

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO ENGENHARIA MECÂNICA**

JULIANO DIAS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA GERAÇÃO DE INOVAÇÃO NA
AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PORTA PALLETS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

JULIANO DIAS DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA GERAÇÃO DE INOVAÇÃO NA
AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PORTA PALLETS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco

PONTA GROSSA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA GERAÇÃO DE INOVAÇÃO NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PORTA PALLETS

por

JULIANO DIAS DE FREITAS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 26 de outubro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
Orientador

Profa. Dra. Leila Mendes de Luz
Membro Titular

Prof. Me. Fabio Edenei Mainginski
Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares
Responsável pelos TCC

**Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de
Carvalho**
Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

Neste momento quero agradecer a Deus por me proporcionar saúde mental e física para conseguir completar meus objetivos diários e iluminar meu caminho.

Aos meus queridos pais por todo carinho, paciência, amor, dedicação e fé durante essa caminhada e por me ensinar a todo o momento o melhor caminho a seguir. Ao meu irmão por existir em minha vida e estar sempre presente me proporcionando momentos de amor e amizade.

A minha querida avó materna por todo amor, carinho, ensinamento, paciência e dedicação demonstrados quando esteve presente fisicamente e, agora, por toda proteção espiritual.

Ao meu filho e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco por toda orientação, amizade, paciência e incentivo em todos os momentos.

A todos os amigos do grupo LESP, bem como a Dr. Leila Mendes da Luz e Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski pelos grandes conhecimentos compartilhados durante todo esse tempo de curso.

Resumo

FREITAS, Juliano Dias de. **Avaliação da Influência da Geração de Inovação na Avaliação do Ciclo de Vida do Porta Pallets**. 2018. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

A metodologia de avaliação do ciclo de vida para avaliar o desempenho ambiental é uma importante aliada das organizações para auxiliar na tomada de decisão. Sabendo que o mercado atual está cada vez mais competitivo e o desempenho ambiental se torna um diferencial para as organizações, é observado nas organizações uma necessidade de gerar inovações para se manter no mercado de forma competitiva acreditando que o desempenho ambiental vem estimulando a geração de inovação para obter produtos sustentáveis. Este estudo teve como objetivo avaliar os indicadores presentes na geração de inovação que influenciam na avaliação de ciclo de vida (ACV) do porta pallets. Os indicadores de inovação foram obtidos por meio da aplicação de questionário elaborado com base no modelo adaptado por Luz (2011) para avaliar as inovações e as organizações enquanto inovadoras. Os indicadores de inovação foram classificados de acordo com o grau de importância e relacionados com os subsistemas das categorias de impacto da ACV do produto. Os indicadores de ACV foram obtidos da literatura do estudo realizado por Rodrigues (2016) utilizando metodologia de avaliação do ciclo de vida para o produto porta pallets. Com os subsistemas das categorias de impacto de ACV foi realizada uma média ponderada igualitária para encontrar um valor médio para cada subsistema das categorias de impacto. Dessa forma foi possível encontrar através da ferramenta do gráfico de pareto, qual subsistema apresenta maior importância na ACV. Foram observados nos resultados da análise qualitativa realizada que a maioria dos indicadores de inovação possui relação com os indicadores de ACV para a empresa estudada, de acordo com a percepção do entrevistado. Com os resultados obtidos, é possível auxiliar a organização em tomadas de decisões e consequentemente também contribuir para competitividade.

Palavras Chave: Avaliação do ciclo de vida, inovação, sistemas de armazenamento.

ABSTRACT

FREITAS, Juliano Dias de. Evaluation of the Influence of the Innovation Generation on the Rack Storage Systems Life Cycle Assessment, 2018. 71 p. Work of Conclusion Course Bacharelado in Engenharia Mecânica, Federal Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2018.

The life cycle assessment methodology for assessing environmental performance is an important ally of organizations to assist in decision making. Knowing that the current market is increasingly competitive and environmental performance becomes a differential for organizations, it is observed in organizations a need to generate innovations to stay in the market in a competitive way believing that environmental performance has been stimulating the generation of innovation to get sustainable products. This study aimed to evaluate the indicators present in the generation of innovation that influence the life cycle assessment (LCA) on the rack storage systems. The innovation indicators were obtained through the application of a questionnaire elaborated on the model adapted by Luz (2011) to evaluate innovations and organizations as innovators. The innovation indicators were classified according to the degree of importance and related to the subsystems of the product impact categories of the LCA. The indicators of LCA were obtained from the literature of the study conducted by Rodrigues (2016) using a life cycle assessment methodology on the rack storage systems. With the subsystems of the ACV impact categories, an egalitarian weighted mean was used to find an average value for each subsystem of the impact categories. In this way it was possible to find through the tool for quality, which subsystem is more important in LCA. It was observed in the results of the qualitative analysis that the majority of innovation indicators are related to the indicators of LCA for the company studied, according to the interviewee's perception. With the results obtained, it is possible to help the organization in decision making and contribute to competitiveness.

Key words: Life cycle assessment, innovation, storage systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do trabalho.....	15
Figura 2 - Fases de ACV e suas relações.....	18
Figura 3 - Procedimentos simplificados para análise de inventário.....	21
Figura 4 - Representação gráfica dos componentes da rede do UMBERTO®	26
Figura 5 - Modelo de difusão tecnológica.....	30
Figura 6 - Esquema simplificado de uma inovação "empurrada pela ciência"	31
Figura 7 - Esquema simplificado de uma inovação "puxada pela demanda"	31
Figura 8 - Estrutura PINTEC	33
Figura 9 - Componentes do sistema Porta Pallets	38
Figura 10 - Coluna tipo Rack de sistemas de armazenagem	39
Figura 11 - Longarina com garra de 2 dentes soldada.....	40
Figura 12 - Resultado dos indicadores de impacto das inovações.....	46
Figura 13 - Resultado dos indicadores das atividades inovativas	47
Figura 14 - Resultado dos indicadores de fontes de informação.....	48
Figura 15- Influência dos subsistemas na ACV.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atribuição de pesos indicadores de inovação	44
Tabela 2 - Estatística descritiva dos indicadores de inovação	49
Tabela 3 - Indicadores de ACV	49
Tabela 4 - Média dos subsistemas das categorias de impacto	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais métodos para AICV	24
Quadro 2 - Tipos de Inovação	28
Quadro 3 - Indicadores de inovação utilizados no modelo proposto	35

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AICV	Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida
ICV	Avaliação de Inventário de Ciclo de Vida
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
CFC _s	Clorofluorcarbonos
CH ₄	Metano
CO	Dióxido de Carbono
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
NMVOC	Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos
PAT	Potencial de Acidificação Terrestre
PDRM	Potencial de Depleção de Recursos Minerais
PDO	Potencial de Depleção do Ozônio
PEAD	Potencial de Eutrofização de Água Doce
PEAM	Potencial de Eutrofização de Água Marinha
PET	Potencial de Ecotoxicidade Terrestre
PFMP	Potencial de Formação de Material Particulado
PFOF	Potencial de Formação de Oxidantes Químicos
PMC	Potencial de Mudanças Climática
PTH	Potencial de Toxicidade Humana
PP	Porta Pallets

LISTA DE ACRÔNIMOS

ISO

International Standard Organization

PINTEC

Pesquisa de Inovação Tecnológica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	12
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)	17
2.1.2 Estrutura Metodológica Para ACV	18
2.1.2.1 Definição de Objetivo e Escopo	19
2.1.2.2 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	20
2.1.2.3 Avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV)	22
2.1.2.4 Interpretação do ciclo de vida.....	23
2.1.2.5 Métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida	23
2.2 FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ACV: SOFTWARE UMBERTO®.....	25
2.3 INOVAÇÃO	27
2.3.1 Modelo de Avaliação da Inovação.....	32
2.4 ACV E INOVAÇÃO.....	36
2.5 SISTEMAS DE ARMAZENAGEM INDUSTRIAL: PORTA PALLETS	37
2.5.1 Colunas	38
2.5.2 Travessa/Diagonal	40
2.5.3 Longarinas.....	40
2.5.4 Sapatas	40
3 METODOLOGIA	42
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	42
3.2 APLICAÇÃO DA PESQUISA.....	42
3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	43
4 RESULTADOS.....	45
4.1 INDICADORES DE INOVAÇÃO.....	45
4.2 INDICADORES DE ACV	49
4.3 AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DOS INDICADORES DE INOVAÇÃO NA ACV	53

4.4 PROPOSTA DE AÇÕES DE MELHORIA PARA O DESEMPENHO AMBIENTAL	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
5.2 SUGESTÃO DE ESTUDOS FUTUROS	58
6 REFERÊNCIAS	60
ANEXO A – Questionário para obtenção dos indicadores de inovação	66

1. INTRODUÇÃO

A produção de bens e serviços se desenvolve através da utilização de recursos naturais e da produção e geração de descartes ao longo de todo o processo produtivo. Somando ao modelo econômico, baseado na produção e consumo exagerados, acarretaram como consequências o aquecimento global e esgotamento desses recursos naturais e também outros graves problemas que provocam a deterioração das condições de vida no planeta. Como solução desse problema a busca de sustentabilidade requer que as empresas adotem maneiras inovadoras de produzir, considerando as atuais demandas sociais e ambientais (MOTTA, 2016).

Assim as metodologias, técnicas e ferramentas utilizadas para promover a sustentabilidade no ambiente corporativo estão se tornando além de uma exigência de *stakeholders* também uma necessidade para manter a competitividade na indústria moderna (PIEKARSKI, 2013).

De acordo com Zocche *et al.* (2014) os estudos sobre desempenho ambiental estão em evidência através de campanhas de conscientização e mostram que empresas estão cada vez mais tratando e valorizando informações ambientais aliadas ao ciclo de vida de produtos a fim de atender a demanda de um mercado consumidor por produtos ecologicamente corretos.

A ACV está se tornando um instrumento comum em países da Europa, Estados Unidos e Japão. Através dessa metodologia as indústrias, especialistas ambientais, governo, associações de consumidores, organizações ambientais e o público em geral apresentam interesse em conhecer a qualidade ambiental dos processos de produção e dos produtos (LIMA, 2007).

De acordo com Ximenes e Vieira (2012) a ACV busca aumentar a potencialidade dos produtos em todas as fases do seu ciclo de vida promovendo maneiras de reduzir os impactos ambientais e escassez de recursos gerando produtos mais sustentáveis como uma alternativa de amenizar os danos ambientais. Em um estudo de ACV são gerados indicadores que possibilitam uma ampla visão do sistema gerando informações que podem ser utilizadas para direcionamento nas tomadas de decisões, permitindo avaliar a implementação de geração de inovação a fim de promover melhorias significativas com objetivo de melhorar ou reduzir o impacto causado por ele no meio ambiente e também ser útil para o planejamento

estratégico da empresa permitindo identificar oportunidades de inovação que ainda não tenham sido exploradas (ZOCICHE, 2014).

A ACV é uma metodologia de gestão ambiental que pode ser utilizada para avaliar os impactos causados por produtos, processos e serviços sobre o meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida. A ACV vem sendo amplamente aplicada na comunidade científica, indústrias, e organizações que pretendem avaliar o impacto de suas atividades na perspectiva de ciclo de vida (PIEKARSKI *et al.*, 2012).

Dessa forma, como ponto de partida, temos a seguinte pergunta: **Qual a influência da geração de inovação na ACV do produto porta pallets?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os indicadores presentes na geração de inovação que influenciam na avaliação de ciclo de vida do porta pallets.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os *hotspots* obtidos na pesquisa de ACV do porta pallets para verificar qual deles contribui com maior relevância na ACV através da metodologia de qualidade gráfico de pareto;
- Determinar os indicadores de inovação utilizados pela empresa na produção de porta pallets;
- Avaliar a influência da geração de inovação na avaliação do ciclo de vida do porta pallets de forma qualitativa;
- Propor melhorias baseadas nas influências da geração de inovação na ACV.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Melhorias tecnológicas foram e vêm sendo incessantemente percebidas na busca do desenvolvimento organizacional e permanência no mercado. Percebe-se

também a necessidade de buscar maneiras para otimizar processos para alcançar maior eficiência e redução de custo devido a intensa competitividade que apresenta o mercado incentivando às organizações a inovar para se manterem atuantes e competitivas no mercado (SALVADOR, 2013).

Com o aumento da competitividade e a redução do ciclo de vida dos produtos as empresas estão sendo impulsionadas a inovar constantemente para se manterem competitivas no mercado. A avaliação ambiental de novos produtos e processos estão se tornando importante neste contexto para as organizações em que a ACV vem se destacando como metodologia de avaliação (LUZ, 2011).

As empresas que não controlam os aspectos ambientais negativos dos seus processos produtivos podem perder espaços consideráveis junto ao mercado consumidor além de sofrer penalidades judiciais. Dessa maneira, a busca por alternativas aos processos produtivos ambientalmente mais adequados e seguros à saúde humana está se tornando fator decisivo para empresas de vários tamanhos ao redor do mundo (MENDES, 2013).

Os estudos relacionados com aplicação de ACV estão crescendo em um número considerável possibilitando aos tomadores de decisão a propor melhorias, alterações e inovações para oferecer um perfil ambiental maior do que os produtos convencionais. Com a aplicação da ACV é possível que os tomadores de decisão tenham alternativas plausíveis para implementar inovações de produtos, processos e serviços (ZOCCHÉ, 2014).

Nesse contexto a ACV é vista como instrumento de gestão sustentável nas organizações e também na academia, podendo contribuir para a identificação de pontos de melhorias dos aspectos ambientais em diversos pontos do ciclo de vida do produto, na comparação de sistemas produtivos e produtos, na tomada de decisão estratégica, entre outros. A ACV fornece resultados amplamente utilizados para geração de valor em organizações e nas grandes áreas da Engenharia (PIEKARSKI, 2013).

A metodologia de avaliação do ciclo de vida utilizada para avaliar o desempenho ambiental é uma importante aliada das organizações para auxiliar nas tomadas de decisão. Sabendo que o mercado atual está cada vez mais competitivo e o desempenho ambiental se torna um diferencial para as organizações. É observado nas organizações uma necessidade de gerar inovações para se manter no mercado de forma competitiva acreditando que o desempenho ambiental vem

estimulando a geração de inovação para obter produtos sustentáveis. Dessa maneira acredita-se que a geração de inovação pode contribuir significativamente para melhorar o desempenho ambiental do produto.

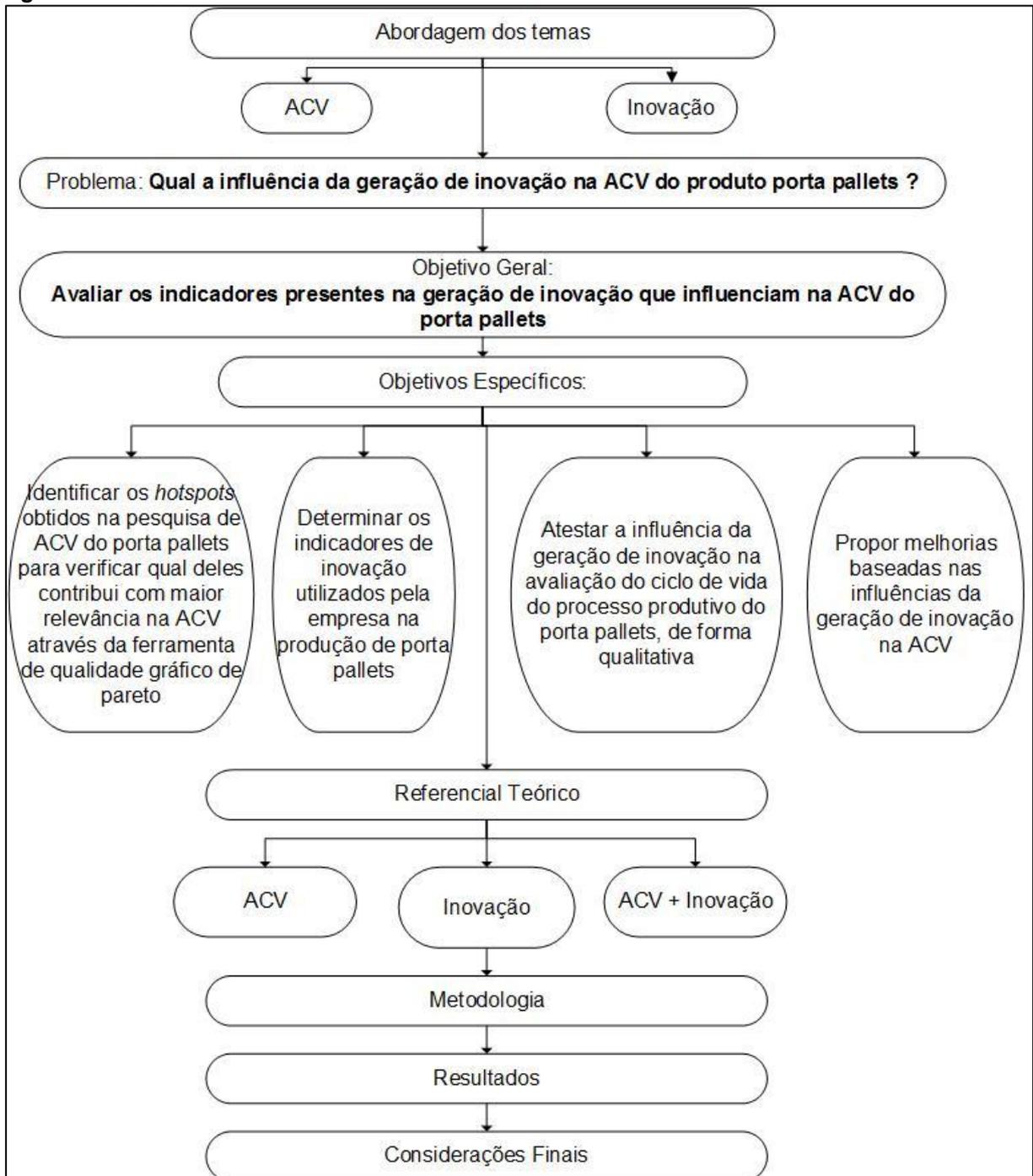
Diante desse contexto é possível observar a importância desse estudo e a influencia da geração de inovação na avaliação do ciclo de vida do porta pallets, uma vez que pode ser possível auxiliar as indústrias no processo de geração e implementação de inovação para ter melhores possibilidade na fabricação de produtos com menores impactos causados ao meio ambiente, podendo contribuir também para o aumento do nível de competitividade.

Esse estudo realizado possui relevância com estudo de Engenharia Mecânica, devido à possibilidade de influenciar no sistema produtivo de uma empresa e também relacionar o tema estudado com disciplinas que constam na grade curricular como sistema de gestão ambiental, em que é estudado avaliação do ciclo de vida. Sendo possível, com o tema proposto, realizar a conexão entre disciplinas do decorrer do curso devido trabalhar com o processo de fabricação do produto.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho de conclusão de curso possui 5 capítulos, sendo construídos de acordo com a Figura 1.

Figura 1 - Estrutura do trabalho



Fonte: Autoria Própria (2018).

Todas as informações contidas na Figura 1 são abordadas da seguinte maneira:

Capítulo 1: consta uma abordagem geral dos temas, como o problema da pesquisa, objetivos e justificativas.

Capítulo 2: demonstra um breve histórico e a metodologia utilizada na avaliação de ciclo de vida, assim como benefícios e limitações do estudo; contextualização da geração de inovação, englobando os indicadores, que foram utilizados no questionário; relação existente entre os temas de ACV e geração de inovação; embasamento do sistema produtivo do porta pallets e suas características.

Capítulo 3: a metodologia delineada para realização do estudo.

Capítulo 4: apresenta os resultados obtidos no estudo.

Capítulo 5: conclusões adquiridas, assim como relatos de possíveis limitações e indicações para futuros trabalhos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

De acordo com Alvarenga (2010) a ACV possui uma boa reputação no meio científico e está sendo considerada uma das principais metodologias para a avaliação ambiental de produtos. Devido ao interesse de melhor compreender os impactos ambientais decorrentes de um sistema produtivo, promovendo a proteção ambiental através de soluções mais sustentáveis foi desenvolvida a metodologia de ACV (OLIVEIRA, 2017).

A ACV avalia os aspectos e potenciais impactos associados a produtos, processos e serviços utilizando uma associação de dados do inventário do ciclo de vida a categorias de impacto específicas, num processo que consiste na Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) em que são consideradas várias categorias de impacto selecionadas de acordo com o objetivo e escopo definido no estudo (PIEKARSKI *et al.*, 2012).

Assim como Arvesena *et al.* (2015) também define a ACV como a avaliação sistemática dos potenciais impactos ambientais e uso de recursos naturais associados a um produto, tendo em conta todo o tempo de vida do produto em si, bem como de insumos de apoio.

ACV é uma metodologia padronizada internacionalmente que vem sendo desenvolvida com o objetivo de contabilizar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto desde a aquisição da matéria-prima para a produção até a utilização e eliminação do material ou produto (NORGATE; HAQUE, 2012).

Dessa forma a ACV pode ser definida como uma metodologia quantitativa bem estruturada que tem como objetivo avaliar os fluxos de materiais e de energia e os impactos ambientais associados ao longo do ciclo de vida do produto desde a aquisição da matéria-prima até a produção, o uso, fim de vida e tratamento, de reciclagem (YUE; YOU; DARLING, 2014).

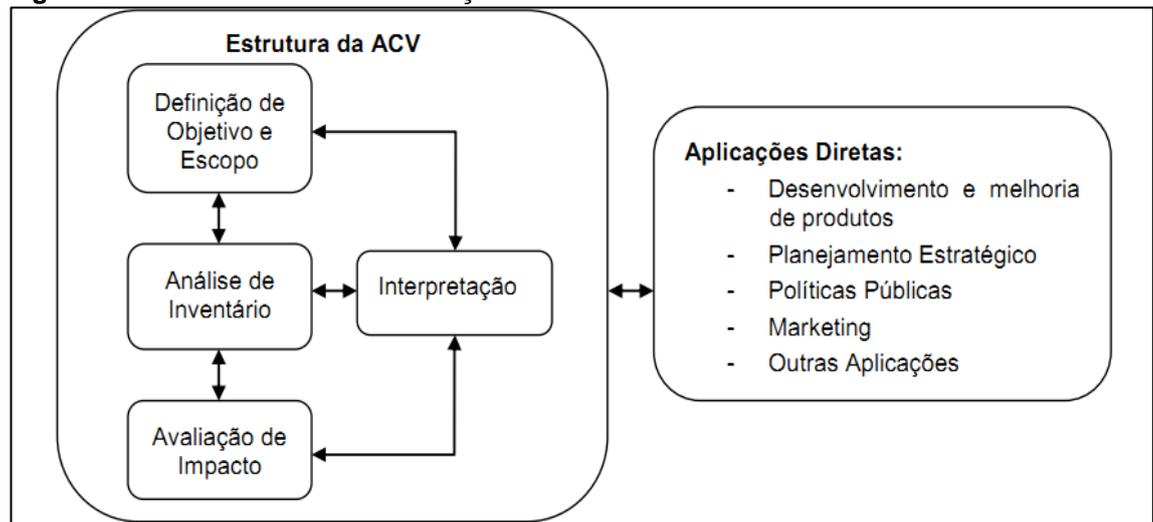
A preocupação com o meio ambiente apresentou como resultados um aumento no número de trabalhos desenvolvidos referentes à ACV, tendo em vista que esta metodologia auxilia na identificação dos impactos ambientais causados pelos produtos e, na sequência, serem implementadas melhorias no perfil ambiental do produto (MARÇAL, 2015).

Dessa maneira a ACV se destaca como um instrumento para implementação de produtos/atividades ambientalmente sustentáveis, prevenção a poluição e redução de rejeitos. Também contribui para uma imagem ambiental para as organizações frente aos consumidores e a sociedade. Outro ponto forte da ACV é a sua utilização na implementação de novos produtos ou aprimoramento dos produtos existentes além de poder auxiliar na tomada de decisão (RAMÍREZ, 2009).

2.1.2 Estrutura Metodológica Para ACV

A estrutura metodológica da ACV é regulamentada pelas normas ISO 14040 e ISO 14044 (ABNT, 2009a; ABNT, 2009b), e compreende quatro fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. As fases e as relações entre as mesmas são mostradas na Figura 2:

Figura 2 - Fases de ACV e suas relações



Fonte: (ABNT, 2009a).

Na primeira fase da estrutura da ACV deve ser definido de maneira clara e objetiva o objetivo e escopo do estudo. Na segunda fase, análise de inventário do ciclo de vida (ICV), consiste em um inventário dos dados de entrada e saída necessários para o alcance dos objetivos do estudo em questão. Na terceira fase, refere-se a avaliação de impacto dos resultados do ICV, buscando o melhor entendimento de sua significância ambiental. Na quarta fase de ACV consiste em interpretar os resultados em conjunto, alinhados com os objetivos do estudo de ACV

com a finalidade de fornecer conclusões e recomendações para as partes interessadas (MENDES; BUENO; OMETTO, 2015).

2.1.2.1 Definição de Objetivo e Escopo

De acordo com a ISO 14040 (ABNT, 2009a) o objetivo e escopo de um estudo de ACV devem estar claramente definidos e consistentes com a aplicação pretendida, sendo necessário que o objetivo de um estudo de ACV esteja declarado de forma clara e concisa para a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público alvo.

Na parte de escopo definem-se os meios para atingir os objetivos do estudo. Nesta etapa descreve de maneira clara e objetiva a fronteira do sistema ou a abrangência do estudo, especificando quais processos elementares fazem parte do sistema de produto e também é nessa etapa que é definido o grau de detalhamento, de acordo com o objetivo e o uso pretendido para o estudo (PASSUELLO *et al.*, 2014).

De acordo com a ISO 14044 (ABNT, 2009b) os itens a seguir devem ser considerados e descritos de forma clara e detalhada para atender o objetivo estabelecido.

- O sistema de produto a ser estudado;
- As funções do sistema de produto ou, no caso de estudos comparativos, dos sistemas;
- A unidade funcional;
- A fronteira de sistema;
- Procedimentos de alocação, se utilizado;
- Metodologia de AICV e seus impactos;
- Interpretação a ser utilizada;
- Requisitos de dados;
- Pressupostos;
- Escolha de valores e elementos opcionais;
- Limitações;
- Requisitos de qualidade dos dados;
- Tipo de revisão crítica, se aplicável;

- Tipo e formato de relatório requerido para o estudo.

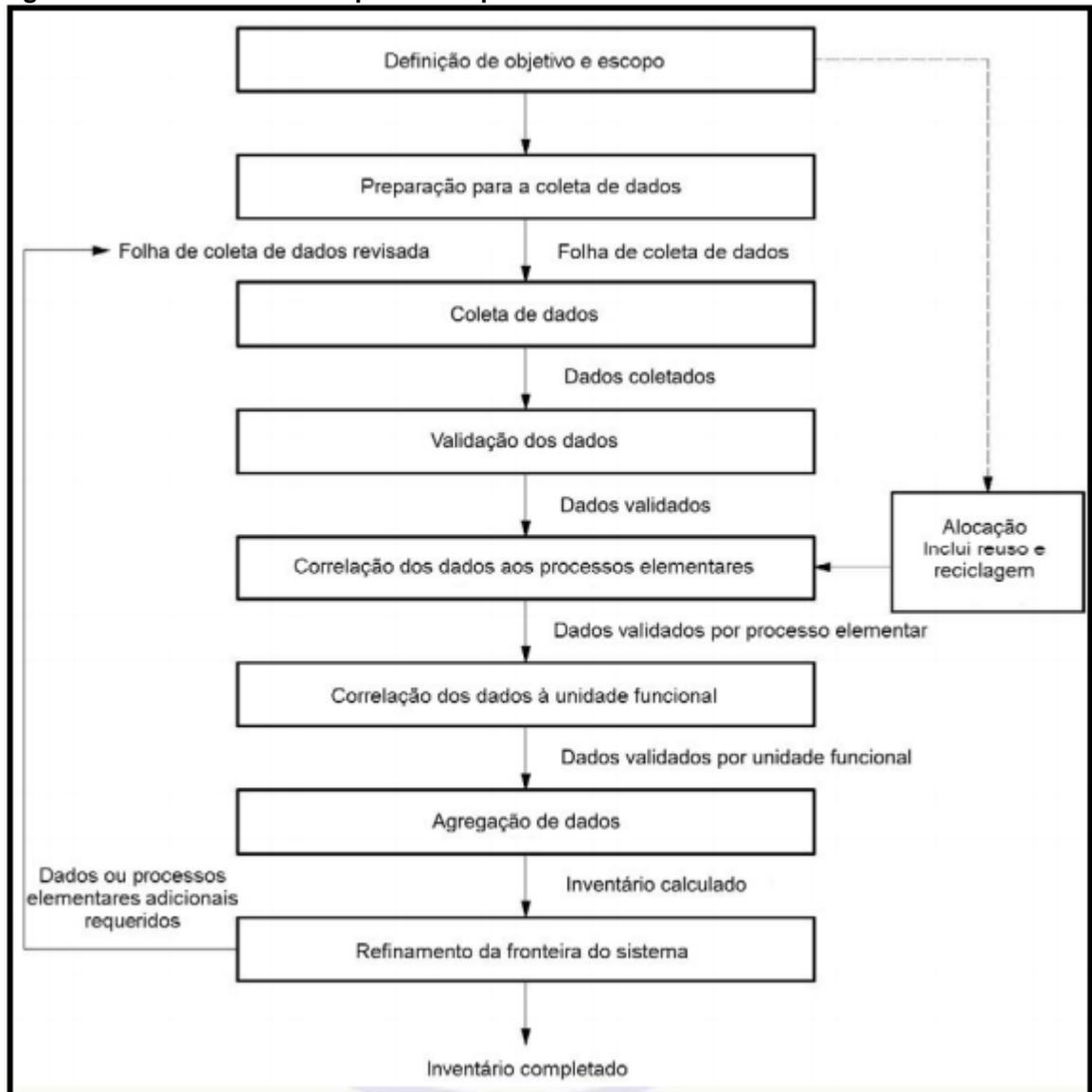
Na fase de definição de escopo, o objeto do estudo é identificado e definido em detalhes, estando de acordo com os objetivos do estudo. A ACV é uma metodologia interativa em que à medida que dados e informações são coletadas, os aspectos do escopo podem exigir modificações visando atender ao objetivo original do estudo (ABNT, 2009a).

2.1.2.2 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Essa fase consiste na realização do inventário, em que é feito um levantamento acerca das emissões que ocorrem durante o ciclo de vida do produto, e das quantidades de energia e matérias-primas utilizadas. O inventário representa um balanço de massa e energia, no qual todos os fluxos de entrada devem corresponder a um fluxo de saída que é quantificada como produto, resíduo ou emissão. Por meio do inventário, é possível identificar, no ciclo de vida do produto, os pontos de produção de resíduos e sua destinação, as quantidades de material que circulam pelo sistema e que dele saem. Isso permite identificar os pontos onde há maior desperdício de matéria-prima ou onde ocorre a geração de resíduos (ASSIS, 2009).

A Figura 3 a seguir representa um fluxograma com os passos operacionais delineados para execução da análise de inventário do ciclo de vida, sugerido pela ISO 14044 (ABNT, 2009b).

Figura 3 - Procedimentos simplificados para análise de inventário.



Fonte: ABNT (2009b).

Nessa etapa são computadas todas as entradas e saídas associadas ao processo do produto estudado, incluindo matérias-primas, embalagem e itens de consumo. Em muitos casos, esse processo torna-se bastante exaustivo, devido ao número de fluxos considerados no processo. Assim sendo, costuma-se considerar um critério de corte para fluxos com pouca participação no processo e/ou que geram baixo impacto ambiental. Porém, é importante garantir que efeitos ambientais significativos não sejam omitidos ao ignorar substâncias de baixo fluxo mássico (PASSUELLO *et al.*, 2014).

De acordo com *Athena Sustainable Materials Institute* (2009), normalmente os balanços de massas e de energia são modelados através de um software de ACV. A utilização do software facilita operacionalização dos dados, a validação dos dados por processo elementar, por unidade funcional, a agregação dos dados e, por fim, fornece o inventário calculado.

Para o caso de dados insuficientes ou falta de dados para determinada unidade de processo, o critério de corte pode ser utilizado. Nesse critério pode ser desconsiderado caso a extração dos dados não ultrapasse 1% do fluxo mássico total de entradas do processo. O total de entradas desconsideradas por módulo deve ser inferior a 5% da energia usada e da massa de entrada. Uma vez coletados todos os dados necessários, pode-se realizar o cálculo do inventário do ciclo de vida (ICV), em que os dados coletados são ajustados às unidades de processo e à unidade funcional. O resultado dessa etapa é uma quantificação de todos os recursos utilizados e de todas as emissões associadas à produção de determinada quantidade do produto em estudo (PASSUELLO *et al.*, 2014).

2.1.2.3 Avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV)

A AICV é um processo que consiste na associação dos dados do inventário do ciclo de vida a categorias de impacto específicas. Nessa etapa deve ser realizada a seleção das categorias de impacto para identificar as preocupações ambientais, as categorias e os indicadores que o estudo irá utilizar. As seleções dessas categorias de impacto devem estar alinhadas com o sistema de produto assim como o objetivo e escopo do estudo (PIEKARSKI *et al.*, 2012)

De acordo com Assis (2009) nessa fase de avaliação do impacto ambiental, o objetivo é avaliar a intensidade e a relevância dos impactos ambientais com base na análise do inventário. A fase de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) utiliza os resultados obtidos na análise do inventário para aferir a significância dos impactos ambientais potenciais contendo os seguintes elementos obrigatórios: seleção das categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização; correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas; cálculo dos resultados dos indicadores de categoria (ABNT, 2009a, p.15).

2.1.2.4 Interpretação do ciclo de vida

A quarta fase da ACV é a interpretação. É nesta fase em que as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto são consideradas em conjunto, de forma consistente, com o objetivo e o escopo definidos, propondo fornecer conclusões e recomendações para o estudo realizado (ABNT, 2009a).

A fase de interpretação relaciona-se com todas as outras fases da metodologia ACV e ainda fornece, através de seus resultados, aplicações diretas no desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, planejamento estratégico, elaboração de políticas públicas, marketing e outras. Essa fase compreende três etapas: identificações de questões significativas; avaliação através da verificação de completude, sensibilidade de consistência; conclusões, limitações e recomendações (PIEKARSKI, 2013).

2.1.2.5 Métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida

Os métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida que são aplicados durante a terceira fase da ACV (a AICV) apresentam características individuais específicas e podem ser classificados em duas categorias conforme sua abordagem: *midpoint* (ponto médio) e *endpoint* (ponto final) (PIEKARSKI, 2013).

Em *midpoint* as substâncias listadas no ICV são apropriadamente agregadas em categorias de impacto de acordo com uma característica comum na cadeia de efeito e causa do mecanismo ambiental. Essas características não representam as consequências finais do processo ambiental das emissões, mas são potenciais indicadores de impacto. Algumas das categorias de impacto relacionadas ao *midpoint* são: mudanças climáticas, depleção da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade, eutrofização, acidificação, esgotamento de recursos e formação de fotoquímica de ozônio (CAVALETT *et al.*, 2012).

Endpoints consiste em identificar as consequências das categorias de impacto de *midpoint* nas áreas de proteção em nível de *endpoint*. Essa caracterização requer a modelagem de todos os mecanismos ambientais que conectam os resultados do inventário com seus respectivos impactos nas áreas de

proteção (CAVALETT *et al.*, 2012). As categorias de impacto *endpoint* incluem: saúde humana, meio ambiente e recursos naturais (OLIVEIRA, 2017).

Uma etapa importante da metodologia de ACV é a avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV). Atualmente existem diversos métodos de AICV, elaborados em sua maioria por universidades e centros de pesquisa. Como exemplos pode-se citar o Eco-indicator 99, CML, Impact 2002+, LUCAS, EDIP 2003, entre outros. Por outro lado, existem algumas metodologias de avaliação ambiental que foram adaptadas para serem utilizadas como métodos de AICV, dentro de um estudo de ACV. Alguns exemplos são os estudos de Emergia, Exergia, a Pegada Ecológica e a Pegada de Carbono (ALVARENGA, 2010).

De acordo com Piekarski (2013), cada método de AICV possui categorias de impacto e/ou categorias de danos diferenciadas. O Quadro 1 a seguir demonstra alguns dos métodos mais citados de AICV com suas abordagens:

Quadro 1 - Principais métodos para AICV

Método	Abordagem	Característica do método
CML 2001	Midpoint	É o método mais utilizado em abordagens midpoints e apresenta uma ampla lista de categorias de avaliação de impactos.
Eco-Indicador 99	Endpoint	É o método mais utilizado em abordagens endpoints. É realizada a caracterização e avaliação dos danos ambientais sobre a saúde humana, a qualidade do ecossistema e recursos; e a normalização e valoração dos impactos
Ecopoints (Escassez ecológica)	Endpoint	Fornecer caracterização e fatores de ponderação de várias emissões e extrações com base em metas de políticas públicas e objetivas. O método original foi desenvolvido para Suíça
EDIP 1997	Midpoint	Abordagem típica midpoint, abrange a maioria dos impactos relacionados a emissões, uso de recursos e impactos no ambiente de trabalho
EDIP 2003	Midpoint	É uma evolução do EDIP 97, entretanto não o substitui. A versão de 2003 apresenta um modelo de caracterização diferenciado espacialmente. Recomenda-se que o mesmo seja usado como uma alternativa para EDIP 97 em uma caracterização local genérica (de preferência europeia)
EPS	Endpoint	Ajuda designers e desenvolvedores de produtos em apoio à decisão
Impact 2002+	<i>Midpoint/Endpoint</i>	A proposta do método Impact2002+ é a junção dos métodos <i>midpoint</i> com <i>endpoint</i> , a fim de absorver suas respectivas limitações e agrupar os pontos positivos de outros métodos.
LIME	Midpoint/Endpoint	Desenvolve lista de midpoint (caracterização), endpoints (avaliação de danos) e a ponderação que reflete as condições ambientais do Japão
LUCAS	Midpoint	Fornecer uma metodologia para AICV adaptada ao conceito canadense
MEEuP	Midpoint	Permite avaliar em que medida vários produtos que consomem energia cumprem determinados critérios que os tornam elegíveis para implementação de medidas sob a concepção ecológica

Pegada Ecológica	Endpoint	Fornece um indicador da área biológica produtiva para fatores de demanda humana
ReCiPe 2008	Midpoint/Endpoint	A metodologia é harmonizada em termos de princípios de modelagem e escolhas, oferecendo resultados orientados a problemas e a danos
TRACI	Midpoint	É um método de avaliação de impacto que representa as condições dos EUA/EPA
USEtox	Midpoint	Fornece fatores de caracterização para toxicidade humana e ecotoxicidade na AICV. É o método mais completo em termos de requisitos toxicológicos.

Fonte: CCI, (2010); ECOINVENT, (2010); apud PIEKARSKI (2013).

De acordo com Silva (2012), a escolha do método de avaliação é feita tomando-se como base a análise das questões ambientais relevantes para o ciclo de vida do produto estudado. A escolha dos métodos de AICV é livre, pois não há um padrão a seguir para a escolha do método, o que irá interferir diretamente em tal decisão é o objetivo principal do estudo e área de aplicação. Outro fator a ser seguido na escolha do método é a pesquisa de outros artigos já publicados referentes ao escopo e objetivos parecidos com a pesquisa atual (RODRIGUES, 2016).

2.2 FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ACV: SOFTWARE UMBERTO®

Os softwares para ACV auxiliam na execução do estudo da AICV permitindo o processamento dos dados ocorrerem de forma mais fácil, mais imparcial e mais rápida, além de garantir cálculos de maior confiança. Dessa forma facilitam o gerenciamento dos dados envolvidos no estudo, pois disponibilizam banco de dados e realizam avaliação de impacto e interpretação. O software é uma ferramenta comercializada para modelar, calcular e visualizar material e sistemas de fluxo de energia (RODRIGUES *et al.*, 2008).

Foram criados softwares com objetivo de auxiliar nos estudos de ACV buscando facilitar a realização de cálculos de balanço de massa, energia e também análise de impactos ambientais e interpretações de resultados. Alguns dos softwares são: BEES 3.0, ECO-it 1.3, GaBi, IDEMAT 2005, KCL-ECO 4.0, SimaPro 7, Umberto. O software Umberto foi desenvolvido pelo “*Institute for Environmental Informatics*” de Hamburg. Utilizado para visualizar fluxogramas de materiais e energia de tal forma que possibilite otimizar processos produtivos, reduzindo recursos de materiais e energia (CAMPOLINA; SIGRIST; MORIS, 2015).

A modelagem de sistemas através do software UMBERTO® facilita a avaliação das redes de fluxos de materiais e possibilita a comparação entre diferentes cenários para a busca de melhorias do sistema em que está sendo empregado e para avaliação dos aspectos ambientais existentes. Somente a estrutura da rede não é suficiente para cálculos de balanço, devem ser fornecidos os tipos e quantidade de materiais assim como a relação entre as quantidades de entrada e saída (NUNES *et al.*, 2010). A Figura 4 demonstra algumas representações gráficas dos componentes da rede do UMBERTO®.

Figura 4 - Representação gráfica dos componentes da rede do UMBERTO®



Fonte: Nunes *et al.* (2010).

Na representação mostrada trata-se da operacionalização do software UMBERTO® com princípios básicos em três tipos de componentes: transições, lugares e setas/fluxos. Os lugares são representados por um círculo, eles podem ser caracterizados em lugares de entradas, lugares de saída e lugares de conexão. Nos locais não ocorrem transformações de materiais, são apenas alocados os insumos e rejeitos do processo. Nos lugares de conexão a quantidade de material que chega é igual a quantidade de material que sai, não podendo haver nenhum tipo de armazenagem. Os processos de transformação ocorrem nas “transições”. As setas formam a rede e definem fluxos através de “lugares” e “transições” (NUNES *et al.*, 2010).

O software Umberto trata-se de uma ferramenta de software comercializada para modelar, calcular e visualizar materiais e sistemas de fluxo de energia. É utilizado para analisar o processamento de sistemas seja em planta, companhias ou ao longo do ciclo de vida dos produtos. Os resultados podem ser alcançados aprofundando aos indicadores econômicos e ambientais. O software possui uma

facilidade de manuseio e qualidade nas ferramentas de apresentação dos resultados, na forma de relatórios, gráficos, diagramas ou tabelas (ZOLDAN, 2008).

Um dos benefícios desse software é a possibilidade de analisar e otimizar os sistemas de processos de produção. Com a utilização do Umberto num estudo de ACV é possível obter vários indicadores que demonstra o perfil do ciclo de vida do produto em estudo em relação as entradas e saídas do sistema (LUZ, 2011).

A proposta do software Umberto[®] é beneficiar os usuários, especialmente empresas, através de eficiência, economia e sucesso. O Umberto[®] possui interface com a base de dados da Ecoinvent onde a missão do centro da Ecoinvent é fornecer os dados mais relevantes, confiáveis, transparentes e acessíveis para usuários de ICV de todo o mundo. Portanto o software Umberto[®] é uma ferramenta versátil para estudos da ACV, visto seu caráter científico e integração com a base de dados Ecoinvent podendo ser utilizado nos mais variados processos industriais (CASSIANO, 2013).

2.3 INOVAÇÃO

Atualmente a inovação está sendo considerada pelos pesquisadores como uma forma estratégica, um ponto chave para o sucesso da empresa em um ambiente cada vez mais competitivo em decorrência do intenso desenvolvimento tecnológico e da expectativa de novos produtos pelos consumidores. Dessa forma as empresas acreditam na necessidade de inovar constantemente (ZOCICHE, 2014).

Inovação não é considerada apenas como um diferencial organizacional e sim, uma necessidade, sendo um processo constante nas organizações para as mesmas acompanharem o mercado cada vez mais competitivo. Portanto o conceito de inovação não deve ser confundido com invenção mesmo sendo conceitos que muitas vezes se denominam como sinônimos (MARÇAL, 2015).

A invenção se caracteriza como a criação de um processo, ferramenta ou produto inédito, podendo ser divulgada através de artigos técnicos e científicos, registrada em forma de patentes, visualizada e simulada através de protótipos e plantas pilotos sem haver uma aplicação comercial efetiva. Diferente da invenção a inovação ocorre quando há uma aplicação prática de uma invenção (TIGRE, 2006).

A produtividade intelectual impulsiona novos desenvolvimentos na ciência contribuindo de forma decisiva para geração da inovação. Este desenvolvimento científico, que consiste no trabalho criativo, empreendido de forma sistemática,

contribui para geração de novas práticas de inovação ou para uma padronização de metodologia da inovação, baseadas no conhecimento técnico-científico e em atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento. A produção desses conhecimentos, novas aplicações, como produtos ou processos novos formam o caminho que as nações bem sucedidas buscam para encontrar o desenvolvimento (BECK; PEDROSO, 2011).

A importância da inovação na indústria e no desenvolvimento econômico tem se evidenciado desde a Revolução Industrial. Apesar da predominância da inovação na grande indústria, sabe-se que, na atualidade, não mais importa a dimensão da empresa que inova, uma vez que a mesma tornou-se um imperativo para a competitividade. A indústria metal mecânica, é composta por empresas das mais diversas dimensões, cuja relevância se manifesta no fato de ter sido uma das pioneiras na história da industrialização do país e atualmente se destaca como um dos setores exportadores de produtos no país (DANTAS; LUNA; GUIMARAES, 2015).

De acordo com Stefanovitz (2011) no manual de Oslo é possível encontrar uma importante definição para inovação. Esse manual tem como objetivo orientar e padronizar conceitos, metodologias e a construção de estatísticas e indicadores de pesquisas de inovação na indústria. O manual conceitua a inovação como “*a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas*” (OCDE, 2005, p. 55).

O Manual de Oslo tem sido uma das principais referências para as atividades de inovação na indústria brasileira, contudo se apresenta como uma ferramenta bastante abrangente e flexível quanto as suas definições e metodologia. O manual tem como objetivo orientar e padronizar conceitos, metodologias, estatísticas e indicadores de P&D de países industrializados (PINTO, 2014). Segundo o manual de Oslo temos 4 tipos de inovação sendo inovação de produto, inovação de processo, inovação de marketing e inovação organizacional. O Quadro 2 mostra definições de cada inovação de acordo com manual de Oslo.

Quadro 2 - Tipos de Inovação

Inovação de Produto	É a introdução de um bem ou serviço novo significativamente melhorado no que compete a suas características ou uso previstos, incluindo melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais.
Inovação de Processo	É uma implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado, incluindo mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares.
Inovação de Marketing	É a implementação de um novo método de marketing com mudanças significativas na concepção de produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços.
Inovação Organizacional	É a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas.

Fonte: OSLO (OCED, 2005)

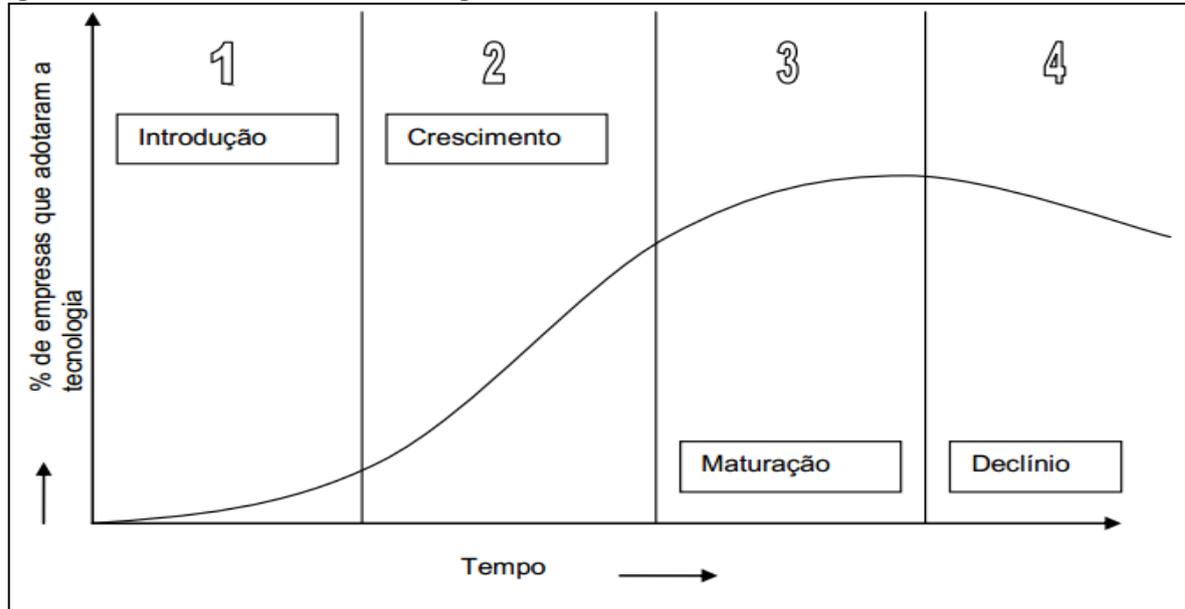
Além dos tipos de inovações, também é possível classificá-las de acordo com suas intensidades em inovações incrementais e radicais. As inovações incrementais acontecem quando são realizadas pequenas melhorias no produto ou no processo de fabricação do produto geralmente não tendo origem com as atividade de P&D. Já nas inovações radicais ocorre quando são realizadas grandes melhorias no produto ou no processo de fabricação do produto e geralmente estão associadas em atividades de P&D (Luz, 2011).

As inovações passam por um processo de disseminação denominado de difusão, onde sem essa etapa a inovação não gera impacto econômico. A Difusão é a propagação das inovações através de canais mercadológicos ou não, a partir de sua primeira implementação em direção a outros países, regiões e a outros mercados e empresas. A difusão do conhecimento e da tecnologia é a parte central da inovação em que a facilidade de comunicação, canais efetivos de informação e a transmissão de experiências, dentro e entre as organizações são muito importantes para difusão (OCDE, 2005, p 55).

A difusão é um processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais, através do tempo que contribui para o processo da inovação, pois a difusão de um produto ou processo no mercado revela problemas que podem ser corrigidos em novas versões. Uma tecnologia evolui e se difunde no mercado de maneira genérica e é frequentemente associada ao conceito de ciclo de vida dividindo esse processo em 4 estágios: introdução, crescimento, maturação e declínio. Embora nem todas as tecnologias apresentem esse ciclo de vida, a Figura

5 a seguir apresenta esse modelo que é considerado para descrever de forma genérica a trajetória das inovações (TIGRE, 2006).

Figura 5 - Modelo de difusão tecnológica



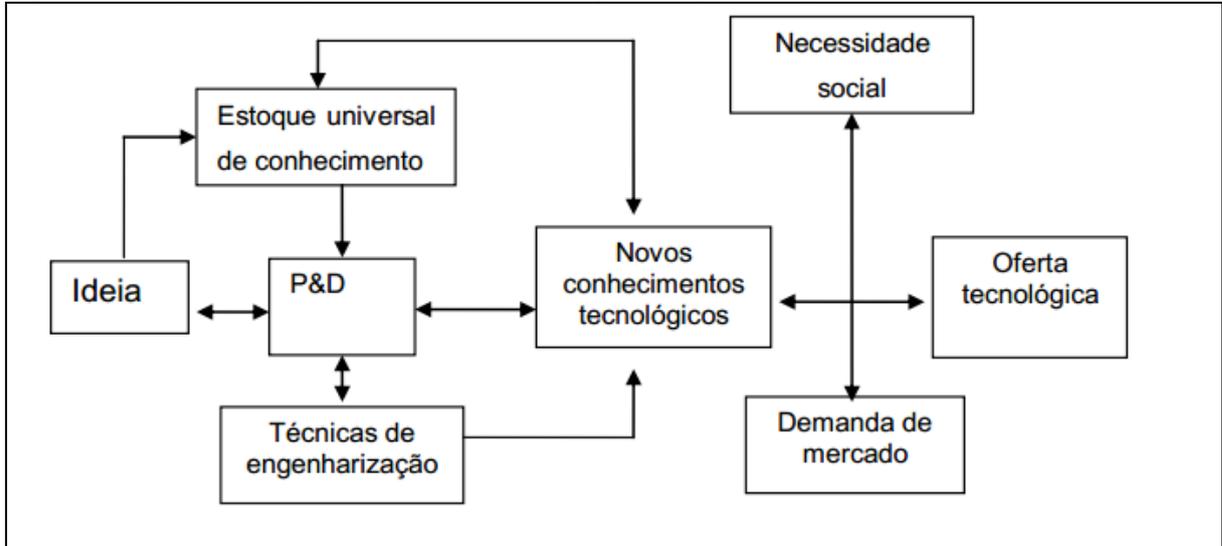
Fonte: Tigre (2006).

Na Figura 5 é possível observar que a inovação tem início na introdução do novo produto no mercado, serviço ou processo onde poucas empresas possuem essa inovação. À medida que a inovação tem um sucesso e melhoria progressiva no desempenho da tecnologia passa para a fase de crescimento onde se percebe um aumento na concorrência em que mais empresas começam a entrar no mercado havendo a necessidade de realizar inovações incrementais para aumento da vantagem competitiva. Na fase de maturação as vendas começam a estabilizar, as inovações incrementais começam a diminuir e os processos produtivos se tornam mais padronizados. Na última fase denominada declínio alguns usuários deixam de usar a tecnologia em função de surgimento de outras inovações (TIGRE, 2006).

De acordo com Luz (2011) o desenvolvimento das inovações pode ocorrer de diferentes maneiras, envolvendo diversas etapas que antecedem a introdução do produto no mercado. Devendo ser um processo contínuo dentro da organização. A inovação é um processo complexo, composto de várias fases, iniciando a partir da geração de ideias, posteriormente realizando o desenvolvimento e implementação das aludidas ideias (BARBIERI, 2003).

De acordo com Saenz e Capote (2002) o processo de inovação tecnológica tem dois pontos básicos de partida, podendo ser do tipo empurrado pela ciência (*science pushed*) ou puxadas pela demanda (*demand pulled*). A Figura 6 mostra um esquema simplificado da inovação empurrada pela ciência.

Figura 6 - Esquema simplificado de uma inovação "empurrada pela ciência"

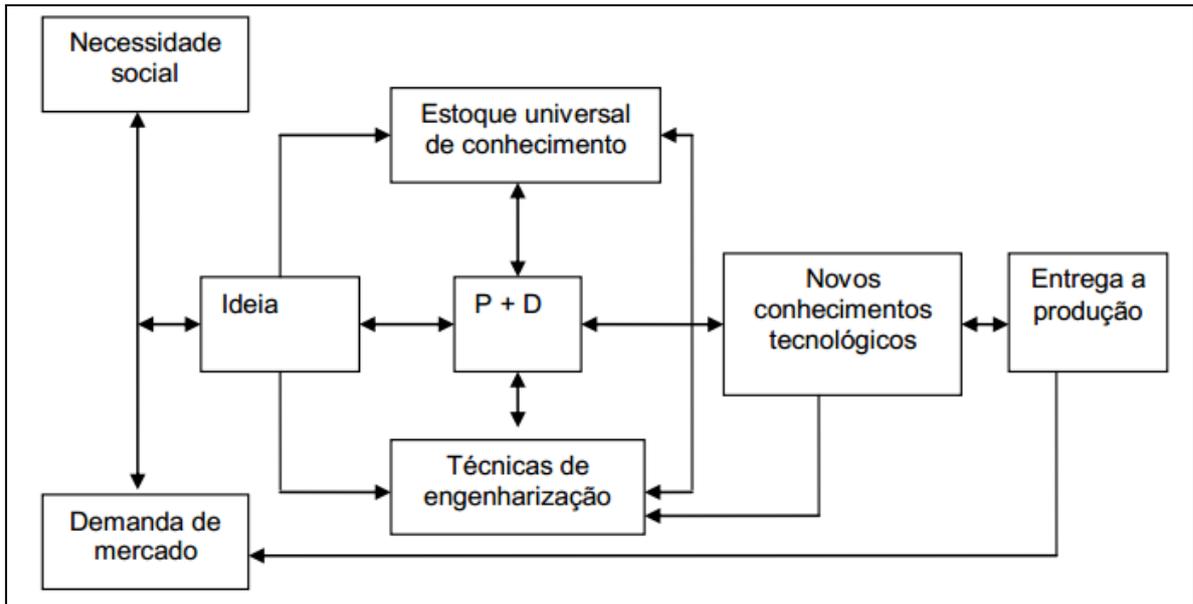


Fonte: Saenz e Capote (2002).

É possível observar na Figura 6 que a ideia que surge no laboratório de pesquisa é confrontada com conhecimentos existentes para determinar se os conhecimentos necessários para sua aplicação encontram-se disponíveis na literatura científica e tecnológica. Caso não encontre todo o conhecimento necessário é realizado P&D e técnicas de engenharização para adquirir esse conhecimento. A integração entre esses conhecimentos originam um novo conhecimento tecnológico que será confrontado com as necessidades sociais ou demandas de mercado para então ser oferecido ao setor produtivo (SAENZ E CAPOTE, 2002).

A Figura 7 mostra um esquema simplificado de processo de inovação puxada pela demanda.

Figura 7 - Esquema simplificado de uma inovação "puxada pela demanda"



Fonte: Saenz e Capote (2002).

De acordo com a Figura 7 é possível observar que nesse processo a ideia para a solução técnica que atenderá a uma necessidade social ou uma demanda de mercado será confrontada com os conhecimentos existentes para encontrar soluções de um problema. Caso esses conhecimentos existentes não sejam suficientes será completado com trabalhos de P&D e engenharia. A integração desses conhecimentos produz um novo conhecimento tecnológico que será integrado à produção (SAENZ E CAPOTE, 2002).

De acordo com Reis (2008, p.48) apud Luz (2011) a inovação não é possui uma forma única e bem definida, pois trata-se de várias formas unidas ao processo de inovação em que através de um processo exaustivo de modificações e de várias melhorias para se adequar ao mercado consumidor que a inovação agrega importância econômica.

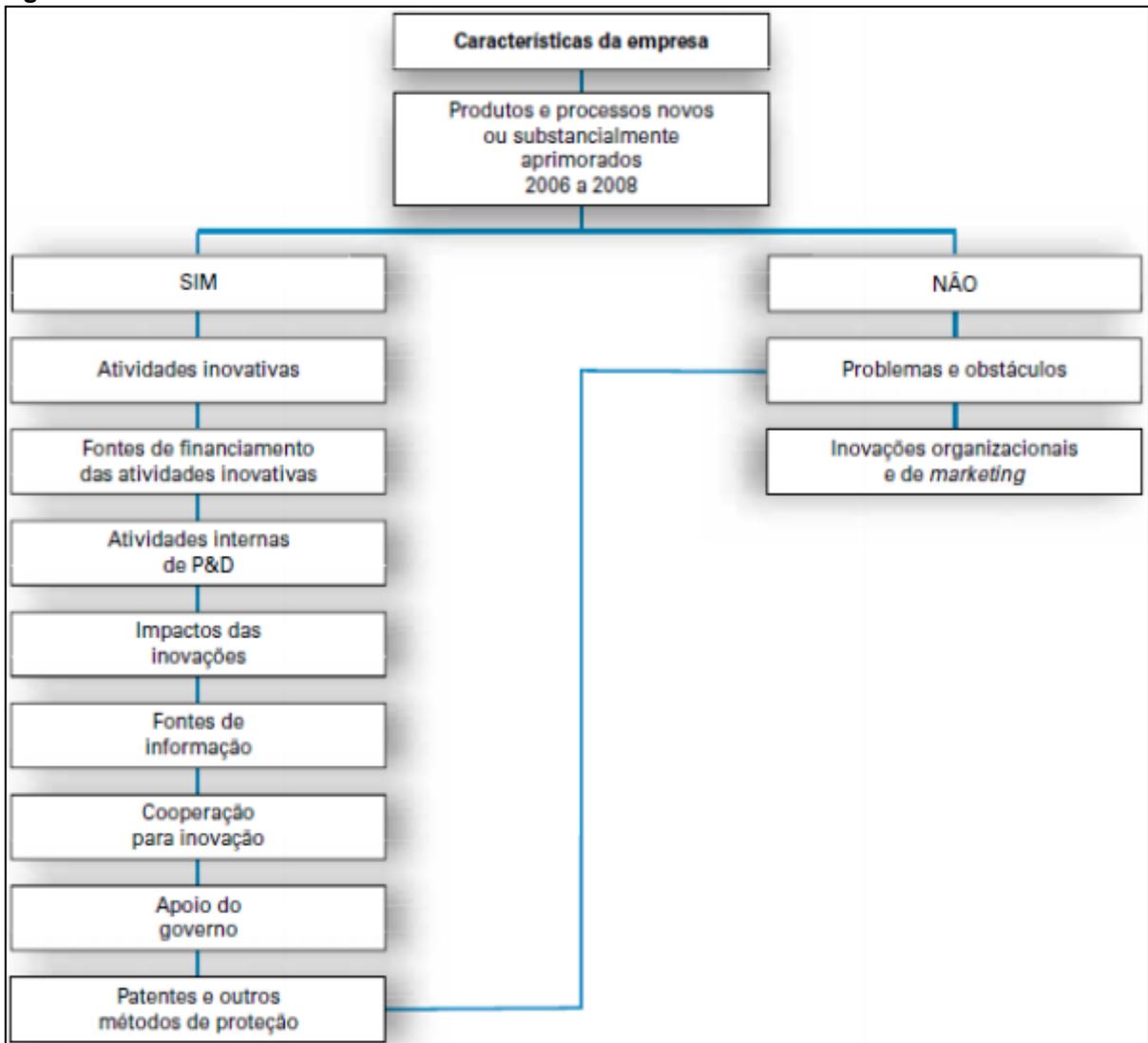
2.3.1 Modelo de Avaliação da Inovação

De acordo com Luz (2011), a metodologia no Manual de Oslo serviu como base para a elaboração da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC). Esta pesquisa é elaborada pelo instituto Brasileiro de Geografia e Estatística tendo sua primeira edição publicada no ano de 2000 com base nos dados referentes ao período de 1998 e 2000. A PINTEC é considerada uma referência em pesquisas de inovação no país e possui foco em fatores que influenciam o comportamento

inovador das empresas, as estratégias adotadas, os esforços compreendidos, os incentivos, os obstáculos e os resultados da inovação (SILVA, 2009).

Os indicadores de inovação propostos pela PINTEC 2010 (IBGE, 2010) são ponderados em três grupos de indicadores: impacto das inovações, as atividades inovativas e as fontes de informação (LUZ, 2011). A Figura 8 mostra a estrutura dos temas abordados para mensuração dos indicadores de inovação desenvolvida pela PINTEC.

Figura 8 - Estrutura PINTEC



Fonte: IBGE (2010).

Para cada bloco são obtidos indicadores específicos que permitem mensurar os esforços empreendidos pela organização para a inovação nas organizações.

Assim, de acordo com a PINTEC, são descritos, a seguir, cada variável analisada (IBGE, 2010):

a) Características das empresas:

Nesse bloco são identificadas todas as características importantes da organização, devido as mesmas impactar no processo e resultado da inovação. As peculiaridades a serem identificadas são: localização da empresa, origem do capital controlador, se a empresa faz parte de um grupo ou não, e se está vinculada a alguma incubadora ou parque tecnológico (LUZ, 2011).

b) Produtos e processos novos ou substancialmente aprimorados:

Os indicadores que podem ser gerados nesse bloco são referentes aos processos e/ou produtos obtidos com a inovação. As informações obtidas são relativas, para identificar se o produto/processo é totalmente novo nacionalmente ou mundialmente, ou se apenas é novo para a organização. Da mesma forma, identificar quais são as características técnicas, se é um aperfeiçoamento em algo já existente ou completamente novo. E, por fim, é indicado quem desenvolveu a aludida inovação, se foi à própria empresa, alguma empresa aliada ao mesmo grupo corporativo, a empresa com auxílio de outras instituições ou apenas outras instituições (IBGE, 2010).

c) Atividades inovativas:

Basicamente, as atividades realizadas no processo de inovação são atividades de Pesquisa e desenvolvimento (P&D), incluindo todas as suas etapas de pesquisa e desenvolvimento e toda parte de investimento em serviços, bens e conhecimentos que forem julgados necessários. Neste bloco, os indicadores referentes às atividades inovativas são avaliados em oito categorias, onde é contabilizado o grau de importância (alta, média, baixa e não relevante) atribuído a cada uma delas em todo processo (LUZ, 2011).

d) Impactos das inovações:

Os indicadores obtidos no bloco de impactos das inovações estão associados ao produto, ao mercado, ao processo, aos aspectos relacionados ao meio ambiente, à saúde e segurança e ao enquadramento em regulamentações e normas. E

também é medida a dimensão das vendas internas e externas conferidas aos novos produtos ou aos produtos aprimorados (IBGE, 2010).

e) Fontes de informação

Para desenvolver seus projetos de inovação a empresa pode obter inspiração de diversas fontes de informação, produzindo novos conhecimentos ou utilizando o conhecimento incorporado nas patentes, softwares, máquinas e equipamentos, artigos especializados, dentre outros. Podendo assim, realizar a identificação das fontes de ideias e de informações utilizadas no processo inovativo (LUZ, 2011).

No Quadro 3, podem ser observados os indicadores de inovação propostos pela PINTEC (IBGE, 2010) adaptado por Luz (2011).

Quadro 3 - Indicadores de inovação utilizados no modelo proposto

Categorias de indicadores	Indicadores específicos por categoria
Impactos da Inovação	Melhoria da qualidade dos produtos
	Ampliação da gama de produtos ofertados
	Manutenção da participação da empresa no mercado
	Ampliação da participação da empresa no mercado
	Abertura de novos mercados
	Aumento da capacidade produtiva
	Aumento da flexibilidade da produção
	Redução dos custos de produção
	Redução dos custos do trabalho
	Redução do consumo de matéria-prima
	Redução do consumo de energia
	Redução do consumo de água
	Redução do impacto ambiental e em aspectos ligados à saúde e segurança
	Ampliação do controle de aspectos ligados à saúde e segurança
	Enquadramento em regulações e normas padrão
Atividades Inovativas	Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento
	Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento
	Aquisição de outros conhecimentos externos
	Aquisição de software
	Aquisição de máquinas e equipamentos
	Treinamento
	Introdução das inovações tecnológicas no mercado
	Projeto industrial e outras preparações técnicas
Fontes de Informação	Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento
	Outras áreas da empresa
	Outra empresa do grupo
	Fornecedores
	Clientes ou consumidores
	Concorrentes
	Empresas de consultoria e consultores independentes
	Universidades e outros centros de ensino superior
	Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	

	Instituições de testes, ensaios e certificações.
	Outras fontes de informação
	Conferências, encontros e publicações especializadas
	Feiras e exposições
	Redes de informação informatizadas

Fonte: IBGE (2010) apud Luz (2011).

Os impactos da inovação de modo geral só podem ser verificados quando os efeitos das atividades inovativas já estão finalizados e podem ser perceptíveis. A PINTEC busca investigar, em conjunto com as empresas inovadoras, a frequência e grau de importância dos principais resultados que produziram efeitos diretos ou indiretos sobre a capacidade competitiva das mesmas (IBGE, 2010).

2.4 ACV E INOVAÇÃO

De acordo com Coelho Filho, Saccaro Junior e Luedmann (2016) a ACV vem sendo utilizada em todo o mundo para orientar ações de melhoria de desempenho e inovação em sistemas de produção, visando sua sustentabilidade ambiental. Porém mesmo com ampla disseminação da ACV no cenário internacional, a metodologia é pouco difundida e aplicada no Brasil.

A ACV, por conter uma avaliação sistêmica das questões ambientais, possibilita uma ampliação do escopo de avaliação dos impactos oriundos das inovações tecnológicas. A avaliação dos impactos ambientais relativos a uma inovação tecnológica é um passo essencial rumo ao desenvolvimento sustentável. O conceito de ciclo de vida permite expandir essa análise para além do local aonde a inovação é adotada, abrangendo toda uma cadeia produtiva, de consumo e pós consumo modificada por uma tecnologia (FIGUEIREDO *et al.*, 2007).

Os estudos relacionados à aplicação de ACV em produtos vêm crescendo em um número considerável. Esses estudos possibilitam aos tomadores de decisão a proporem melhorias, alterações e inovações, a fim de oferecer um perfil ambiental maior do que os produtos convencionais. A aplicação de ACV de produtos permite que os tomadores de decisão tenham alternativas plausíveis em inovações de produtos, processos e serviços. A aplicação de ACV pode também ser uma alternativa viável para mapear os impactos decorrentes dos serviços de uma empresa (ZOCHE, 2014).

Observando que a ACV envolve todas as etapas do processo de fabricação do produto, incluindo as entradas e saídas referente a cada processo, é possível obter conhecimento do ciclo de vida do produto como um todo possibilitando assim identificar, entre outros aspectos os pontos desfavoráveis do produto. Com isso a busca de alternativas para melhorar o desempenho ambiental desse produto pode resultar em inovações para a indústria (LUZ, 2011).

O uso da ACV na implementação de inovações tecnológicas desempenham um papel importante para a diminuição, ou prevenção, do impacto ambiental. É possível observar que a inovação e ACV em uso integrado formam um caminho rumo a produção mais atenta aos aspectos ambientais e colaboram no desenvolvimento sustentável, pois ao mesmo tempo em que a evolução tecnológica logra o benefício econômico a ACV indica o caminho que provoca os menores impactos (SALVADOR *et al.*, 2013).

De acordo com o que foi exposto, são explícitas as chances de a ACV contribuir para dar início ao processo inovativo na organização, colaborando com as informações pertencentes ao ciclo de vida do produto. No entanto, para ser possível tal influência, a organização deve estar disposta a realizar a ACV em seu processo produtivo, disponibilizando todas as informações necessárias para realizar o estudo.

2.5 SISTEMAS DE ARMAZENAGEM INDUSTRIAL: PORTA PALLETS

De acordo com Gilbert e Rasmussen (2011) porta pallets são amplamente utilizados em todo o mundo em indústrias para armazenar mercadorias, principalmente em pallets. Eles são predominantemente feita a partir de perfis de aço formados a frio e são projetados de forma competitiva o mais leve possível.

De acordo com Miranda (2011) os sistemas de armazenagem industrial são utilizados para estocagem e distribuição de materiais. Esses sistemas são frequentemente empregados em grandes centros comerciais de distribuição de produtos, além de fábricas, supermercados, almoxarifados, entre outros.

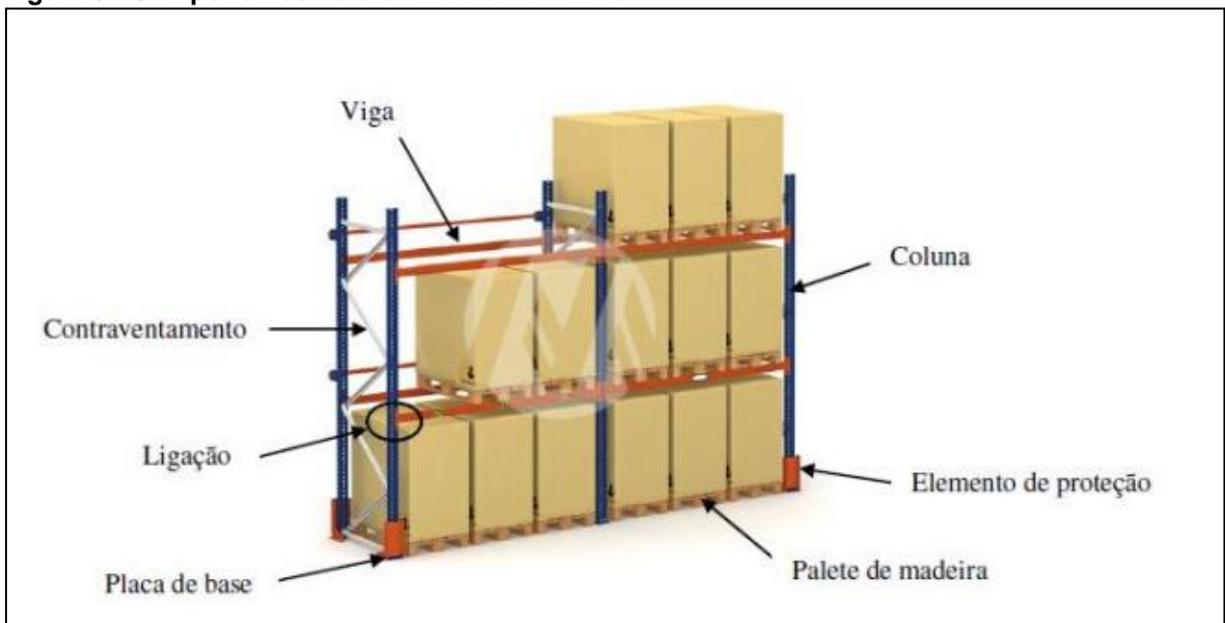
As estruturas do tipo porta pallets permitem a verticalização do espaço de forma simples e seletiva, possibilitando o acesso rápido a toda carga armazenada através do uso de equipamentos de movimentação. Fazendo com que o operador possa ter acesso a qualquer mercadoria armazenada dentro das instalações, uma vez que não existe sobreposição na armazenagem. Assim sendo os sistemas de

armazenagem são concebidos para melhorar a ocupação e a seletividade para cada tipo de produto e negócio das empresas (TONDATO, 2014).

Os porta pallets estão adquirindo espaço no mercado brasileiro devido a sua praticidade de montagem e desmontagem, além de oferecer diversas opções de acordo com as características de cada cliente. Uma de suas principais características são as perfurações ao longo de sua coluna que dispensa a necessidade de ligações parafusadas devido a possuir um sistema de garras dentadas nas extremidades de suas vigas para encaixe nas colunas (MIRANDA, 2011).

Devido a esse sistema e ao fato da indústria foco deste estudo fabricar porta pallets de acordo com especificações do cliente, a Figura 9 representa um porta pallets convencional padrão adotado no estudo de Rodrigues (2016).

Figura 9 - Componentes do sistema Porta Pallets



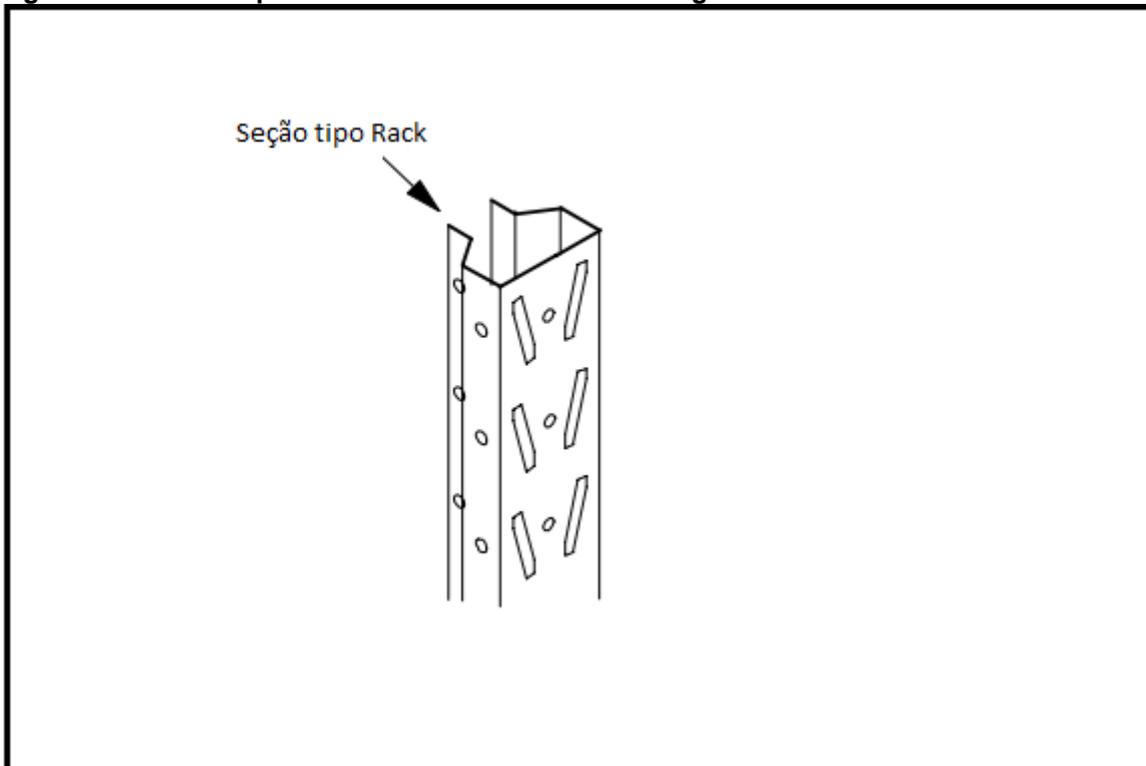
Fonte: Mecalux (2015).

O produto porta pallets, conforme mostrado na Figura 9 é composto de colunas, travessa/diagonal, longarinas, sapatas.

2.5.1 Colunas

No início os sistemas de porta pallets eram compostos de cantoneiras de aço com perfurações ao longo de todo seu comprimento com conexões feitas através de parafusos proporcionando uma maior flexibilidade aos projetistas no desenvolvimento de uma variedade de formas e configurações. Porém com passar do tempo esse método de conexão por parafusos estava se tornando trabalhoso, com alto custo envolvido e sem estabilidade nas estruturas. As seções das colunas foram transformadas em perfis tipo rack para facilitar instalação de contraventamentos e proporcionar mais estabilidade nas estruturas (CAMPOS, 2003). A Figura a 10 mostra uma coluna com seção tipo rack.

Figura 10 - Coluna tipo Rack de sistemas de armazenagem



Fonte: Campos (2003).

Os fabricantes com o passar do tempo desenvolveram conexões através de garras dentadas descartando a necessidade de ligações parafusadas conseguindo assim se manter no mercado competitivo. De acordo com ABNT (2007) as colunas é um elemento estrutural vertical que deve suportar os esforços transmitidos pelas unidades de carga.

2.5.2 Travessa/Diagonal

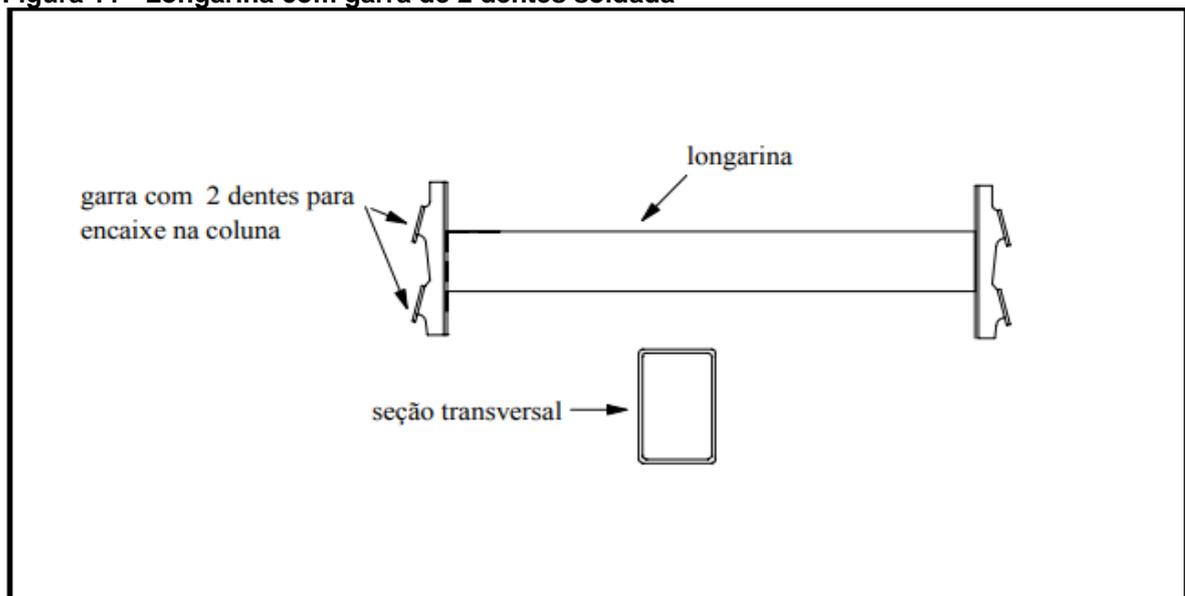
De acordo com Campos (2003) para garantir a estabilidade os elementos de contraventamento estão localizados em vários locais dos sistemas de armazenagem, no sistema porta pallets os contraventamentos (travessa/diagonal) são posicionados apenas nas faces laterais do sistema e para esse caso foram utilizados perfis de aço perfilados e formato de C.

2.5.3 Longarinas

De acordo com ABNT (2007) as longarinas são elementos estruturais compostos de um perfil horizontal como conectores nas extremidades para fixação nas colunas que em pares no mesmo plano horizontal devem suportar o peso das unidades de carga. As longarinas fazem a junção de cada coluna de sustentação de e também servem como base para os apoios dos pallets nos níveis superiores.

As longarinas podem ser dimensionadas para que caibam entre duas colunas mais de um pallet, minimizando assim a ocupação de espaço dentro do armazém. As dimensões das longarinas são consideradas em projeto estrutural a qual realiza compensação de carga e esforço dos componentes metálicos (TONDATO, 2014). A Figura 11 mostra uma longarina com garra soldada para junção dos montantes:

Figura 11 - Longarina com garra de 2 dentes soldada



Fonte: Campos (2003).

2.5.4 Sapatas

De acordo com ABNT (2007) as sapatas tem por finalidade fixar as colunas e distribuir as cargas que transmitem ao piso de apoio, sendo fixadas através de parafusos. As sapatas são fixadas ao piso através de chumbadores mecânicos ou químicos em que de acordo com ABNT (2007) quando houver esforços dinâmicos ou vibrações, devem ser utilizados chumbadores químicos fixados através de porca com sistema de travamento.

De acordo com Campos (2003) a ligação entre a coluna e a sapata é de fundamental importância em estruturas, pois a estabilização é garantida pelo pórtico considerando a rigidez da coluna, da longarina superior e da fixação da sapata.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este capítulo aborda os procedimentos metodológicos utilizados na execução da pesquisa, apresentando o método de abordagem, a classificação da pesquisa, a população e a amostra, o instrumento de coleta de dados e para finalizar a forma que os dados são tratados.

Esta pesquisa se classifica de acordo com Gil (1991) como:

- Quanto a sua natureza: pesquisa aplicada, pois forneceu propostas para melhoria do desempenho ambiental e avaliar o ciclo de vida do porta pallets, fazendo com que os conhecimentos gerados possam ser aplicados para obter melhores resultados ambientais;
- Quanto à abordagem do problema: quantitativa e qualitativa. Devido aos dados associados ao ciclo de vida do porta pallets, bem como as avaliações de impacto são apresentados de forma quantitativa. No entanto as propostas de melhorias formuladas a fim de melhorar o desempenho ambiental caracterizam abordagens qualitativas;
- Quanto aos seus objetivos: pesquisa exploratória, por se tratar da descrição das características de um determinado fenômeno ou estabelecer relações entre variáveis que se manifestam espontaneamente;
- Quanto aos procedimentos técnicos: levantamento devido envolver um questionamento direto das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. E também bibliográfica devido ter dados retirados da literatura.

3.2 APLICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em uma indústria metalúrgica produtora de porta pallets localizada em território nacional. Houve comprometimento da administração e do setor de engenharia fabril onde a busca de dados relevantes foram obtidos através da vivência do pesquisador e respondido “*in loco*” pelo entrevistado coordenador da qualidade e engenharia industrial que conhece e vivencia os acontecimentos do tema inovação.

A empresa fornece soluções na área de logística com vários tipos de produtos que complementam toda a infraestrutura e oferece soluções de movimentação e armazenagem de materiais, sendo o porta pallets o produto principal da empresa (RODRIGUES, 2016).

Há algumas empresas em território nacional que fabricam esse tipo de sistema, como por exemplo: Águia Sistemas de Armazenagem Ltda; Altamira Indústria Metalúrgica Ltda; Bertolini S/A - Sistemas de Armazenagem; Esmena do Brasil S.A; Fiel S/A Móveis e Equipamentos Industriais; Isma S/A Indústria Silveira de Móveis de Aço e Mecalux S.A (MIRANDA, 2011).

De acordo com Rodrigues (2016) a empresa estuda possui como clientes as maiores multinacionais presentes no país e recentemente figurou entre uma das 1500 empresas como o melhor desempenho financeiro do país. Diante do exposto justifica-se a escolha da empresa para esse estudo.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.

Foi realizado um levantamento bibliográfico aprofundando conceitos referentes à inovação, incluindo os indicadores de inovação e modelos utilizados para mensuração; e, conceitos relacionados à ACV, incluindo as fases para realização da ACV e os indicadores obtidos. Posteriormente foram obtidos os indicadores de inovação e ACV para o produto Porta Pallets, que é líder de vendas na empresa.

Um estudo conduzido por Rodrigues (2016) em que foi realizada a ACV no produto porta pallets para melhoria do desempenho ambiental considerando a fronteira do berço ao portão da empresa (*cradle-to-gate*), serviu de base para encontrar os indicadores de ACV. A metodologia foi norteada pela norma NBR ISO 14040 e NBR ISO 14044 (ABNT, 2009a; ABNT, 2009b). Para análise de ICV o software utilizado no estudo de Rodrigues (2016) foi o Umberto® v.5.6, o mesmo possui interatividade com a Base de Dados de Inventários do Ciclo de Vida Ecoinvent v.3.2 e o método de AICV utilizado foi ReCiPe 2008.

Dessa maneira com a ACV do produto porta pallets temos a quantificação dos potenciais impactos ambientais para cada categoria. Cada categoria de impacto possui subsistemas que são os principais contribuidores de cada categoria denominados *hotspots*. No total são 10 categorias de impactos em que cada uma possui 7 subsistemas e para entender melhor qual subsistema influencia na ACV foi

realizada a média ponderada igualitária para cada subsistema dessas categorias de impacto e posteriormente através da ferramenta da qualidade, gráfico de pareto, foram identificados quais subsistemas influencia com maior relevância na AVC.

Para avaliar a inovação foi utilizado um questionário proposto pela PINTEC (IBGE, 2010) adaptado por Luz (2011), apresentado no Anexo A. Neste modelo utilizado por Luz (2011) os indicadores considerados a partir do questionário PINTEC foram referentes às categorias de: impacto das inovações, atividades inovativas e fontes de informação conforme descritos no item 2.3.1.

Para as respostas do questionário de inovação foi necessário realizar atribuições de pesos para cada resposta e atribuir grau de importância para cada peso.

Tabela 1 - Atribuição de pesos indicadores de inovação

Grau de importância	Peso
Alta	5
Média	3
Baixa e não relevante	1

Fonte: Luz (2011)

A Tabela 1 apresenta que para cada indicador foi dado como possibilidade de respostas em grau de importância alta, média, baixa e não relevante.

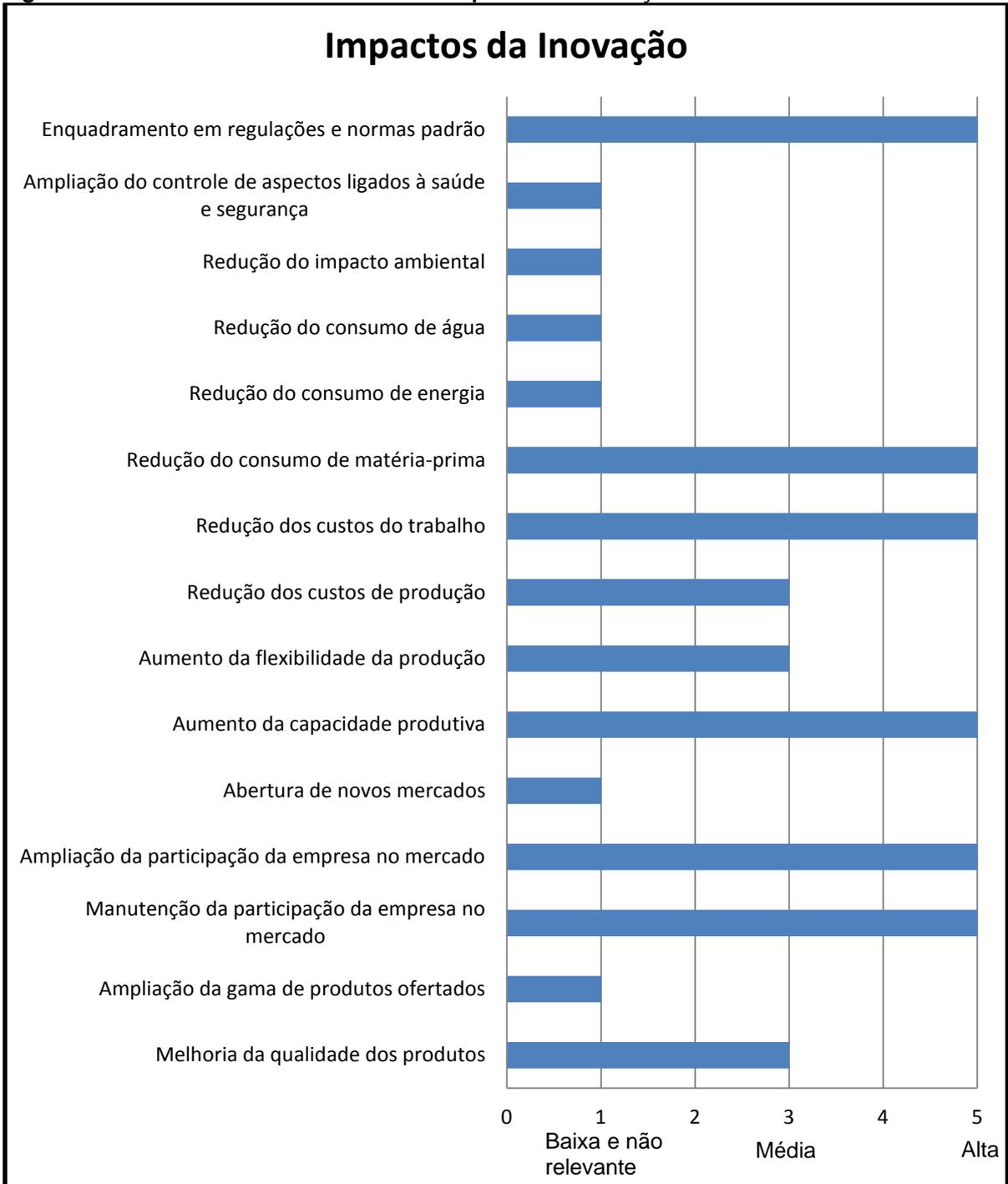
4 RESULTADOS

4.1 INDICADORES DE INOVAÇÃO

Conforme apresentado na metodologia do presente trabalho, os indicadores de inovação são: impacto das inovações, as atividades inovativas e as fontes de informação. Desta maneira serão demonstrados os resultados de todos os indicadores obtidos com a pesquisa referente a cada grupo descrito.

A Figura 12 apresenta os indicadores, respondidos pelo gestor, referentes ao impacto das inovações, englobando quinze questionamentos. Sendo importante lembrar que os indicadores são representados por: baixa e não relevante (1), média importância (3) e alta importância (5).

Figura 12 - Resultado dos indicadores de impacto das inovações



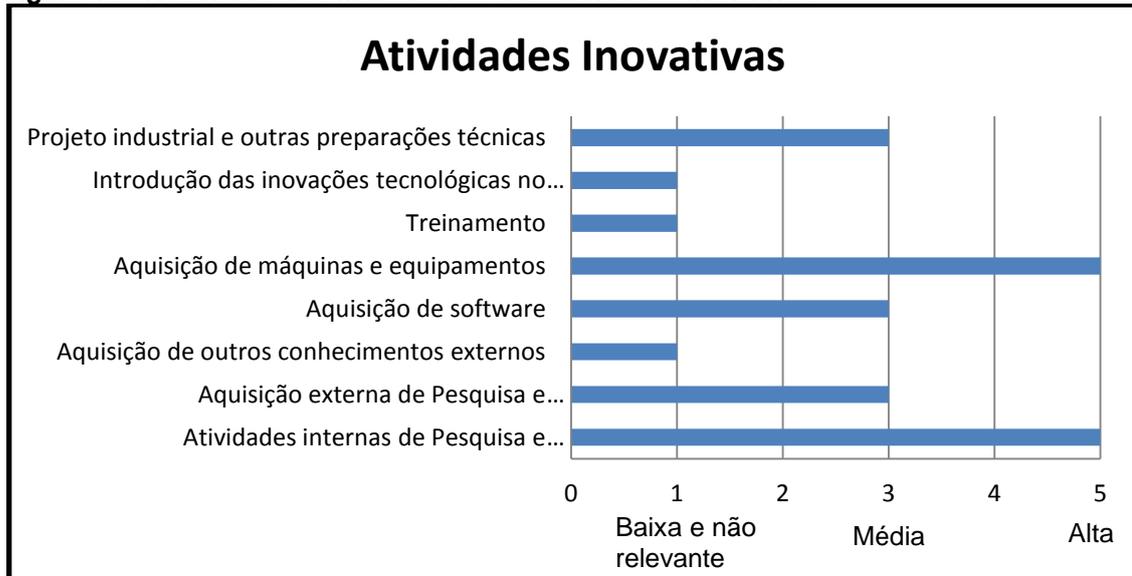
Fonte: Autoria própria (2018).

Pode ser observado na Figura 12 a alta importância para os indicadores: enquadramento em regulações e normas padrão, redução do consumo de matéria prima, redução dos custos de trabalho, aumento da capacidade produtiva, ampliação da participação da empresa no mercado, manutenção da participação da empresa no mercado. Sendo os indicadores de média importância os de redução dos custos de produção, aumento da flexibilidade de produção e melhoria da qualidade

dos produtos, indicadores relacionados diretamente com a produção do porta pallets.

O segundo grupo pesquisado, referente às atividades inovativas, é contemplado com oito indicadores, como representa a Figura 13.

Figura 13 - Resultado dos indicadores das atividades inovativas



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 13 é possível observar que dentre os oito indicadores que compõem o grupo de atividades inovativas apenas dois possuem maior importância, no entanto possui 3 indicadores que tem menor importância: treinamento, Introdução das inovações tecnológicas e aquisição de outros conhecimentos, pois se entende que a empresa possui outras prioridades, como por exemplo, a aquisição de máquinas e equipamentos.

Devido os indicadores de: aquisição de máquinas e equipamentos, atividades internas de pesquisa e desenvolvimento estarem sendo considerados com alta importância para a empresa estudada pode estar relacionado ao fato que os impactos nos indicadores de enquadramento em regulações e normas padrão e ampliação da participação da empresa no mercado também foram considerados com alta importância, além de acreditarmos que para atender os dois últimos indicadores citados podem ser através da aquisição de novas máquinas e equipamentos.

O terceiro e último grupo refere-se às fontes de informação, que possuem 14 indicadores descritos pela PINTEC conforme apresenta a Figura 14.

Figura 14 - Resultado dos indicadores de fontes de informação



Fonte: Autoria própria (2018).

É observado nos resultados apresentados na Figura 14 que os indicadores com maior importância para o grupo de fontes de informação foi departamento de pesquisa e desenvolvimento, instituições de testes ensaios e certificações e também feiras e exposições. Esse grupo apresentou um maior número de indicadores com baixa importância e 5 indicadores com média importância que são: concorrentes, clientes e consumidores, fornecedores, universidades e outros centros de ensino superior e também centros educacionais e de pesquisa.

Através de uma avaliação dos indicadores, de alta importância das fontes de inovação, com o ciclo de vida do produto é possível observar que os mesmos podem estar relacionados, devido à procura por alternativas de melhorias no processo que também resulte em um melhor desempenho ambiental do sistema do produto. Podem ser identificados por exemplo novas formas de produção das peças que

compoem o produto ou novas tecnologias que contribuam para a otimização dos sistema do produto em todo seu ciclo de vida.

Com os indicadores já apresentados detalhadamente foi realizada uma análise descritiva dos dados de impactos de inovação, atividades inovativas e fontes de informação, a Tabela 2 demonstra um resumo, com as médias dos grupos descritos, considerando um índice de confiança de 95%.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos indicadores de inovação

Estatística	Impactos da Inovação	Atividades Inovativas	Fontes de Informação
Média	3	2,75	2,37
Desvio padrão	1,85	1,67	1,59
Coefficiente de variância	3,43	2,79	2,52
Intervalo de confiança média	2,52 <μ< 3,48	2,16<μ<3,34	1,98<μ<2,76

Fonte: Aatoria própria (2018).

Como observado pelos resultados da Tabela 2 o grupo com maior variância foi o Impactos da inovação, sendo este grupo o que obteve o maior número de diferenças nos resultados de seus indicadores. No entanto, é possível perceber que o grupo impactos da inovação que foram questionados possui uma tendência de maior importância referente à inovação da empresa produtora de porta pallets. Com isto pode - se perceber que as inovações implementadas estão obtendo resultados significativos.

4.2 INDICADORES DE ACV

Com a AICV é possível avaliar os potenciais impactos associados ao ciclo de vida da produção do porta pallets através da correlação dos dados do ICV com as categorias de impactos. No estudo de Rodrigues (2016) foram quantificados os potenciais impactos ambientais para cada categoria. E as categorias de impactos foram estratificadas em termos de subsistemas da produção do porta pallets na fronteira *cradle-to-gate*, identificando dessa forma os “hotspots”. A Tabela 3 apresenta as categorias de impactos que envolvem este estudo:

Tabela 3 - Indicadores de ACV

Indicadores de ACV	Quantidade	Unidade	Subsistemas (%)
--------------------	------------	---------	-----------------

Mudança Climática (PMC)	630	Kg CO2 Eq	Produção da bobina de aço	86,13
			Transporte (bobina de aço)	5,86
			Óleo vegetal	5,16
			Produção de tinta	1,53
			Energia elétrica	1,18
			Solda	0,08
			Transporte (tinta)	0,05
Depleção do Ozônio (PDO)	4,06E-05	Kg CFC Eq	Produção da bobina de aço	70,53
			Transporte (bobina de aço)	17,36
			Produção de tinta	5,9
			Óleo vegetal	4,03
			Energia elétrica	1,97
			Transporte (tinta)	0,14
			Solda	0,07
Depleção de recursos minerais (PDRM)	770,86	Kg Fe Eq	Produção da bobina de aço	99,42
			Produção de tinta	0,23
			Transporte (bobina de aço)	0,15
			Solda	0,09
			Óleo vegetal	0,06
			Energia elétrica	0,04
			Transporte (tinta)	0,00
Acidificação Terrestre (PAT)	2,48	Kg SO2 Eq	Produção da bobina de aço	88,13
			Transporte (bobina de aço)	5,98
			Óleo vegetal	2,54
			Produção de tinta	1,88
			Energia elétrica	1,34
			Solda	0,07
			Transporte (tinta)	0,06
Eutrofização Aquática (água doce) (PEAD)	0,48	Kg N Eq	Produção da bobina de aço	97,26
			Produção de tinta	0,94
			Transporte (bobina de aço)	0,67
			Energia elétrica	0,55
			Óleo vegetal	0,51
			Solda	0,05
			Transporte (tinta)	0,02
Eutrofização Aquática (água marinha) (PEAM)	0,66	Kg N Eq	Produção da bobina de aço	77,19
			Óleo vegetal	10,9
			Transporte (bobina de aço)	9,38
			Produção de tinta	1,32
			Energia elétrica	1,07
			Transporte (tinta)	0,08
			Solda	0,06
Toxicidade Humana (PTH)	745,04	1,4 DCB Eq	Produção da bobina de aço	96,48
			Transporte (bobina de aço)	1,52
			Óleo vegetal	0,83

			Produção de tinta	0,6
			Energia elétrica	0,52
			Solda	0,03
			Transporte (tinta)	0,02
Formação de Oxidantes Fotoquímicos (PFOF)	2,5	Kg NMVOC	Produção da bobina de aço	86,53
			Transporte (bobina de aço)	8,35
			Óleo vegetal	2,07
			Produção de tinta	1,97
			Energia elétrica	0,92
			Solda	0,09
			Transporte (tinta)	0,07
Formação de Material Particulado (PFMP)	2,22	Kg NO ₂ /MP	Produção da bobina de aço	92,18
			Transporte (bobina de aço)	3,85
			Óleo vegetal	1,93
			Produção de tinta	1,15
			Energia elétrica	0,77
			Solda	0,1
			Transporte (tinta)	0,03
Ecotoxicidade Terrestre (PET)	0,79	Kg 1,4 DCB Eq	Óleo vegetal	91,63
			Produção da bobina de aço	6,35
			Transporte (bobina de aço)	1,75
			Energia elétrica	0,13
			Produção de tinta	0,11
			Solda	0,02
			Transporte (tinta)	0,01

Fonte: Rodrigues (2016).

É possível observar na Tabela 3 a contribuição de cada categoria de impacto ao longo do processo industrial de produção de porta pallets e também a porcentagem de contribuição de cada Subsistemas em relação as categorias de impactos.

Para visualizar os subsistemas que mais influencia a ACV foi realizado média ponderada igualitária dos subsistemas para cada categoria. Em que de acordo com Ferreira (2017) a média é muito utilizada no cotidiano e principalmente associada a dados estatísticos que identificam onde se concentra uma tendência de distribuição de certa característica. A Tabela 4 apresenta a média ponderada igualitária dos subsistemas das categorias de impacto.

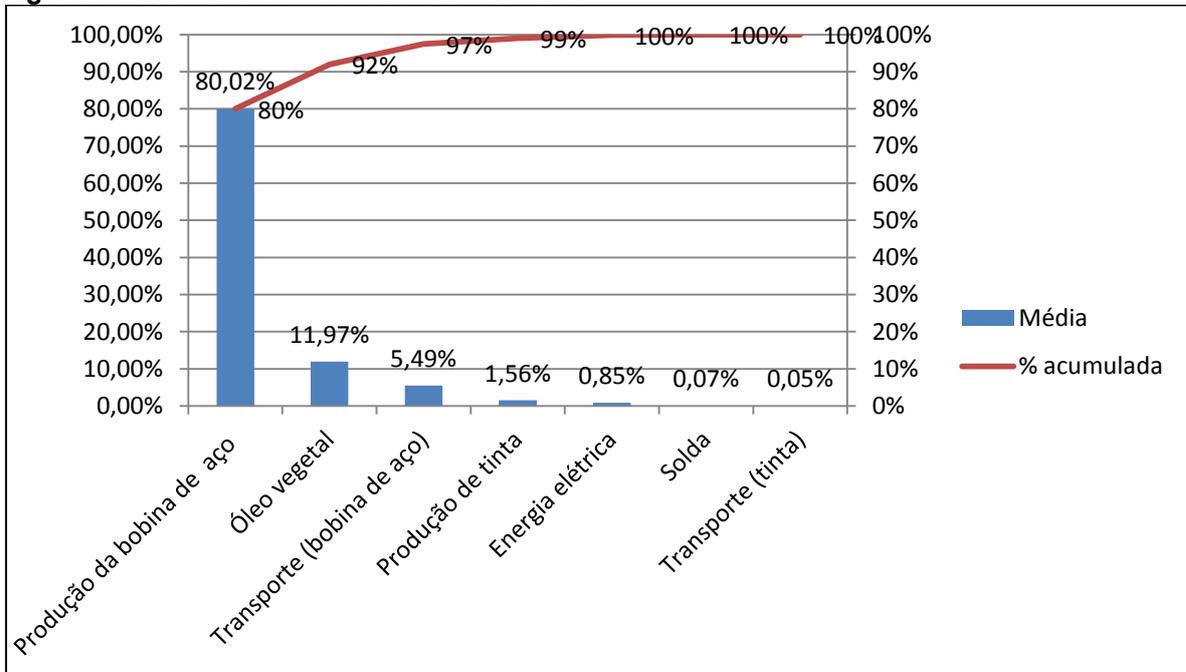
Tabela 4 - Média dos subsistemas das categorias de impacto

Subsistemas	Média
Produção da bobina de aço	80,02%
Óleo vegetal	11,96%
Transporte (bobina de aço)	5,49%
Produção de tinta	1,56%
Energia elétrica	0,85%
Solda	0,07%
Transporte (tinta)	0,05%

Fonte: Autoria própria (2018).

Com a média ponderada igualitária dos subsistemas de todas as categorias de impactos é possível visualizar a porcentagem total de que cada subsistema influencia na ACV. De acordo Bortolotti, Samoyil e Souza (2009) o gráfico de pareto é considerado uma das ferramentas da qualidade mais utilizadas em análise de melhoramentos de processos, pois é possível observar a característica mais relevante e também a contribuição que cada uma tem em relação ao total. Dessa maneira optou-se realizar um gráfico de pareto para verificar as principais causas do desempenho ambiental e propor melhoria. A Figura 15 demonstra, através do gráfico de pareto, quais subsistemas apresenta maior influencia na ACV.

Figura 15- Influência dos subsistemas na ACV



Fonte: Autoria própria (2018)

Dessa forma podemos observar na Figura 15 que os subsistemas que mais influenciam no desempenho ambiental do produto porta pallets é a produção de bobina de aço, óleo vegetal, transporte da bobina de aço, pois esses subsistemas fazem parte de 97,48% das causas que mais influenciam no desempenho ambiental.

Na análise de pareto é observado que a “produção da bobina de aço” corresponde a 80% de todo o impacto ambiental causado na produção do porta pallets, sendo este um indicador para melhoria do desempenho ambiental através da redução do consumo da matéria prima para atender a mesma função do produto.

O subsistema “óleo vegetal” é o segundo indicador que mais contribui para o desempenho ambiental, dessa maneira obter máquinas e equipamentos com um menor consumo de óleo vegetal estará contribuindo positivamente para o desempenho ambiental no processo de fabricação do porta pallets.

No subsistema “Transporte de bobina de aço” classificado na análise de pareto como o terceiro contribuinte para o desempenho ambiental, pode ser estudado rotas alternativas ou uma melhor configuração de carga para o sistema de transporte de bobinas para minimizar o impacto ambiental.

4.3 AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DOS INDICADORES DE INOVAÇÃO NA ACV

Com os dados compilados e analisados separadamente é possível realizar uma análise em conjunto, onde qualitativamente será avaliada a influência da geração de inovação na avaliação do ciclo de vida da produção do porta pallets.

É possível observar a influência existente entre o primeiro grupo de indicadores de inovação, referente aos impactos das inovações e ACV, pois os indicadores mais relacionados ao ciclo de vida do produto possuem “alta importância” para a empresa em questão, sendo eles: enquadramento em regulações e normas padrão, redução do consumo de matéria prima, redução dos custos de trabalho, aumento da capacidade produtiva, ampliação da participação da empresa no mercado, manutenção da participação da empresa no mercado. Desta forma, podemos entender que o primeiro grupo de indicadores referente a impactos da inovação influencia na ACV do porta pallets, pois na análise de pareto

apontou que entre os *hotspots* encontrados com maior emissão é o subsistema de produção da bobina de aço.

Esses resultados estão semelhantes em alguns aspectos com o estudo de Marçal (2015) realizado com produto em MDF, onde foi encontrado uma influência devido estar com “alta Importância” referente aos impactos de inovação os indicadores: o consumo de água, matéria prima, energia e impacto ambiental.

O consumo de água, matéria prima, energia e impacto ambiental são indicadores observados na AVC onde os empresários devem, por sua vez, implementar uma produção mais limpa, aproveitando os resíduos industriais, economizando energia elétrica, reciclando água no processo produtivo, fazendo coleta seletiva e apoiando programas ambientais (PRADO, 2007).

A redução de matéria prima acaba por ser um importante indicador de influência na ACV assim como comprovado por Rodrigues (2016), em que nesse estudo sugere como proposta de melhoria de desempenho ambiental alteração no consumo de matéria prima para um subdimensionamento de até 5% para a mesma função do produto.

Assim como de acordo com Mendes (2013) as empresas que adotam a ACV conhecem os impactos causados ao longo do ciclo de vida do produto e podem implementar melhorias no processo produtivo, englobando aspectos ambientais ao processo que proporcionam benefícios econômicos.

Os resultados de alta importância atribuído aos indicadores das atividades inovativas foram: aquisição de máquinas e equipamentos, atividades internas de pesquisas e desenvolvimento. É possível observar que o grupo de atividades inovativas possui influência com resultados para a avaliação do ciclo de vida, devido ao resultado da análise de pareto apontar o óleo vegetal como um contribuinte para o desempenho ambiental, dessa maneira as atividades inovativas podem auxiliar em uma proposta para diminuir o consumo do óleo vegetal.

Com os indicadores de alta importância de atividades inovativas verifica-se a influência em ACV, visto que, uma proposta de melhoria de desempenho de Rodrigues (2016) é a redução do consumo de óleo vegetal utilizado para lubrificação do aço nos processos de fabricação.

Em um estudo realizado por Marçal (2015) foi encontrado resultados semelhantes, porém para o produto MDF em que para obter maior sustentabilidade e melhoria no sistema produtivo, que impactam nos resultados de ACV,

seriam necessários novos equipamentos que causem menor impacto ao meio ambiente. Assim afirma também Prado (2007) em que o elevado consumo de energia elétrica está relacionado fundamentalmente ao funcionamento dos equipamentos.

De acordo com estudo realizado por Luz (2011) percebe-se também que quanto maior a relevância atribuída as “atividades inovativas” a tendência é que o consumo de recursos naturais e as emissões atmosféricas de efluentes e resíduos sejam menores. Podendo ser um indicativo de que a redução no consumo e emissões sejam alcançados através de inovações inovativas desenvolvidas pela empresa.

Através de Luz (2011) encontra que dentre as atividades inovativas os indicadores com maior influência sobre ICV está: aquisição de máquinas e equipamentos e treinamento. Observando que para a empresa estudada o indicador “aquisição de máquinas” também apresentou maior importância.

Em relação ao grupo de fontes de informação é possível observar os indicadores com alta importância: feiras e exposições; instituições de testes, ensaios e certificações; departamento de pesquisa e desenvolvimento.

Os indicadores de fontes de inovação também demonstram influência em ACV, devido através desses indicadores ser possível influenciar positivamente na avaliação do ciclo de vida através de pesquisas para obter melhoria no processo e/ou produto pode provocar um melhor desempenho ambiental do sistema.

Devido as grandes e rápidas mudanças que ocorrem a nível global, a inovação tornou se um requisito vital para todas as organizações. A inovação irá depender muito das pessoas que formam a empresa, seja esta de qualquer porte ou ramo de atividade, porém para geração de inovação é necessário um esforço contínuo direcionado ao gerenciamento de um ambiente favorável para que as pessoas possam participar com suas idéias e buscarem constantemente inovações (SILVA, 2006).

Assim, diante das análises realizadas busca-se auxiliar a organização para obter melhores resultados ambientais e inovativos na produção do porta pallets, bem como auxiliar nas possíveis tomadas de decisões.

4.4 PROPOSTA DE AÇÕES DE MELHORIA PARA O DESEMPENHO AMBIENTAL

Como objetivo específico desse estudo propor melhorias baseadas nas influências de geração de inovação na ACV pode-se estudar os indicadores dos impactos da inovação: redução de água e redução do consumo de energia. Pois esses indicadores apresentaram baixa importância porém estão ligados a fase de ICV onde são indetificados as entradas e saídas para cálculo da ACV.

Diante do exposto também foram observados que alguns indicadores com baixa importância em atividade inovativas que são: Introdução das inovações tecnológicas, treinamento, aquisição de outros conhecimentos. Esses indicadores teoricamente apresentam oportunidades para melhorias nos processos produtivos para um melhor desempenho em ACV.

Nas fontes inovativas os indicadores de “centros de capacitação profissional e assistência técnica” e “institutos de pesquisa ou centros de tecnológicos” apresentaram com baixa importância. Essa pesquisa propõe uma atenção especial a esses indicadores devido ser uma fonte de conhecimento e informação para gestores e colaboradores da empresa para melhorar o sistema produtivo e desempenho ambiental da organização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo analisar os indicadores presentes na geração de inovação que influenciam na avaliação de ciclo de vida do porta pallets de uma indústria do ramo metal – mecânico de Ponta Grossa – PR foram realizados estudos para verificar se podem existir alguma relação entre os temas. Desta forma, para obter indicadores relacionados aos impactos ao meio ambiente foi utilizado os indicadores obtidos na ACV e para os indicadores de inovação foi pesquisado conforme esclarece a PINTEC.

Com a metodologia desse estudo foi possível completar os objetivos específicos. Para os resultados de ACV foram apresentados os subsistemas que influencia com maior relevância na ACV, utilizando ferramenta da qualidade gráfico de pareto onde elencou respectivamente com maiores índices os subsistemas: produção da bobina de aço, óleo vegetal, transporte (bobina de aço), produção de tinta, energia elétrica, solda, transporte (tinta).

Para os indicadores de inovação utilizados pela empresa na fabricação de porta pallets estão classificados com “alta importância”, para impactos da inovação os indicadores: Enquadramento em regulações e normas padrão, redução do consumo de matéria prima, redução dos custos de trabalho, aumento da capacidade produtiva, ampliação da participação da empresa no mercado e manutenção da participação da empresa no mercado.

Nos indicadores de inovação das atividades inovativas foram classificados com “alta importância para empresa os indicadores: Aquisição de máquinas e equipamentos e atividades internas de pesquisas e desenvolvimento. Para o terceiro grupo em que se refere às fontes inovativas, foi apresentando com “alta importância” os indicadores de inovação: feiras e exposições, instituições de testes, ensaios e certificações e departamento de pesquisa e desenvolvimento.

Foi observado nesse estudo que a ACV pode agregar muitos benefícios para a organização, visto que é uma ferramenta capaz de apontar os principais potenciais impactos gerados devido a produção industrial. Aliados a inovação pode se mitigar os potenciais impactos gerados devido fabricação do produto podendo identificar práticas e/ou ações que contribuam para a redução, realizando mudanças tecnológicas devido a transformação do processo e/ou produto.

Com os resultados obtidos, essa pesquisa busca auxiliar a organização a obter melhores resultados ambientais e inovativos, bem como auxílio em possíveis tomadas de decisões. Como objetivo específico desse estudo propor melhorias baseadas nas influências de geração de inovação na ACV pode-se estudar os indicadores dos impactos da inovação: redução de água e redução do consumo de energia. Pois esses indicadores apresentaram baixa importância porém estão ligados a fase de ICV onde são indentificados as entradas e saídas para cálculo da ACV.

Nas atividades inovativas os indicadores de treinamento, aquisição de outros conhecimentos e introdução das inovações tecnológicas apresentaram com baixa importância. Essa pesquisa propõe uma atenção especial a esses indicadores devido ser uma maneira de aprendizado de gestores e colaboradores da empresa para melhorar o sistema produtivo e desempenho ambiental da organização.

Nas fontes inovativas os indicadores de “centros de capacitação profissional e assistência técnica” e “institutos de pesquisa ou centros de tecnológicos” apresentaram com baixa importância. Essa pesquisa propõe uma atenção especial a esses indicadores devido ser uma fonte de conhecimento e informação para gestores e colaboradores da empresa para melhorar o sistema produtivo e desempenho ambiental da organização.

Diante do exposto podemos entender que a principal contribuição da geração da inovação na avaliação do ciclo de vida do produto é a oportunidade de melhorar o desempenho ambiental através da melhoria da qualidade do produto. Com a inovação podemos utilizar os indicadores para apontar melhorias no ciclo de vida do produto que impactam no desempenho ambiental.

5.2 SUGESTÃO DE ESTUDOS FUTUROS

De acordo com os resultados obtidos no estudo e com passar do tempo e avanço no tema estudado, podem ser listados algumas sugestões de estudos futuros:

- Aplicar ACV para processo de desenvolvimento de produto para auxiliar na tomada de decisão.

- Elaborar modelo de análise quantitativa para avaliar influência da inovação na ACV.
- Ampliar a aplicação da pesquisa em outras unidades produtoras de porta pallets, para retratar uma realidade precisa a nível nacional.

6 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Rodrigo Augusto Freitas de. **Avaliação de Métodos de AICV: Um Estudo de Caso de Quatro Cenários de Ração para Frangos de Corte**. 2010. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ANDRIĆ, I.*et al.* Environmental performance assessment of retrofitting existing coal fired power plants to co-firing with biomass: carbon footprint and emergy approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, p. 13-27, 9/15/ 2015.ISSN 0959-6526.

ARVESEN, A.*et al.* Life cycle assessment of transport of electricity via different voltage levels: A case study for Nord-Trøndelagcounty in Norway. **Applied Energy**, v. 157, p. 144-151, 11/1/ 2015.ISSN 0306-2619.

ASSIS, Bruno Bastos de. **Avaliação do Ciclo de Vida do Produto como Ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável**. 2009. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 15524-1**: Sistemas de Armazenagem Parte 1: Terminologia. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 15524-2**: Sistemas de Armazenagem Parte 2: Diretrizes para o uso de estruturas tipo porta-paletes seletivos. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT. 72 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040**: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Princípios e Estrutura. Brasil, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14044**: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e Orientações. Brasil, 2009b.

ATHENA SUSTAINABLE MATERIALS INSTITUTE.A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Medium Density Fibreboard (MDF).Ottawa, On, 2009.

BARBIERI, J. C. Organizações Inovadoras. São Paulo: FGV, 2003.

BECK, Klunger Arthur Ester; PEDROSO, Gelta Madalena Jonck. Inovações Tecnológicas no Setor Metal-Mecânico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: desafios da engenharia de produção na consolidação do Brasil no cenário econômico mundial**. Belo Horizonte: Abepro, 2011.

BORTOLOTTI, Silvana Ligia Vincenzi; SAMOYIL, Robert Wayne; SOUZA, Rosely Antunes. Análise da Qualidade do Produto Final no Processo de Envase de Azeitonas Verdes. **Revista Tecnologia e Humanismo**, Curitiba, v. 23, n. 36, p.1-15, Não é um mês valido! 2009. Semestral.

CAMPOLINA, Juliana Mendes; SIGRIST, Carolina São Leandro; MORIS, Virgínia Aparecida da Silva. Uma revisão de literatura sobre softwares utilizados em estudos de Avaliação do Ciclo de Vida. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, São Paulo, v. 19, n. 02, p.735-750, Agosto 2015. Bimestral.

CAMPOS, Simone Rodrigues. **Estudo Teórico-Experimental de Sistemas de Armazenagem Industrial Tipo DRIVE-IN**. 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

CAVALETT, Otávio *et al.* Comparative LCA of ethanol versus gasoline in Brazil using different LCIA methods. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.647-658, 3 jul. 2012. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-012-0465-0>.

Coelho Filho, Osmar; Saccaro Junior, Nilo Luiz; e Luedmann, Gustavo; **Avaliação do Ciclo de Vida como Ferramenta para a Formulação de Políticas Públicas no Brasil**. Brasília: IPEA, 2000. (Texto para Discussão, n. 2205). Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6685/1/td_2205.pdf.

DANTAS, Leiliam Cruz; LUNA, Mayrlla dos Santos; GUIMARÃES, Luiz Eduardo Cid. Evolução Recente da Inovação nas Pequenas Unidades Produtivas da Indústria Metal Mecânica de Campina Grande-PB. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: Abepro, 2015.

FERREIRA, Luiz da Silva. **Uma Abordagem Sobre Médias e suas Aplicações no Ensino Médio**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017.

FIGUEIREDO, Maria Cléo Brito de *et al.* Metodologia de avaliação dos impactos ambientais de inovações tecnológicas agroindustriais, com base no ciclo de vida. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2., 2007, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Ibict, 2007. p. 1 - 2

GILBERT, B. P.; RASMUSSEN, K. J. R. Impact tests and parametric impact studies on drive-in steel storage racks. **Engineering Structures**, v. 33, n. 5, p. 1410-1422, 2011.

HUISINGH, Donald *et al.* Recent advances in carbon emissions reduction: policies, technologies, monitoring, assessment and modeling. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 103, p.1-12, set. 2015.

IBGE. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica: PINTEC 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LIMA, Ângela Maria Ferreira. **Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil: Inserção e perspectivas**. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

LUZ, Leila Mendes da. **Proposta de Modelo para Avaliar a Contribuição dos Indicadores Obtidos na Análise do Ciclo de Vida Sobre a Geração de Inovação na Indústria**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

MARÇAL, Luciana Maichaki. **Influência da Geração de Inovação na Análise do Ciclo de Vida de Painéis de Madeira MDF**. 2015. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

MENDES, Natalia Crespo; BUENO, Cristiane; OMETTO, Aldo Roberto. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. **Production**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.160-175, 24 nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.153213>.

MENDES, Natalia Crespo. **Métodos e Modelos de Caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para aplicação no Brasil**. 2013. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MIRANDA, Sérgio Alves de. **Análise de Ligações de Sistemas de Armazenagem Industrial Tipo Porta-Pallets**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

MOTTA, Wladimir Henriques. **Ciclo de Vida do Produto e a Geração de Eco inovações: Desafios para o Brasil**. 2016. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

NORGATE, Terry; HAQUE, Nawshad. Using life cycle assessment to evaluate some environmental impacts of gold production. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 29-30, p.53-63, jul. 2012.

NUNES, Ilana de Souza *et al.* Estudo do Fluxo de Materiais e Energia na Produção de Creme Base Utilizando o Software Umberto: Os Potenciais Impactos Ambientais da Produção Farmacêutica Magistral. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente**. São Carlos: Abepro, 2010. p. 1 - 13.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico—Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, 3ªed., (tradução FINEP), 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0011/11696.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

OLIVEIRA, Maria Clara Brandt Ribeiro de. **Avaliação do Ciclo de Vida de Embalagens Plásticas de Óleo Lubrificante**: um estudo de caso. 2017. 121 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PASSUELLO, Ana Carolina Badalotti *et al.* Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.7-20, dez. 2014. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212014000400002>.

PIEKARSKI, Cassiano Moro *et al.* MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO CICLO DE VIDA: UMA DISCUSSÃO PARA ADOÇÃO DE MÉTODOS NAS ESPECIFICIDADES BRASILEIRAS. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.222-240, 6 nov. 2012. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482012000300011>.

PIEKARSKI, Cassiano Moro. **Proposta de Melhora do Desempenho Ambiental Associado ao Ciclo de Vida da Produção do Pannel de Madeira MDF**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

PINTO, Luiz Felipe Vilela. **Inovação**: Estratégia de Competitividade e Sustentabilidade na gestão Hospitalar. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia, e Finanças - Fucape, Vitória, 2014.

PRADO, M. R. **Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e pet utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil**. 2007. 188f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RAMÍREZ, Paola Karina Sánchez. **Análise de Métodos de Alocação Utilizados em Avaliação do Ciclo de Vida**. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

RODRIGUES, Carla Regina Blanski *et al.* SISTEMAS COMPUTACIONAIS DE APOIO A FERRAMENTA ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DO PRODUTO (ACV). In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVIII. 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** . Rio de Janeiro: Abepro, 2008. p. 16 - 31.

SAÉNZ, T. W.;CAPOTE, E. G. Ciência, Inovação e Gestão Tecnológica. Brasília:SENAI, 2002.

SALVADOR, Rodrigo *et al.* Inovação e Avaliação do Ciclo de Vida no Contexto Sustentável. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 4., 2013, São Paulo. **Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies**. São Paulo, 2013.

SILVA, Fábio Gomes da. **Avaliação do Nível de Inovação Tecnológica**: desenvolvimento e teste de uma metodologia. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

STEFANOVITZ, Juliano Pavanelli. **Contribuições ao estudo da gestão da inovação**: proposição conceitual e estudo de casos. 2011. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

TIGRE, P. B. Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TONDATO, Rogério. **Desenvolvimento de um Modelo Matemático para Dimensionamento de Armazéns com Estruturas Porta Paletes**. 2014. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

XIMENES, Ana Carênina de Albuquerque; VIEIRA, Mariana Fernandes Costa. Inovação, avaliação do ciclo de vida e gestão ambiental: a prática dos micro e pequenos produtores do APL de ovino caprinocultura na macrorregião do Sertão Central do Ceará. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Tocantins. **Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional**. Tocantins, 2012.

YUE, Dajun; YOU, Fengqi; DARLING, Seth B. Domestic and overseas manufacturing scenarios of silicon-based photovoltaics: Life cycle energy and environmental comparative analysis. **Solar Energy**, [s.l.], v. 105, p.669-678, jul. 2014.

ZOCHE, Lidiana *et al.* Análise tecnológica de patentes relacionadas a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Um levantamento no banco nacional e internacional de patentes. **Espacios**, v. 35, n. 2, jan. 2014. Mensal.

ZOCHE, Lidiana. **Identificação das Limitações da ACV Sob a Ótica de Pesquisas Acadêmicas**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

ZOLDAN, Marcos Aurélio. **Análise dos Requisitos Organizacionais para Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de Produtos Madeireiros**. 2008. 127 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DOS INDICADORES DE INOVAÇÃO.

PESQUISA DE INOVAÇÃO

Objetivo da pesquisa: esta pesquisa tem por objetivo identificar indicadores de inovação referentes ao sistema do produto.

Todos os dados fornecidos serão mantidos de forma absolutamente confidencial.

Identificação da Empresa	
CNPJ:	
Razão Social:	
Unidade da federação:	Município:
Setor:	
Data:	

Informações Adicionais
Nome do entrevistado:
Cargo na empresa:
Telefone do entrevistado:
E-mail do entrevistado:
Ano de início de operação:

Nesta pesquisa a unidade de investigação são os indicadores de inovação relacionados ao sistema do produto: _____. Portanto as questões a seguir devem ser respondidas com informações que dizem respeito a esse sistema.

Breve descrição do sistema:

Inovação de produto
<p>Produto novo é um produto cujas características fundamentais (especificações técnicas, componentes e materiais, <i>software</i> incorporado, <i>user friendliness</i>, funções ou usos pretendidos) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa.</p> <p>Significativo aperfeiçoamento de produto refere-se a um produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aperfeiçoado. Um</p>

1 () Sim 2 () Não

Para as questões a seguir, indique sua resposta conforme a legenda:

1= Importância baixa e não relevante

3 =Importância Média

5= Importância Alta

Atividades Inovativas	
<p>Atividades inovativas - são atividades representativas dos esforços da empresa voltados para a melhoria do seu acervo tecnológico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento e implementação de produtos ou processos novos ou significativamente aperfeiçoados.</p> <p>Assinale a importância das atividades desenvolvidas pela empresa, para a implementação de produto e/ou processo no sistema em questão, no período entre 2016 e 2017.</p>	
<p>Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados. O desenho, a construção e o teste de protótipos e de instalações piloto constituem muitas vezes a fase mais importante das atividades de P&D. Inclui também o desenvolvimento de <i>software</i>, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico.</p>	
	Resposta
4 - Qual a importância da atividade de P&D realizada entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
21.1 - Descreva brevemente a atividade INTERNA de P&D realizada entre 2016 e 2017 que auxiliou no desenvolvimento das inovações implementadas:	
<p>Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) As atividades de P&D (descritas acima) realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pela empresa.</p>	
	Resposta
5 - Qual a importância da aquisição externa de P&D realizada entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
6 - Descreva brevemente a atividade EXTERNA de P&D adquirida por sua empresa entre 2016 e 2017 que auxiliou no desenvolvimento das inovações implementadas:	

<p>Aquisição de outros conhecimentos externos, exclusive software Acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de <i>knowhow</i> e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações.</p>	
	Resposta
7 - Qual a importância da aquisição de outros conhecimentos externos realizada entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
<p>Aquisição de software Aquisição de <i>software</i> (de desenho, engenharia, de processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, para automatização de processos, etc.), especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aperfeiçoados.</p>	
	Resposta
8 - Qual a importância da aquisição de <i>software</i> realizada entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
<p>Aquisição de máquinas e equipamentos Aquisição de máquinas, equipamentos, <i>hardware</i>, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aperfeiçoados.</p>	
	Resposta
9 - Qual a importância da aquisição de máquinas e equipamentos realizada entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
<p>Treinamento Treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos.</p>	
	Resposta
10 - Qual a importância do treinamento, realizado entre 2016 e 2017 para o desenvolvimento da(s) inovação(ões) geradas no sistema?	[]
<p>Introdução das inovações tecnológicas no mercado Atividades (internas ou externas) de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de um produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento. Exclui a construção de redes de distribuição de mercado para as inovações.</p>	
	Resposta
11 - Qual a importância da introdução das inovações tecnológicas no mercado entre 2016 e 2017?	[]

Outras preparações para a produção e distribuição

Refere-se aos procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo. Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implementação de inovações de processo ou de produto. Inclui mudanças nos procedimentos de produção e controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e *software* requeridos para a implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados. Assim como as atividades de tecnologia industrial básica (metrologia, normalização e avaliação de conformidade), os ensaios e testes (que não são incluídos em P&D) para registro final do produto e para o início efetivo da produção.

Resposta

12 - Qual a importância do projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição realizada entre 2016 e 2017 para efetivar a implementação da(s) inovação(ões) no sistema?

[]

Impactos das Inovações

Indique a importância dos impactos das inovações de produto e processo, implementadas no sistema durante o período entre **2016 e 2017**.

	Resposta
Produto	
Melhorou a qualidade do produto	[]
Ampliou a gama de bens ou serviços ofertados	[]
Mercado	
Permitiu manter a participação da empresa no mercado	[]
Ampliou a participação da empresa no mercado	[]
Permitiu abrir novos mercados	[]
Processo	
Aumentou a capacidade de produção ou de prestação de serviços	[]
Aumentou a flexibilidade da produção ou da prestação de serviços	[]
Reduziu os custos de produção ou dos serviços prestados	[]
Reduziu os custos do trabalho	[]
Reduziu o consumo de matérias-primas	[]
Reduziu o consumo de energia	[]
Reduziu o consumo de água	[]
Outros impactos	
Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente	[]
Permitiu controlar aspectos ligados à saúde e segurança	[]
Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo	[]

Fontes de informação

Indique a importância atribuída a cada categoria de fonte de informação empregada entre 2016 e 2017, para o desenvolvimento das inovações de produto e/ou processo tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados, referente ao sistema em questão.

	Resposta
Fontes internas à empresa	
Departamento de P&D	[]
Outros	[]
Fontes externas à empresa	
Outra empresa do grupo	[]
Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou softwares	[]
Clientes ou consumidores	[]
Concorrentes	[]
Empresas de consultoria e consultores independentes	[]
Centros educacionais e de pesquisa	[]
Universidades ou outros centros de ensino superior	[]
Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	[]
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	[]
Instituições de testes, ensaios e certificações	[]
Outras fontes de informação	[]
Conferências, encontros e publicações especializadas	[]
Feiras e exposições	[]
Redes de informações informatizadas	[]

Observações: