais da indústria cerâmica.** 2003. 175f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Estadual de Campinas, SP.

DATAMARK. **Brasil Pack Trends 2005; 2002.** Disponível em <http://www.datamark.com.br/>. Acesso em 19 de maio de 2013.

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research**. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003.

FABRIS, Samanta; FREIRE, M. Teresa de A.; REYES, Felix G. **Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação**. Revista Brasileira de Toxicologia, v. 19, n. 2, p. 60 – 70, 2006.

FERRARI, Kátia Regina. **Aspectos Ambientais do processo de placas de revestimentos cerâmicos (via úmida), com ênfase nos efluentes líquidos**. 2000. 187f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear-materiais). Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, SP.

FINDIASTUTI, Weny; ANITYASARI, Maria; SINGGIH, Moses L. **Green Productivity index: Do Different Terns Measure the Same Things?** Proceeding of Industrial Engineering and Service Science, 2011.

GANDHI, N.Mohan; SELLADURAI, V.; SANTHI, P. **Green productivity indexing: A practical towards integrating environmental protection into corporate performance**. International Journal of Productivity and Performance Management, v. 55, n. 7, p. 594-606, 2006.

GARCIA, J.C.C. **Ecodesign: Estudo de caso em uma indústria de móveis de escritório**. 2007. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

HANG, N. T. B., HONG, N. X., *Sustainability of Green Productivity Implementation at Community Level: A Case Study of Vietnam*. Ninth International Conference of Greening of Industry Network, Bangkok, 2001.

HENSON, Ruby Peneda; CULABA, Alvin B. **A diagnostic model for green productivity assessment of manufacturing processes**. InLCA: Cases Studies, v. 9, n. 6, p. 93-106, 2004.

HERNANDEZ, R., J.; SELKE, S., E.; M. CULTER, J., D. **Plastics packaging - properties, processing, applications and regulations**. Munich: Hanser, 2000.

HUR, Tak; Kim, Ik; YAMAMOTO, **Ryoichi**. **Measurement of green productivity and its improvement**. Journal of cleaner production, v. 12, n 1, p. 673-683, 2004.

HAIR JR., J. F. *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Tradução Lene Belon Ribeiro – Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens Flexíveis**. Instituto das Embalagens, 2009.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Tradução Sandra Valenzuela. 4. ed. - São Paulo: Cortez, 2006.

LOGAMUTHU; ZAILANI, Suhaiza. **Factors influencing the implementation of green productivity practices and its effect on the organizational performance: A comparison study between EMS 14001 and ISO 9000 certified companies in Malaysia**. Asian Journal of Information Technology, v. 9, n. 2, p. 45-53, 2010.

LIN, Eugene Yu-Ying; CHEN, Ping-Yu; CHEN, Chi-Chung. **Measuring green productivity on country: A generalized metafrontier Malmquist productivity index approach**. Energy v.1, n.1, p. 1-14, 2013.

LIMA, J.C.F.; RUTKOWSKI, E.W. **Evolução das Abordagens Industriais Ambientais**. International Workshop Advances in Cleaner Production: Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change. São Paulo, Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/5b/2/J.%20C.%20F.%20Lima%20%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

KIM, Ik; HUR, Tak. **An Attempt to Measure Green Productivity**, 2003. Disponível em: [http://www.apo-tokyo.org/gp/manila\\_conf02/resource\\_papers/narrative/tak\\_hur.pdf](http://www.apo-tokyo.org/gp/manila_conf02/resource_papers/narrative/tak_hur.pdf). Acesso em 26 de abril de 2013.

MACHADO, Rosângela Moreira Gurgel; SILVA, Patrícia Cristina; FREIRE, Valdir Honório. **Controle ambiental em indústria de laticínios**. Revista Brasil Alimentos, v.1, n. 7, p.34-36, 2001.

MARINHO, Márcia M.de Oliveira; *et al.* **Relatório sócio-ambiental corporativo e produção sustentável.** Revista Eletrônica de Administração (REAd), Edição especial 30, v. 8, n.6, p. 1-17, 2002.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração de Produção.* 2a ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, G. A.; LINTZ, A. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso.** São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

MARTINS, Manoel Fernando; ZAMBRANO, Tatiane Fernandes. **Utilização da metodologia FMEA para análise dos impactos ambientais em uma empresa do ramo de usinagem.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2003, Ouro Preto-MG.

MESTRINER, F. **Design de Embalagem. Curso avançado.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

MOHANTY, R.P; DESHMUKH, S.G. **Managing green productivity: a case study.** *Work Study*, v.48, n. 5, p. 165-169, 1999.

MOHARAMNEJAD, N., AZARKAMAND, S., **Implementation of green productivity management in airline industry.** *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, v 4, n .1, p. 151-158, 2007.

MOURA, *Luciano Raizer.* **Gestão da produtividade: como obter o máximo de resultados com o mínimo de recurso.** *Prodfor*, outubro, 2007. Disponível em:<http://www.raizermoura.com.br>. Acesso em 27 de abril de 2013.

MOREIRA, D. A. **Dimensões do desempenho em manufatura e serviços.** São Paulo: Pioneira, 1996.

MOREIRA, A. C. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano.**[http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/a\\_moreira/producao/conceit.htm](http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/a_moreira/producao/conceit.htm) . Acesso em 21 de mar.2002.

NAZÁRIO, *Germinio.* **Embalagem e saúde pública; embalagem, arte e técnica de um povo: um estudo da embalagem brasileira.** São Paulo: Toga, 1985.

OLIVEIRA, Francisco Correia de; MOURA, Héber José Teófilo de. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará.** Revista PRETEXTO, v. 10, n. 4p. 79-98, 2009.

OLIVEIRA, L. N. ; FREITAS, L. S . **O uso do FMEA como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais numa indústria de microeletrônica.** XIII ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2011, São Paulo.

PARASNIS, Mandar. **Green Productivity in Asia and the Pacific Region.** Internacional Energy Journal, v4, n 1, 2003.

QUEIROZ, Abílio J.P. *et al.* **Análise de impactos ambientais causados na produção de embalagens flexíveis.** 3º Simposio Iberoamericano de Engenharia de Resíduos e 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos, Anais, João Pessoa – PB, 2005.

RIGITANO, Alisson Ortiz. **Função de produção e produtividade total dos fatores da indústria no paraná no período 2000-2006.** Dissertação ( Mestrado em Economia Regional) – Programa de pos-graduação em economia regional .Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/> .Acesso em 19 de maio de 2013.

ROBERTSON, G., L. **Food Packaging: principles and practice.** New York: Marcel Drekker; 1993.

SARANTOPOULOS, C., I., G., L.; OLIVEIRA, L., M.; PADULA, M.; Coltro, L.; ALVES, R., M., V.; GARCIA, E., E., C. **Embalagens Plásticas Flexíveis. Principais polímeros e avaliação de propriedades.** Campinas: CETEA/ ITAL, 2002.

SAMPATTAGUL, S., KIMURA Y., SADAMICHI, Y., WIDIYANTO, A., NISHIMURA, A., MARUYAMA, N., KATO, S., **An integrated life cycle eco-improvement and nets-green productivity index of vending machines,** InLCA/LCM 2004. Disponível em:[http://lcacenter.org/inlca2004/papers/Sampattagul\\_S\\_paper.pdf](http://lcacenter.org/inlca2004/papers/Sampattagul_S_paper.pdf) . Acesso 22 de Junho de 2013.

SAXENA, A.K.; BHARDWAJ, K.D; SINHA, KK. **Sustainable Growth Through Green Productivity: A case of Edible Oil Industry in India.** Internacional Energy Jornal, v.4, n.1, p.81-91, 2003.

SILVA, Angelino Fernandes; FERREIRA, Aracéli Cristina de Sousa. **Um estudo teórico sobre a contabilização dos impactos ambientais no setor sucroalcooleiro.** Revista de Contabilidade e Organizações, v.4, n. 8, p. 139-159, 2010.

SITTICHINNAWING, Amarit; PEERAPATTANA, Panitam. **Green productivity index of cayenne pepper production (case study in Nongkhai province).**1st Mae FahLuang University International Conference, 2012.

SINGGIH, Moses L.; SUEF, Mokh; PUTRA, Chandra Adi. **Waste Reduction with Green Productivity Approach for Increasing Productivity (Case Study: PT Indopherin Jaya).**In proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference. Melaka. Malaysia, 2010.

SLACK, Nigel *et. al.* **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SINK, D. S. **Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement, Somerset.** New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 1985.

SIQUIM/EQ/UFRJ. **Prospectiva Tecnológica da Cadeia Produtiva de Embalagens Plásticas para Alimentos, 2003.** Disponível em <http://www.mdic.gov.br/>. Acesso em 19 de maio de 2013.

SUDER, Asli. **Green Productivity and Management.** PICMET Proceedings, 9-13 julho, Istanbul, Turquia, 2006.

SANCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e métodos.** São Paulo: oficina de textos, 2011.

TANGEN, S. **Uderstanding the concepto f productivity,** 2002. Disponível em: <http://www.woxencentrum.nu/documents/publications/papers/papTangen2002understandingTheConcepyofProductivity.pdf>. Acesso em 19 de maio de 2013.

TEIXEIRA, Gabriela; CASTILLO, Leonardo. **Medição do impacto ambiental dos processos de produção de uma indústria de vestuário de médio porte.** Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v. 10, n. 1, p. 195-210, 2012.

TUTTLE, Tom; HEAP, John. **Green productivity: moving the agenda.** International Journal of Productivity and performance Management, v.57, n.1, p. 93-106, 2008.

UNIDO/UNEP. **Cleaner Production Assessment Manual. Part One. Introduction to Cleaner Production.** Draft, 1995.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your quality toolbox; Quality Progress.v.31, n.11, 1998, p. 97-100.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. - São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. Indicators of Sustainable Production: framework and methodology. **Journal of Cleaner Production**, n. 9, 2001.

VILELA JR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jaques. **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: Desafios e Perspectivas para organizações**. São Paulo: Senac, 2006.

WENCESLAU, Franclin Ferreira; ROCHA, Jefferson Marçal da. **A ferramenta de análise FMEA como suporte para Identificação dos aspectos e impactos ambientais em uma agroindústria de arroz**. TECNO- LÓGICA v. 16, n.1, p. 56-66 jan./jun. 2012.

Yale Center for Environmental Law and Policy Report. **Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship**. Yale University, Yale, CT, 2005. Disponível em: [www.yale.edu/esj](http://www.yale.edu/esj) .Acesso em 26 de abril de 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 3a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## **APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: ROTEIRO SEMIESTUTURADO**

Roteiro de Entrevista Individual semiestruturado aplicado ao diretor-presidente para informações descritivas da empresa estudada.

**Título do estudo:** Produtividade verde: proposição de um modelo para mensuração.

**Pesquisadora:** Dayanna dos Santos Costa Maciel.

**Orientadora:** Lúcia Santana de Freitas.

### Questões

1- Quando a empresa iniciou suas atividades?

---

2- Como se deu o processo de estruturação da empresa no mercado de embalagens flexíveis?

---

---

3- Como se deu o processo de estruturação da organização ao longo dos anos?

---

---

4- Quantos colaboradores a empresa possui?

---

5- Qual a área física da empresa? E como ela se encontra dividida?

---

---

6- Quais os principais produtos que a empresa comercializa?

---

---



## APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: PLANILHA ELETRÔNICA DO EXCEL.

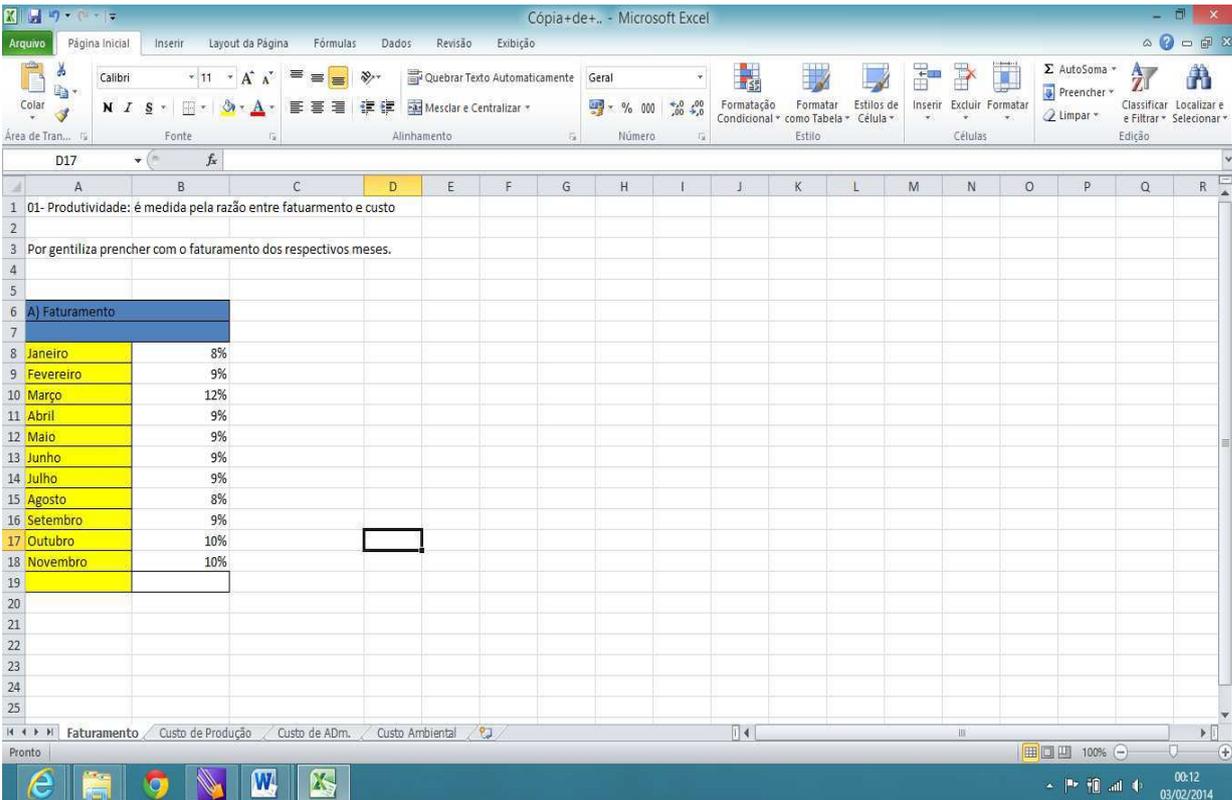
Planilha eletrônica do Excel encaminhada ao diretor-presidente para informações de faturamento e custo.

**Título do estudo:** Produtividade verde: proposição de um modelo para mensuração.

**Pesquisadora:** Dayanna dos Santos Costa Maciel.

**Orientadora:** Lúcia Santana de Freitas.

**Planilha 1.** Coleta de dados de faturamento da empresa.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Cópia+de+... - Microsoft Excel'. The spreadsheet contains the following content:

1 01- Produtividade: é medida pela razão entre faturamento e custo  
2  
3 Por gentileza preencher com o faturamento dos respectivos meses.  
4  
5  
6 A) Faturamento  
7  
8 Janeiro 8%  
9 Fevereiro 9%  
10 Março 12%  
11 Abril 9%  
12 Maio 9%  
13 Junho 9%  
14 Julho 9%  
15 Agosto 8%  
16 Setembro 9%  
17 Outubro 10%  
18 Novembro 10%  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

The spreadsheet has a ribbon with tabs: Arquivo, Página Inicial, Inserir, Layout da Página, Fórmulas, Dados, Revisão, Exibição. The status bar at the bottom shows 'Pronto' and the date '03/02/2014'.

## **APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: ROTEIRO SEMIESTUTURADO**

Roteiro de Entrevista Individual semiestruturado aplicado ao diretor-presidente para informações das atividades do processo produtivo e administrativas, a fim de dar suporte a aplicação do ECO-FMEA.

**Título do estudo:** Produtividade verde: proposição de um modelo para mensuração.

**Pesquisadora:** Dayanna dos Santos Costa Maciel.

**Orientadora:** Lúcia Santana de Freitas.

### Questões

#### PARTE 1: QUESTÕES BÁSICAS

1.1 Qual as etapas do processo produtivo?

---

---

---

1.2 Quais as demais áreas existentes dentro da organização exceto a área produtiva? As atividades desempenhadas nestas áreas da empresa?

---

---

---

---

#### PARTE 2: APLICAÇÃO DO FMEA PROCESSO PRODUTIVO

2.1 Fluxograma de entradas ( matéria prima, subproduto) e saídas( subproduto, resíduos sólidos, líquidos, gasosos). Por favor, o que entra e sai da etapa de:

- Preparação de artes/ fabricação do clichê

Entrada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Casa de tintas:

Entrada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Impressão:

Entrada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Extrusão:

Entrada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Laminação:

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Revisão

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Rebobinadeira:

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Corte e solda:

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Embalagem:

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Expedição:

Entrada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Saída: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.2 Qual a destinação dada dos resíduos identificados no fluxograma e entrada e saídas? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.3 O que a empresa faz para diminuir o volume destes resíduos?

---

---

---

---

---

### PARTE 3: APLICAÇÃO DO FMEA NA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.

#### 3.1 Escritório

a) Qual o volume em média de resíduos sólidos recicláveis?

---

---

---

---

---

b) Qual a destinação dada para tais resíduos recicláveis gerados?

---

---

---

---

---

c) Existe a geração de algum resíduo orgânico (restos de alimentos)? Estes são separados dos resíduos recicláveis?

---

---

---

---

---

d) Qual o consumo médio de energia do escritório?

---

---

---

---

---

e) Qual o volume de bens materiais( canetas, papel, cartuxo ou tonner, etc.) por mês? Você considera esse volume alto ou baixo?

---

---

---

### 3.2 Banheiros

a) Qual o destino dado aos resíduos sólidos da lixeira?

---

---

---

---

b) Quantas vezes no dia o mesmo limpos?

---

---

---

---

c) O responsável pela limpeza usa EPI?(durante a limpeza)

---

---

---

---

d) Quanto ao consumo de energia, os funcionários estão habituados a sempre apagar a luz quando saem do ambiente?

---

---

---

---

e) Quanto ao consumo de água: Qual a média do consumo de água da empresa? Existe algum gotejamento nas torneiras? Os funcionários estão habituados há fechar bem as torneiras após o uso?

---

---

---

---

---

f) Qual a destinação dos efluentes líquidos deste ambiente?

### 3.3 Refeitório

a) São preparados alimentos ou servidos apenas lanches?

---

---

---

---

b) Você considera o volume de resíduos orgânicos alto médio ou alto?

---

---

---

---

c) Tais resíduos são separados dos demais?

---

---

---

---

d) Qual a destinação dos efluentes líquidos do refeitório?

---

---

---

---

e) Os funcionários são conscientes quanto ao uso de água e energia?

---

---

---

---



