

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

TÁSSIA BASTOS SOBREIRA

ECO-INOVAÇÃO: a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura
da indústria automotiva

**São Paulo
2015**

TÁSSIA BASTOS SOBREIRA

ECO-INOVAÇÃO: a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura
da indústria automotiva

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Centro Universitário da FEI, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do título
de Mestre em Administração de Empresas,
orientada pela Prof. Dra. Maria Tereza Saraiva
de Souza.

**São Paulo
2015**



Centro Universitário da FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO ATA DA BANCA JULGADORA

Programa de Pós-Graduação em Administração

PPGA-10

Candidato: Tassia Bastos Sobreira

Matrícula: 311306-5

Título do Trabalho: Eco-inovação: A evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura da indústria automotiva.

Área: ☐ Capacidades Organizacionais ☐ Mercados e Consumo ☒ Sustentabilidade

Orientador: Profª Drª Maria Tereza Saraiva de Souza

Data da realização da prova: 26 / 02 / 2015

A Banca Julgadora abaixo-assinada, atribuiu ao candidato o seguinte:

APROVADO ☒

REPROVADO ☐

ORIGINAL ASSINADA

São Paulo, 26 / 02 / 2015

MEMBROS DA BANCA JULGADORA

PROFª. DRA. MARIA TEREZA SARAIVA DE SOUZA

ASS.: _____

PROF. DR. JACQUES DEMAJOROVIC

ASS.: _____

PROF. DR. JOSÉ CARLOS BARBIERI

ASS.: _____

Versão Final da Dissertação

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-Graduação

Endosso do Orientador após a inclusão

das recomendações da Banca Examinadora

Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes

Dedico esta dissertação em especial a minha mãe que é um anjo em minha vida, ao meu esposo, e a minha família que sempre me apoiaram e me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram com a realização deste trabalho, principalmente aos professores do PPGA/FEI, a secretária do PPGA/ FEI, Carmem da Silva Carlos, e os colegas do PPGA/FEI, que contribuíram com o desenvolver desta dissertação, sendo direta ou indiretamente.

A Deus, por estar sempre presente em minha vida me abençoando e iluminando o meu caminho.

Agradeço também algumas pessoas que em momentos diferentes do projeto estiveram ao meu lado apoiando e incentivando a buscar o melhor trabalho possível, a saber:

Em primeiro lugar a orientadora, Profa. Dra. Maria Tereza Saraiva de Souza, pela orientação, ensinamentos, incentivo, paciência, ajuda, carinho, amizade e por ter ajudado a me tornar um mestre.

Aos membros da banca de qualificação, professores Dr. Jacques Demajorovic e Dr. Roberto Carlos Bernardes, pelas recomendações que contribuíram muito no Exame de Qualificação e na Defesa da Dissertação.

Ao Centro Universitário da FEI e a CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior, pela concessão de Bolsa de Estudo de mestrado, sem ela não seria possível à conclusão do curso.

Ao coordenador do curso Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes, pelos ensinamentos e amizade.

A montadora que disponibilizou seus colaboradores para que as entrevistas e visitas fossem realizadas.

A toda minha família, pelo apoio e por acreditar nessa caminhada e ser um porto seguro impedindo que eu desistisse.

RESUMO

As indústrias automotivas que possuem o processo de pintura em sua planta representam um forte potencial de impacto, a eco-inovação que trata da introdução de novos produtos e processos que reduzem os impactos ambientais promove a melhoria do desempenho ambiental. Apesar de o tema ser recente na área de administração, as pesquisas estão aumentando em congressos e periódicos internacionais, mas ainda é pouco explorado no Brasil, com um reduzido número de estudos em eventos e periódicos nacionais. Esse trabalho tem como objetivo principal analisar o desempenho ambiental a partir da implementação da inovação tecnológica de produto e processo no setor de pintura da indústria automotiva. Para alcançar este objetivo foi realizada pesquisa de caráter qualitativa e descritiva, utilizando a estratégia de estudo de caso em duas unidades de uma montadora. As fontes de evidência utilizadas foram entrevistas não estruturadas, observação direta, pesquisa documental e registro em arquivo. Os resultados da pesquisa mostram que as plantas industriais mais recentes são projetadas para inovação tecnológica ambiental de processo radical em relação às plantas mais antigas, por introduzirem um processo novo e com alterações significativas. Enquanto as plantas antigas, principalmente do século passado, conseguem promover poucas inovações ambientais incrementais levando a baixo desempenho ambiental. A análise dos casos permitiu constatar que a inovação tecnológica ambiental radical se deu pela substituição de matéria-prima desenvolvida pela matriz, pelo fornecedor e pela eliminação de uma etapa no processo de pintura. Além disso, houve o aperfeiçoamento da linha de produção, o que levou a melhoria do desempenho ambiental e a redução de riscos à saúde e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Inovação. Eco-inovação. Inovação tecnológica ambiental. Indústria Automotiva.

ABSTRACT

Eco-innovation in the painting process of an assembly integrates environmental and economic aspects of inclusion and or modification of processes and products to achieve better environmental performance. Although the theme is recent in the administration area, the research is increasing in international conferences and journals, but is still little explored in Brazil, with a small number of studies in events and national journals. This work aims to evaluate the environmental performance through the implementation of technological product and process innovation in the paint sector of the automotive industry. To achieve this goal was accomplished qualitative and descriptive research study, using the case study strategy in two units of an automaker. Evidence sources used were not structured interviews, direct observation, documentary research and record on file. The survey results show that the latest industrial plants are designed for environmental technological innovation process and are considered radicals, by introducing a new and significant change process, while the old plants, especially the last century, can promote a few incremental environmental innovations leading to poor environmental performance. The analysis of the cases it was established that the radical environmental technological innovation was either substitution of raw materials developed by the matrix and the supplier and the elimination of a step in the painting process, in addition to improving the production line, which led to improvement the environmental performance and the reduction of risks to health and the environment.

Key-words: Innovation. Eco-innovation. Environmental technological innovation. Automotive industry.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Síntese do conceito dos tipos de inovação	24
QUADRO 02 – Síntese do conceito de inovação tecnológica	27
QUADRO 03 – Síntese do conceito de inovação tecnológica radical, semi-radical e incremental	30
QUADRO 04 – Síntese de sinônimos de Inovação Ambiental	39
QUADRO 05 – Síntese do conceito de Inovação Tecnológica	40
QUADRO 06 – Síntese do conceito de Inovação Tecnológica ambiental radical, semi-radical e incremental.....	45
QUADRO 07 – Categorias de análise da pesquisa.....	49
QUADRO 08 – Comparação entre os processos das unidades Anchieta e Taubaté	64
QUADRO 09 – Consumo de energia	66
QUADRO 10 – Geração de resíduos.....	67
QUADRO 11 – Melhorias x Inovações.....	70
QUADRO 12 – Comparação entre as unidades de análise	72
QUADRO 13 – Tipo de inovação por etapa do processo	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Mapa estratégico da montadora	53
FIGURA 02 – Objetivos e métricas de sustentabilidade da montadora	53
FIGURA 03 – Processo <i>Primer</i> de pintura convencional	54
FIGURA 04 – Foto aérea da unidade Taubaté, em destaque a linha de pintura	58
FIGURA 05 – Processo de pintura atual	59
FIGURA 06 – Processo de armação	59
FIGURA 07 – Primeira etapa do processo, Pré-tratamento	60
FIGURA 08 – Segunda etapa do processo, Processo de KTL-Estufa.....	60
FIGURA 09 – Processo de desmineralização.....	61
FIGURA 10 – Processo de vedação da carroceria	62
FIGURA 11 – Processo de limpeza.....	62
FIGURA 12 – Quarta etapa do processo, Processo de Preparação	63
FIGURA 13 – Último processo, Processo de Acabamento.....	63
FIGURA 14 – Sistema de recirculação de ar nas cabines de pintura	65
FIGURA 15 – Estação de tratamento de efluentes.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa e questão de pesquisa	15
1.2	Objetivo geral e objetivos específicos	17
1.3	Estrutura do trabalho	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Discutindo conceitos de inovação.....	21
2.1.1	Inovação tecnológica.....	25
2.1.1.1	Inovação de produto	26
2.1.1.2	Inovação de processo.....	27
2.1.1.3	Conceitos de inovação incremental, semi-radical e radical.....	28
2.2	Marco regulatório como incentivo a inovação	31
2.3	Discutindo conceitos de Eco-inovação ou Inovação ambiental.....	34
2.3.1	Pesquisa em inovação ambiental.....	40
2.3.2	Pesquisa em inovação ambiental no serviço automotivo	43
3	MÉTODO DE PESQUISA	46
3.1	Abordagem metodológica.....	46
3.2	Estudo de caso único com unidades de análise.....	47
3.3	Instrumentos de coleta de dados.....	48
3.4	Tratamento e análise dos resultados	51
4	RESULTADO DA PESQUISA	52
4.1	Caracterização da empresa	52
4.2	Unidade de análise <i>Primer</i> Convencional.....	54
4.3	Unidade de análise <i>Process Primer Less</i>.....	57
4.4	Redução de consumo de recursos naturais e poluentes do processo <i>Primer</i> Convencional para o <i>Process Primer Less</i>	64
4.4.1	Redução de emissões, consumo de água e energia	64
4.4.2	Resíduos sólidos.....	66
4.4.3	Mecanismo de desenvolvimento limpo.....	67

4.4.4 Legislação	68
4.4.5 Origem da inovação	69
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	70
5.1 Inovação tecnológica ambiental incremental	70
5.2 Comparação das unidades de análise.....	72
5.3 Melhoria de desempenho ambiental por meio da Inovação de processo	74
6 CONCLUSÃO	77
6.1 Limitações da pesquisa	79
6.2 Recomendações para futuras pesquisas	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A – Carta Convite	93
APÊNDICE B – Formulário de Consentimento	95
APÊNDICE C – Protocolo de Pesquisa	98
APÊNDICE D – Guia para Entrevista	100
APÊNDICE E – Roteiro de Entrevista	102
APÊNDICE F – Protocolo de Observação	105

1 INTRODUÇÃO

A crise ecológica e energética da década de setenta exigia um grande investimento social na busca de alternativas econômicas e tecnológicas, e, portanto a energia eólica e solar, os combustíveis alternativos ou operações para minimizar as emissões de poluentes foram desenvolvidos com o objetivo de diminuir os níveis de degradação ou de desperdício de recursos não renováveis (SACHS, 1986).

Em 1987, com a publicação do relatório: “O Nosso Futuro Comum”, o conceito de desenvolvimento sustentável foi definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987). A partir dessa obra, ampliou-se o entendimento de sustentabilidade, que aborda práticas ambientais, sociais e econômicas. Nesse relatório é apresentada a importância de desenvolvimento de tecnologia ecologicamente adaptada, como alternativas para mitigar os impactos ambientais e a diminuição do consumo de energia.

Sachs (1993) definiu as dimensões da sustentabilidade como: a) dimensão social, maior equidade na distribuição de renda, melhoria substancial nos direitos e nas condições da população; b) dimensão econômica, alocação e gestão mais eficiente dos recursos; c) dimensão ecológica, o uso dos recursos naturais que cause o mínimo de danos aos sistemas; d) dimensão espacial voltada a uma contribuição rural *versus* urbana mais equilibrada; e) dimensão cultural, privilegiar os processos de mudança cultural para o ecodesenvolvimento que respeitem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local.

Para promover o desenvolvimento sustentável a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) estimulou a adoção de um plano de ação, por meio da Agenda 21, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, conhecido como Rio 92, e teve como objetivo avaliar como os critérios ambientais haviam sido incorporados nas políticas e no planejamento dos países. Em seu capítulo “30” aponta que o comércio e a indústria devem desempenhar padrões de consumo e produção sustentáveis e maior eficiência no uso de energia para a redução das pressões ambientais. Por meio de processos de produção mais eficientes, estratégias preventivas, tecnologias e procedimentos mais limpos ao longo do ciclo de vida do produto, que inclui inovações tecnológicas para alcançar a produção sustentável.

Ainda em 1992, a CNUMAD reafirmou a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que foi adotada em Estocolmo em 1972, e proclamou 27 princípios com o objetivo de proteger a integridade do sistema global de meio ambiente e desenvolvimento. Em seu “Princípio 8” estabelece que para se atingir o

desenvolvimento sustentável e a melhoria na qualidade de vida, os países devem reduzir e eliminar os padrões insustentáveis de produção e consumo. O desenvolvimento não deveria ser calcado num padrão tecnológico intensivo em matéria-prima e energia e sim conciliar o crescimento econômico e a preservação ambiental, a fim de ter mudanças em direção de padrões tecnológicos que degradem menos o meio ambiente. Dessa forma, a mudança tecnológica torna-se elemento chave para viabilizar melhoria ambiental aliado ao crescimento econômico (TAHIM, 2008).

Para Corazza (1996), a questão ambiental possibilitou perspectivas de negócios baseadas em inovações voltadas para a produção sustentável. Além disso, pode propiciar o surgimento de inovação tecnológica, que também é chamada de inovação ambiental ou eco-inovação (DAROIT; NASCIMENTO, 2000).

A eco-inovação tem sido inserida em diversos setores da indústria, particularmente no setor automotivo, com o intuito de aumentar o volume de produção, reduzir os riscos e os impactos ambientais de seus processos e produtos. Esse cenário aponta a importância da indústria automotiva de implementar processos produtivos com alternativas de uso de recursos naturais não-renováveis e na eliminação dos passivos ambientais (LEE; CHEN, 2010). A partir de 1970, alguns investimentos em tecnologias limpas ou alternativas foram introduzidos nas indústrias automotivas, como resposta a demanda do movimento ambientalista.

O Brasil encontra-se em sexto lugar como maior produtor, e entre os cinco primeiros maiores consumidores de automóvel do mundo, segundo dados do Anuário da Fenabrave de 2013, e estão instaladas 20 empresas montadoras de veículos com 40 fábricas localizadas em dez estados do país, composto por indústria fornecedora de autopeças e fabricantes de veículos. As atividades produtivas de uma montadora causam impacto ambiental como as mudanças climáticas, a disposição de resíduos e sua destinação, a perda da biodiversidade entre outros.

Medina e Gomes (2003) apontam que em relação à indústria automotiva é certo que seu futuro passa pela capacidade dos fabricantes de reduzir e/ou compensarem seus efeitos danosos sobre o meio ambiente, sendo desde a fabricação de materiais até a reciclagem de autopeças e de veículos no final da vida útil. Uma vez que o número de carros produzidos tem aumentado 44,3% nos últimos dez anos, pesquisas mostram que em 2014 o Brasil tinha um automóvel para cada 6,5 habitantes, sendo que há dez anos esta proporção era de 7,4 habitantes por carro. O número de veículos produzidos no ano de 2014 foi de 2.314.789 automóveis, e mais de 200 empresas estão envolvidas com as atividades do setor automotivo.

Atualmente, estão em circulação 44,3 milhões de automóveis no Brasil, há dez anos a frota era de 36,7 milhões, tendo um crescimento de 46% ao longo desses anos (IBGE, 2014; ANFAVEA, 2015).

Diante de inúmeras pressões ambientais, as indústrias automotivas têm desenvolvido inovações tecnológicas que visam à melhoria no desempenho ambiental, no que diz respeito ao aprimoramento de produtos e processos procurando novas tecnologias, principalmente no setor de pintura, que é um setor que traz riscos ambientais e que sofre grande pressão da legislação devido aos insumos utilizados em seu processo.

As indústrias que usam processos de pintura representam um forte potencial de impacto, devido ao uso de produtos químicos nos processos produtivos, consumo de energia e água e na geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Geffen e Rothenberg (2000) apontam que as principais fontes de emissões atmosféricas e destinação de produtos perigosos numa fábrica de automóveis é o setor de pintura. Os impactos ambientais associados à produção de veículos estão relacionados com o processo de pintura, que corresponde a 80% das preocupações ambientais.

A linha de pintura consiste em várias camadas de tratamento sobre as chapas de aço e as partes plásticas, passando por banhos de substrato e de pré-tratamento para a retirada de impurezas provenientes da montagem, e por fim é realizada a pintura que consiste em mais três etapas: a) *E-coat* é a proteção contra a corrosão em que a carroceria é mergulhada em uma tinta à base d'água; b) *Basecoat* assume a função da camada de primer, e depois passa por uma secagem que extrai toda a água remanescente da pintura; e c) *Clearcoat* que é a camada final do acabamento automotivo (BASF, 2014).

Mesmo com os ganhos inerentes aos processos tradicionais à base d'água, os problemas ambientais que advém do setor de pintura são o alto índice de uso de fonte de energia elétrica e de água, emissão de gases poluentes, o uso de solventes e gás natural na operação, e a geração de grande quantidade de resíduos advindos da tinta, tais como: latas contaminadas; o descarte incorreto de embalagens e da borra de tinta; o uso de solvente para a limpeza que ocasionam a poluição do solo e do lençol freático e efluente; sobra de tinta catalisada; além do consumo de recursos naturais. Para Klassen (2000), King e Lenox (2002), a maioria destes problemas ambientais é decorrente de organizações que continuam a produzir grandes quantidades de resíduos e emissões desnecessárias, sendo que podiam investir em melhorias tecnológicas e práticas para evitar a geração na fonte.

A pressão da legislação contribui para promover a inovação ambiental, principalmente na indústria automotiva. No Brasil, esta indústria é tida como uma indústria estruturante pela

geração de novas economias, da geração de empregos e da geração de novas tecnologias (ANFAVEA, 2012). Desta forma, é alvo de políticas específicas, como a formação das câmaras setoriais e diferentes regimes automotivos por parte do governo (SOUZA; RACHID, 2013). Portanto, as empresas passam a investir em inovação uma vez que regulações e pressões normativas influenciam positivamente no desempenho ambiental (ANFAVEA, 2012).

Para Young e Lustosa (2001) os resíduos industriais podem ser aproveitados de diversas maneiras, para a cogeração de energia, a extração de substâncias reutilizáveis e a reciclagem de materiais. Desta forma ajudam a reduzir os impactos, que podem gerar passivo ambiental, prejudicar a saúde e segurança dos funcionários, aumentar os gastos com multas e outras penalidades e aumentar o consumo de energia e água. Os efeitos podem ainda causar um impacto ambiental mais amplo, como, mudanças climáticas e a perda da biodiversidade.

1.1 Justificativa e questão de pesquisa

Esses impactos ambientais podem ser minimizados com a implementação da inovação tecnológica ambiental em processos e produtos. Grande parte dos efeitos nocivos é decorrente da falta de investimentos em melhorias tecnológicas para reduzir resíduos ou emissões desnecessárias (KLASSEN, 2000; KING; LENOX, 2002). O desafio das indústrias é criar alternativas com o objetivo de manter ou aumentar seus ganhos econômicos, com a redução da degradação ambiental causada por seus processos e produtos. Desta forma, a eco-inovação pode reduzir os custos ou melhorar o desempenho ambiental.

De acordo com a *European Commission's Environmental Technologies Action Plan* – (ETAP, 2004), a tecnologia ambiental engloba tecnologias de processos, produtos e serviços, e é nessas tecnologias cuja utilização é menos prejudicial ao meio ambiente, que surge a eco-inovação, que trata de tecnologia e processos novos e modificados a partir de equipamentos, produtos, técnicas e sistemas de gestão que evitem ou reduzam os impactos ambientais (KEMP; ARUNDEL; SMITH, 2001; FUSSLER; JAMES, 1996).

Os estudos bibliométricos mostram que a inovação ambiental é um campo de estudo recente do conhecimento. O início de pesquisas nesta área data de aproximadamente 1992 em publicações de periódicos internacionais e o tema vem crescendo nos últimos anos, segundo pesquisa realizada em publicações acerca da temática sustentabilidade e inovação, no período de 2002 a 2012, na base de dados *ISI Web of Science*, teve como resultado um progressivo

aumento do número de publicações ano a ano, com relevante representatividade no cenário internacional (XAVIER *et al.*, 2013).

Muñoz, Coelho e Steil (2010), com o objetivo de reunir e discutir as diferentes abordagens sobre o tema levantaram conceitos-chave de inovação sustentável, inovação ambiental e inovação social, a fim de sintetizar os principais aspectos dos estudos em inovação para sustentabilidade no ambiente organizacional. A metodologia utilizada foi de revisão sistemática de literatura, que incluiu os processos de coleta de dados, análise de dados e síntese dos estudos sobre os temas. Foi utilizado como base de dados o *Scopus*, na área de assunto *Social Sciences*, e *Social Sciences Citation Index (SSCI)* do *ISI Web of Knowledge*, no período de todos os anos disponíveis nas bases até 2010. Os autores encontraram 119 estudos empíricos, e concluíram que inovação ambiental e eco-inovação são sinônimos, pois o conteúdo de suas definições é bastante semelhante e com o objetivo ligado particularmente a sustentabilidade ambiental. Já a inovação social está relacionada à dimensão social, e é entendida como a utilização de tecnologias que permitam a inclusão social, a geração de trabalho, renda e melhorias nas condições de vida (FARFUS *et al.*, 2007).

Motta e Deus (2013), por meio de um estudo bibliométrico, constataram também que o uso do termo eco-inovação é sinônimo de inovação ambiental. A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, e identificaram respectivamente 296 e 513 registros com ambos os temas, no período de 2000 a 2011. Os resultados obtidos mostram que tem crescido o volume de produções científicas sobre eco-inovação no período estudado e que alguns países e autores tem se sobressaído na pesquisa sobre o tema.

No Brasil poucos estudos foram encontrados sobre o tema e as publicações são muito recentes nesta área. Souza e Ribeiro (2013), por meio de um estudo bibliométrico, mostraram que há poucos artigos em periódicos qualificados na área de administração sobre inovação ambiental. Os autores identificaram apenas 16 publicações em oito periódicos mais qualificados da área que abordam o tema, se restringindo as publicações de revistas A1 e B2 *Qualis* da Área de Administração, no período de 1992 a 2012. Os resultados mostram que apesar de serem poucos os autores nacionais com histórico de pesquisa relevante, há tendência de crescimento de temas de pesquisas relacionados à sustentabilidade ambiental no Brasil.

A pesquisa realizada por Souza *et al.* (2013), sobre produção científica de dissertações e teses em programas *stricto sensu* de administração do Brasil, indica que há poucos trabalhos sobre o tema inovação ambiental, no período de 1998 a 2009. A pesquisa é um estudo bibliométrico, com dados coletados na página introdutória da CAPES, que identificou 13.656

títulos de teses e dissertações no período, sendo 529 relacionadas à área ambiental. Os autores encontraram apenas 11 trabalhos sobre o tema inovação ambiental.

A inovação e os problemas ambientais resultantes da exploração de recursos naturais são discutidos amplamente pelas empresas e pela academia. Segundo Alves-Mazzotti e Gewandsnadjer (1998) é possível identificar e definir um problema de pesquisa por meio de três situações que são encontradas na literatura investigada, sendo: a) lacunas no conhecimento existente; b) inconsistência entre o que uma teoria prevê que aconteça e resultados de pesquisas ou observações de práticas cotidianas; e c) inconsistências entre resultados de diferentes pesquisas ou entre estes e o que se observou na prática.

Desta forma, diante de lacunas identificadas no campo de estudo de eco-inovação e do grande impacto do setor de pintura da indústria automotiva, esse estudo se propõe a responder a seguinte questão de pesquisa: como a inovação tecnológica ambiental contribui para mitigar impactos no setor de pintura da indústria automotiva?

O desenvolvimento deste trabalho surgiu da necessidade de destacar a evolução e a aplicação na inovação de processos e produtos de pintura na indústria automotiva, a fim de avaliar se houve contribuição na mitigação de impactos proporcionada pela inovação tecnológica ambiental. Estudos mostram que por meio da inovação tecnológica ambiental é possível minimizar os riscos ambientais e contribuir com a mitigação de impactos, permitindo ganhos significativos de desempenho ambiental.

1.2 Objetivo geral e objetivos específicos

Nesse contexto, há a necessidade de estudos que avalie as inovações tecnológicas sob o enfoque ambiental. Assim, este projeto de pesquisa tem por objetivo geral analisar o desempenho ambiental a partir da implementação da inovação de produto e processo no setor de pintura da indústria automotiva.

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, faz-se necessário alcançar os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar a evolução da inovação tecnológica ambiental de processo no setor de pintura da indústria automotiva; e
- b) analisar a evolução da inovação tecnológica ambiental de produto no setor de pintura da indústria automotiva.

- c) analisar influência da regulamentação como determinante da inovação tecnológica ambiental no setor de pintura da indústria automotiva;
- d) analisar a origem da inovação tecnológica ambiental no setor de pintura da indústria automotiva;
- e) analisar os aspectos e impactos ambientais do setor de pintura da indústria automotiva.

O pressuposto desta pesquisa é que a inovação de produto e de processo contribui com a redução de impactos e de riscos ambientais no setor de pintura da indústria automotiva, que cooperam com a melhoria do desempenho ambiental de maneira diferenciada nas plantas. Nas plantas novas é possível incorporar inovação radical com significativo desempenho ambiental, enquanto plantas muito antigas conseguem incorporar apenas inovação incremental e/ou semi-radical com aperfeiçoamento ou modificação de algo já existente com baixo desempenho ambiental.

Assim, o estudo de caso foi realizado em uma montadora de âmbito mundial que possui duas unidades de análise, sendo que uma delas tem o processo produtivo de pintura convencional da década de 1970, e a outra tem o processo produtivo de pintura instalada no ano de 2012. Dessa forma, este estudo de caso contribuiu para o entendimento da evolução e aplicação de melhorias do processo de pintura automotivo.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o tema inovação e sustentabilidade, com uma breve conceituação de eco-inovação. Ainda na introdução são apresentados a justificativa e a questão de pesquisa que norteará o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa.

O segundo capítulo apresenta os conceitos de Inovação, Inovação Tecnológica e Inovação Ambiental, por meio de uma revisão na literatura nacional e internacional sobre o tema. Neste capítulo também é discutido alguns estudos sobre a Inovação Ambiental no mundo e no Brasil do setor automotivo.

O terceiro capítulo trata do método de pesquisa, particularmente da abordagem metodológica, os instrumentos de coleta de dados, o protocolo de pesquisa e a forma de análise de resultados.

O quarto capítulo trata da apresentação dos resultados da pesquisa obtidos a partir dos dados fornecidos pela empresa.

O quinto capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados da pesquisa, com base no referencial teórico.

O sexto capítulo são apresentadas as principais conclusões da pesquisa, as limitações do estudo e sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está estruturado em quatro itens: os conceitos de inovação, marco regulatório da inovação, inovação ambiental e o modelo conceitual de análise. O objetivo é identificar categorias teóricas para o desenvolvimento dos instrumentos de coleta de dados e para fundamentar a discussão dos resultados.

2.1 Discutindo conceitos de inovação

A partir da Revolução Industrial, a inovação passou a ser vista como importante fator para a competitividade econômica das nações e das organizações. Portanto, a inovação tornou-se o âmago da atividade industrial, para fins econômicos de lucratividade em curto prazo (DELGADO, 2007).

A partir de 1934 com o trabalho de Joseph Schumpeter, foi estabelecido uma relação entre a inovação e o desenvolvimento econômico. O autor argumenta que o sistema capitalista progride por revolucionar constantemente sua estrutura econômica, a partir de novas firmas, novas tecnologias e novos produtos que substituem constantemente os antigos. E a partir destas primeiras ideias, a inovação caracteriza-se pela introdução de novas combinações produtivas ou mudanças nas funções de produção (SCHUMPETER, 1985).

Schumpeter (1985) defende a mudança tecnológica como motor para o desenvolvimento econômico. O autor discute a destruição criativa com o objetivo de designar o processo de transformação que fomenta o progresso por meio da eliminação de processos e produtos defasados, em um cenário em que só os agentes inovadores se sobressaem e conseguem sobreviver. Para o autor, esta é a essência do capitalismo e ocorre, notadamente, por meio da introdução de um novo bem ou uma nova tecnologia no mercado ou na descoberta de um novo meio de produção ou de prestação de um serviço. “Destruição criativa” na forma de inovação, portanto, se dá na substituição de algo tradicional ou convencional por um inteiramente novo. Desta forma, quando o produto ou o processo inovador chega, a tendência é que eles destruam seus concorrentes ou então os obriguem a inovar acompanhando as mudanças do mercado.

Para Penrose e Pitelis (2009), a inovação é a garantia de vantagem competitiva para as empresas, e novas oportunidades para a realização de processos diversificados. Diante disto os conceitos de inovação têm evoluído ao longo do tempo, e são vistos como um fenômeno de

ordem socioeconômica. Neste contexto, para Goedhuys (2007), inovação é um processo de aprendizagem científica e tecnológica com o objetivo de desenvolver-se por intermédio da criação de novas tecnologias para o uso competitivo.

Zawislak (2008) entende que a inovação é a possibilidade de gerar resultados positivos que advém de novos conhecimentos que agregam valor para a sociedade, ou seja, a adoção e a aplicação de novos conhecimentos nas mais diversas formas de formação de riqueza socioeconômica. O autor considera que uma inovação é o conhecimento que tenha valor de troca, que seja tecnicamente e economicamente viável.

Segundo Dosi (1988) as habilidades que foram adquiridas por meio de experimentações, aperfeiçoamentos e identificação de novas formas de saber fazer estão relacionadas à trajetória tecnológica, também conhecida como dependência da trajetória (*path dependence*), ou seja, as habilidades acumuladas determinam a trajetória evolutiva da empresa. Desta forma, a dependência trajetória descreve a influência do passado sobre o presente e o futuro das empresas.

Para Damanpour (1991), uma inovação pode ser um novo produto ou serviço, uma nova tecnologia de processo de produção, um novo sistema administrativo ou uma nova estrutura organizacional, ou até mesmo um novo plano ou programa. Desta forma, para o autor, inovação é definida como adoção de equipamentos, sistemas, processos, programas, produtos ou serviços, que sejam novos para a organização desenvolvidos interna ou externamente. Por fim, o autor conclui que a inovação é um meio de mudar a organização.

Uma empresa, para iniciar seu processo de mudança tecnológica, investe em pesquisa e desenvolvimento para a produção de um mesmo produto ou para a produção de um insumo novo, essa nova forma de produzir é considerada uma inovação (HADDAD, 2010). Drucker (1985) define inovação como uma ferramenta específica para empreendedores, que significa o aproveitamento de mudanças como oportunidades para diferentes negócios, diferentes produtos e serviços.

Para Dosi (1988), a inovação é caracterizada como a busca, a descoberta, a experimentação, ao desenvolvimento, a imitação e a adoção de novos produtos, processos e novas técnicas organizacionais. O autor aponta que o mecanismo de aprendizado para se alcançar a inovação ocorre por meio: do desenvolvimento de externalidades inter e intrafirma, que é manifestado pela difusão de informações e experiências; do processo informal de acumulação tecnológica na firma; e dos gastos em pesquisa e desenvolvimento.

Para Roberts (1988) a inovação se dá pela soma de uma invenção com a exploração, e é composta de duas partes: a) a geração de uma ideia ou invenção; e b) a conversão desta

invenção em um negócio ou outra aplicação útil. Desta forma, a gestão da inovação se dá efetivamente pela: criação de novos conhecimentos; geração de ideias técnicas direcionadas para novos produtos, processos, e serviços; desenvolvimento destas ideias em protótipos; e pelo transporte para a industrialização, distribuição e uso.

As inovações podem ser utilizadas levando em consideração o ambiente interno e externo da empresa. A inovação pode vir de todas as partes da organização até mesmo da rede externa. Uma inovação pode gerar novas tecnologias por meio da investigação científica, do empreendedorismo individual, e de uma decisão estratégica em toda a empresa (SUNDBO, 1997).

De acordo com Kemp, Smith e Becher (2000), inovação é a introdução de um novo produto, processo, sistema ou dispositivo, ou seja, é a elaboração de um novo princípio técnico, que é considerada como uma inovação tecnológica. Para os autores também há inovações organizacionais que são as mudanças na estrutura organizacional, nas políticas, nas tarefas, procedimentos e responsabilidades. Essas alterações consistem em procedimentos administrativos, práticas de gestão e relacionamento com as partes interessadas, novas ou diferentes rotinas no trabalho.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2005), a inovação envolve complexas interações entre a empresa e seu ambiente, podendo ser visto em dois níveis diferentes. Em um nível, há interações entre as empresas, por exemplo, entre uma empresa e sua rede de clientes e fornecedores. E o segundo nível passa a ser mais amplo, pois envolve infraestrutura, processos, conhecimento científico, entre outros. Desta forma, consideram que a inovação é um fenômeno multifacetado por sua complexidade nas interações entre pessoas e organizações.

Mytelka e Farinelli (2005) definem a inovação como o processo pela qual as empresas dominam e implementam o projeto e a produção de bens e serviços que são novos. As autoras apontam que a inovação vai além das atividades de pesquisa e desenvolvimento, incluindo design, melhoria contínua na qualidade do produto, mudanças na gestão, criatividade em marketing e alteração no processo de produção. Segundo Salavou (2004) a inovação é o nível de novidade ou de originalidade na introdução de novas ideias e da capacidade de pensar e agir de forma independente.

A inovação pode ser entendida como a percepção e a introdução de novas práticas, produtos, processos e desenhos pelas empresas, ou seja, a inovação é resultado de um processo que só pode ser analisado quando se leva em conta a interação entre a produção e a transformação em produto e/ou processo (SBICCA; PELAEZ, 2006).

O desenvolvimento de novas práticas de gestão estimula as melhorias em produtos e processos, e a organização precisa ser capaz de inovar em seus processos, produtos e serviços a fim de se manter continuamente à frente dos concorrentes (BESSANT; TIDD, 2009; AAKER, 2001).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2013), considerado o principal instrumento de financiamento para realização de investimentos em longo prazo, considera uma inovação quando a primeira introdução comercial de um novo produto, a primeira utilização de um método, ou a criação de uma nova forma de atividade empresarial é bem sucedida.

Segundo Schumpeter (1985) a inovação é um processo que gera um novo produto, uma nova aplicação, uma nova prática ou um novo sistema. Inovar é uma forma criativa de mudar o aprendizado para desenvolver ou inventar novas soluções, em busca de lucros, para o autor um novo dispositivo tecnológico traz alguma vantagem para o inovador. Dessa forma, a inovação é a introdução de novas combinações produtivas ou mudanças nas funções de produção. Para o autor a inovação é um meio para se alcançar o melhor desempenho econômico das empresas, por meio de tecnologias. Sendo assim, o autor trata de cinco tipos de atividades que envolvem o processo de inovação:

- a) a introdução de novos produtos no mercado ou a melhoria de produtos já existentes;
- b) novos métodos de produção, ou seja, novo processo de produção na indústria;
- c) a abertura de novos mercados, em que uma área específica da indústria ainda não a tenha percebido;
- d) a utilização de novas fontes de matérias-primas ou outras contribuições; e
- e) o surgimento de novas formas de organização de uma indústria.

A OECD em seu Manual de Oslo (2005), considerado a principal base internacional de diretrizes para a definição e avaliação de atividades relacionadas à inovação, e fonte de referência para descrever, identificar e classificar a inovação no nível organizacional, define inovação como a inserção de um produto novo ou expressivamente aprimorado, podendo ser um processo, um novo método de marketing ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização local de trabalho ou nas relações externas, e diferencia quatro tipos de inovação:

- a) a inovação de produto é a introdução de um bem ou serviço novo ou melhorado no que diz respeito às suas características ou usos previstos, incluindo melhorias

significativas nas especificações técnicas, componentes e materiais, software, facilidade no uso ou outras características funcionais incorporadas;

b) a inovação de processo é a implementação de uma produção nova ou melhorada ou um método de prestação de serviço, em que inclui alterações significativas nas técnicas, equipamento ou software;

c) a inovação de marketing é a implementação de um novo método de marketing que envolve mudanças significativas no design do produto ou em sua embalagem, na publicidade indireta do produto, na promoção ou na atribuição de preço ao produto;

d) e a inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, organização do local de trabalho ou nas relações externas.

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais conceitos de inovação: inovação organizacional, inovação de marketing e inovação tecnológica. Esses conceitos foram definidos pelos autores abordados neste item.

Tipos de Inovação	Conceito	Autores
Inovação Organizacional	Implementação de novas técnicas organizacionais nas práticas de negócios da empresa, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.	SCHUMPETER, 1985; OECD, 2005.
Inovação de Marketing	Implementação de um novo método que envolve mudanças significativas no design do produto em sua embalagem, sem modificar suas características funcionais e de uso.	SCHUMPETER, 1985; OECD, 2005.
Inovação Tecnológica	Introdução de um bem, serviço ou processo novo ou melhorado que diz respeito as suas características ou usos previstos que a empresa oferece.	OECD, 2005.

Quadro 01 - Síntese do conceito dos tipos de inovação
Fonte: Autora

Os autores que definem inovação organizacional, marketing e tecnológica, normalmente desenvolvem os conceitos com base em autores seminais como Schumpeter (1985) e Manual de Oslo (OECD, 2005). As diversas definições que surgem a partir dessas obras são conceitos muito semelhantes e congruentes, como foi sintetizado na Quadro 1. Vale destacar alguns conceitos que incorporam novos elementos no conceito de inovação, como o de Gallouj (2007) que trata da relação externa, e o de Tidd, Bessant e Pavitt (2008) que tratam da posição de inovação e inovação de paradigma.

Para Lemos (2003) a combinação dos avanços tecnológicos com os conhecimentos adquiridos e as necessidades do mercado resultam em uma inovação, podendo ser de

produtos, processos, mudanças de base tecnológica e a organização de empresas. O item a seguir aprofunda a discussão sobre inovação tecnológica, que é um conceito que fundamenta a discussão sobre inovação de processo e produto.

2.1.1 Inovação tecnológica

No início do século XX as elaborações de Schumpeter (1985) tiveram um grande impacto com relação ao debate sobre as transformações tecnológicas e de desenvolvimento econômico. Segundo o autor os investimentos que repercutiam diretamente no desempenho financeiro de uma empresa eram as combinações de produtos e processos produtivos.

Segundo Dahab *et al.* (1995), a inovação tecnológica se dá por meio da incorporação de novos conhecimentos tecnológicos nas atividades produtivas, que pode ser considerada uma invenção aplicada na prática, podendo se referir a produtos e processos produtivos. Desta forma, os processos de inovação tecnológica não ocorrem de forma isolada, mas sim como parte das transformações sociais e institucionais (ALBUQUERQUE, 2007).

Para Barbieri (1997) a inovação tecnológica é um processo concebido por uma empresa na introdução de produtos e processos que incluem novas soluções técnicas, funcionais ou estéticas. E podem ser apresentadas da seguinte forma: a) um processo produtivo novo, ou a alteração no processo existente, que são introduzidas com o objetivo de redução de custo, melhoria na qualidade ou aumento na capacidade produtiva; e b) modificação no produto existente, ou a substituição de um modelo por outro, com o mesmo objetivo da anterior; c) introdução de novos produtos integrados aos existentes, que são fabricados a partir de um processo produtivo comum; e d) introdução de novos produtos que exigem novas tecnologias.

O termo inovação tecnológica foi adotado no âmbito da OECD com o objetivo de promover uma interação efetiva entre o setor produtivo e as áreas de pesquisa e conhecimento. Portanto, para o Manual de Oslo (OECD, 2005) e o Manual Frascati (OECD, 2007), a inovação tecnológica é a introdução de novos produtos, novos processos e produtos e processos que sofreram alterações com melhorias tecnológicas significativas.

Os itens a seguir aprofundam a discussão sobre inovação tecnológica, que é um conceito que fundamenta a discussão sobre inovação de processo e produto.

2.1.1.1 Inovação de produto

Para Utterback e Abernathy (1975), a inovação em produtos são novos produtos ou serviços introduzidos para satisfazer um usuário externo ou uma necessidade de mercado, que tenha sido introduzido no mercado.

Segundo Dahab *et al.* (1995), a inovação do produto trata-se da introdução de novos produtos no mercado, ou de alterações em produtos conhecidos, a partir do avanço no conhecimento tecnológico.

De acordo com Rennings (1998) a inovação de produto requer melhorias para os produtos existentes ou o desenvolvimento de novos produtos que reduza os custos e aumente a produtividades.

Para Edquist (2005) a inovação de produto constitui em novos bens materiais, bem como novos serviços tangíveis, que envolve a sua difusão, sua absorção e o uso da inovação, e são os principais mecanismos das estruturas produtivas.

Francis e Bessant (2005) definem inovação de produto como a introdução de um bem ou serviço novo ou melhorado significativamente, as mudanças nos produtos e serviços oferecidos por uma organização.

Para o Manual de Oslo (OECD, 2005), a inovação tecnológica de produto se dá pelas características tecnológicas ou usos pretendidos que diferem dos produtos fabricados anteriormente, ou pelo desempenho aprimorado ou elevado de um produto existente.

Para o IBGE (2012) a inovação de produto compreende produtos novos e aperfeiçoados cujas características fundamentais diferem de todos os produtos previamente produzidos pela empresa, por meio de mudanças de matérias primas, componentes ou em outras características que melhorem seu desempenho.

2.1.1.2 Inovação de processo

Para Utterback e Abernathy (1975) a inovação em processo é novos elementos introduzidos na produção de organização ou na operação dos serviços-materiais, especificações de tarefas, mecanismos de trabalho e informação e equipamentos utilizados para produzir o produto ou oferecer um serviço, como objetivo de reduzir os custos e/ou aumentar a qualidade.

De acordo com Dahab *et al.* (1995) a inovação do processo é a introdução de novos processos produtivos e o aperfeiçoamento nos processos existentes, a partir do avanço no conhecimento tecnológico.

Segundo Rennings (1998), a inovação de processo acontece quando uma determinada quantidade de produção, bens ou serviços podem ser produzidas com menos recursos, reduzindo seus custos.

Para Edquist (2005) a inovação de processo é a classificação de novos caminhos de produção de bens e serviços, que podem ser melhorias nos aspectos tecnológicos ou organizacionais.

Francis e Bessant (2005) definem inovação de processo como a implementação de um método de produção ou distribuição, mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares em que as mudanças nos caminhos pelos quais os produtos e os serviços são criados e transferidos.

Para o Manual de Oslo (OECD, 2005), a inovação tecnológica de processo é a adoção de métodos de produção novos ou melhorados, incluindo métodos de entrega de produtos, mudanças técnicas, modificações em equipamentos e softwares.

Para o IBGE (2012) a inovação de processo envolve mudanças em técnicas, equipamentos e *softwares* em atividades de apoio a produção, que não podem ser produzidos ou distribuídos por meio de métodos convencionais já utilizados pela empresa.

O Quadro 2 apresenta uma síntese acerca do conceito de inovação tecnológica. Dentro do tema há dois tipos de inovação: processo e produto, considerados os principais tipos de inovação.

Tipos de Inovação	Conceito	Autores
Inovação Tecnológica de Processo	Introdução de novos produtos, melhorias e aprimoramento de um produto existente, por meio de mudanças de matérias primas, componentes ou em outras características que melhorem seu desempenho.	UTTERBACK; ABERNATHY, 1975; DAHAB <i>et al.</i> , 1995; RENNINGS, 1998; EDQUIST, 2005; FRANCIS; BESSANT, 2005; OECD, 2005; IBGE, 2012.
Inovação Tecnológica de Produto	Introdução de novos processos produtivos, melhoria e aprimoramento de um processo já existente	UTTERBACK; ABERNATHY, 1975; DAHAB <i>et al.</i> , 1995; RENNINGS, 1998; EDQUIST, 2005; FRANCIS; BESSANT, 2005; OECD, 2005; IBGE, 2012.

Quadro 02 - Síntese do conceito de inovação tecnológica
Fonte: Autora

A inovação tecnológica de produto e processo são consideradas pelos autores as inovações mais usuais nos dias de hoje, e com visão na melhoria e/ou no aprimoramento do

desempenho ao ser introduzido pela empresa, podendo ser complementadas com as terminologias incremental, semi-radical e radical. O item a seguir aprofunda a discussão sobre os conceitos de inovação incremental, semi-radical e radical.

2.1.1.3 Conceitos de inovação incremental, semi-radical e radical

Nem todas as inovações são criadas da mesma forma, há três tipos de inovação: a incremental, a semi-radical e a radical. De acordo com Davila, Epstein e Shelton (2007) a inovação pode ser classificada como:

- a) inovação incremental é considerada uma melhoria moderada nos produtos e processos, considerada um exercício de solução de problemas a qual depende das tecnologias e dos modelos de negócios existentes sem a necessidade de fazer mudanças significativas ou grandes investimentos
- b) inovação semi-radical exige certo grau de mudança substancial na tecnologia de uma organização.
- c) inovação radical é o conjunto de novos produtos e/ou serviços fornecidos de maneiras inteiramente novas.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) evidenciam que a inovação pode ser dividida em dimensões, e pode ser classificada segundo o grau de novidade percebido, havendo diferentes graus de novidade desde melhorias menores até mudanças que transformam a forma com se vê ou usa as coisas. Com isso, pode-se classificar a inovação em:

- a) Inovação incremental: se dá apenas por meio de melhorias no desempenho de componentes ou processos para a empresa;
- b) Intermediário: ocorre apenas quando é considerado algo novo para a empresa;
- c) Inovação Radical: é uma alteração significativa ou avançada, por exemplo, a criação de um componente que também é novo no mercado.

Assim, apesar de a inovação radicalmente nova desempenhar um papel primordial na geração de novas opções, também é considerada inovação as melhorias feitas em produtos e processos já existentes.

Segundo Henderson e Clark (1990) uma inovação incremental é a melhoria com poucas modificações que reforçam algo existente, já a inovação radical é a melhoria com grandes modificações.

De acordo com Freeman (1984) a inovação incremental se refere aos esforços exercidos em direção ao aperfeiçoamento de produtos e processos existentes, e a inovação radical é entendida como o desenvolvimento e a introdução de um novo produto, processo, ou uma nova forma organizacional da produção.

Para Afuah (2003), a inovação incremental é aquela que permite que os produtos existentes se tornem mais competitivos, já a inovação radical é aquela que resulta em um produto superior em relação aos produtos existentes, tornando-os menos competitivos. Schumpeter (1985) considera uma inovação incremental quando preenche continuamente o processo de mudança, enquanto que a inovação radical provoca grandes mudanças no mundo.

Segundo Perez (2004) a inovação incremental é a melhoria sucessiva em produtos e processos existentes com o objetivo de melhorar a qualidade, reduzindo seus custos ou ampliando sua gama de aplicações. A inovação radical é a introdução de um produto ou processo novo que por sua trajetória tecnológica não são resultantes de melhorias incrementais de uma tecnologia existente.

Adner (2005) argumenta a inovação incremental ligada ao processo de melhoria contínua, pode consolidar as mudanças radicais já implementadas anteriormente e reforçar a posição competitiva das empresas. Enquanto inovação radical é aquela proveniente do processo de destruição criativa, em que algo novo pode ser apresentado por um produto ou um processo. Para o autor a inovação radical está ligada a atividade de exploração (*exploration*) da firma de novos conhecimentos, tecnologias e mercados, e a inovação incremental está mais alinhada com o processo de exploração (*exploitation*) o desenvolvimento dos conhecimentos, tecnologias e mercados existentes.

Entende-se por inovação radical o desenvolvimento ou a introdução de produto, processo ou prática organizacional inteiramente nova. Já a inovação incremental refere-se à introdução de melhorias em produtos, processos ou práticas organizacionais já existentes, que muitas vezes não é perceptível ao consumidor, mas que trazem impactos positivos no desempenho empresarial (MOREIRA; QUEIROZ, 2007).

O BNDES (2013) entende que uma inovação pode ser radical ou incremental, pois o seu valor é criado a partir de sua relevância, por meio do aumento de competitividade ou aumento da sustentabilidade do crescimento das empresas, que envolva esforço adicional ao necessário para aumento de capacidade produtiva, expansão e modernização.

A inovação tecnológica pode ser dividida em duas categorias: radical ou incremental. Ambas podem ser consideradas como uma inovação de produto e/ou de processo, como pode ser observado no Quadro 3.

Tipos de Inovação	Conceito	Autores
Inovação Tecnológica de Processo Incremental	Introdução de melhorias em processo já existentes.	Moreira; Queiroz, 2007; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica de Processo Semi-radical	Algo novo ou com certo grau de mudança substancial na tecnologia de processo de uma organização.	Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica de Processo Radical	O desenvolvimento ou a introdução de um processo inteiramente novo, uma alteração significativa ou avançada.	Moreira; Queiroz, 2007; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica de Produto Incremental	Melhoria com poucas modificações que reforçam algo existente ou o aperfeiçoamento de produtos.	Henderson; Clark, 1990; Freeman, 1984.
Inovação Tecnológica de Produto Semi-radical	Algo novo ou com certo grau de mudança substancial no produto.	Davila, Epstein e Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica de Produto Radical	Melhoria com grandes modificações, podendo ser também o desenvolvimento e a introdução de um novo produto fornecido de maneira inteiramente nova.	Henderson; Clark, 1990; Freeman, 1984.

Quadro 03 - Síntese do conceito de inovação tecnológica radical, semi-radical e incremental

Fonte: Autora

Uma inovação não precisa necessariamente ser criada dentro da empresa em que será implantada, pode ser comprada de outras empresas por meio da difusão da inovação. A inovação deve seguir um preceito básico, como serem novas para a empresa ou significativamente modificadas, a inovação também tem que apresentar outras características, como por exemplo, ser nova para o mercado. Este processo de difusões de inovação entre as empresas causa um intercâmbio de informações favoráveis, pois pode levar a desenvolvimentos posteriores, gerar novos produtos e processos, e até inovações. Contudo, cada empresa deve adaptar este método à sua realidade organizacional e de mercado. A busca de novos conhecimentos pelas empresas gera um processo de inovação contínuo, e com o objetivo de saber o que vale a pena mensurar nestes processos.

Para De Marchi (2012) e Berrone et al. (2013), a regulamentação e as pressões normativas em relação as questões ambientais, propiciam a implementação de inovação ambiental, gerando efeito direto na disseminação de práticas ambientais e propiciando as

empresas a adotarem a eco-inovação. Desta forma, o item a seguir apresenta o marco regulatório como incentivo a inovação.

2.3 Marco regulatório como incentivo à inovação

Porter e Linde (1999), De Marchi (2012) Berrone et *al.* (2013), apontam que a regulamentação facilita a inovação, a produtividade e a competitividade, por auxiliar as empresas a adotarem tecnologias capazes de mitigar os impactos ambientais e/ou fazerem compensação ambiental. Os autores afirmam que caso não houvesse a regulamentação as empresas estariam atrasadas, comparado às indústrias do mundo todo.

A indústria automotiva é regulamentada por diversas leis e decretos ambientais, sendo: a Resolução CONAMA nº 430 de 2011 que trata sobre o lançamento de efluentes em corpos hídricos; o Decreto nº 54.645 de 2009 a Lei nº 12.305 que referem-se a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos; a Lei nº 13.577 de 2009 aborda sobre a proteção do solo; a Resolução CONAMA nº 436 de 2011 que diz respeito a emissão de poluentes atmosféricos; a Resolução CONAMA nº 01 de 1986 que é sobre a avaliação de impacto ambiental; e a Lei nº 13.798 de 2009 que refere-se a mudanças climáticas.

A indústria automotiva, em sua essência, produz vários tipos de efluentes e resíduos, sendo muitos desses contaminantes do meio ambiente. A Resolução do CONAMA nº 430 de 2011, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos hídricos.

O Decreto nº 54.645 de 2009, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define os princípios, diretrizes, objetivos, instrumentos para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, e a promoção da saúde pública, com o objetivo de assegurar o uso adequado dos recursos ambientais no Estado de São Paulo Aplicada pela CETESB. Há ainda a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos que foi sancionada em 2010, que dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, e prevê a redução e prevenção da geração de resíduos por meio de reciclagem, reutilização e destinação ambientalmente adequada.

A Lei nº 13.577 de 2009 dispõe sobre as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, tem o objetivo de garantir o uso

sustentável do solo, protegendo e prevenindo de contaminações e alterações nas suas características e funções.

A Resolução CONAMA nº 436 de 2011 dispõe sobre os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas e determina que o lançamento de efluentes gasosos na atmosfera seja realizado por meio de dutos ou chaminés, e propõe o uso do limite de emissões como um dos instrumentos de controle ambiental, o estabelecimento de limites de emissão deve ter como base tecnologias ambientalmente adequadas, adoção de tecnologias de controle de emissão de poluentes atmosféricos, e informações técnicas e mensurações de emissões.

A Resolução CONAMA nº 01 de 1986, dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, e tem como objetivo contemplar as alternativas tecnológicas do projeto, identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais a fim de assegurar que o projeto não impactará negativamente os recursos naturais.

A Lei nº 13.798 de 2009 institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas, que tem como objetivo estabelecer ações para aumentar as fontes renováveis de energia, fomentar projetos de redução de emissões, sequestro ou sumidouros de gases de efeito estufa, implementar ações de prevenção e adaptação produzidos pelo impacto das mudanças climáticas, promover educação ambiental, estimular a pesquisa e a disseminação do conhecimento científico e tecnológico, preservar e ampliar os estoques de carbono existentes.

De acordo com Srivastava (2007) os organismos reguladores estabelecem controles para atender as preocupações da sociedade e do meio ambiente, com o objetivo de facilitar o crescimento dos negócios e da economia. Para Ansanelli (2003) os problemas ambientais que foram resultantes do desenvolvimento econômico são possíveis de ser amenizada com o uso ou a geração de novas tecnologias, uma forma de estimular a inovação tecnológica é por meio de políticas de inovação.

As pressões coercivas acontecem por meio da influência fiscalizadora exercida pelo poder, diante da redução de recursos disponíveis e o aumento de problemas ambientais, os governos impõe um número maior de regulamentações ambientais (RIVERA, 2004). Desta forma, os fabricantes se enquadram como os principais poluidores e consumidores de recursos naturais e por isso sofrem com pressões ambientais.

No Brasil, em 1993, foram instituídos instrumentos de incentivo à adoção de estratégias empresariais de inovação, por meio da Lei nº 8.661 que dispõe sobre os incentivos fiscais para a capacitação tecnológica da indústria e da agropecuária, para usufruírem dos benefícios, as empresas eram obrigadas a apresentar programas de desenvolvimento

tecnológico industrial para análise e aprovação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Em seu relatório de 2006, 127 empresas estiveram envolvidas em programas de incentivos fiscais sob a Lei nº 8.661/1993.

A Lei nº 8.661/1993 foi revogada pela Lei nº 11.196 de 2005, conhecida como a Lei do Bem, que tem como objetivo incentivar o processo de inovação na empresa privada, entre outras medidas que permitem a redução de 50% do IPI incidente sobre equipamentos importados para P&D.

Há ainda a Lei de Inovação nº 10.973 de 2004 que tem como objetivo estimular a pesquisa e o desenvolvimento de novos processos e produtos na empresa, uma vez integrada com universidades, instituições de pesquisa e empresas com base tecnológica. A Lei de Inovação foi inspirada na Lei de Inovação e Pesquisa da França, Lei nº 99-587 de 1999, que tem como objetivo estabelecer os procedimentos legais da relação entre público-privada e criar mecanismos que estimulam a inovação tecnológica no ambiente universitário. Esta Lei está apresentada em três vertentes: a) constituição de ambiente propício às parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas; b) estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação; e c) incentivo à inovação na empresa.

A Lei do Bem está acompanhada do Decreto nº 5.798 de 2006, que regulamenta os incentivos fiscais as atividades de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, dos artigos 17 a 26 da Lei do Bem, tendo a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública vinculada ao MCT, responsável pela operacionalização da concessão dos recursos.

Para Moreira *et al.* (2007) a Lei de Inovação reflete a necessidade do País de se apoiar em dispositivos legais que sejam eficientes e que contribuam para a projeção de um cenário favorável ao desenvolvimento científico e tecnológico e ao mesmo tempo incentivo a inovação.

Em 2012 foi regulamentada a Lei nº 12.715 que dispõe sobre o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (INOVAR-AUTO). O programa é um regime automotivo do Governo Brasileiro que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, à eficiência energética e a qualidade dos veículos e das autopeças, e estimular o investimento na indústria automobilística nacional. Este programa concede benefícios em relação ao Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para as empresas que estimularem e investirem na inovação e em pesquisa e desenvolvimento dentro do Brasil, elevando o padrão

tecnológico dos veículos e de suas peças e componentes, além de segurança e eficiência energética veicular. Para fazer parte do programa as empresas devem se comprometer com as metas específicas estabelecidas na Lei, como: investimentos mínimos em P&D; aumento do volume de gastos em engenharia, tecnologia industrial básica e capacitação de fornecedores; produção de veículos mais econômicos; e aumento da segurança dos veículos produzidos. O benefício pode ser de até 30 pontos percentuais no IPI para os automóveis produzidos e vendidos no País, em gastos em pesquisa e desenvolvimento, em investimentos em tecnologia, em engenharia de produção, e em capacitação de fornecedores.

Estes marcos regulatórios são primordiais para o incentivo a P&D e principalmente a inovação tecnológica voltada a proteção do meio ambiente.

2.3 Discutindo conceitos eco-inovação ou inovação ambiental

A preocupação com o meio-ambiente tornou-se crescente pelos impactos negativos dos padrões tecnológicos intensivos no uso de matéria-prima. Atualmente, as mudanças tecnológicas são orientadas para tecnologias mais limpas, com a finalidade de garantir a sustentabilidade ambiental. A eliminação ou a minimização dos impactos ambientais exige das empresas mudanças de estratégia, rotinas e expectativas, e as empresas lentamente modernizam suas práticas pela adoção de inovação ambiental, por meio da adaptação de novos processos produtivos e organizacionais (TAHIM, 2008).

Desta forma, a inovação não resulta de uma decisão isolada da empresa, e sim da concepção sistêmica que envolve interações complexas entre empresas e diversos agentes no ambiente onde estão inseridas. A inovação tecnológica está acoplada as atividades industriais e a gestão empresarial, considerando os processos econômicos, a vida humana e as condições ambientais (ANDRADE, 2004).

De acordo com Spaargaren (1997), as diferentes maneiras de inovação tecnológica geram saturação ecossistêmica, na forma de poluição atmosférica, hídrica ou de resíduos sólidos, e que estas tecnologias modernas representam o fator desestabilizador do meio ambiente, por meio do uso intensivo de recursos energéticos e emissão de poluentes.

Segundo Hart (1997) a pressão sobre o meio ambiente tem elevado significativamente, por meio de fatores ligados às ações humanas, como maior urbanização, crescimento populacional, crescente demanda e aumento da atividade industrial. Parte desses impactos ambientais advém da esfera produtiva por serem agentes de transformação do ambiente e por

demandarem recursos naturais (HART, 1997; PORTER; LINDE, 1995). Neste contexto a inovação surge como uma mudança efetiva que traz ganhos à empresa e ao mesmo tempo minimiza impactos ambientais.

O conceito de inovação ambiental é recente na literatura da inovação, datando de meados dos anos 90, sua definição é baseada no Manual de Oslo, Kemp e Pearson (2008) definem a inovação ambiental como a produção, o processo de produção e/ou o serviço que reduzam os riscos ambientais, a poluição e outros impactos negativos. Fussler e James (1996) definem eco-inovação como novos produtos e processos que diminuem os impactos ambientais.

De acordo com a ETAP (2004), as tecnologias ambientais englobam tecnologias e processos para gerenciar a poluição e os recursos de forma eficiente. As tecnologias ambientais utilizam alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente, em que podem reduzir os custos de obtenção de uma melhoria ambiental ou podem oferecer um maior ganho ambiental do que o velho modelo.

A característica principal que diferencia uma inovação ambiental de uma inovação tradicional são os ganhos ambientais gerados se comparado a outras tecnologias disponíveis para o mesmo fim (RENNINGS; ZWICK, 2003).

Segundo Kemp e Arundel (1998) a inovação ambiental consiste em novos processos técnicos e organizacionais modificados, introduzidos pelas empresas para evitar e/ou reduzir os danos ambientais causados por suas atividades.

Para Angelo, Jabbour e Galina (2011), a inovação ambiental são implementações organizacionais considerando as dimensões de produtos, processos e mercado, com diferentes graus de novidade, podendo ser apenas melhoria incremental, que intensifica o desempenho de algo já existente ou radical, que promove algo completamente inédito, cujo principal objetivo é reduzir os impactos ambientais da empresa.

Para Kemp, Arundel e Smith (2001), surge o conceito de inovação ambiental, uma das definições do tema trata de processos novos e modificados, a partir de equipamentos, produtos, técnicas e sistemas de gestão que evitem ou reduzam os impactos ambientais.

Kemp e Foxon (2007) definem eco-inovação como a produção, a aplicação ou a exploração de um bem, serviço, processo de produção, estrutura organizacional ou método de negócio que seja novo para a empresa e que durante o seu ciclo de vida possa reduzir o risco ambiental, a poluição e os impactos negativos do uso de recursos.

A World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2014)) define eco-inovação como a criação de mais produtos e serviços, reduzindo o desperdício, a poluição e a

utilização de recursos, e a partir dessas melhorias é possível mensurar o desempenho ambiental nas questões ambientais.

Fussler e James (1996) definem a inovação ambiental como novos produtos e processos que diminui os impactos ambientais. Desta forma, para se alcançar a inovação é necessário que seja incluído e/ou modificado sistemas de gestão e tecnologias para melhorar o desempenho ambiental.

Para a Agência de Inovação da Suécia (VINNOVA, 2013) a inovação ambiental serve para prevenir ou reduzir os encargos antrópicos sobre o meio ambiente, limpar danos já causados, e diagnosticar e monitorar os problemas ambientais.

Para Oltra e Saint Jean (2009), inovação ambiental são processos novos ou modificados, práticas, sistemas e produtos que beneficiam o meio ambiente e contribuem com a sustentabilidade ambiental.

Segundo Stern (2007) inovação ambiental é tecnologias ou processos ambientais que controlam a emissão de poluição ou alteram os processos produtivos para a redução ou prevenção das emissões de poluentes.

Kammerer (2009) identifica a inovação ambiental como todos os tipos de inovação organizacional que transmitem benefícios eficientes para o meio ambiente, ou seja, engloba todas as mudanças e novidades organizacionais que buscam a redução dos impactos ambientais.

Para Maçaneiro e Cunha (2010) a inovação ambiental consiste na mudança e melhoria de produtos, processos, estratégias de negócios, mercados, tecnologias e sistemas de inovação, em que contribuem com a melhoria do desempenho ambiental e com a redução dos impactos ambientais.

Para Rennings (1998) a inovação ambiental pode ser tecnológica, organizacional, social e institucional. A inovação tecnológica ambiental consiste em precaver ou reparar danos das tecnologias nos processos de *end-of-pipe* ou nas técnicas de produção mais limpa em todo o estágio produtivo. A inovação ambiental organizacional visa à introdução de novos serviços e medidas socioambientais na gestão. A inovação ambiental social é a mudança de hábitos, valores e comportamentos, com o interesse de um estilo de vida sustentável. E por fim, a inovação ambiental institucional se consolida nos fundamentos para uma política de sustentabilidade, por meio de respostas e iniciativas das instituições para os problemas de ordem ambiental.

Para Stiegler (1998), Flichy (1995) e Corazza (2001), o processo de inovação tecnológica pode assumir diferentes posturas, por meio de perspectivas substitutivas de

inovação, no qual um processo ou dispositivo tecnológico é superado em favor do outro; por inovar incluindo adições a tecnologias existentes; por impor processos tecnológicos considerados como *end of pipe*; e por adotar estratégias alternativas de inovação a partir de caminhos originais.

A inovação ambiental está organizada em dois grupos de soluções tecnológicas: a) as de controle de poluição ou de final-do-tubo, conhecidas como *end-of-pipe* (EOP), que estão ligadas ao tratamento de resíduo na saída do processo produtivo ou a recuperação de ambientes degradados, o que representa em geral um aumento de custos; e b) as tecnologias limpas ou prevenção da poluição, chamadas de *pollution prevention* (PP), que são mais complexas, e normalmente necessitam de alterações significativas nos processos produtivos e organizacionais da empresa, com menor pressão sobre custos (KEMP; ARUNDEL, 1998).

As soluções de tecnologias PP permitem que as empresas reduzam o impacto ambiental e melhorem seu desempenho, por meio de melhoria na eficiência produtiva via redução da geração de resíduos e reciclagem dos mesmos, menor consumo de energia, presença de economia de escala ou da geração de produtos com melhor qualidade, com maior valor de revenda (TAHIM, 2008).

Muitas vezes, o desenvolvimento da inovação ambiental é direcionado por metas ambientais relacionadas à redução de custo, regulação, mecanismos de mercado ou instrumentos voluntários (FRONDEL; HORBACH; RENNINGS, 2008).

A inovação com foco ambiental tem sido denominada como eco-inovação por muitos autores, uma vez que contemplam os aspectos econômico e ambiental, sendo uma nova fronteira da inovação tecnológica (SILVA *et al.*, 2010).

Schaltegger e Sturm (1990) propuseram o termo eco-inovação em 1990, considerada como a produção, assimilação e exploração de um produto, serviço, processo, gestão de negócios ou novo método para organização que reduza os impactos negativos ao meio ambiente (ARUNDEL; KEMP, 2009).

A Comissão Europeia (2007) define a eco-inovação como qualquer forma de inovação que visa progressos significativos e demonstráveis para o objetivo do desenvolvimento sustentável, por meio da redução dos impactos sobre o meio ambiente ou de uma utilização mais eficiente e responsável dos recursos naturais, incluindo a energia. Tendo como diretrizes prevenir e corrigir os danos ambientais ocasionados pelas indústrias, e ainda introduzir alterações significativas na produção e no consumo a fim de reduzir a pressão sobre o meio ambiente.

Bernauer *et al.* (2006) afirmar que a eco-inovação é essencial para se alcançar a sustentabilidade, levando em conta as dimensões econômica, social e ambiental. Tseng *et al.* (2013) afirma que a inclusão de inovação ambiental nos negócios requer mudanças nos processos, produtos e serviços.

A eco-inovação dá origem às mudanças ou melhorias no desempenho ambiental, relacionando produtos, processos, estratégia de negócios, mercados, tecnologias e sistemas de inovação, contribuindo para a redução dos impactos ambientais negativos de produtos e processos por meio da inovação, de novas estruturas organizacionais e práticas em tecnologias limpas (MAÇANEIRO; CUNHA, 2010).

Para a Europe INNOVA (2006) a eco-inovação é a criação de novos produtos, processos, sistemas, serviços e procedimentos concebidos para satisfazer as necessidades humanas e para proporcionar uma melhor qualidade de vida para todos, com o uso mínimo de recursos naturais e a liberação mínima de substâncias tóxicas.

A eco-inovação é toda medida de atores relevantes que desenvolva novas ideias, comportamentos, produtos e processos, que aplicados contribuem com a redução de encargos ambientais ou para específicas metas de sustentabilidade (KLEMMER; LEHR; LOEBBE, 1999).

Carrillo-Hermosilla, Río e Konnola (2010) afirmam que em geral as definições enfatizam que uma eco-inovação é a redução do impacto ambiental nas atividades de produção e consumo.

Para a OECD (2009) a eco-inovação geralmente é a mesma que os outros tipos de inovação, mas com duas importantes diferenças: a) representa a inovação que resulta em uma redução do impacto ambiental, se tal efeito é intencional ou não; e b) o âmbito da eco-inovação pode ir além das fronteiras organizacionais convencionais da organização inovadora e envolve arranjos sociais mais amplos que desencadeiam em mudanças nas normas socioculturais existentes e nas estruturas institucionais.

Para Chen, Lai e Wen (2006), inovação verde está relacionada a produtos ou processos verdes, que envolvem a inovação em tecnologias, redução do consumo de energia, prevenção da poluição, reciclagem dos resíduos e gestão ambiental nas empresas. Para Tseng *et al.* (2013), inovação verde esta intimamente ligada à tecnologia, gestão de funções, design de produto e aspectos do processo e produção.

Angelo, Jabbour e Galina (2012) destacam três termos, principais, relacionados à inovação ambiental: inovação ambiental, *eco-innovation* ou ecoinovação, e *green innovation* ou inovação verde. Angelo, Jabbour e Galina (2011), em uma pesquisa, que teve como

objetivo propor uma definição comum ao termo “Inovação Ambiental”, realizaram um levantamento bibliográfico em periódicos internacionais, *ISI Web of Science* e *Scopus*, de 2009 até 2011. Com o objetivo de identificar quais das terminologias são mais utilizadas, e identificaram a seguinte distribuição quantitativa: Inovação Ambiental com 65%; Eco-inovação com 22%; e Inovação Verde com 13%. Os autores concluem o estudo mostrando as três terminologias utilizadas são sinônimos de inovação ambiental, que são implementações organizacionais, por meio das dimensões de produtos, processos e mercado, com o principal objetivo de reduzir os impactos ambientais da empresa (ANGELO; JABBOUR; GALINA, 2012).

Conclusão como termos que são sinônimos, que muitas vezes são utilizados com o mesmo significado, mas com traduções diferentes ou opção dos autores de utilizarem uma terminologia ou outra, como mostra o Quadro 1.

No Quadro 4 é possível identificar a semelhança nas definições de inovação ambiental, eco-inovação e inovação verde, e por isso são consideradas sinônimos de inovação ambiental, ou seja, inovação ambiental deve ser entendida como a introdução de novos procedimentos técnicos e organizacionais, no âmbito da produção industrial, que levam à maior proteção do meio ambiente (LUSTOSA, 2002).

Terminologia	Definição	Autores
Inovação Ambiental	É a produção, o processo de produção e/ou o serviço que reduzam os riscos ambientais, a poluição e outros impactos negativos, por meio da alteração ou modificação no processo ou no produto.	Kemp; Pearson (2008); Kemp; Arundel (1998); Angelo; Jabbour; Galina (2011); Kemp; Arundel; Smith (2001); Fussler; James (1996); Vinnova (2013); Oltra; Saint Jean (2009); Stern (2007); Kammerer (2009); Maçaneiro; Cunha (2010); Rennings (1998).
Eco-inovação	É a introdução de novos produtos e processos que diminuem os impactos ambientais.	Fussler; James (1996); Comissão Europeia (2007); Maçaneiro; Cunha (2010); Europe Innova (2006); Klemmer; Lehr; Loebbe (1999); OECD (2009).
Inovação Verde	São produtos ou processos, que envolvem a inovação em tecnologias, a gestão de funções, o design de produto e os aspectos do processo e produção.	Chen; Lai; Wen (2006); Tseng <i>et al.</i> (2013).

Quadro 04 - Síntese de sinônimos de Inovação Ambiental

Fonte: Autora

Há ainda o termo tecnologia ambiental que é definido como o conjunto de conhecimentos, técnicas, métodos, processos, experiências e equipamentos que utilizam os

recursos naturais de forma sustentável e que permitem a disposição adequada dos rejeitos industriais, de forma a não degradar o meio ambiente (ETAP, 2004; LUSTOSA, 2002). O Quadro 5 permite entender a diferença de uma inovação tecnológica ambiental de processo e uma inovação tecnológica ambiental de produto.

Tipos de Inovação	Conceito	Autores
Inovação Tecnológica Ambiental de Processo	É a adoção de métodos de produção novos ou melhorados, incluindo métodos de entrega de produtos que beneficiam o meio ambiente e contribuem com a sustentabilidade ambiental.	OECD, 2005; OLTRA; JEAN, 2009.
Inovação Tecnológica Ambiental de Produto	São características tecnológicas ou usos pretendidos que diferem dos produtos produzidos anteriormente, ou pelo desempenho aprimorado ou elevado de um produto existente que beneficiam o meio ambiente e contribuem com a sustentabilidade ambiental.	OECD, 2005; OLTRA; JEAN, 2009.

Quadro 05 - Síntese do conceito de inovação tecnológica ambiental

Fonte: Autora

Kemp e Soete (1990) fazem distinção entre inovação ambiental de produto e de processo. A inovação ambiental de produto visa atender a demanda dos consumidores por produtos ambientalmente corretos e depende do quanto isso é valorizado pelos indivíduos. Enquanto a inovação ambiental de processo não possui estímulo direto de mercado e depende dos objetivos e valores da empresa onde se origina ou da redução de custos obtidas com a inovação. A inovação incremental e radical é percebida principalmente quando a tecnologia é voltada para a prevenção da poluição.

2.3.1 Pesquisa em inovação ambiental

Em países europeus, no contexto da OECD ou da Comunidade Europeia, a inovação ambiental tem sido um tema de estudo em crescimento. Santos e Carneiro (2013) realizaram uma pesquisa exploratória e bibliométrica sobre a temática inovação com o objetivo de identificar quais os assuntos são mais discutidos. A análise foi realizada por meio das publicações da base *Web of Knowledge*, entre os anos 1967 e 2012. A busca resultou em 454 artigos completos, sendo 21% que tratam de temas relacionados aos aspectos ambientais da inovação e desempenho organizacional, que investigam a relação da inovação com os impactos ambientais, e a relação da inovação com a sustentabilidade ambiental.

Antonioli, Mancinelli e Mazzanti (2013) realizaram uma pesquisa quantitativa para identificar se a implementação conjunta de uma inovação e de treinamento organizacional das

empresas podem promover a adoção de uma inovação ambiental. Os autores pesquisaram dados originais de 555 empresas industriais italianas, considerando quatro tipos de inovação ambiental, sendo: redução de CO₂, redução de emissões, adoção do Sistema de Gestão Ambiental e eficiência material. Os resultados mostram que por conta de normas ambientais mais rigorosas as empresas têm obtido mudança organizacional que estimulam a capacidade de introduzir uma inovação ambiental.

Estudo quantitativo realizado em 8.161 empresas de serviços italianos teve como objetivo investigar os fatores relevantes da inovação ambiental nestas empresas. Os autores analisaram a integração em serviços de fabricação e inovação ambiental. Os resultados mostram que as empresas com inovações ambientais relacionadas com a redução de carbono e eficiência energética são diferentes em todos os setores, e as empresas de cooperação, treinamento, sistemas de gestão ambiental e de lazer financiamento público possuem papéis fundamentais nestes processos. A integração de serviços de manufatura e o efeito de transmissão da política ambiental da indústria para os serviços mostram que não tem impacto positivo sobre a difusão de inovações ambientais (CAINELLI; MAZZANTI, 2013).

Gilli, Mazzanti e Nicolli (2013) por meio de estudo quantitativo, investigaram o desempenho da inovação ambiental e da eficiência ambiental na economia da União Europeia, a pesquisa foi baseada nas informações do *Community Innovation Survey* (CIS) de 2008 que abrange todas as inovações adotadas nas empresas da União Europeia no período de 2006 a 2008. Os autores concluem que o desempenho econômico e ambiental pode ser potencialmente eficaz se inter-relacionados, e que isto depende de elementos relacionados como mudança organizacional e inovação.

Ghisetti e Rennings (2014) analisaram a relação entre a inovação ambiental e competitividade para saber se “vale a pena ser verde”. O objetivo da pesquisa é analisar se as duas tipologias têm impacto sobre a rentabilidade das empresas e se as inovações ambientais fazem a diferença em termos de ganhos econômicos. A pesquisa é empírica baseada em uma amostra de empresas alemãs que fazem uso de duas ondas do *Mannheim Innovation Panel* em 2009 e 2011. Os autores concluem que a inovação que conduz a uma redução na utilização de energia e/ou materiais por unidade de saída afetam positivamente a competitividade das empresas.

Pesquisa realizada por Chassagnon e Haned (2014) teve como objetivo contribuir com o debate entre a inovação ambiental e a liderança em inovação, estudando a propensão de implementação de diferentes tipos de inovação ambiental pela liderança, os autores consideram que um líder da inovação é aquele que incentiva as inovações ambientais. Os

autores utilizaram uma amostra de 1180 empresas francesas, por meio de uma pesquisa empírica. Os resultados obtidos mostram que as estratégias de inovação tendem a incluir práticas ambientalmente corretas nas empresas, e que as empresas que são consistentemente líderes da inovação são aquelas que incentivam as inovações ambientais, além disso, os resultados mostram um forte impacto da regulamentação na redução de custos na implementação de uma eco-inovação.

Hottenrott, Rexhauser e Veugelers (2014) investigaram os efeitos da produtividade em empresas que introduziram novas tecnologias ambientais, pois segundo dados da pesquisa da literatura sobre a mudança e a produtividade organizacional sugere que as empresas possam obter efeitos de produtividade mais elevados na adoção de novas tecnologias ambientais. A pesquisa foi realizada em empresas localizadas na Alemanha que adotaram tecnologias ambientais, trata-se de um estudo qualitativo, com o objetivo de estudar se uma mudança organizacional pode ajudar a empresa a fazer uso mais eficiente de tecnologias ambientais. Os autores concluem que a implementação de tecnologias ambientais aumenta na ausência de pressão regulatória do governo, e que a adoção de tecnologias verdes fica mais suscetível nessas empresas.

No Brasil, pesquisas sobre inovação ambiental também tem sido um tema de estudo em crescimento. Estudo quantitativo realizado em 37 indústrias localizadas no Brasil que possuem um Sistema de Gestão Ambiental formalizado e certificado pela norma NBR ISO 14001, teve como objetivo geral analisar a relação entre a gestão ambiental e as inovações tecnológicas voltadas ao meio ambiente, no ano de 2000, conclui-se que as organizações que se preocupam com a gestão ambiental estão diretamente relacionadas com as inovações tecnológicas adotadas (ROHRICH; CUNHA, 2002).

Daroit e Nascimento (2004) apontam que a interação entre processos produtivos, sociedade e meio ambiente faz com que as dimensões da sustentabilidade sejam incorporadas no processo de geração de inovação. E por isso, realizaram uma pesquisa com o objetivo de evidenciar se há integração das dimensões econômica, social e ambiental no processo de geração de inovações. Os autores apresentaram uma pesquisa framework que evidencia a relação entre organização, meio ambiente e sociedade as quais influenciam as práticas organizacionais, que vão desde aspectos operacionais até as considerações estratégicas, e envolvem o posicionamento da empresa em mercados que tenham como requisito a preocupação ambiental. Os autores concluem que as empresas que aproveitam das oportunidades emergentes e do desenvolvimento de competências organizacionais decorrentes das inovações, tornando a inovação uma vantagem competitiva.

Podcameni (2007) analisou a adoção e geração de inovações ambientais no Brasil, a partir de dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), elaborada pelo IBGE de 2000 a 2003, o tamanho da amostra é de 11.337 empresas. Os dados foram testados por meio de um modelo probabilístico. O resultado encontrado é que a adoção de inovação ambiental reforça o desempenho competitivo das empresas de forma indireta, por meio de melhora da qualidade dos bens e serviços ofertados e redução do custo de produção.

Estudo quantitativo realizado com dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica teve como objetivo verificar se por meio de formação de cooperação para inovação se há ocorrências de inovações ambientais em empresas brasileiras, no período de 2006 a 2008, que declararam ter implementado algum produto e/ou processo novo ou aprimorado. Os resultados da pesquisa apontam que a cooperação para a inovação favorece a ocorrência de inovação ambiental nas empresas brasileiras (ARRUDA *et al.*, 2012).

Campos e Souza (2013) realizaram um estudo de caso único, por meio de entrevista semi-estruturada, observação direta e registro em arquivos para analisar a implementação de tecnologia limpa em uma organização do setor de combustíveis automotivos. O objetivo da pesquisa é analisar a influência da inovação ambiental para o desenvolvimento de tecnologias limpas em uma organização de combustíveis automotivos na redução do impacto ambiental. As autoras concluem que o uso de tecnologia limpa se dá pelas exigências da legislação ambiental, e a que a inovação ambiental incremental é a que prevalece, mesmo que o custo para a aquisição seja elevado.

As pesquisas sobre inovação ambiental no mundo e no Brasil mostram que o estudo é recente e que o tema é pouco explorado nas indústrias, e que sua aplicação tem sido considerada nas empresas uma possibilidade de redução dos impactos ambientais negativos, melhoria de desempenho na competitividade, redução nos custos de produção e processo, e cumprimento das exigências ambientais estabelecidas pela legislação.

2.3.2 Pesquisa em inovação ambiental no setor automotivo

Estudos relacionados à pesquisa em inovação ambiental no setor automotivo mostram que os estudos são recentes e que o tema ainda é pouco explorado nas indústrias.

Com relação às pesquisas sobre a inovação ambiental no setor de pintura, Dalmolin, Gonçalves e Pachekoski (2013) com o objetivo de investigar se a remoção da camada *primer* de uma configuração de pintura comum utilizada na indústria automotiva reduz os impactos

ambientais e aumenta a produtividade. Os resultados mostram que o sistema de pintura proposto funciona, possibilitando o aumento da produtividade e ganhos ambientais, por exemplo, a redução do consumo de primer, redução do consumo de produtos químicos e solventes, redução das emissões atmosféricas, redução do consumo de material industrial, atendimento as exigências ambientais.

Pesquisa realizada por Storck *et al.* (2014) por meio de pesquisa-ação teve como objetivo implantar um processo de preparação de superfície e pintura líquida, que consiste em um processo inovativo de pintura em uma empresa fabricante de equipamentos de médio porte. Os resultados concluem que o processo de pintura proposto pelos autores é viável, com melhoria na resistência às condições climáticas, redução no consumo de tinta, aumento da capacidade produtiva e principalmente o atendimento as normas ambientais.

Rivera e Reyes-Carrillo (2014) apresentaram um estudo colaborativo para uma empresa europeia, propondo um modelo de pintura inovativo em um fabricante que pinta para-choques para várias montadoras. O modelo substitui o revestimento líquido à base de solvente por um à base de água, reduz o tempo de cura na estufa, e reduz a espessura da camada de tinta. Com a aplicação do modelo, os autores, identificaram melhoria na eficiência energética e na redução das emissões.

Pesquisa realizada por Tiwari e Upadhyay (2013), apresenta uma revisão de literatura, em 28 artigos de 1996 a 2012, sobre a melhoria na qualidade da pintura automotiva, com o objetivo de identificar técnicas de otimização. Os autores concluem que há pouca pesquisa a respeito, e que na maioria dos artigos mostram que a tinta à base de solvente causa risco ao meio ambiente, e que para minimizar este risco, deve ser substituída por tinta à base de água ou por revestimentos a pó, ambos são considerados uma inovação ambiental tecnológica.

Bjorkdahl e Linder (2014) realizaram uma pesquisa qualitativa baseando-se em um estudo de caso exploratório, com o objetivo de analisar o resultado de uma visão compartilhada de sustentabilidade ambiental para o desenvolvimento e comercialização de inovações ambientais. Os dados foram coletados de 2009 a 2013 em na indústria multinacional automotiva. Os autores concluem que a visão ambiental compartilhada pode acelerar a inovação ambiental, conduzida a um aumento no número de áreas de aplicação, de vendas de soluções relacionadas aos problemas ambientais e as principais competências da empresa.

Pesquisa realizada por Kastensson (2014) por meio de estudo de caso e pesquisa empírica teve como objetivo explorar o projeto de duas montadoras suecas (Saab e Volvo)

para conceituar o que dificulta e/ou permite as inovações ambientais na indústria automotiva. O resultado mostra que a Saab esta focada no desenvolvimento de inovação ambiental radical, mesmo tendo dificuldades na implementação de conceitos de produto. A Volvo esta focada no desenvolvimento de inovação ambiental incremental, desenvolvendo soluções técnicas a serem implementadas no curto prazo. Para os autores quando se trata de cumprir com as exigências ambientais, as indústrias automotivas devem exigir novas ideias e abordagens radicais com foco na implementação de inovações.

Com base nas obras discutidas nos itens anteriores o Quadro 6 apresenta uma síntese dos conceitos discutidos que será adotado nesta pesquisa.

Tipos de inovação	Conceito	Autores
Inovação Tecnológica Ambiental de Processo Incremental	É a introdução de melhorias ou o aperfeiçoamento em processos já existentes voltada para a prevenção da poluição.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica Ambiental de Processo Semi-radical	Algo novo ou com certo grau de mudança substancial na tecnologia de processo de uma organização voltada para a prevenção da poluição.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica Ambiental de Processo Radical	É o desenvolvimento ou a introdução de um processo inteiramente novo, uma alteração significativa ou avançada com base tecnológica que busca reduzir a poluição, o desperdício, ou o controle e monitoramento das variáveis ambientais.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica Ambiental de Produto Incremental	É a melhoria do produto com poucas modificações que reforçam algo existente ou o aperfeiçoamento de produtos voltada para a prevenção da poluição.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica Ambiental de Produto Semi-radical	Algo novo ou com certo grau de mudança substancial no produto voltado para a prevenção da poluição.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.
Inovação Tecnológica Ambiental de Produto Radical	É a melhoria do produto com grandes modificações, desenvolvimento e/ou a introdução de um novo produto fornecido de maneira inteiramente nova que permita a redução da poluição, o desperdício, ou o controle e monitoramento das variáveis ambientais.	Comissão Europeia, 2007; Europe Innova, 2006; OECD, 2009; Oltra; Jean, 2009; Davila; Epstein; Shelton, 2007; Tidd; Bessant; Pavitt, 2008.

Quadro 06 - Síntese do conceito de inovação tecnológica ambiental radical, semi-radical e incremental

Fonte: Autora

Dessa forma, os conceitos sintetizados no Quadro 6, foram desenvolvidos tomando como base os conceitos de inovação tecnológica de produto e processo, inovação incremental, semi-radical e radical, acrescidos dos conceitos de inovação ambiental.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados a abordagem metodológica, os instrumentos de coleta de dados e a forma de análise e tratamento de dados que foram realizadas nesta pesquisa.

3.1 Abordagem metodológica

Com o intuito de atingir os objetivos propostos, o método utilizado nesta pesquisa é de caráter descritivo e optou-se pelo método qualitativo utilizando como estratégia de pesquisa o estudo de caso único com duas unidades de análise, que foi a forma mais adequada para responder as questões de pesquisa.

Segundo Richardson (1999, p.79), “o método qualitativo é a forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social”. O pesquisador se propõe a compreender os significados atribuídos pelos atores às situações e eventos dos quais participam (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSNADJER, 1998). Para Godoy (1995) a pesquisa qualitativa deve ter as seguintes características básicas: a) ter o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental; b) ser descritiva; e c) os pesquisadores utilizarem o enfoque indutivo na análise de seus dados.

Para Goldenberg (2002) a pesquisa descritiva deve ser utilizada quando o pesquisador esta preocupado em aprofundar e compreender um fenômeno em uma organização.

A escolha do método estudo de caso deve-se ao fato de tratar de uma investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. O estudo de caso é caracterizado como descritivo por apresentar um relato detalhado de um fenômeno social, que ilustre a situação e os aspectos envolvidos (GODOY, 1995). Segundo Yin (2005) o estudo de caso é um método que deve ser utilizado quando há questões do tipo “como” e “por que”, detalhe característico desta pesquisa. Possui caráter qualitativo, porém é permitido o uso de dados quantitativos para detalhar ou acrescentar dados à pesquisa. É um estudo que permite investigar e preservar os significados de eventos da vida real.

Com relação à técnica, para Alves-Mazzotti e Gewandsnadjer (1998) o estudo de caso deve mencionar: a) o que pretende investigar, considerando o problema, o objetivo e/ou as questões do estudo; b) como se planejou conduzir a investigação de maneira a atingir o objetivo e/ou a responder a questão de pesquisa, considerando os procedimentos

metodológicos; e c) porque o estudo é relevante, considerando as contribuições teóricas e/ou práticas que o estudo pode oferecer.

O estudo de caso foi realizado em uma indústria automotiva com sede no Brasil. A princípio foram produzidas uma Carta Convite (Apêndice A) e um Formulário de Consentimento (Apêndice B), ambos foram enviados para a montadora com o objetivo de conhecerem sobre a pesquisa e para autorizarem as entrevistas. Depois foi produzido um Protocolo de Pesquisa (Apêndice C), que foi utilizado pelo pesquisador a fim de auxiliá-lo com os procedimentos descritos. Segundo Yin (2005), o protocolo de Estudo de Caso é representado por um instrumento que contém os procedimentos e as regras gerais que devem ser seguidas pelo pesquisador. Para o autor o protocolo determina diretrizes da pesquisa em campo e pode ser visto como parte fundamental da confiabilidade no estudo de caso.

Yin (2005) delimita três aspectos a serem abordados em um protocolo: a) visão geral do projeto; b) procedimentos de campo; e c) questões do estudo de caso. Também considera a importância de um Guia para Entrevista (Apêndice D), que é um esboço com o formato para os dados, para o uso e a apresentação de outras documentações e informações bibliográficas.

Segundo Yin (2005), as questões substanciais existentes em um protocolo do estudo de caso devem refletir o caminho real da investigação realizada. Desta forma, devem dirigir-se ao investigador, e não ao entrevistado, auxiliando como lembretes das informações necessárias a serem coletadas no estudo de caso, e pontuando as razões para a coleta.

As questões de pesquisa de campo são pertinentes aos objetivos específicos do trabalho, apresentados no Roteiro de Entrevista (Apêndice E).

3.2 Estudo de caso único com unidades de análise

Segundo Eisenhardt (1989) a escolha do caso é muito importante, sendo ele o responsável em definir as características do projeto de pesquisa. A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso único, com duas unidades de análise, em uma montadora de veículos.

Por meio da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2015) a empresa selecionada é uma montadora líder de um dos segmentos automotivos. O contato com a empresa foi realizado por e-mail, e posteriormente por telefone com o supervisor de engenharia de manufatura e responsável pelo planejamento de meio

ambiente, agendou-se uma visita à empresa para responder as questões de pesquisa, e para a observação, e solicitação de documentos.

A montadora estudada possui quatro fábricas no Brasil, sendo que foram escolhidas duas delas para comparar o processo de pintura convencional com as inovações tecnológicas ambientais implementadas em uma das plantas de uma unidade da montadora. O novo processo de pintura é o único na América do Sul e possui um processo sem a etapa *Primer*, e por isso foi escolhida para ser comparada com uma linha convencional.

3.3 Instrumentos de coleta de dados

Segundo Yin (2005) há seis fontes de evidências que são utilizadas como instrumentos de coleta de dados: a documentação, os registros em arquivos, as entrevistas, a observação indireta, a observação participante e os artefatos físicos. Para Eisenhardt (1989), o estudo de caso normalmente combina vários métodos de coleta de dados, sendo arquivos, entrevistas, questionários, observações e evidências que podem ser qualitativas, quantitativas ou mistas. Para este estudo serão adotados quatro destas fontes de evidências: pesquisa documental, entrevistas, observação e registro em arquivos.

A documentação também é importante no estudo de caso para comprovar, corroborar e valorizar outras fontes de evidências, podendo ser cartas, relatórios, documentos administrativos, recortes de jornais, etc. (YIN, 2005). Durante a entrevista foram solicitados documentos e registro em arquivos. O entrevistado forneceu os seguintes documentos com dados sobre a unidade de análise do estudo de caso: Anuário de Responsabilidade Corporativa 2012, Anuário de Responsabilidade Corporativa 2013, Relatório de Sustentabilidade 2011, Relatório de Sustentabilidade 2012, Projetos de Meio Ambiente, Documento de Concepção para atividades de projeto de MDL, *Environmentally Friendly Production*, documentos do Sistema de Gestão Ambiental, apresentações realizadas internamente e matérias veiculadas na mídia.

A entrevista é considerada por Yin (2005) a mais importante fonte de informações para um estudo de caso. As entrevistas foram realizadas com o Supervisor de Engenharia de Manufatura e responsável pelo Planejamento do Meio Ambiente, o Analista Ambiental, o Engenheiro Ambiental, o Representante da Administração do Sistema de Gestão Ambiental. A entrevista semiestruturada visou obter informações sobre inovação ambiental de processo e

produto, objetivos, e as questões foram balizadas pela literatura, de acordo com o Quadro 7, que resultou o questionário e o protocolo de observação.

Categorias	Subcategorias	Entrevista Semiestruturada
Inovação Tecnológica Ambiental	Radical de Processo	- O setor de pintura introduziu um novo método de produção ou uma nova distribuição significativamente melhorada que contribuiu para solucionar impacto ambiental? - Quais foram essas mudanças de processo? - Quais foram os resultados alcançados nesses novos métodos de produção em relação ao desempenho ambiental?
	Incremental de Processo	- Houve melhorias no processo produtivo que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental? - Quais foram essas melhorias de processo? - Quais foram os resultados alcançados por essas melhorias de processo?
	Radical de Produto	- O setor de pintura introduziu um produto (insumos) novo ou significativamente melhorado que contribuiu para solucionar impacto ambiental? - Quais foram esses produtos? - Quais foram os resultados alcançados com a introdução desses produtos em relação ao desempenho ambiental?
	Incremental de Produto	- Houve melhorias moderadas no produto que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental? - Quais foram essas melhorias no produto? - Quais foram os resultados alcançados por essas melhorias de produto?
Legislação	Legislação	- O setor de pintura foi reestruturado para melhorar o desempenho ambiental? - Houve alguma exigência da legislação ou dos órgãos de controle ambiental que estimulou as mudanças? - Houve incentivo de legislação que trata de inovação? Ou incentivos fiscais para implementar as mudanças ou nova fábrica?
Origem da inovação	Transferência da Matriz	- A inovação de processo e/ou produto foi transferida da matriz para a subsidiária? - Houve transferência reversa da tecnologia da matriz para Taubaté? - Houve transferência reversa para a subsidiária?
	Transferência reversa	- Alguma inovação de processo e/ou produto foi transferida da subsidiária para a matriz? - Houve transferência reversa da tecnologia de Taubaté para outras subsidiárias? - Houve transferência reversa para a matriz?
Aspectos e impactos ambientais	Consumo de água e energia	- A inovação de processo trouxe redução de consumo de água e energia? - Há indicadores de consumo e de redução de consumo de água e energia?
	Poluição atmosférica	- O uso de solventes foi substituído no processo para reduzir a poluição (emissões ou contaminação do solo, etc.) - Há contenção da poluição atmosférica? - Houve mudança de combustível? - Houve substituição de matérias primas e reagentes? - Há algum tipo de incinerador (gás com chama ou gás catalítico)? - Algum resíduo é encaminhado para incineração? - Quais resíduos são encaminhados para incineração?

	Poluição Hídrica	- Há ETE (estação de tratamento de efluentes)? - Qual o percentual captado e devolvido? - Houve diminuição do uso de água? - Houve descarte correto de água tratada? - Há armazenamento desta água para reuso? - Os efluentes contaminados com tinta passam por algum processo de tratamento?
	Resíduos sólidos, etc.	- A borra de tinta passa por algum processo de reaproveitamento? - As latas contaminadas são lavadas ou são descartadas? - A sobra de tinta catalisada é reutilizada? - Houve redução no consumo de tinta?
	MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	- Houve melhoria de eficiência energética? - Houve troca de combustível no processo? - Houve redução de emissão de gases efeito estufa (GEE)? - Há geração de créditos de carbono com a redução dos GEE?

Quadro 07 - Categorias de análise da pesquisa

Fonte: Autora

O questionário semiestruturado foi estruturado de acordo com as categorias de análise advindas do referencial teórico: caracterização da inovação, e identificação dos componentes tecnológicos ambientais. A fim de obter informações referentes à prática de inovação tecnológica ambiental em produto e processo. Sobre a inovação de produto, as perguntas tratam da substituição de insumos por materiais com características melhoradas. E quanto à inovação de processo, as perguntas referem-se ao uso de tecnologia, de novos equipamentos, entre outros. Com relação à regulamentação, as perguntas dizem respeito às exigências legais, controle ambiental e incentivo fiscal. Para classificar a origem da inovação, as perguntas abordaram temas como a transferência de tecnologia, maquinários, entre outros. E quanto aos aspectos e impactos ambientais, as perguntas foram sobre o consumo de água e energia, poluição atmosférica e hídrica, destinação dos resíduos sólidos e por fim sobre o MDL.

A observação foi realizada no setor de pintura da indústria automobilística, de acordo com o roteiro descrito no Protocolo de Observação (Apêndice F). Segundo Creswell (2010) a observação é aquela em que o pesquisador faz as anotações de campo e registra o comportamento e as atividades dos entrevistados no local de pesquisa. Para Alves-Mazzotti e Gewandsnadjer (1998) a observação é extremamente valorizada nas pesquisas qualitativas, e deve ser utilizada para verificar na prática a sinceridade nas respostas, para identificar comportamentos não-intencionais ou inconsistentes quando o entrevistado não se sente a vontade para discutir e permite registrar o comportamento no contexto temporal-espacial.

Para Yin (2005), as diferentes fontes de evidência possibilitam o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação por meio de um processo de triangulação de informações de fontes de dados distintas. Essas táticas aumentam a probabilidade de se alcançar uma teoria mais precisa e confiável, ou seja, factível com os dados em busca da convergência das

informações (EISENHARDT, 1989). O autor aponta que a racionalidade adotada em estudos de caso nos quais adotam vários métodos que visa à triangulação, fortalece a delimitação dos construtos.

3.4 Tratamento e análise dos resultados

Segundo Yin (2005), para aumentar a confiabilidade de um estudo de caso, é necessário encadear as evidências. Os resultados das entrevistas, da observação, da pesquisa documental e de registros em arquivos foram tratados por meio da análise documental e da análise de conteúdo. Segundo Bardin (2011) a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo dos dados por intermédio de procedimentos de transformação. Já a análise documental é um conjunto de técnicas que representam o conteúdo de um documento, facilitando o entendimento dos dados (BARDIN, 2011). Para Eisenhardt (1989), o processo de análise constitui o coração da pesquisa qualitativa realizada por meio de estudos de caso.

Segundo Bardin (2011) a aplicabilidade coerente do método se dá pela organização da análise, a codificação de resultados, as categorizações, as inferências e pela informatização da análise das comunicações. Esta organização só é possível, segundo o autor, considerando as fases da análise de conteúdo em torno de três polos: a) a pré-análise; b) a exploração do material; e c) o tratamento dos resultados, sendo a inferência e a interpretação.

A forma de análise dos resultados foi fundamentada em quatro fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, para Yin (2005) isto fortalece o estudo, possibilitando o pesquisador a desenvolver linhas convergentes de investigação. Os resultados obtidos foram confrontados com a teoria e o modelo conceitual, com isto foi possível compreender o fenômeno profundamente e extrair conclusões. Dessa forma, os dados obtidos por meio das entrevistas foram triangulados com as informações contidas nos documentos fornecidos pelos entrevistados e nas observações. Esses resultados foram apresentados em quadros sínteses para promover a análise de conteúdo.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Nesse capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa realizada nas duas unidades da montadora de veículos estudada. Os resultados apresentados são dados obtidos das seguintes fontes de evidências: pesquisa documental, entrevistas, observação e registro em arquivos.

4.1 Caracterização da empresa

A montadora é uma empresa alemã fundada no Brasil em 1953, representa o maior fabricante de veículos do país e emprega mais de vinte e dois mil colaboradores. A empresa tem operações próprias em 100 unidades fabris em 19 países europeus e 8 países nas Américas, Ásia e África (VW, 2014).

A empresa foi pioneira na tecnologia Total Flex, na utilização de freios ABS, na utilização de injeção eletrônica de combustível, e na ignição digital com mapeamento eletrônico em veículos produzidos no Brasil. A capacidade diária de produção chega a 35.000 unidades de automóveis nas três plantas da montadora, sendo uma unidade a cada 25 segundos (VW, 2013).

A montadora possui quatro fábricas no Brasil, sendo três unidades em São Paulo, Unidade Anchieta inaugurada em 1959, Unidade Taubaté, inaugurada em 1976, e Unidade São Carlos inaugurada em 1996, e uma unidade no Paraná, em São José dos Pinhais inaugurada em 1999.

A fábrica de São Carlos/SP produz motores e a fábrica de São José dos Pinhais/PR é uma fábrica recente e produz um número menor de veículos que as fábricas de Taubaté e Anchieta. Dessa forma, as unidades de análise pesquisadas, são: a) linha de pintura convencional da fábrica Anchieta/SP, conhecida como *Primer Convencional*; e b) nova linha de pintura da fábrica de Taubaté/SP, conhecida como *Process Primer Less*.

A inovação tecnológica ambiental realizada no *Process Primer Less* faz parte do programa “*Think Blue Factory*”, programa que tem como objetivo reduzir o consumo de recursos naturais, reduzir o consumo de energia, reduzir a geração de resíduos, reduzir a emissão de poluentes e reduzir a emissão de solventes. A montadora também conta com a certificação do Sistema de Gestão Ambiental, NBR ISO 14001, que gerencia os impactos

ambientais e o atendimento aos critérios ambientais e legais na sua implementação e em novos projetos.

Desta forma, a inovação e o meio ambiente fazem parte do Mapa Estratégico da montadora, como mostra a Figura 1, tendo como um dos objetivos principais de seus processos internos, o aumento da eficiência nos processos.



Figura 01 - Mapa Estratégico da montadora
Fonte: VW (2014)

Além do Mapa Estratégico a montadora também aprimorou suas metas de sustentabilidade, de forma participativa e descentralizada, a fim de atingir os objetivos e métricas específicos de sustentabilidade, como mostra a Figura 2.



Figura 02 - Objetivos e métricas de sustentabilidade da montadora
Fonte: VW (2014)

Dentro dos objetivos e métricas de sustentabilidade a inovação e o desenvolvimento tecnológico levam a montadora a ter ganhos ambientais. Especificamente no *Process Primer Less*, as inovações e as tecnologias tornam o processo produtivo mais ecoeficiente, e fazem parte dos princípios ambientais da montadora.

4.2 Unidade de análise *Primer* Convencional

A unidade de análise *Primer* Convencional foi inaugurada em 1973, esta unidade de análise fica na planta Anchieta/SP. A extensão da área construída é de 966.156,96 m², e emprega 13,3 mil funcionários.

O que diferencia a unidade de análise *Primer* Convencional da unidade de análise *Process Primer Less*, é a etapa de Primer representada com um traço vermelho na Figura 3, esse processo foi excluído da Nova Pintura. O processo *Primer* inclui uma cabine adicional com as seguintes etapas: preparação, limpeza, *primer* e estufa.

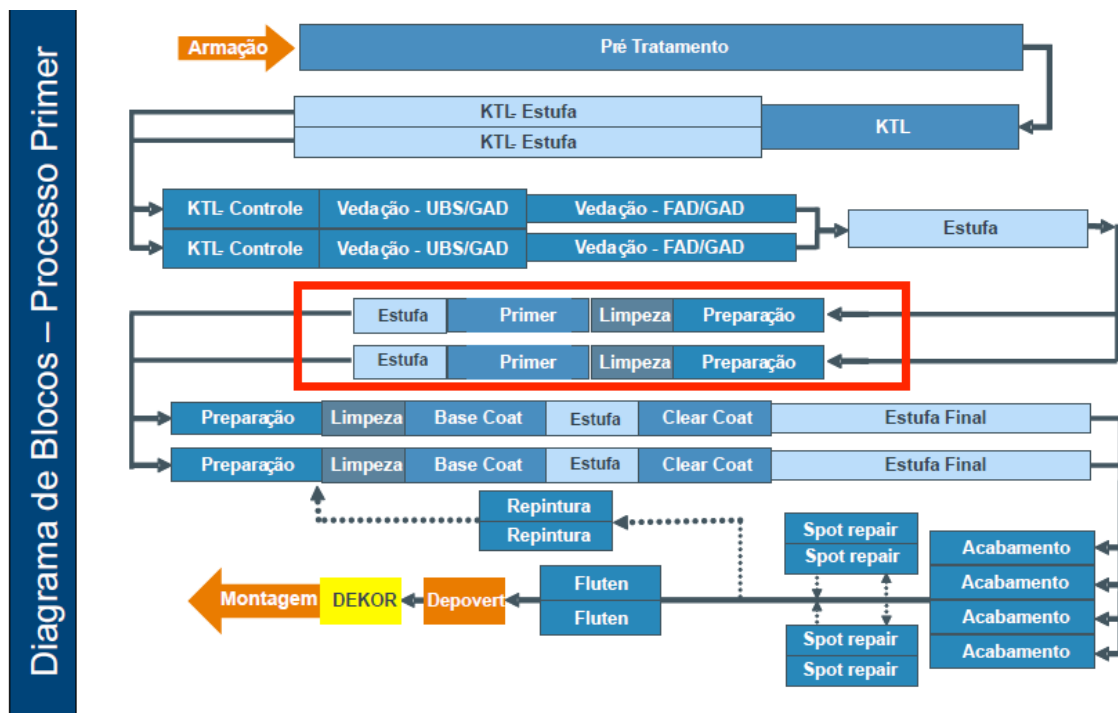


Figura 03 - Processo *Primer* de pintura convencional
Fonte: VW (2014)

A unidade de análise *Primer* Convencional inicia-se com a etapa de **Armação**, em que a carroceria é presa manualmente com presilhas de aço em um transportador, que leva o veículo por toda a extensão da linha de pintura. Nesta etapa do processo produtivo, houve apenas manutenção do equipamento e substituição de algumas peças. A manutenção é realizada de forma preventiva, durante as férias coletivas, pois é o momento que não está em funcionamento a linha de pintura. A tecnologia nessa etapa do processo não foi alterada desde 1973.

A primeira etapa do *Primer* Convencional é chamada de **Pré-Tratamento**, que trata do processo realizado antes da aplicação da tinta. Nessa etapa é realizada a limpeza da superfície metálica, em razão da carroceria chegar suja dos processos de solda e montagem de painéis com excesso de cola, óleo e outras sujeiras. Essas impurezas podem gerar defeitos e contaminações, além de que este processo aumenta a resistência da carroceria contra à corrosão e ao empolamento. Neste processo a carroceria é imersa em seis tanques, dois com jatos d'água quente que permite uma limpeza mais profunda na carroceria, dois tanques de desengraxante que remove as graxas, óleos, lubrificantes, entre outros, e, por último, dois tanques de fosfato que têm a função de melhorar a aderência da tinta e maior resistência a corrosão. Os tanques são limpos manualmente e periodicamente, para evitar o acúmulo de sujeiras e manter a qualidade do processo. O conteúdo dos tanques é peneirado, pois algumas sujidades não afundam, dificultando a retirada de borras. A borra acumulada no fundo dos tanques é retirada por meio de um duto e enviada para incineração.

Na segunda etapa é realizado o processo de cataforese, fenômeno físico-químico conhecido como **KTL**, com a aplicação de tinta por meio de eletrodeposição catódica no tanque de imersão. Depois a carroceria passa pela secagem, que inclui mesas para o escoamento da tinta, com jatos de ar e por último passam pela Estufa, que realiza a cura da tinta aplicada por eletrodeposição. O tanque de imersão é limpo manualmente e periodicamente, e a tinta é substituída quando considerada contaminada. O descarte da tinta não é realizado, pois esta sobra é enviada ao fornecedor para a reciclagem e posteriormente reutilização. Na fase de secagem, a tinta escoada é reutilizada, devolvida e misturada ao tanque. Esse processo foi desenvolvido pela sugestão de um funcionário que pensou na reutilização para reduzir os resíduos de pintura no chão. Esse aperfeiçoamento do processo diminuiu o desperdício de tinta, reduziu a mão-de-obra para a limpeza do local e o uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPI, principalmente pelo cheiro.

Após o resfriamento da superfície, algumas impurezas, sujeiras e escoamentos de tinta são retirados manualmente por lixadeiras pneumáticas. Essa etapa permite que a carroceria não carregue sujidades para os outros processos, e que esteja em qualidade aceitável para ser comercializada. Os funcionários utilizam nesta etapa vários EPI's devido à exposição e risco à saúde desse processo. A área é varrida sempre que necessário, pois há muita poeira devido ao lixamento.

A terceira etapa é conhecida como **KTL-Controle-Vedação**, na qual é realizada a aplicação de massas para garantir a estanqueidade do veículo, e depois passa novamente em uma Estufa, para que seja realizada a pré-cura da massa vedante. Nesta etapa, a massa de

vedação é realizada por robôs, que substituiu a mão-de-obra devido às imperfeições que eram identificadas no final da linha de produção. No processo manual havia a necessidade da carroceria voltar novamente para essa fase dependendo da imperfeição ou, até mesmo, a carroceria poderia ser descartada, em média por dia eram descartadas pelo menos 8 carrocerias.

Mesmo com a automação dessa fase com os robôs, há ainda a inspeção com o objetivo de verificar se a massa vedante foi aplicada a mais ou inadequadamente. Este é um processo manual e de visualização, pois os funcionários verificam a qualidade para dar continuidade ao processo.

A quarta etapa é a aplicação do **Primer**. Nesse processo a camada de tinta é nivelada para corrigir pequenas irregularidades na superfície depois da aplicação da tinta eletrodepositada. Em seguida, a carroceria passa pela Estufa, para curar a camada de Primer aplicado. Nesta etapa o Primer era aplicado na carroceria manualmente por pistola de tinta, que foi substituído por um tanque de imersão, que é limpo manualmente e periodicamente, devido ao carregamento de sujeira pela carroceria. O primer é substituído a cada limpeza, e dependendo de sua qualidade pode ser devolvido ao tanque ou é armazenado em um tambor e devolvido ao fornecedor, que recicla o Primer para a reutilização.

A quinta etapa é a aplicação do **Base Coat**, na qual as carrocerias são pintadas com uma camada de tinta que proporciona o aspecto relativo à cor final do veículo. Depois, a carroceria passa pela Estufa, processo que permite pré-curar a tinta aplicada. Em seguida, a carroceria passa pelo **Clear Coat**, que é uma camada que proporciona o aspecto relativo ao brilho da tinta no veículo. E por fim, a carroceria passa pela Estufa, em que é curada a camada de verniz aplicado. Nesta etapa as carrocerias são agregadas para que se utilize a cor de tinta desejada, a troca de tinta é realizada conforme o planejamento de produção, que considera a necessidade de limpeza do tanque que é realizada manualmente. Na troca há perda de tinta, pois o tanque deve ser totalmente limpo para não contaminar a nova tinta que será aplicada e para manter o tom desejado. É um processo que demanda tempo e mão-de-obra, e por isso o tanque deve ser limpo rapidamente, pois a linha de produção é paralisada. Para evitar a paralisação, a linha de produção ganhou um novo tanque de tinta, que o uso é intercalado conforme o planejamento de pintura. Assim, ganham tempo para a limpeza adequada do outro tanque de tinta. Neste processo, também são utilizadas duas estufas para a cura da tinta.

A sexta etapa do processo é o **Acabamento**, em que colaboradores analisam se há necessidade de reparos ou se a carroceria pode ser enviada para a montagem final. Essa etapa

é considerada a mais crítica pelo setor, pois é realizada visualmente. Depois desse processo, a carroceria é montada e finalizada para a comercialização.

Segundo os entrevistados não há como substituir as etapas de pintura desse processo convencional, pois a linha já foi projetada desta forma e algumas poucas melhorias foram incorporadas nas últimas décadas. Para os funcionários a melhoria no processo acontece quando há manutenção nas etapas, principalmente quando retornam das férias eles percebem que a linha de montagem funciona melhor. Para a montadora as melhorias aconteceram quando algumas etapas foram substituídas ou aperfeiçoadas, algumas em razão das sugestões dos próprios funcionários da linha de pintura, outras foram para se adequar as exigências ambientais cobradas pela matriz na Alemanha.

A manutenção periódica na linha evita desperdícios e a má utilização dos equipamentos, que sobrecarrega o sistema elétrico e aumenta a quantidade de combustível utilizado nas estufas. A manutenção periódica é considerada uma das etapas crítica do Sistema de Gestão da Qualidade, pois realizada adequadamente evita riscos e impactos ao meio ambiente e à saúde dos funcionários.

Além disso, algumas melhorias foram realizadas para que não houvesse problemas de ergonomia, como, por exemplo, o ajuste da plataforma para que o funcionário fique na altura adequada quando estiver inspecionando ou aplicando algum produto durante o processo de pintura.

4.3 Unidade de análise *Process Primer Less*

A unidade de Taubaté, inaugurada em outubro de 2012, implantou uma linha de pintura inovadora, comparada ao processo de pintura convencional da fábrica Anchieta, que substituiu todo o sistema de pintura de carros. Esse novo processo atende aos padrões de tecnologia e proteção ambiental, a área está destacada de azul na Figura 4.



Figura 04 - Foto aérea da unidade Taubaté, em destaque a linha de pintura
Fonte: VW (2013)

A nova linha de pintura teve investimento de R\$ 427,8 milhões de reais, envolvendo 70.000 m² de área construída, e aumentou a capacidade produtiva da fábrica em 30%, de 1.000 veículos/dia para 1.300 unidades diárias. O prédio foi desenvolvido para que a luminosidade externa reduza o uso de energia elétrica para iluminar o setor, grande parte do prédio é de vidro e não de paredes de concreto.

A não utilização do *Primer* no novo processo de pintura teve que modificar algumas atividades, tais como: compra de chapa de metal de melhor qualidade, utilização de melhores ferramentas, utilização de melhor revestimento eletrostático e um controle de processo mais rigoroso. Estas medidas adotadas pela montadora tornaram o processo ambientalmente correto e melhorou a qualidade dos veículos e das operações.

O novo processo à base d'água, chamado de *Process Primer Less*, eliminou o processo *Primer* convencional, além de ser totalmente automatizada. A descrição de cada etapa do processo é apresentada na Figura 5.

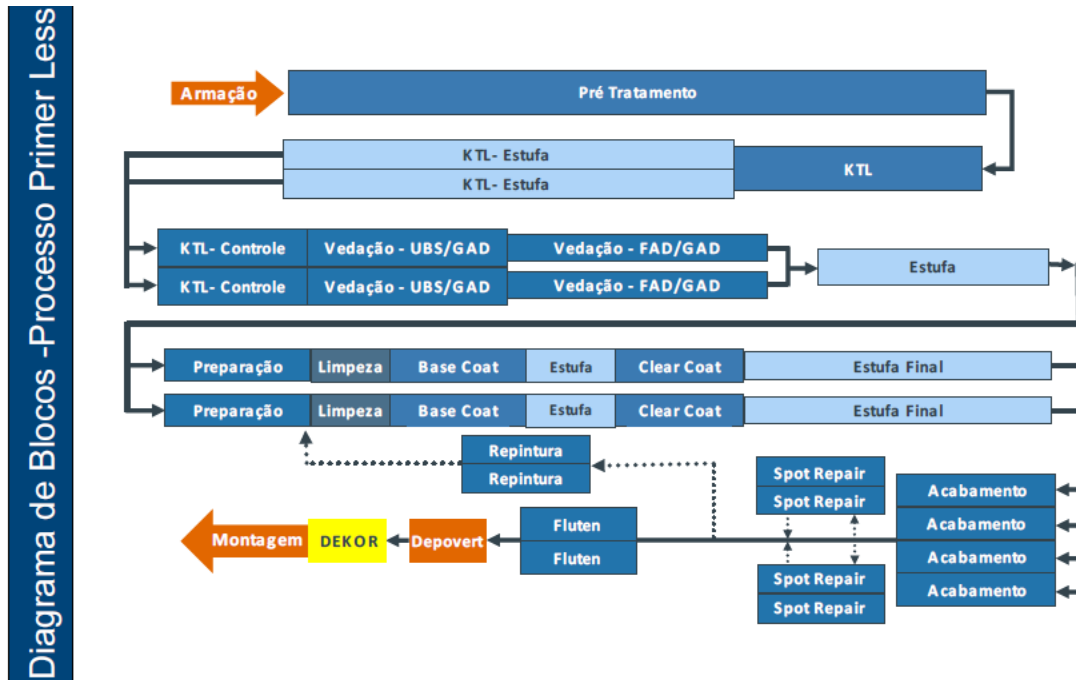


Figura 05 - Processo de pintura atual
Fonte: VW (2014)

Antes de iniciar o processo de pintura a carroceria passa pela Armação que é uma etapa em que a carroceria é presa em presilhas de aço de um transportador, permitindo o giro de 360 graus dentro dos tanques de banho, como mostra a Figura 6.



Figura 06 - Processo de armação
Fonte: VW (2013)

A primeira etapa do processo de pintura, após a armação, é o **Pré-tratamento**, cujo objetivo é garantir a qualidade do produto contra a corrosão, o empolamento, o desgaste intenso das partes ou equipamentos quando submetidos ao trabalho mecânico. O processo consiste em converter as superfícies metálicas por meio de deposição química de camadas de fosfato, que irá proporcionar lubrificação, agente anti-fricção e base de pintura, com uma camada não metálica, a Figura 7 mostra um dos tanques da etapa de pré-tratamento. Neste

processo há uso de produtos químicos que são os mesmos utilizados na linha convencional. As cabines são limpas por robôs e os produtos são substituídos automaticamente quando necessário, as sujeiras e borras de óleo são retiradas do fundo dos tanques por sucção. As sujeiras são acumuladas no fundo do tanque por serem mais pesadas, permitindo a sucção destes materiais que são armazenados e enviados para a incineração.



Figura 07 - Primeira etapa do processo, Pré-tratamento
Fonte: VW (2013)

Na sequência a carroceria passa pelo controle **KTL-Estufa**, cujo objetivo é proporcionar uma maior penetração da tinta nas partes ocultas, aumentando a proteção anti-corrosão nas partes estruturais da carroceria. Neste sistema, a carroceria do carro está ligada a um pólo elétrico de corrente elétrica negativa, enquanto eletrodos de corrente elétrica positiva são mergulhados no tanque. Essa interação cria campos elétricos, o que faz com que as partes sólidas da tinta sejam atraídas pela carroceria, depositando uma camada uniforme sobre todas as partes internas e externas. Esta etapa é automatizada, e a substituição do KTL acontece quando há sujeira no processo, como mostra a Figura 8.



Figura 08 - Segunda etapa do processo, Processo de KTL-Estufa
Fonte: VW (2013)

Após a imersão no KTL, o carro é lavado com água desmineralizada e então segue para a estufa para secar. A água é controlada para que o pH permaneça o mesmo e não prejudique o processo de pintura. Neste processo dificilmente há sujeiras depositadas no fundo do tanque, e é considerada uma etapa de fácil limpeza e é realizada por robôs, como mostra a Figura 9.



Figura 09 - Processo de desmineralização
Fonte: VW (2013)

A próxima etapa é o **KTL Controle**, que é a área que avalia a qualidade do KTL. Nesse processo é aplicada a massa vedante, que é uma resina vinílica a base de PVC. A função dessa massa consiste em vedar internamente e externamente a carroceria do carro, evitando vazamento de água, reduzindo ruído, corrosão e desgaste de detritos. Esse processo é realizado por robôs, que são programados para utilizar quantidade adequada, e evitam o desperdício ou o uso exagerado de massa.

Após a aplicação de massa, a carroceria do carro segue para uma estufa para curar. Nesse processo há a vedação UBS, que significa “*under body sealing*” em português: vedação da carroceria, a vedação GAD, que vem do alemão e significa vedação rústica, e, a vedação FAD, que significa vedação mais fina. Todos estes tipos de vedação são realizados automaticamente por robôs programados para a aplicação de massa no local adequado, pois há partes do carro que devem ter preenchimento de massa mais rústica, e outros devem ter aplicação de massa fina, como mostra a Figura 10.



Figura 10 - Processo de vedação da carroceria
Fonte: VW (2013)

Na sequência há a preparação e limpeza da sujidade da superfície e eliminação das imperfeições causadas pelos processos anteriores. Esta etapa é importante no processo, pois evita que carrocerias sejam enviadas para a montagem final com problemas de pintura, como ocorre na linha convencional, como mostra a Figura 11.



Figura 11 - Processo de Limpeza
Fonte: VW (2013)

Após a limpeza, é realizado o processo **Base Coat** e **Clear Coat**, que consiste na aplicação de duas camadas de revestimento com tinta de verniz, aplicada em duas etapas. Na primeira, é aplicado um fundo colorido, que pode ser claro, metálico e perolado, proporcionando à carroceria uma cor fosca. Depois disto, é aplicada uma camada de verniz incolor, que proporciona brilho e resistência à tinta. A secagem destas duas camadas ocorre em estufas. Estes processos são primordiais para a cor desejada a ser comercializada, é o momento que a carroceria ganha cor. Os processos são automatizados e as carrocerias são imersas nos tanques de tinta. As tintas são substituídas conforme planeamento, para evitar a perda de tinta, o processo é realizado de forma a reunir carros que devem ser pintados da mesma cor, como mostra a Figura 12.



Base Coat



Clear Coat

Figura 12 - Quarta etapa do processo, Processo de Preparação
Fonte: VW (2013)

Por fim, o **Acabamento**, é a remoção dos defeitos na superfície pintada e, quando necessário, é realizado um polimento com cera na carroceria, além da aplicação do Fluten que é um material aplicado nas cavidades e na estrutura da carroceria com o objetivo de assegurar a proteção anticorrosiva destas regiões. Todo este processo é realizado por robôs, depois é inspecionado por funcionários, para verificar se a carroceria está adequada para prosseguir o processo, como mostra a Figura 13.



Figura 13 - Último processo, Processo de Acabamento
Fonte: VW (2013)

Após o processo de acabamento o carro é transportado para dar continuidade na linha de produção, caso seja detectado alguma imperfeição, o carro passa por uma inspeção, e por lixamento de toda sua superfície para realizar todo o processo de pintura novamente.

4.4 Redução de consumo de recursos naturais e poluentes do processo *Primer* Convencional para o *Process Primer Less*

A eliminação do processo *Primer* reduziu o consumo de energia de 478.992 mwh/ano para 456.424 mwh/ano, ou seja houve redução de 22.568 mwh/ano, além de toda a estrutura de uma cabine de aplicação de Primer, composta por tanques de imersão com o objetivo de preparar e limpar a carroceria, um tanque de Primer e a Estufa, que além do consumo tem a manutenção. Além disso, otimizou o uso de recursos naturais e substâncias tóxicas no processo, tais como o uso de solvente na tinta, o consumo de gás natural e diminuiu o consumo de água, em razão do sistema automatizado de pintura, com o uso de robôs para a limpeza externa da carroceria que antes era realizada em um tanque com jatos d'água.

O Quadro 8 faz a comparação entre os processos, com a diferença de quantidades de robôs, tempo de estufa e números de cabines.

	Unidade Anchieta (Processo <i>Primer</i> Convencional)	Unidade Taubaté (Processo <i>Primer</i> <i>Less</i>)	Diferença para o Processo <i>Primer</i> <i>Less</i>	Diferença em %
Robôs	116 unidades	96 unidades	20 unidades	17%
Forno	66,7 minutos	34,7 minutos	32 minutos	48%
Cabines para pintura	42 unidades	30 unidades	12 unidades	28%

Quadro 08 - Comparação entre os processos das unidades Anchieta e Taubaté

Fonte: Autora

Na eliminação da etapa Primer é possível reduzir o consumo de eletricidade e de ar comprimido devido à diminuição do uso de robôs, e reduzir a queima de gás natural para o uso da estufa, e tornar o processo 32 minutos mais rápido.

4.4.1 Redução de emissões e consumo de água e energia

Com o uso de equipamentos para a recirculação do ar nas cabines de pintura, o consumo de energia elétrica reduziu 4,22 MW de capacidade instalada e 4,72 MW de capacidade instalada para gás natural. Em todas as cabines de pintura foi implementado um sistema de recirculação, para reaproveitar o calor e reduzir a necessidade de aquecimento e reposição do ar, assim foi possível reduzir significativamente o consumo de energia.

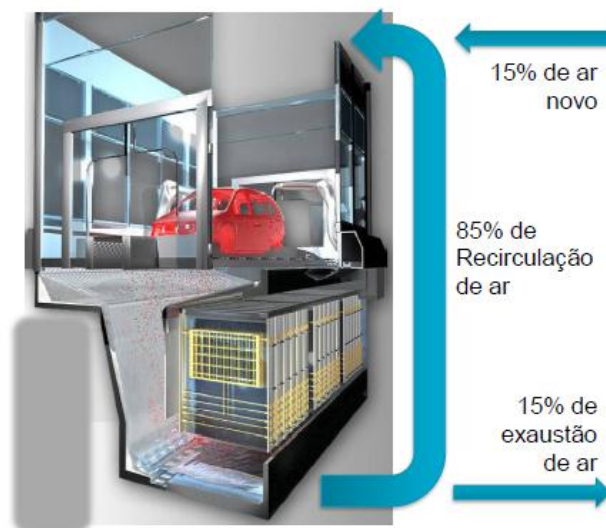


Figura 14 - Sistema de recirculação de ar nas cabines de pintura
Fonte: VW (2013)

Segundo os entrevistados a nova linha permite a reciclagem do ar de exaustão das cabines robotizadas, sendo dez vezes mais eficiente que o sistema convencional que usam água, como mostra a Figura 14.

A redução da emissão de particulados para menos de 0,3 mg/m³, que é menor do que os níveis exigidos pela CETESB (15/20 mg/m³), viabiliza o projeto de Crédito de Carbono aprovado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia

As emissões de CO₂ da linha convencional são de 65,863 toneladas ao ano, já a linha *Process Primer Less* é de 54,782 toneladas ao ano, desta forma a nova linha tem reduzido 11,080 toneladas de CO₂ ao ano.

A unidade de Taubaté recicla água na estação de tratamento de efluentes que foi construída especificamente para o uso do processo de pintura, representando 30% do consumo total de água, sendo 13% provenientes de reuso ou reciclagem, em que é tratado 50m³/hora de água. O armazenamento desta água corresponde a três tanques de 150m³/hora.

O consumo de água em 2013 foi de 2.562.122m³/ano, sendo 1.470.893m³/ano de água adquirida do sistema municipal e 1.091.229m³/ano de água subterrânea, e o total de água reciclado e reutilizado foi de 382.767m³/ano. Desta forma, a unidade de Taubaté utiliza a água que foi reciclada e armazenada, com expressiva redução de consumo, como mostra a Figura 15.



Figura 15 - Estação de Tratamento de Efluentes
Fonte: VW (2013)

A fábrica de Taubaté reduziu o consumo de energia com o novo sistema de pintura, *Primer Less*. O consumo de energia elétrica em 2012 foi de 478.992 mwh/ano e em 2013 foi de 456.424mwh/ano, tendo redução de 22.568 mwh/ano. O consumo de energia não renovável em 2012 foi de 12.480.124 m³/ano e em 2013 foi de 9.919.398 m³/ano, redução de 2.560,726 m³/ano no uso de gás natural, de diesel e de metanol. Com relação à energia renovável em 2012 foi utilizado 1.186 mwh/ano, e em 2013 foi de 821 mwh/ano, sendo de uso de biodiesel e etanol. Os dados foram comparados com o indicador de carro produzido no ano.

Consumo	2012	2013	Diferença em %
Energia elétrica	478.992 mwh/ano	456.424 mwh/ano	5%
Gás Natural	12.480.124 m ³ /ano	9.919.398 m ³ /ano	20%
Energia renovável	1.186 mwh/ano	821 mwh/ano	30%
Carros produzidos	250.00 unidades /ano	330.000 unidades / ano	30%

Quadro 09 – Consumo de energia

Fonte: Autora

No Quadro 9 é possível identificar redução significativa no consumo de energia com a implantação do novo processo de pintura, mesmo tendo aumento de 30% da produção de carros no ano.

4.4.2 Resíduos sólidos

Segundo os entrevistados as borras de tinta oriundas dos tanques de tinta do processo de pintura são armazenadas e enviadas para incineração, junto com resíduos contaminados com óleo. No processo de pintura a indústria não utiliza latas. A tinta a base de água, o fosfato, o

desengraxante, o verniz, o tensoativo, o selador, a tinta anticorrosiva, o acelerador nítrico, o refinador e o passivador são armazenados em containers de plástico. A devolução para o fornecedor é realizada em duas ocasiões, quando está vazio, ou quando está com o produto contaminado para que o fornecedor recicle o produto para retornar ao processo de pintura.

Em 2013 a fábrica gerou 13.261t/ano de resíduo comum para processamento e em 2012 foi gerado 15.336t/ano. Em 2013 foi gerado 5.874t/ano de resíduo comum para disposição, e em 2012 foram gerados 5.971t/ano. Em 2013 foram gerados 6.465t/ano de resíduo perigoso para processamento, e em 2012 foram gerados 7.314t/ano. Em 2013 foi gerado 967t/ano de resíduo perigoso para disposição, e em 2012 foi gerado 1.414t/ano. Os dados foram comparados com o indicador de carro produzido no ano.

Resíduos	2012	2013	Diferença em %
Resíduo comum para processamento	15.336t/ano	13.261t/ano	13%
Resíduo comum para disposição	5.971t/ano	5.874t/ano	2%
Resíduo perigoso para processamento	7.314t/ano	6.465t/ano	11%
Resíduo perigoso para disposição	1.414t/ano	967t/ano	31%
Resíduo metálico (sucata)	117.563t/ano	111.008t/ano	5%
Carros produzidos	250.00 unidades /ano	330.000 unidades / ano	30%

Quadro 10- Geração de resíduos

Fonte: Autora

Em 2013 dos 13.261 t/ano de resíduo comum para processamento, 95,03% foi enviado pra reciclagem e 4,97% destinado para aterro.

4.4.3 Mecanismo de desenvolvimento limpo

O novo processo de pintura viabilizou o projeto de Crédito de Carbono aprovado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. Este projeto foi idealizado para a planta de Taubaté/SP em 2008, com o objetivo de aumentar sua capacidade produtiva no processo de pintura, e foi apresentada a matriz na Alemanha, que aprovou o projeto em 2010. O objetivo principal é computar os créditos de carbono gerados no processo. O projeto adotou duas medidas: a) troca de matéria-prima; e b) troca de tecnologia sem trocar a fonte de energia, incluindo medidas de melhoria de eficiência energética. No projeto a fonte de redução de emissões de GEE foi à eliminação da etapa Primer, que reduziu o consumo de eletricidade e gás natural.

O objetivo principal do projeto de MDL é reduzir mais de 10.000 tonCO₂/ano, e reduzir as emissões de gases de efeito estufa quando comparado ao processo de pintura convencional.

Em 2013 foram emitidos 118.672 tonCO₂/ano e em 2012 102.845 tonCO₂e/ano, a montadora justifica que o aumento de emissões de 2012 para 2013 é a padronização na base do cálculo conforme metodologia utilizada na matriz. Outro objetivo é reduzir 50% dos compostos orgânicos voláteis - VOC, que são poluentes perigosos liberados por materiais sintéticos, neste processo são liberados pela tinta, vernizes e solventes de tintas, podendo ser tóxicos e cancerígenos, e pela queima de combustíveis, como gasolina, diesel e querosene. Os VOC são responsáveis pelos riscos à saúde humana, principalmente em ambientes fechados, e gera poluição atmosférica.

Um terceiro objetivo é obter, em dez anos aproximadamente, 11.080 créditos/ano Os créditos de carbono serão gerados por meio da redução dos gases efeito estufa: CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), HFCs (hidrofluorcarbonos), PFCs (perfluorcarbonos), e SF₆ (hexafluoreto de enxofre).

4.4.4 Legislação

Segundo os entrevistados e o Relatório de Sustentabilidade da montadora o novo processo de pintura foi desenvolvido para estar alinhado às políticas de mudanças climáticas estaduais, por meio do uso racional de combustíveis fósseis, água e energia elétrica. Apesar de estar dentro dos padrões exigidos pelos órgãos ambientais, segundo os entrevistados, a empresa não sofreu nenhum tipo de pressão desses órgãos e nem cobranças da legislação.

De acordo com a Resolução CONAMA n. 01 de 1986 a instalação da nova linha de pintura não requer a realização de Avaliação de Impacto Ambiental. Os impactos ambientais não são considerados significantes pelo proponente (VW, 2014).

A Secretaria do Estado de Meio Ambiente declarou que o projeto *Process Primer Less* da montadora com uso de tinta a base de água está alinhado às políticas de mudanças climáticas estaduais, e contribui positivamente ao meio ambiente e a luta as mudanças climáticas. Também cita que o projeto trouxe benefícios ao meio ambiente e a sociedade com a melhoria da qualidade de vida por meio do uso racional de combustível fóssil, água e energia elétrica (VW, 2014).

A empresa participa do programa de incentivo à inovação tecnológica pelo Governo Federal do Novo Regime Automotivo (Inovar-Auto) no período de 2013-2017, que trouxe benefícios fiscais, como por exemplo, a redução do IPI, por meio do cumprimento de metas exigidas pelo programa. Não houve financiamento público para o projeto, o processo de

pintura foi financiado pela matriz na Alemanha, que exigiu alguns padrões ambientais aceitáveis.

Conforme o Anexo B do Protocolo de Kyoto, a Alemanha tem como meta de redução de emissões de 8% por ano, a transferência de tecnologia permitiu a redução de emissões para a planta no Brasil, que tem neutralizado a emissão de GEE.

A montadora criou áreas internas de P&D com adaptação de peças e modelos vindos de sua matriz na Alemanha, a unidade de Taubaté adaptou sua linha de pintura considerada Nível Alto em relação à melhoria no processo produtivo automotivo, diante disto foram reduzidos seus impostos fiscais.

4.4.5 Origem da inovação

Segundo os entrevistados o projeto para a nova linha de pintura foi realizado pela matriz na Alemanha. O projeto foi importado com os principais equipamentos para o processo de pintura, a execução foi realizada por mão-de-obra brasileira e treinada para a viabilização da nova instalação. Desta forma, a tecnologia foi transferida da matriz para a subsidiária, devido a necessidade de implementar um novo processo de pintura voltado para a inovação tecnológica ambiental.

A matriz e o fornecedor de tinta no Brasil, desenvolveram a tinta à base de água, utilizada somente na nova linha de pintura da montadora, sendo assim, houve transferência de tecnologia da matriz para a subsidiária. A troca de tecnologia nas etapas do processo e a substituição da tinta tornou a unidade mais eficiente e totalmente automatizada.

Com relação à linha de pintura convencional, segundo os entrevistados, foram realizadas algumas alterações e/ou aperfeiçoamento no processo, por meio de melhorias que foram transferidas de outras subsidiárias brasileiras para a unidade de Taubaté, devido à necessidade de adequar algumas etapas para mitigar os impactos ambientais.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo são analisados e discutidos os resultados da pesquisa, de acordo com as categorias de análise apresentadas no referencial teórico e nos resultados.

5.1 Inovação tecnológica ambiental de processo incremental e semi-radical

A planta da unidade Anchieta com mais de 40 anos de funcionamento, teve algumas melhorias em seu processo de pintura, e houve inovação de processo devido o desenvolvimento de novas práticas e a introdução de novas tecnologias (BESSANT; TIDD, 2009). Também houve inovação tecnológica semi-radical nesta unidade de análise, que se deu por meio de melhorias no desempenho de componentes ou processo (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008). Segundo a OECD (2005) e Oltra, Jean (2009) essas modificações no processo que beneficiam e contribuem com o meio ambiente são consideradas inovação tecnológica ambiental de processo.

A unidade de análise Anchieta, que possui o processo de pintura *Primer* Convencional, foi caracterizada como uma inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008) e incremental (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008), por introduzir melhorias e aperfeiçoar o processo com o objetivo de ter um melhor desempenho ambiental. Também é caracterizada como uma tecnologia *end-of-pipe* por tratar o resíduo no final do processo produtivo (KEMP; ARUNDEL, 1998). O Quadro 11 apresenta as melhorias que cada etapa do processo sofreu e a inovação considerada segundo as obras discutidas.

Etapas do Processo de Pintura	Melhoria e desempenho ambiental	Tipo de inovação
Armação	Houve apenas a manutenção preventiva	---
Pré-tratamento	Houve apenas a manutenção preventiva	---
KTL-Estufa	Inclusão de mesas para o escoamento da tinta antes de entrar na estufa, evitando o desperdício de tinta.	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
KTL-Controle	Houve apenas a manutenção preventiva	---
Vedação	Aplicação da massa de vedação foi substituída por robôs, diminuindo o uso de massa indevida nas carrocerias, desta forma, reduziu-se o desperdício.	Inovação tecnológica ambiental de processo incremental
Primer	A aplicação do primer foi substituída por tanques de imersão, aperfeiçoando a aplicação e evitando o desperdício de primer.	Inovação tecnológica ambiental de processo radical

Preparação e Limpeza	Houve apenas a manutenção preventiva	---
Base coat	Houve apenas a manutenção preventiva	---
Clear coat	Houve apenas a manutenção preventiva	---
Acabamento	Houve apenas a manutenção preventiva	---

Quadro 11 - Melhorias x Inovações

Fonte: Autora

Na unidade de análise *Primer* Convencional as etapas de Armação, Pré-tratamento, KTL-Controle, Preparação e Limpeza, *Base Coat*, *Clear Coat* e Acabamento, não sofreram alterações ou aperfeiçoamentos e por isso não foram identificadas inovação tecnológica ambiental nestes processos. Para Lustosa (2002), a inovação ambiental deve ser entendida como a introdução de novos procedimentos técnicos e organizacionais, no âmbito da produção industrial, que levam à maior proteção do meio ambiente, que não foi o caso destas etapas do processo de pintura.

Na fase de secagem da etapa KTL, o processo foi aperfeiçoado pela sugestão de um funcionário com a finalidade de reduzir os resíduos de pintura no chão, diminuindo o desperdício de tinta, reduzindo a mão-de-obra para a limpeza do local e o uso de EPI. Segundo Tidd, Bessant e Pavitt (2008) a melhoria de desempenho de componentes no processo é considerada uma inovação tecnológica de processo semi-radical. Além disso, esta alteração no processo proporcionou melhoria no desempenho ambiental, evitando que a tinta a base de solvente escorrida da carroceria contaminasse o solo e o lençol freático, e por isso é considerada uma inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical.

Na etapa KTL-Controle-Vedação, na fase de aplicação da massa de vedação, a mão-de-obra foi substituída por robôs. Para Moreira e Queiroz (2007), a melhoria no processo já existente refere-se à inovação tecnológica de processo incremental, que muitas vezes não é perceptível ao consumidor, mas que trazem impactos positivos no desempenho empresarial. No entanto, mesmo considerando a substituição de pessoas por robô como uma inovação radical, não houve de fato um ganho ambiental tão expressivo com a redução do uso de massa vedante.

Na etapa de aplicação do *Primer*, a mão-de-obra foi substituída por um tanque de imersão, sendo possível a reutilização do primer ao escorrer da carroceria e evita o desperdício. Esta melhoria no processo proporcionou melhoria no desempenho ambiental, evitando que o primer aplicado na carroceria contaminasse o solo e o lençol freático devido à aplicação com pistolas, e por isso é considerada uma inovação tecnológica ambiental de processo radical (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008.).

Todas as fases do processo que foram aperfeiçoadas tiveram melhorias no desempenho ambiental, caracterizando todas estas alterações como inovação tecnológica ambiental de processo ora radical, semi-radical ou incremental, de acordo com o grau de mitigação dos impactos ambientais proporcionado por cada uma dessas tecnologias implementadas no processo. As melhorias e alterações no processo de Pintura Convencional são consideradas transferência reversa de tecnologia por outras subsidiárias (AMBOS; AMBOS; SCHLEGELMILCH, 2006), em que outras unidades transferiram conhecimento e tecnologias para a unidade.

Os fatores determinantes para a implementação da inovação tecnológica ambiental de processo ao longo de 40 anos no setor de pintura estão relacionados principalmente aos seguintes aspectos: sugestão de funcionário do setor (DAMANPOUR, 1991; ROBERTS, 1988); nova tecnologia da matriz (DOSI, 1988; SUNDBO, 1997); mudança na base tecnológica (LEMOS, 2003), e estímulo do programa da Inovar-Auto (INOVAR-AUTO, 2014).

5.2 Comparação das unidades de análise

O processo de pintura é tido como um processo de forte potencial de impacto ambiental. Para Geffen e Rothenberg (2000) numa montadora a principal fonte de emissão de poluentes é o setor de pintura, que corresponde a 80% das preocupações ambientais. O Quadro 12 apresenta a comparação das etapas entre as unidades de análise.

Etapas do Processo de Pintura	Unidade Anchieta (Processo <i>Primer</i> Convencional)	Unidade Taubaté (Process <i>Primer Less</i>)
Armação	Utilização de presilhas de aço e transportador, que criam bolhas nas carrocerias, sendo necessário retrabalho ou	Semelhante ao processo convencional, tecnologia que gira a carroceria em 360 graus evitando o retrabalho.
Pré-tratamento	Tanques de imersão, escoamento dos produtos químicos no chão.	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, que evita a criação de bolha na carroceria e evita o escoamento de produtos químicos no chão.
KTL-Estufa	Tanques de imersão e cabine de estufa, uso de energia elétrica	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, consumo reduzido de energia elétrica.
KTL-Controle	Tanques de imersão e uso de robôs para aplicação de massa, que antes era realizado por pistolas desperdiçando tinta e resíduos no chão.	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, uso reduzido de tinta e evita o escoamento no chão.
Vedação	Aplicação de massa, que antes era realizado por pistolas desperdiçando massa e resíduos no chão.	Aplicação de massa por robôs, uso adequado de massa e evita os resíduos no chão.
Primer	Tanques de imersão e cabine de estufa.	Etapa eliminada

	acumulação de sujeira e uso de energia elétrica	
Preparação e Limpeza	Tanques de imersão e cabine com jatos de água, acumulação de sujeira e uso de água para limpeza	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, que evita a criação de bolha na carroceria e a cabine de limpeza é abastecida com água tratada pela ETE
Base coat	Tanque de imersão e aplicação com pistola, com desperdício de tinta no processo	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, evita a criação de bolha na carroceria
Clear coat	Tanque de imersão e aplicação com pistola, com desperdício de tinta no processo	Cabines com tanque de imersão com giro de 360 graus, evita a criação de bolha na carroceria e o desperdício de tinta.
Acabamento	Polimento, com uso de cera, massa e estopa para o polimento	Uso de robôs, não utilização de estopa e de massa

Quadro 12 - Comparação entre as unidades de análise

Fonte: Autora

Comparando as unidades de análise, a grande modificação no processo de pintura, é a exclusão da etapa *Primer* no novo processo implementado na planta da unidade de Taubaté. No entanto, outras medidas significativas foram realizadas, o *Process Primer Less* é um processo limpo por ser automatizado, a visualização de cada etapa é difícil por ser uma linha contínua de cabines, só é possível visualizar cada etapa entrando na área de manutenção de cada etapa. Já o processo *Primer* Convencional é uma linha de produção aberta, sendo possível acompanhar a carroceria por toda sua extensão, é visível que é um processo antigo, boa parte do processo é manual e os equipamentos e maquinários são mais robustos e obsoletos, comparados ao *Process Primer Less*.

As principais diferenças entre os dois processos, *Primer* e *Primer Less*, consiste em ser 100% automatizada, com 17% de robôs a menos no processo *Primer Less*, redução de 48% minutos de estufa por unidade fabricada, e 28% de cabines de pintura a menos. Segundo Tahim (2008), houve adaptação de novos processos produtivos, e a montadora modernizou suas práticas pela adoção de inovação ambiental.

O *Process Primer Less* aumentou sua capacidade em 30% de veículos/dia. O novo processo de pintura reduziu em 85% o consumo da água e 75% do consumo de energia por veículo produzido, comparado ao processo de pintura convencional. Essa nova tecnologia possibilita a reutilização de 80% do ar das cabines de estufa, que seria descartado na atmosfera no processo convencional, desta forma proporciona economia de energia que seria utilizada para aquecer e esfriar o ar quando ele entra na cabine. Essa tecnologia melhora o desempenho ambiental e oferecer um maior ganho comparado a planta mais antiga (ETAP, 2004). Esse tipo de solução tecnológica é caracterizado como *Pollution Prevention* (PP), por ser uma tecnologia limpa permitindo a redução de impacto ambiental (KEMP; ARUNDEL, 1998; TAHIM, 2008).

No processo *Primer* Convencional as limpezas dos tanques de imersão são realizadas com jatos de água, já a limpeza das cabines do *Process Primer Less* é realizada a seco e evita o uso indevido e o desperdício de água. Desta forma, a limpeza a seco permite um ganho de desempenho ambiental ao não usar água para limpeza dos tanques (KEMP; ARUNDEL, 1998).

O Transportador de Carroceria nos banhos do processo permite que a carroceira faça um giro de 360 graus nos tanques de imersão, evitando bolhas de ar e melhora na proteção anticorrosiva, evitando o retrabalho e o descarte da carroceria. A inovação de processo ocorreu nas etapas de armação, cabines de banhos por imersão e nas estufas, por meio de aperfeiçoamento dos equipamentos, robôs de última geração, e na eliminação da etapa *Primer*, de cabine de estufa e de robôs. No setor de armação as principais mudanças no transportador de carroceria possibilitou a redução no consumo de tinta do tanque em 10%. Segundo as obras discutidas houve inovação ambiental, uma vez que o processo de produção reduziu o risco ambiental, a poluição e os impactos negativos do uso de recursos (KEMP; FOXON, 2007).

As plantas mais antigas adaptadas com técnicas de controle de poluição, tipo *end-of-pipe*, repararam danos ambientais nas etapas do processo (KEMP; ARUNDEL, 1998). Já as novas plantas nascem com os princípios da *Pollution Prevention* (PP), por ser uma tecnologia limpa permitindo a redução do impacto e a melhoria do desempenho ambiental (KEMP; ARUNDEL, 1998; TAHIM, 2008).

5.3 Melhoria de desempenho ambiental por meio da Inovação de processo

As melhorias de desempenho ambiental, por meio da inovação tecnológica de processo radical se deram pela introdução de um processo inteiramente novo, e pela eliminação da etapa *Primer*, com o objetivo de reduzir a poluição, o desperdício e o controle e monitoramento das variáveis ambientais, e tornar-se mais competitivo.

Com o objetivo de comparar as unidades de análise, o Quadro 13 apresenta os tipos de inovação identificados na unidade de Taubaté, de acordo com o grau de redução de impacto, ou seja, caracteriza-se como inovação radical quanto maior o percentual de redução por unidade, como inovação incremental quando o percentual é reduzido, e inovação semi-radical quando a diminuição de impacto é intermediária.

Etapas do processo de pintura	Unidade Taubaté (Processo Primer Less)	Tipo de inovação
Armação	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da tinta nas etapas de imersão (redução de 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
Pré-tratamento	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da tinta nas etapas de imersão (redução de 5% de tinta, 20% de água, 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
KTL-Estufa	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da tinta nas etapas de imersão, e na estufa (redução de 5% de tinta, 20% de água, 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
KTL-Controle	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da tinta nas etapas de imersão, e na estufa (redução de 5% de tinta, 20% de água, 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
Vedação	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento de massa de vedação (redução de 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
Primer	Etapa eliminada	Inovação tecnológica ambiental de processo radical
Preparação e Limpeza	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da água tratada pela ETE (redução de 20% de água, 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
Base Coat/ Clear Coat	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da tinta nas etapas de imersão, e substituição de tinta (redução de 5% de tinta, 20% de água, 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical
Acabamento	Alteração dos equipamentos para melhor aproveitamento da cera para polimento (redução de 30% de energia por veículo produzido).	Inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical

Quadro 13 - Tipo de inovação por etapa do processo (anotar o percentual)

Fonte: Autora

No *Process Primer Less* houve inovação ambiental tecnológica radical de processo com a eliminação da etapa *Primer*, a automatização de toda a linha de produção, permitindo a montadora ganhos ambientais. A inovação tecnológica ambiental radical e semi-radical de processo, segundo Moreira e Queiroz (2007), Tidd, Bessant e Pavitt (2008), está relacionada ao desenvolvimento ou introdução de um processo inteiramente novo, uma alteração significativa ou avançada.

A inovação tecnológica ambiental radical de produto ocorreu *Process Primer Less* com a substituição da matéria prima principal do processo, utilizando a tinta à base de água e eliminando o uso de solventes em sua produção - matéria-prima tóxica, evitando a contaminação do solo e dos lençóis freáticos, além de possível impacto na saúde dos trabalhadores. Segundo Henderson e Clark (1990) e Freeman (1984), a inovação tecnológica radical acontece quando há melhorias com grandes modificações e o desenvolvimento e a introdução de um novo produto fornecido de maneira inteiramente nova.

Percebe-se que o *Process Primer Less* adotou medidas de inovação tecnológica ambiental radical e semi-radical de processo e radical de produto. Com estas medidas

adotadas houve ganho na produtividade e no desempenho ambiental comparado a processo *Primer* Convencional, além de sua eficiência energética. Essas evidências indicam que a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no *Process Primer Less* são consideradas eco-inovação. Neste caso, as tecnologias limpas são mais complexas por terem alterações significativas nos processos produtivos (KEMP; ARUNDEL, 2008).

Unidades novas projetadas para ter melhor desempenho ambiental normalmente caracterizam-se pela adoção da inovação tecnológica ambiental radical e/ou semi-radical na maioria dos processos comparados com as plantas anteriores. Enquanto que as fábricas antigas implementam inovação ambiental tecnológica incremental e/ou semi-radical com reduzida melhoria no desempenho ambiental (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

A origem da inovação no *Process Primer Less* se deu pela transferência reversa da matriz para a subsidiária, uma vez que o processo de pintura foi projetado pela matriz na Alemanha, e os principais equipamentos e maquinários foram importados (AMBOS; AMBOS; SCHLEGELMILCH, 2006).

O novo processo de pintura está alinhado à resolução de impacto ambiental, em que os órgãos fiscalizadores consideram que os impactos gerados pela fonte não são significativos. A fiscalização da política de mudança climática considera que o projeto contribui positivamente com o meio ambiente e com a nova política. O *Process Primer Less* faz parte o programa do governo Inovar-Auto, por promover a inovação tecnológica ambiental, a proteção ao meio ambiente e a eficiência energética. Além disso, a nova linha de pintura viabilizou o projeto de Crédito de Carbono com a troca de tinta a base de solvente pela tinta a base de água, e tecnologia com medidas de melhoria de eficiência energética. Diante disso, as regulamentações direcionam as empresas a praticar a inovação tecnológica ambiental (FRONDEL; HORBACH; RENNINGS, 2008).

O processo de adoção de tecnologias ambientais da montadora, segundo os entrevistados são práticas alinhadas ao planejamento global *Think Blue Factory* e pelo Sistema de Gestão Ambiental NBR ISO 14001 estabelecido pela matriz, em que todas as unidades fabris da montadora estão comprometidas em reduzir as emissões de GEE e aumentar o desempenho ambiental em suas unidades.

6 CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi analisar o desempenho ambiental a partir da implementação da inovação de produto e processo no setor de pintura da indústria automotiva. O estudo de caso foi realizado em uma montadora comparando o processo convencional de pintura de uma antiga planta industrial com os resultados do desempenho ambiental de uma planta industrial mais recente.

Na unidade de análise Anchieta, que mantém o processo *Primer* Convencional desde 1973, foi identificada inovação tecnológica ambiental de processo incremental e semi-radical, na maioria das etapas. Esse tipo de tecnologia mesmo não resolvendo integralmente os impactos, reduziu o uso de recursos naturais, desperdícios de materiais e EPI's, descarte de carrocerias no final do processo, poluição do solo e do lençol freático, além de evitar prejuízo à saúde humana. As inovações tecnológicas ambientais de processo incremental identificados na linha *Primer* Convencional, com ganhos ambientais foi à substituição de robôs na etapa de vedação, A inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical foi à inclusão de mesas para o escoamento da tinta antes de entrar na etapa de estufa. E a inovação tecnológica ambiental de processo radical foi à aplicação do primer por tanques de imersão. Nas demais etapas não foram identificadas alterações ou aperfeiçoamentos e por isso não foram caracterizados como uma inovação tecnológica ambiental nestes processos.

Na unidade de análise de Taubaté, planta industrial inaugurada em 2012, o novo processo de pintura chamado de *Process Primer Less*, foi possível constatar que a inovação tecnológica de processo se deu pelo aperfeiçoamento das etapas do processo de pintura e pela eliminação da etapa *Primer*, e a inovação tecnológica de produto se deu pelo desenvolvimento de uma pintura a base de água. O *Process Primer Less* foi caracterizado como uma inovação tecnológica ambiental de processo semi-radical e radical e inovação tecnológica ambiental de produto radical. As inovações tecnológicas ambientais de processo semi-radical identificados na linha *Process Primer Less*, com ganhos ambientais foram a automatização das etapas, transportador de carroceria que permite o giro de 360 graus, a reutilização e recirculação do ar em algumas cabines, substituição da limpeza com jatos de água por limpeza a seco. Já a inovação tecnológica ambiental de processo radical foi a eliminação do processo *Primer*. A inovação tecnológica ambiental de produto radical identificado no *Process Primer Less*, com ganho ambiental significativo foi à substituição de tinta a base de solvente pela tinta a base de água, como a redução de impacto ao meio ambiente, por meio de contaminação do solo e água.

As principais diferenças entre os dois processos, *Primer* Convencional e *Process Primer Less*, evidencia que o novo processo de pintura é uma tecnologia ambiental que permite a melhoria do desempenho ambiental por toda sua extensão, já o processo convencional permite a melhoria do desempenho ambiental somente em algumas etapas que sofreram alterações e aperfeiçoamentos. Essas evidências indicam que a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no *Process Primer Less* são consideradas eco-inovação. No entanto, ambos os processos contribuíram com a redução de impacto ambiental, e agregaram ganhos ambientais significativos como redução de emissões, de poluição do solo e lençóis freáticos, de energia, de combustíveis e de água, mas com grau de redução de impacto diferenciado em cada uma dessas etapas.

As unidades novas projetadas para ter melhor desempenho ambiental normalmente caracterizam-se pela adoção da inovação tecnológica ambiental radical de processo e de produto na maioria das etapas comparado com as plantas anteriores. Enquanto as fábricas antigas implementam inovação tecnológica ambiental incremental com reduzida melhoria no desempenho, pelas limitações dos equipamentos e tecnologia, que em muitos casos, são obsoletas e de difícil aperfeiçoamento para ganhos ambientais.

A montadora está alinhada as exigências legais, segundo os entrevistados, atendendo aos requisitos legais, o que não caracteriza uma inovação, mas são condições para que a montadora possa ter vantagem para ficar em conformidade por meio de inovações que reduzem o impacto ambiental de processos e produtos. As leis, resoluções e decretos pertinentes a indústria automotiva promoveram o gerenciamento de aspectos ambientais para a melhoria do desempenho ambiental, verificou-se que houve redução de consumo de energia, de água e de matérias-primas, redução de emissão de gases de efeito estufa, melhoria na eficiência energética e viabilização do projeto de Crédito de Carbono.

A origem da inovação se deu por meio da matriz, uma vez que a tecnologia foi transferida da matriz para a subsidiária, com o objetivo de implementar um novo processo de pintura sem a etapa *Primer* e uma linha de processo voltada para a inovação tecnológica ambiental, caracterizado como uma transferência reversa de tecnologia. Já a origem da inovação no processo de pintura convencional se deu por meio de subsidiárias, uma vez que a tecnologia foi transferida da subsidiária para outra subsidiária, com o objetivo de aperfeiçoar o processo de pintura voltado para a inovação tecnológica ambiental.

A análise dos casos permite constatar que a inovação tecnológica ambiental se deu pela substituição de matéria-prima desenvolvida pela matriz e pelo fornecedor e pela eliminação de uma etapa no processo de pintura, além de aperfeiçoamento da linha de produção, o que

levou a melhoria do desempenho ambiental e a redução de riscos à saúde e ao meio ambiente. De fato, há limitação de melhorias radicais em linhas antigas do processo de pintura, e essas melhorias acontecem em linhas mais modernas.

6.1 Limitações da pesquisa

Uma das limitações para a realização da pesquisa foi a estratégia de pesquisa ser um estudo de caso único, por fornecer pouca base para as generalizações dos resultados obtidos. Dessa forma, a pesquisa apresentou dados de apenas uma montadora com duas unidades de análise.

Outra limitação foi a falta de alguns dados, tais como indicadores de desempenho ambiental que não foram fornecidos integralmente pela montadora. Dessa forma, a pesquisa apresentou dados mais descritivos do processo e qualitativos. As entrevistas não puderam ser gravadas e fora os documentos públicos não foram fornecidos registro em arquivo da montadora com dados comparativos de anos anteriores.

6.2 Recomendações para futuras pesquisas

Como sugestão para futuras pesquisas, recomenda-se realizar de pesquisa quantitativa no setor automotivo, para verificar quais as principais inovações ambientais que estão contribuindo para o desempenho ambiental do setor, principalmente no processo de pintura que é considerado um dos principais responsável por impactos ambientais devido ao uso de produtos químicos. Recomenda-se ainda pesquisas sobre inovação ambiental na cadeia produtiva do setor automotivo, para verificar se as inovações adotadas pela montadora estão alinhadas com sua cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

AAKER, D. A. **Administração estratégica de mercado**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ADNER, R. Exploration through exploitation: leveraging the co-evolution of markets and technologies. **INSEAD**, Fontainebleau, 27 f., 2005. Disponível em: <<http://www.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=1098>>. Acesso em: 15 maio 2014.

AFUAH, A. **Innovation management: strategies, implementation and profits**. New York: Oxford University Press, 2003.

ALBUQUERQUE, F. Teoría y práctica del enfoque del desarrollo local. **Observatorio Iberoamericano Del Desarrollo Local Y La Economía Social**, Chile, n. 1, p. 39-61, abr./jun. 2007.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNADJER, F. **O método nas ciências sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

AMBOS, T.; AMBOS, B.; SCHLEGELMILCH, B. Learning from foreing subsidiaries: Na empirical investigation of headquarters benefits from reverse knowledge transfers. **International Business Review**, v. 15, n. 3, p. 294-312, 2006.

ANDRADE, T. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 89-106, jan./jun. 2004.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

ANGELO, F. D.; JABBOUR, C. J. C.; GALINA, S. V. R. Inovação ambiental: das imprecisões conceituais a uma definição comum no âmbito da Gestão Ambiental Empresarial. **GEPROS**, Bauru, ano 6, n. 4, p. 143-155, out./dez. 2011.

_____; _____. Environmental innovation: in search of a meaning. **World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development**, United Kingdom, v. 8, n. 2/3, p. 113-121, 2012.

ANSANELLI, S. L. M. Mudança institucional, política ambiental e inovação tecnológica: caminho para o desenvolvimento econômico sustentável? In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 8, 2003, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis, 2003. 1 CD-ROM.

ANTONIOLI, D.; MANCINELLI, S.; MAZZANTI, M. Is environmental innovation embedded within high-performance organisational changes? The role of human resource management and complementarity in green business strategies. **Research Policy**, Itália, v. 42, n. 4, p. 975-988, 2013.

ARRUDA, C. A. *et al.* Cooperação e inovações ambientais: uma análise de empresas brasileiras a partir da PINTEC. In: ENCONTRO DA ANPAD, 36, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENANPAD, 2012.

ARUNDEL, A.; KEMP, R. **Measuring eco-innovation**. Maastricht: United Nations University – Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, 2009. 40 f.

BARBIERI, J. C. A contribuição da área produtiva no processo de inovações tecnológicas. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**, São Paulo, v. 37, n.1, p. 66-77, jan./mar. 1997.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Almedina, 2011.

BASF. **Automotive and transportation coatings**. 2014. Disponível em: <http://www.dispersions-pigments.basf.com/portal/basf/ien/dt.jsp?setCursor=1_555328>. Acesso em: 10 set. 2014.

BERNAUER, T. *et al.* **Explaining green innovation: ten years after porter's win-win proposition: how to study the effects of regulation on corporate environmental innovation?** Zurich: Center for Comparative and International Studies, 2006. 16 f.

BERRONE, P.; *et al.* Necessity as the mother of 'green' inventions: Institutional pressures and environmental innovations. **Strategic Management Journal**, v. 34, p. 891–909, 2013.

BESSANT, J.; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BJORKDAHL, J.; LINDER, M. Formulating problems for commercializing new technologies: the case of environmental innovation. **Scandinavian Journal of Management**, v. 30, n. 2, 11 f., jun. 2014.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Inovação**. 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/>. Acesso em: 16 maio 2014.

BRUNDTLAND, Comissão. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: o nosso futuro comum**. Nova York: Universidade de Oxford, abr. 1987.

CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. Environmental innovations in services: manufacturing – services integration and policy transmissions. **Research Policy**, v. 42, p. 1595-1604, nov. 2013.

CAMPOS, F. S. P.; SOUZA, M. T. S. **Inovação ambiental: um estudo de caso da implementação de tecnologia limpa em uma organização do setor de combustíveis automotivos**. In: SIMPOI - SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. 16., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SIMPOI, 2013.

CARRILO-HERMOSSILA, J.; RÍO, P.; KONNOLA, T. Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. **Journal of Cleaner Production**, Tennessee, v. 18, n. 18, p. 1073-1083, dez. 2010.

CHASSAGNON, V.; HANED, N. The relevance of innovation leadership for environmental benefits: a firm-level empirical analysis on French firms. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 83, mar. 2014.

CHEN, Y.S.; LAI, S.B.; WEN, C.T. The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. **Journal of Business Ethics**, British Columbia, v. 67, n. 4, p. 331-339, set. 2006.

COMISSÃO EUROPEIA. **Competitiveness and Innovation Framework Programme (2007 to 2013)**. Brussels, 2007. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/n26104_en.htm#amen dingact>. Acesso em: 28 nov. 2013.

CORAZZA, R. I. **Inovação tecnológica e demandas ambientais:** notas sobre o caso da indústria brasileira de papel e celulose. 1996. 163 f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas, 1996.

_____. **Políticas públicas para tecnologias mais limpas:** uma análise das contribuições da economia do meio ambiente. 2001. 297 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas, 2001.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAHAB, S. *et al.* **Competitividade e capacitação tecnológica para pequena e média empresa.** Salvador: Casa da Qualidade, 1995.

DALMOLIN, C.; GONÇALVES, F. F.; PACHEKOSKI, W. M. Evaluation of the removal of primer coating in na Automotive painting process, economical effects and environmental impact. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.** Santa Maria, v. 15, n. 15, p. 3045-3054, out. 2013.

DAMANPOUR, F. Organizational innovation: a meta-analysis of effects of determinants and moderators. **Academy of Management Journal**, USA, v. 34, n. 3, p. 555-590, set. 1991.

DAROIT, D.; NASCIMENTO, L. F. A busca da qualidade ambiental como incentivo à produção de inovações. In: EnANPAD. 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2000. 10 f.

_____. Dimensões da inovação sob o paradigma do desenvolvimento sustentável. In: EnANPAD, 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2004. 16 f.

DAVILA, T.; EPSTEIN, M. J.; SHELTON, R. **Making Innovation Work:** How to manage it, measure it, and profit from it. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DELGADO, N. A. **A inovação sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável:** os casos de uma cooperativa de laticínios brasileira e de outra francesa. 2007. 229 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

DOSI, G. **The nature of the innovative process.** Londres: Pinter Publishers, 1988.

_____; PAVITT, K.; SOETE, L. **The economics of technical change and international trade**. New York: Harvester Wheatsheaf, 1990.

DRUCKER, P. F. **Innovation and entrepreneurship**. USA: Harper & Row Publishers, 1985.

EDQUIST, C. **Systems of innovation: perspectives and challenges**. Oxford: The Oxford Handbook of Innovation, 2005.

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

ETAP - EUROPEAN COMMISSION ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES ACTION PLAN. **Communication from the commission to the council and the European Parliament, 2004**. 2004. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2004/com2004_0038en01.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2013.

EUROPE INNOVA. Enterprise and Industry, 2006, Munich. **Anais eletrônicos...** Munich: Europe Innova, 2006. Disponível em: <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/support/europe-innova/index_en.htm>. Acesso em: 15 maio 2014.

FARFUS, D. *et al.* **Inovações sociais**. Curitiba: Sesi/Senai, 2007. (Coleção Inova, v. 2).

FLICHY, P. **L'innovation technique**. Paris: La Decouverte, 1995.

FRANCIS, D.; BESSANT, J. Targeting innovation and implications for capability development. **Technovation**, v. 25, n. 3, p. 171-183, 2005.

FREEMAN, R. E. **Strategic management: a stakeholder approach**. Boston: Pitman, 1984.

FRONDEL, M.; HORBACH, J.; RENNINGS, K. What triggers environmental management and innovation? **Ecological Economics**, Germany, v. 66, n. 15, p. 153-160, maio 2008.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Driving eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability**. London: Pitman Publishing, 1996.

GALLOUJ, F. Economia da inovação: um balanço dos debates recentes. In: BERNARDES, R.; ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento**. Saraiva: São Paulo, 2007.

GEFFEN, C. A.; ROTHENBERG, S. Suppliers and environmental innovation: the automotive paint process. **International Journal of Operations and Production Management**, Cambridge, v. 20, n. 20, p. 166-186, 2000.

GHISETTI, C.; RENNINGS, K. Environmental innovations and profitability: how does it pay to be green? An empirical analysis on the German innovation survey. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 106-117, jul. 2014.

GILLI, M.; MAZZANTI, M.; NICOLLI, F. Sustainability and competitiveness in evolutionary perspectives: environmental innovations, structural change and economic dynamics in the EU. **The Journal of Socio-Economics**, v. 45, p. 204-215, ago. 2013.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas da EAESP/FGV**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GOEDHUYS, M. The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil. **UNU-MERIT**, Maastricht, Working Paper Series, n. 2, 33 f., fev. 2007.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

HADDAD, E.W. **Inovação tecnológica em Schumpeter e na ótica Neo-Schumpeteriana**. 2010. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

HART, S. L. Strategies for a sustainable world. **Harvard Business Review**, Harvard, jan./fev. 1997.

HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. **Administrative Science Quarterly**, USA, v. 35, n. 1, p. 9-30, mar. 1990.

HOTTENROTT, H.; REXHÄUSER, S.; VEUGELERS, R. Green innovations and organizational change: making better use of environmental technology. **Econstor**, Alemanha, v. 43, n. 12, 28 f., 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação Pintec – 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores. 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

INOVAR-AUTO – PROGRAMA DE INCENTIVO Á INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E ADENSAMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Legislação**. 2014. Disponível em: < <http://inovarauto.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

KAMMERER, D. The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation. **Ecological Economics**, Alemanha, v. 68, n. 8-9, p. 2285-2295, jun. 2009.

KASTENSSON, A. Developing lightweight concepts in the automotive industry: taking on the environmental challenge with the SaNatt project. **Journal of Cleaner Production**, v. 66, p. 337-346, mar. 2014.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. **Survey indicators for environmental innovation**. Oslo: IDEA Report, STEP Group, 1998.

KEMP, R.; ARUNDEL, A.; SMITH, K. Survey indicators for environmental innovation. In: CONFERENCE TOWARDS ENVIRONMENTAL INNOVATION SYSTEMS. 2001, Garmisch-Partenkirchen. **Anais...** Garmisch, 2001.

KEMP, R.; FOXON, T. **Typology of eco-innovation**. Europe: MEI (Measuring Eco-Innovation), 2007. 24 p.

KEMP, R.; PEARSON, P. **Final report of the project Measuring Eco- Innovation**. Maastricht: MEI (Measuring Eco-Innovation), 2008.

KEMP, R.; SMITH, K.; BECHER, G. How should we study the relationship between environmental regulation and innovation? **Innovation-Oriented Environmental Regulation**, Sevilla, v. 10, p. 43-66, maio 2000.

KEMP, R.; SOETE, L. Inside the ‘green box’: on the economics of technological change and the environment. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. (eds.). **New explorations in the economics of technological change**. London: Pinter Publishers, 1990. p. 245-257.

KING, A.; LENOX, M. Exploring the locus of profitable pollution reduction. **Management Science**, v. 48, n. 2, p. 289-299, 2002.

KLASSEN, R. Exploring the linkage between investment in manufacturing and environmental technologies. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 20, n. 2, p. 127-147, 2000.

KLEMMER, P; LEHR, U.; LOEBBE, K. **Environmental innovation**. Berlin: Analytica-Verlag, 1999.

LEE, C. K.; CHEN, S. H. Selecting the most feasible strategy for green supply-chain management. **The Business Review**, Cambridge, v. 14, n. 2, 2010.

LEMOS, C. **Micro, pequenas e médias empresas no Brasil: novos requerimentos de políticas para a promoção de sistemas produtivos locais**. 2003. 269f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

LUSTOSA, M.C. **Meio ambiente, inovação e competitividade na indústria brasileira: a cadeia produtiva do petróleo**. 2002. 267 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MAÇANEIRO, M.; CUNHA, S. K. Eco-inovação: um quadro de referência para pesquisas futuras. In: SIMPÓSIO DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2010. Vitória, **Anais...** Espírito Santo: ANPAD, 2010. 17 f.

MEDINA, H. V.; GOMES, D. E. B. **Reciclagem de automóveis, estratégias, práticas e perspectivas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003.

MOREIRA, A.; QUEIROZ, A. C. (coord.). **Inovação organizacional e tecnológica**. São Paulo: Thomson, 2007.

MOREIRA, N. V. A. *et al.* A inovação tecnológica no Brasil: os avanços no marco regulatório e a gestão dos fundos setoriais. **Revista de Gestão USP**, São Paulo, v. 14, n. especial, p. 21-44, 2007.

MOTTA, W. H.; DEUS, C. C. R. D. A proposta da eco-inovação e sua difusão na literatura científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 14., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENANCIB, 2013. 08 f.

MUÑOZ, D. L. C.; COELHO, C. C. S.; STEIL, A. V. Inovação para sustentabilidade nas organizações: uma revisão sistemática das abordagens de inovação sustentável, eco-inovação, inovação ambiental e inovação social. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO E MEIO AMBIENTE, 12., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENGEMA, 2010. 16 f.

MYTELKA, L.; FARINELLI, F. De aglomerados locais a sistemas de inovação. In: LASTRES, H. M. M. *et al.* (org.). **Conhecimento, sistema de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005.

OECD. **Manual de Frascati**: proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental. Coimbra: Gráfica de Coimbra, 2007.

_____. **Oslo manual, the measurement of scientific and technological activities**. Paris: OECD Publishing, 2005.

_____. **Sustainable manufacturing and eco-innovation**: framework, practices and measurement. Paris, 2009. Disponível em: <www.oecd.org/sti/innovation/sustainablemanufacturing>. Acesso em: 17 jun. 2014.

OLTRA, V.; SAINT JEAN, M. Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry. **Technological Forecasting and Social Change**, França, v. 76, n. 4, p. 567-583, maio 2009.

PENROSE, E.; PITELIS, C. **The theory of the growth of the firm**. 4. ed. London: Oxford, 2009.

PEREZ, C. Revoluciones tecnológicas, câmbios de paradigma y de marco sócioinstitucional. In: ABOITES, J.; DUTRÉNIT, G. **Innovación, prendizaje y creación de capacidades tecnológicas**. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2004. p. 13- 46.

PODCAMENI, M. G. V. B. **Meio Ambiente, Inovação e competitividade**: uma análise da indústria de transformação brasileira com ênfase no setor de combustível. 2007. 10 f. Dissertação (Mestre em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PORTER, M.; LINDE, C. V. Toward a new conception of the environment - competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97- 118, fall 1995.

_____. Verde e competitivo: acabando com o impasse. In: PORTER, M. **Competição. Estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999. p. 371-397.

RENNINGS, K.; ZWICK, T. Employment impacts of cleaner production. **ZEW Economic Studies**, Heidelberg, v. 10, n. 3, p. 161-175, 2003.

RENNINGS, K. Towards a theory and policy of eco-innovation – neoclassical and (co-) evolutionary perspectives. **ZEW Discussion Paper**, Mannheim, v. 24, n. 98, 22 f., jul. 1998.

RICHARDSON, R. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RIVERA, J. E. Institutional pressures and voluntary environmental behavior in developing countries: Evidence from the Costa Rican hotel industry. **Society and Natural Resources: An International Journal**, v. 17, n. 9, p. 779-797, 2004.

RIVERA, J. L.; REYES-CARRILLO, T. A framework for environmental and energy analysis of the automobile painting process. **Science Direct**, France, v. 15, p. 171-175, 2014.

ROBERTS, E. B. What we've learned managing invention and innovation. **Research Technology Management**, v. 31, n. 1, p. 11-29, jan./fev. 1988.

ROHRICH, S. S.; CUNHA, J. C. A relação entre gestão ambiental e inovações tecnológicas voltadas ao meio ambiente em organizações industriais localizadas no Brasil. In: ENCONTRO DA ANPAD, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Enanpad, 2002. 16 f.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

_____. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo, 1993.

SALAVOU, H. The concept of innovativeness: should we need to focus? **European Journal of Innovation Management**, v. 7, n. 1, p. 33-44, 2004.

SANTOS, W. R.; CARNEIRO, T. C. J. Estudo de caso: inovação e desempenho organizacional: um estudo das publicações científicas da base Web of Knowledge. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 7, n. 3, p. 75-96, ago. 2013.

SBICCA, A.; PELAEZ, V. Sistemas de inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. cap. 17, p. 415-448.

SCHALTEGGER, S.; STURM, A. Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologischer orientierten Managementinstrumenten. **Die Unternehmung**, Alemanha, v. 44. N. 4, p. 273-290, 1990.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico. 2. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SILVA, C. E. L. *et al.* Inovação sustentável: uma revisão bibliográfica. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: CNEG, 2010. 22 f.

SOUZA, M.T.S. *et al.* Estudo bibliométrico de teses e dissertações em administração na dimensão ambiental da sustentabilidade. **REAd**, Porto Alegre, ed. 76, n. 3, p. 541-568, set./dez. 2013.

SOUZA, M.T.S.; RIBEIRO, H.C.M. Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 368-396, maio/jun. 2013.

SOUZA, L. C; RACHID, A. Internationalization and geographical relocation of Brazil's auto-parts industry. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, Espanha, jul. 2013.

SPAARGAREN, G. **The ecological modernization of production and consumption**: essays in environmental sociology. Wageningen, 1997.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of management Reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

STERN, N. **The economist of climate change**: the Stern review. Cambridge: Cambridge University, 2007.

STIEGLER, B. **Technics and time 1**. Stanford: Stanford University Press, 1998.

STORCK, O. *et al.* Implementation of a process of surface preparation and polyurethane liquid painting in a midsize business. In: FÓRUM INTERNACIONAL ECOINOVAR, 3., 2014, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: ECOINOVAR, 2014. 15 p.

SUNDBO, J. Management of innovation in services. **The Service Industries Journal**, London, v. 17, n. 3, p. 432–455, jul. 1997.

TAHIM, E.F. **Inovação e meio ambiente**: o desafio dos arranjos produtivos de cultivo de camarão em cativeiro no estado do Ceará. 2008. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências, em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. Bookman: Porto Alegre, 2008.

_____; _____. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. West Sussex: John Wiley & Sons, 2005.

TIWARI, A.; UPADHAYAY, L. Application of TQM and engineering techniques to optimize quality of paint on steering wheel components: a literature review. **International Journal of Mechanical Engineering and Research**, India, v. 3, n. 6, p. 565-572, 2013.

TSENG, M-L. *et al.* Improving performance of green innovation practices under uncertainty. **Journal of Cleaner Production**, Asia, v. 40, p. 71-82, set. 2013.

UTTERBACK, J. M.; ABERNATHY, W. J. A dynamic model of process and product innovation. **Omega**, v. 3, n. 6, p. 639-656, maio 1975.

VINNOVA. Eco-innovative measures in large Swedish companies. **VINNOVA Analysis**, Stockholm, v.1, n. 1, 66 f., mar. 2013.

VW. **Anuário de responsabilidade corporativa 2012** – Volkswagen do Brasil. São Paulo, ed. 1, 110 p., nov. 2013.

_____. **Anuário de responsabilidade corporativa 2013** – Volkswagen do Brasil. São Paulo, ed. 1, 110 p., jul. 2014.

WBCSD – BUSINESS SOLUTIONS FOR A SUSTAINABLE WORLD. 2014. Disponível em: < <http://www.wbcsd.org/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

XAVIER, T. R. *et al.* Sustainability and innovation: a bibliometric study about the international publications. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 27-49, dez. 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. Meio Ambiente e Competitividade na Indústria Brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 5, ed. Especial, p. 231-259, 2001.

ZAWISLAK, P. A. Contribuições para uma medida geral de inovação. In: ENCONTRO DA ANPAD, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENANPAD, 2008.

APÊNDICE A - Carta Convite

Carta Convite



Centro Universitário da FEI

Fundação Educacional Inaciana Pe. Sabóia de Medeiros

São Paulo, 06 de outubro de 2014.

Vimos, por meio deste apresentar a aluna Tássia Bastos Sobreira, que está desenvolvendo uma pesquisa de mestrado intitulada “*Eco-inovação: a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura da indústria automobilística*”, neste departamento.

Atualmente, no Brasil, a inovação tecnológica ambiental se tornou comum em indústrias automobilísticas pela pressão da legislação, pela redução de custos, e principalmente pela redução dos impactos ambientais.

Escolhemos o estudo de caso na Volkswagen, Unidade Taubaté, por ser a planta pioneira em inovação ambiental no setor de pintura, segundo nossos dados preliminares.

Considerando a relevância do tema exposto, vimos solicitar a participação de sua empresa nesta pesquisa, que consistirá de entrevistas, pesquisa documental, observação e registro em arquivos.

Vale ressaltar que todas as informações coletadas serão mantidas no mais absoluto sigilo, já que a empresa será representada por código e que, ao final do projeto a participante receberá uma cópia dos resultados finais além de um convite para participar de uma reunião para apresentação dos resultados.

Para atender o cronograma de pesquisa, solicitamos que a entrevista seja realizada entre o mês de outubro e dezembro.

Agradecemos antecipadamente pela atenção e destacamos a importância da participação de sua empresa, para o atingimento do objetivo proposto no projeto em referência.

Cordiais Saudações,

Tássia Bastos Sobreira, Telefone: (11) 99939-2792. E-mail: tassiajb@gmail.com

Dra. Maria Tereza Saraiva de Souza, Telefone (11). E-mail: mtereza@fei.edu.br

APÊNDICE B – Formulário de Consentimento

FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

Prezado(a) senhor(a), agradecemos desde já sua disposição em nos disponibilizar e permitir esta entrevista. Gostaríamos de convidá-lo a colaborar na realização da pesquisa descrita neste formulário. Por favor, leia o texto que segue. Antes de tomar a decisão final sobre sua colaboração, não hesite em fazer à equipe de pesquisa todas as perguntas que julgar necessárias. Se o(a) senhor(a) aceitar participar da pesquisa, a equipe conservará consigo o original deste formulário assinado e lhe enviará uma cópia.

Tema da pesquisa:

ECO-INOVAÇÃO: a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura da indústria automobilística.

Equipe de pesquisa:

Tássia Bastos Sobreira, estudante do Programa de Pós Graduação em Administração no Centro Universitário da FEI – FEI, no curso de Mestrado em Administração com ênfase em Sustentabilidade, São Paulo. Telefone: (11) 99939-2792. E-mail: tassiajb@gmail.com

Dra. Maria Tereza Saraiva de Souza, orientadora e professora do Programa de Pós Graduação em Administração no Centro Universitário da FEI – FEI, São Paulo. Telefone (11) 99990-7997. E-mail: mtereza@fei.edu.br

Descrição da pesquisa:

Esta pesquisa tem por tema as inovações ambientais no setor de pintura da indústria automobilística. Para a realização desta pesquisa, sua participação será de grande valor, visto a falta de estudos sobre o tema. A entrevista que solicitamos poderá lhe ser útil, pois demanda uma reflexão sobre as inovações ambientais que as empresas têm realizado ao longo de sua trajetória.

A entrevista pode nos tomar aproximadamente duas horas e meia. A entrevista será gravada com a utilização de um gravador digital. Em princípio, apenas as pessoas da equipe de pesquisa terão acesso aos dados gravados. As gravações das entrevistas serão mantidas em local seguro. Se a transcrição dos dados for efetuada por uma outra pessoa que não os membros da equipe de pesquisa, esta pessoa deverá assinar um compromisso de confidencialidade.

Não hesite em entrar em contato conosco sobre toda e qualquer questão a respeito desta pesquisa.

Tássia Bastos Sobreira,

Maria Tereza Saraiva de Souza

CONSENTIMENTO A ASSINAR

Participação na entrevista

Após ter lido e entendido o texto precedente e ter tido a oportunidade de receber informações complementares sobre o estudo, eu aceito, de livre e espontânea vontade, participar da(s) entrevista(s) de coleta de dados para esta pesquisa sobre inovação ambiental no setor de pintura na indústria automobilística. Eu sei que eu posso me recusar a responder a uma ou outra das questões se eu assim decidir. Entendo também que eu posso pedir o cancelamento da entrevista, o que anulará meu aceite de participação e proibirá o pesquisador de utilizar as informações obtidas comigo até então.

Local:	Data: ____ / ____ / ____
Pessoa entrevistada	
Nome:	Assinatura:
Entrevistador(es)	
Nome:	Assinatura:
Nome:	Assinatura:

Autorização de entrevista da indústria que represento:

Eu autorizo, Tássia Bastos Sobreira e Maria Tereza Saraiva de Souza a revelar o cargo que exerço nos artigos e dissertação que redigirão a partir da pesquisa da qual trata este formulário de consentimento.

Nome do Participante: _____

Nome da Empresa: _____

Assinatura do Participante: _____ Data: ____ / ____ / ____

APÊNDICE C – Protocolo de Pesquisa

ETAPA Coleta dos dados	PROCEDIMENTO
Convite	1) Encaminhar o convite formal para o setor de pintura da indústria automobilística a ser pesquisada; 2) Agendar as visitas no setor de pintura.
Entrevista	1) Encaminhar o convite formal para o setor com as datas das visitas; 2) Entrevistar o Supervisor de engenharia de manufatura; 3) Entrevistar o responsável pelo Planejamento do meio Ambiente; 4) Entrevistar o Analista Ambiental; 5) Entrevistar o Engenheiro Ambiental; 6) Entrevistar o Representante da Administração do Sistema de Gestão Ambiental.
Pesquisa documental	1) Coletar e analisar material para corroborar com as evidências de outras fontes e/ou para acrescentar informações; 2) Tabular as informações encontradas.
Observação	1) Realizar visita técnica no setor.
Registro em arquivos	1) Construção de base de dados, por meio de notas, documentos, tabulações e narrativas; 2) Tabular os registros encontrados.

APÊNDICE D – Guia para Entrevista

GUIA PARA ENTREVISTA		
Etapas da entrevista		Observações durante a entrevista
1	Apresentar-se e enfatizar que a pesquisa é meramente acadêmica.	
2	Apresentar os propósitos da pesquisa, reforçando a ideia que se trata de avaliar a evolução da inovação ambiental no setor de pintura nas empresas automobilísticas, e que não se trata de comparar as inovações de cada empresa.	
3	Agradecer a disponibilidade em permitir a entrevista e realçar a relevância da narrativa oral do entrevistado no contexto da pesquisa.	
4	Reforçar a preservação do sigilo quanto à identidade individual e da empresa.	
5	Informar os procedimentos e etapas posteriores da pesquisa, como transcrição, aprovação e aplicação dos dados coletados.	
6	Especificar os objetivos da entrevista.	
7	Autorização do entrevistado por escrito.	
8	Falar sobre o tema da dissertação.	
9	Apresentar os conceitos e as diferenças de inovação e inovação ambiental.	
10	Iniciar o questionário sem interromper o entrevistado.	
11	Finalizar o questionário e permitir que o entrevistado leia as respostas anotadas pelo entrevistador.	
12	Agradecer novamente a disponibilidade.	

APÊNDICE E – Roteiro de Entrevista

ROTEIRO DE ENTREVISTA

O principal objetivo da entrevista é compreender a evolução da inovação ambiental no setor de pintura na indústria automobilística.

Levando em consideração que:

Inovação é a inserção de um produto novo ou expressivamente aprimorado, podendo ser um processo, um novo método de marketing ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização local de trabalho ou nas relações externas.

Inovação tecnológica é um processo realizado por uma empresa na introdução de produtos, processos ou serviços que incorporem novas soluções técnicas, funcionais ou estéticas, podendo ser completamente nova.

Inovação tecnológica ambiental consiste em precaver ou reparar danos das tecnologias nos processos de *end-of-pipe* ou nas técnicas de produção mais limpa em todo o estágio produtivo.

- 1) O setor de pintura introduziu um novo método de produção ou uma nova distribuição significativamente melhorada que contribuiu para solucionar impacto ambiental?
- 2) Quais foram essas mudanças de processo?
- 3) Quais foram os resultados alcançados nesses novos métodos de produção em relação ao desempenho ambiental?
- 4) Houve melhorias no processo produtivo que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental?
- 5) Quais foram essas melhorias de processo?
- 6) Quais foram os resultados alcançados por essas melhorias de processo?
- 7) O setor de pintura introduziu um produto (insumos) novo ou significativamente melhorado que contribuiu para solucionar impacto ambiental?
- 8) Quais foram esses produtos?
- 9) Quais foram os resultados alcançados com a introdução desses produtos em relação ao desempenho ambiental?
- 10) Houve melhorias moderadas no produto que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental?
- 11) Quais foram essas melhorias no produto?
- 12) Quais foram os resultados alcançados por essas melhorias de produto?
- 13) O setor de pintura foi reestruturado para melhorar o desempenho ambiental?
- 14) Houve alguma exigência da legislação ou dos órgãos de controle ambiental que estimulou as mudanças?
- 15) Houve incentivo de legislação que trata de inovação? Ou incentivos fiscais para implementar as mudanças ou nova fábrica?
- 16) A inovação de processo e/ou produto foi transferida da matriz para a subsidiária?
- 17) Houve transferência reversa da tecnologia da matriz para Taubaté?
- 18) Houve transferência reversa para a subsidiária?
- 19) Alguma inovação de processo e/ou produto foi transferida da subsidiária para a matriz?
- 20) Houve transferência reversa da tecnologia de Taubaté para outras subsidiárias?
- 21) Houve transferência reversa para a matriz?
- 22) A inovação de processo trouxe redução de consumo de água e energia?
- 23) Há indicadores de consumo e de redução de consumo de água e energia?
- 24) O uso de solventes foi substituído no processo para reduzir a poluição (emissões ou contaminação do solo, etc.)

- 25) Há contenção da poluição atmosférica?
- 26) Houve mudança de combustível?
- 27) Houve substituição de matérias primas e reagentes?
- 28) Há algum tipo de incinerador (gás com chama ou gás catalítico)?
- 29) Algum resíduo é encaminhado para incineração?
- 30) Quais resíduos são encaminhados para incineração?
- 31) Há ETE (estação de tratamento de efluentes)?
- 32) Qual o percentual captado e devolvido?
- 33) Houve diminuição do uso de água?
- 34) Houve descarte correto de água tratada?
- 35) Há armazenamento desta água para reuso?
- 36) Os efluentes contaminados com tinta passam por algum processo de tratamento?
- 37) A borra de tinta passa por algum processo de reaproveitamento?
- 38) As latas contaminadas são lavadas ou são descartadas?
- 39) A sobra de tinta catalisada é reutilizada?
- 40) Houve redução no consumo de tinta?
- 41) Houve melhoria de eficiência energética?
- 42) Houve troca de combustível no processo?
- 43) Houve redução de emissão de gases efeito estufa (GEE)?
- 44) Há geração de créditos de carbono com a redução dos GEE?

APÊNDICE F – Protocolo de Observação

	Inovação Tecnológica Ambiental	
	Subcategorias	Observações
Inovação Tecnológica Ambiental	Radical de Processo	- Verificar se o setor de pintura introduziu um novo método de produção ou uma nova distribuição significativamente melhorada que contribuiu para solucionar impacto ambiental. - Verificar as mudanças de processo. - Verificar os resultados alcançados nesses novos métodos de produção em relação ao desempenho ambiental.
	Incremental de Processo	- Verificar se houve melhorias no processo produtivo que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental. - Verificar as melhorias de processo. - Verificar os resultados alcançados por essas melhorias de processo.
	Radical de Produto	- Verificar se o setor de pintura introduziu um produto (insumos) novo ou significativamente melhorado que contribuiu para solucionar impacto ambiental. - Verificar esses produtos. - Verificar os resultados alcançados com a introdução desses produtos em relação ao desempenho ambiental.
	Incremental de Produto	- Verificar se houve melhorias moderadas no produto que contribuíram para aumentar do desempenho ambiental. - Verificar as melhorias no produto. - Verificar os resultados alcançados por essas melhorias de produto.
Origem da inovação	Transferência da Matriz	- Verificar se a inovação de processo e/ou produto foi transferida da matriz para a subsidiária. - Verificar se houve transferência reversa da tecnologia da matriz para Taubaté. - Verificar se houve transferência reversa para a subsidiária.
	Transferência reversa	- Verificar se alguma inovação de processo e/ou produto foi transferida da subsidiária para a matriz. - Verificar se houve transferência reversa da tecnologia de Taubaté para outras subsidiárias. - Verificar se houve transferência reversa para a matriz.
Aspectos e impactos ambientais	Consumo de água e energia	- Verificar se a inovação de processo trouxe redução de consumo de água e energia. - Verificar os indicadores de consumo e de redução de consumo de água e energia.
	Poluição atmosférica	- Verificar se o uso de solventes foi substituído no processo para reduzir a poluição (emissões ou contaminação do solo, etc.). - Verificar se há contenção da poluição atmosférica. - Verificar se houve mudança de combustível. - Verificar se houve substituição de matérias primas e reagentes. - Verificar se há algum tipo de incinerador (gás com chama ou gás catalítico). - Verificar se algum resíduo é encaminhado para incineração. - Verificar se os resíduos são encaminhados para incineração.
	Poluição Hídrica	- Verificar se há ETE (estação de tratamento de efluentes). - Verificar o percentual captado e devolvido. - Verificar se houve diminuição do uso de água. - Verificar se houve descarte correto de água tratada. - Verificar se há armazenamento desta água para reuso. - Verificar se os efluentes contaminados com tinta passam por algum processo de tratamento.

	Resíduos sólidos, etc.	- Verificar se a borra de tinta passa por algum processo de reaproveitamento. - Verificar se as latas contaminadas são lavadas ou são descartadas. - Verificar se a sobra de tinta catalisada é reutilizada. - Verificar se houve redução no consumo de tinta.
	MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	- Verificar se houve melhoria de eficiência energética. - Verificar se houve troca de combustível no processo. - Verificar se houve redução de emissão de gases efeito estufa (GEE). - Verificar se há geração de créditos de carbono com a redução dos GEE.