

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO CUSTO PNEU  
EM UMA EMPRESA TRANSPORTADORA**

**PAULO MANTELATTO PECORARI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS R. C. LIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

**SANTA BÁRBARA D'OESTE**

**2014**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO CUSTO PNEU  
EM UMA EMPRESA TRANSPORTADORA**

**PAULO MANTELATTO PECORARI**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 24 de novembro de 2014, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

**PROF. DR. CARLOS R. CAMELLO LIMA (PRESIDENTE E ORIENTADOR)**  
**UNIMEP - PPGEP**

**PROF. DR. ALEXANDRE TADEU SIMON**  
**UNIMEP - PPGEP**

**PROF. DR. JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO**  
**ESALQ - USP**

A todos aqueles que fazem do seu trabalho algo prazeroso, e que, ao mesmo tempo, acreditam que ele pode fazer a diferença na vida das pessoas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me conduzir e me inspirar para este trabalho.

Aos meus pais, pelo berço, educação e pelos ensinamentos de vida.

À Daniela, pelo companheirismo e dedicação.

Ao Giovanni e à Beatriz, pelo amor incondicional.

Ao Prof. Dr. Carlos R. Camello Lima, pelo apoio e pela valorosa orientação.

Aos Professores Dr. Fernando Celso de Campos e Dr. Alexandre Tadeu Simon, membros da banca examinadora da qualificação, pelas contribuições e sugestões apresentadas.

À CAPES e a Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (FEAU), da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), pela concessão do auxílio à capacitação docente.

À Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da FEAU - UNIMEP, em especial, a Marta Helena T. Bragaglia, pelo apoio.

"Não haverá borboletas se a vida não passar  
por longas e silenciosas metamorfoses."

**Rubens Alves**

PECORARI, Paulo Mantelatto. **Proposta de um Método para Avaliação do Custo Pneu em uma Empresa Transportadora**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (FEAU), Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara d'Oeste – SP.

## RESUMO

O modal de transporte de cargas mais utilizado no Brasil é o rodoviário. Porém, poucas são as estradas em condições ideais para o transporte. Neste sentido, o pneu se destaca como o segundo maior custo de manutenção em uma empresa transportadora, perdendo apenas para o combustível. Alguns sistemas informatizados oferecem soluções para o controle e gestão dos pneus, mas não conseguem identificar, ou medir, o custo desde o início da gestão. Assim, o objetivo deste trabalho é propor um método para realizar a gestão do custo pneu, em uma empresa transportadora, aplicável desde o início de qualquer trabalho de gestão com pneus, entregando como benefício à frota uma estrutura hierarquizada, capaz de organizar e conduzir o seu trabalho na direção da redução do custo pneu e do impacto ambiental. O trabalho adota o estudo de caso para a coleta de dados e ilustração do método proposto. A empresa em estudo é uma transportadora que atende todo o território nacional Brasileiro e possui em sua frota cerca de 5.000 pneus como ativos circulantes. O trabalho conclui que o método proposto é eficaz como forma de avaliação e gestão do custo pneu em uma frota, permitindo o efetivo gerenciamento de todas as atividades relacionadas a este item de custo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Pneus, Gestão de Custos, Manutenção de Frotas.

PECORARI, Paulo Mantelatto. **Proposal of a Method for Estimating the Tire Cost in a Carrier Company**. 2014. 79 p. Dissertation (Master in Production Engineering) – College of Engineering, Architecture and Urbanism, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara d'Oeste – SP.

### **ABSTRACT**

*In Brazil, the most widely used transport mode is the road. However, there are few roads in ideal conditions for transport. In this sense, the tire stands as the second largest maintenance cost in a carrier, losing to the fuel only. Some computational systems offer solutions for controlling tire, but cannot identify, or measure, the cost from the beginning of the management process. The objective of this work is to propose a method to carry out the management of tire cost, in a carrier company, applicable from the beginning of any management job with tires, delivering as a benefit to the fleet, a hierarchical structure, able to organize and conduct their work toward the reduction of the tire cost and environmental impact. The work adopts the case study for data collection and illustration of the proposed method. The company under study is a carrier that serves the entire Brazilian territory and has in its fleet about 5,000 tires as current assets. The work concludes that the proposed method is an effective way for evaluation and managing of the tire cost in a fleet, allowing through spreadsheets and graphs, effective management of all activities related to this cost item.*

**KEYWORDS:** *Tire Management, Cost Management, Fleet Maintenance.*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	4
1.3. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	5
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	5
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE NO BRASIL .....	6
2.2. A GESTÃO DOS PNEUS .....	10
2.3. A GESTÃO DE PROCESSOS .....	16
2.4. A FUNÇÃO MANUTENÇÃO E SUA PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL.....	18
2.5. A IMPORTÂNCIA DA RECAPAGEM.....	23
2.5.1. A RECAPAGEM E A ECONOMIA.....	27
2.5.2. A RECAPAGEM E A SOCIEDADE .....	28
2.5.3. A RECAPAGEM E O MEIO AMBIENTE .....	29
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>31</b>
3.1. DEFINIÇÃO DE UMA ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA .....	33
3.2. PLANEJAMENTO DO CASO .....	34
3.3. CONDUÇÃO DO TESTE PILOTO .....	35
3.4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	36
3.4.1. QUANTIDADE DE VEÍCULOS E PNEUS .....	37
3.4.2. CUSTO E QUILOMETRAGEM .....	38
3.4.3. CUSTO POR KM (CPK) .....	40
3.5. RELATÓRIO DE PESQUISA.....	42
<b>4. MÉTODO GCP (GESTÃO CUSTO PNEU).....</b>	<b>44</b>
4.1. PROCESSOS DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO .....	45
4.2. PROCESSOS DO PLANEJAMENTO TÁTICO .....	47
4.2.1. VEÍCULOS E PNEUS.....	47
4.2.2. DADOS DE CUSTOS.....	49
4.2.3. KM MÉDIA .....	50
4.2.4. CUSTO POR KM (CPK) .....	52
4.2.5. ÍNDICES DE DESEMPENHO .....	53

4.3.	PROCESSOS DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL.....	55
4.3.1.	MAPEAMENTO DO CICLO DE VIDA DO PNEU .....	56
4.3.2.	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DOS PNEUS.....	63
4.3.3.	SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL .....	68
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3P – Posição, Pressão e Profundidade.

ABR – Associação Brasileira do segmento de Reforma.

ACP – Avaliação Custo Pneu

ALAPA – Associação Latino Americana de Pneus e Aros.

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos.

BBTS – *Bridgestone Bandag Tire Solution.*

CLM – *Council of Logistic Management.*

CM – Cavalo Mecânico.

CPK – Custo Por Km.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

*DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve and Control.*

*DOT – Department of Transit.*

EMP – Engenharia de Manutenção dos Pneus.

GCP – Gestão Custo Pneu

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ILOS – Instituto de Logística e *Supply Chain*

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

PIB – Produto Interno Bruto.

PP – Par Perfeito.

SR – Semi-reboque

TDF – Tempo de Detecção da Falha.

*TOP – Tire Optimization Process.*

*TWI – Tread Wear Indicator.*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO DA CARGA TRANSPORTADA NO BRASIL VERSUS MODAIS DE TRANSPORTE, ADAPATADO DE ILOS (2014). .....	7
FIGURA 2. CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS RODOVIAS NO BRASIL POR REGIÃO E POR ESTADO, ADAPTADO DE CNT (2013).....	8
FIGURA 3. COMPARATIVO DE RODOVIAS DUPLICADAS ENTRE BRASIL E ESTADOS UNIDOS, ADAPTADO DE MAIA JUNIOR (2013).....	9
FIGURA 4. DESCRIÇÕES NA LATERAL DO PNEU, ADAPTADO DE ALAPA (2004) .....	11
FIGURA 5. OS 10 NÍVEIS DO TOP, ADAPTADO DE APOLO (2013). .....	13
FIGURA 6. AS 5 ETAPAS DO DMAIC, ADAPTADO DE DMAIC TOOLS (2013).....	17
FIGURA 7. RECICLAGEM DE PNEUS NA EUROPA, AMÉRICA DO NORTE, JAPÃO E BRASIL, ADAPTADO DE LAGARINHOS E TENÓRIO (2013).....	25
FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS, DIRETO E REVERSO, ADAPTADO DE LACERDA (2002) .....	26
FIGURA 9. QUANTIDADE DESTINADA PELOS FABRICANTES DE PNEUS NO PERÍODO DE 2000 A 2010 E A PREVISÃO PARA A DESTINAÇÃO DE 2011 A 2020. ....	30
FIGURA 10. FLUXOGRAMA DO MÉTODO GCP (GESTÃO CUSTO PNEU). .....	31
FIGURA 11. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO, ADAPTADO DE MIGUEL (2007). .....	33
FIGURA 12. ESTRUTURA HIERARQUIZADA PARA O MÉTODO GCP.....	45
FIGURA 13. A TRIANGULAÇÃO NA DECISÃO DE COMPRA EM UMA FROTA .....	46
FIGURA 14. A RELAÇÃO ENTRE OS TRÊS PLANEJAMENTOS E O DMAIC. ....	46
FIGURA 15. GRÁFICO QUANTIDADE DE PNEUS. ....	49
FIGURA 16. GRÁFICO CUSTO PNEU.....	50
FIGURA 17. GRÁFICO KM DA FROTA. ....	51
FIGURA 18. GRÁFICO CPK (CUSTO POR KM). ....	53
FIGURA 19. GRÁFICO ÍNDICES DE DESEMPENHO. ....	54
FIGURA 20. MAPEAMENTO DO CICLO DE VIDA DOS PNEUS NA FROTA.....	57
FIGURA 21. FASES DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DOS PNEUS (EMP). ....	64
FIGURA 22. TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE FALHA, ADAPTADO DE LAFRAIA (2001). ....	66

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1. PARTICIPAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS E DO TRANSPORTE NA ECONOMIA BRASILEIRA, ADAPTADO DE EXAME (2013) .....	6
TABELA 2. QUANTIDADE DE VEÍCULOS DE CARGA EMPLACADOS NO BRASIL, POR TIPO, ADAPTADO DE DENATRAN (2014) .....	10
TABELA 3. OS CINCO LADRÕES DE KM, ADAPTADO DE BBTS (2013).....	14
TABELA 4. ATIVIDADES PARA A GESTÃO DOS PNEUS, ADAPTADO DE DARIO (2012).....	15
TABELA 5. NÚMERO DE UNIDADES REFORMADORAS EM RELAÇÃO A SUA PRODUÇÃO.....	29
TABELA 6. FORMULÁRIO 1:MAPEAMENTO DA QUANTIDADE DE PNEUS NA FROTA.....	37
TABELA 7. FORMULÁRIO 2: PRINCIPAIS CUSTOS DA FROTA COM PNEUS. ....	38
TABELA 8. FORMULÁRIO 3: QUILOMETRAGEM PERCORRIDA PELOS PNEUS.. ....	39
TABELA 9. FORMULÁRIO 4: CÁLCULO DO CUSTO POR KM (CPK).....	41
TABELA 10. EXEMPLO DO CÁLCULO DO CUSTO POR KM (CPK) PELO MÉTODO TRADICIONAL, ADAPTADO DE BUDINI INCORPORED (2014).....	41
TABELA 11. PLANILHA VEÍCULOS E PNEUS.....	48
TABELA 12. PLANILHA DADOS DE CUSTOS .....	49
TABELA 13. PLANILHA KM MÉDIA .....	51
TABELA 14. PLANILHA CUSTO POR KM (CPK) .....	52
TABELA 15. PLANILHA ÍNDICES DE DESEMPENHO.....	54
TABELA 16. SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL .....	69
<hr/>	
QUADRO 1. AS TRÊS GERAÇÕES DA MANUTENÇÃO E SUAS ÁREAS DE MUDANÇA, ADAPTADO DE DUNN (2014).....	20
QUADRO 2. RESUMO DAS TRÊS FASES DA EMP EM UMA FROTA .....	68

## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo contextualiza uma visão geral sobre a contribuição do transporte na economia brasileira, destacando a importância do modal rodoviário para o país, comentando sobre a qualidade das rodovias e comparando a situação brasileira com a de outros países de dimensões territoriais semelhantes.

Adicionalmente, este capítulo destaca a ineficiência na gestão da manutenção das frotas, contexto no qual o pneu se insere, promovendo inclusive, em função do mau uso, um maior impacto ambiental.

Algumas perspectivas de fabricantes de sistemas para a gestão e o controle de pneus são apresentadas e, conseqüentemente, a lacuna desse trabalho é identificada, ou seja, um método capaz de avaliar o custo por km do pneu em uma empresa transportadora, desde o início de qualquer trabalho de gestão com pneus e sistemas afins.

O capítulo ainda apresenta os objetivos, a delimitação e a estrutura do trabalho.

### 1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

De acordo com uma matéria publicada pela revista Exame (2013), os custos logísticos cresceram no Brasil em 2012. Essa matéria está vinculada a uma pesquisa realizada pelo Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS). Nessa pesquisa realizada pelo ILOS (2014), os custos logísticos são significativos e representaram 11,5% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2012, o que correspondeu a R\$ 507 bilhões, após recuar em 2010, quando atingiu 10,6% do PIB, e em 2008 com 10,9% do PIB. O percentual estabelecido em 2012 significou uma volta aos patamares de 2006.

Nesse contexto, a maior parte de todo e qualquer tipo de transporte realizado no Brasil é feita por rodovias, o que torna o modal de transporte rodoviário um dos mais importantes para a economia nacional. Com vantagens e desvantagens, o Brasil apostou no modal rodoviário por se tratar de um transporte rápido (MACHADO, 2002).

Comparando o Brasil com outros países de dimensões territoriais semelhantes, como Austrália, China e Estados Unidos da América, verifica-se que o Brasil é um dos países que mais utiliza o modal rodoviário no transporte de cargas e, ao mesmo tempo, o país que possui o menor percentual de estradas pavimentadas (16%). São 218.640 km de estradas pavimentadas contra 1.367.601 km de estradas não pavimentadas (WORLD BANK, 2012).

Segundo o DENATRAN (2014), o total de veículos emplacados no Brasil, destinados para o transporte de cargas e passageiros, é superior a 6,5 milhões (quase 8% do total de emplacamentos).

Historicamente, a gestão da manutenção de frotas, como regra geral, tem apresentado uma característica marcante: utiliza, de forma bastante ineficiente, os seus recursos, principalmente humanos e materiais, acarretando custos elevados e crescentes (CAMPOS, 1994). Oliveira, Fernandes e Lima (2013) destacam que alguns desses recursos, quando mal administrados, podem promover falhas na gestão da frota, que comprometem o funcionamento de toda a base operacional da organização.

Pecorari (2007) descreve que, em uma empresa transportadora de cargas, um dos itens mais relevantes é o pneu, pois é normalmente o segundo item de maior custo de manutenção, ficando somente atrás do custo de combustível (óleo diesel). Nesse sentido, a empresa Sofit (2014), especialista em sistemas para a gestão de frota, ressalta que os pneus de caminhões são componentes relativamente caros e merecem cuidados especiais. Saber quantos pneus a frota possui, de quais marcas, o tempo de utilização e a localização de cada um é fundamental para traçar um plano de redução de custos.

*Budini Incorporated* (2014), líder mundial em soluções para a gestão de pneus, destaca que, hoje em dia, a maioria das frotas raramente gerencia os seus pneus de forma profissional. Esta falta de gestão focada em resultados gera um número elevado de pneus descartados e, conseqüentemente, adquiridos a cada ano, o que, certamente, promoverá uma diminuição mais rápida dos recursos naturais, aumento da poluição, entre muitos outros problemas.

Além de ser um grande custo para as empresas transportadoras de carga, o pneu, se não utilizado da maneira correta, pode promover um maior impacto ambiental, pois, como destacam Lagarinhos e Tenório (2008), os pneus usados estão se tornando um problema mundial. O descarte de pneus cresce ano após ano em todo o mundo e pouca importância foi dada ao descarte de pneus em muitos países.

Dabic e Miljus (2013) comentam que, como alternativa ao descarte prematuro dos pneus, que elevam o custo logístico e o impacto ambiental, as empresas transportadoras devem investir na otimização da vida útil dos pneus, principalmente no uso consciente das recapagens dos mesmos.

Para tanto, é necessário gerenciar o uso do pneu. O controle dessa gestão é um processo longo, pois o ciclo de vida de um pneu em uma transportadora pode durar anos e, nesse intervalo, a empresa precisa de um processo definido para gerenciar o uso dos pneus em sua frota.

Existem no mercado sistemas informatizados que oferecem soluções para o controle e gestão dos pneus. No entanto, esses sistemas não possuem nenhum processo definido, nenhum roteiro do que deve ser feito e, principalmente, não identificam desde o início de sua utilização o custo por km dos pneus que estão sendo utilizados pela frota.

Normalmente, esses sistemas começam a controlar os pneus à medida que eles são comprados pela frota, controlando o ciclo de vida do pneu, desde o

início. Desta maneira, o custo por km dos pneus começa a ser indicado apenas nas próximas movimentações, o que pode levar mais de um ano.

Assim, sobre todo o contexto apresentado, destacando a importância do transporte rodoviário para a economia brasileira, a qualidade das rodovias, a necessidade da gestão de manutenção nas frotas, o impacto do custo pneu na manutenção da frota e no meio ambiente, e as deficiências dos sistemas informatizados para o controle e a gestão dos pneus, encontra-se a lacuna para este trabalho.

Este trabalho atua na construção de um método que supra as deficiências dos sistemas informatizados que existem no mercado. Um método que seja capaz de avaliar o custo por km do pneu desde o início da gestão e, a partir deste momento, estabelecer um processo que seja capaz de estabelecer um roteiro do que deve ser feito para gerenciar e monitorar mensalmente este custo.

## **1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO**

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para avaliação do custo pneu em uma empresa transportadora.

Neste contexto, pode-se destacar o seguinte objetivo secundário: a construção de um processo, por meio de uma estrutura hierarquizada, capaz de estabelecer um roteiro do que deve ser feito para realizar a gestão e manutenção dos pneus, monitorando mensalmente este custo.

Espera-se, com o desenvolvimento do trabalho, obter uma ferramenta que permita às empresas avaliar a situação em que realmente se encontram com seus custos, especificamente com os pneus, para o início de qualquer trabalho de gestão e, a partir dessa avaliação, poder gerenciar e monitorar mensalmente o custo pneu, retratado por km.

### **1.3. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho concentra-se na proposição de um método para avaliação do custo por km do pneu em uma empresa transportadora. Para tanto, é realizada a aplicação do método em uma única empresa transportadora, primeiro para coletar dados que contribuam com o refinamento do método e, posteriormente, para ilustrar a sua aplicação. Não é objetivo deste trabalho avaliar um conjunto de empresas em relação ao método proposto.

Assim, como delimitações deste trabalho, ficam elencadas a abrangência, por tratar-se de um estudo de caso único, e o desenvolvimento longitudinal (histórico), por tratar-se de uma pesquisa sobre a empresa investigada, referente a dados considerados de curto prazo (seis meses).

### **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo este capítulo introdutório (Capítulo 1).

O Capítulo 2, sob o ponto de vista da revisão da literatura, reúne os principais conceitos dos temas abordados para a realização desse trabalho.

No Capítulo 3, são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa e o perfil da empresa estudada, com seus dados coletados e analisados.

O Capítulo 4 se concentra na apresentação do método proposto, para avaliação e gestão do custo pneu, em uma empresa transportadora.

O Capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho, suas limitações e sugestões para trabalhos futuros e ou pesquisas na área.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é feita a revisão sobre os principais enfoques apresentados na literatura, que envolvem os assuntos abordados para o cumprimento dos objetivos desse trabalho. São eles: (i) Características do transporte no Brasil, (ii) A gestão dos pneus; (iii) A gestão de processos, e; (iv) A função manutenção e sua preocupação ambiental.

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE NO BRASIL

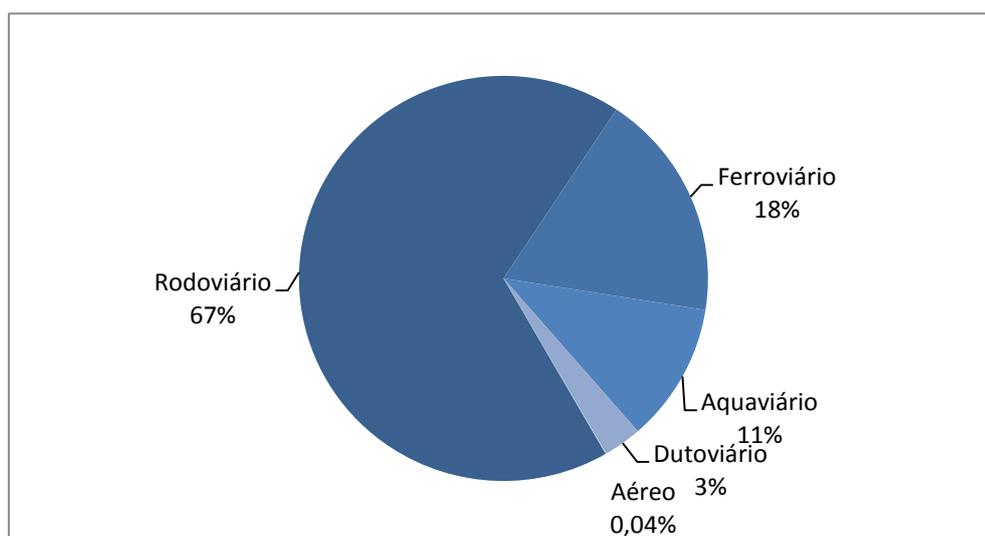
A revista Exame (2013) enfatiza que, em 2012, o transporte foi o maior item do custo logístico, chegando a 7,1% (R\$ 312,4 bilhões) do PIB (Produto Interno Bruto). Foi a maior porcentagem desde 2004, quando representava 7,5%. O custo com transporte é composto por itens como o preço do diesel, pedágio, seguro e manutenção da frota. Na conta dos custos logísticos totais do país, também entram gastos com estoque (3,2%), armazenagem (0,8%) e administrativos (0,4%).

A Tabela 1 destaca o PIB Brasileiro de 2012 e sua relação com os custos logísticos e o setor de transportes.

*TABELA 1. PARTICIPAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS E DO TRANSPORTE NA ECONOMIA BRASILEIRA, ADAPTADO DE EXAME (2013).*

<b>Itens</b>	<b>Valores</b>
Produto Interno Bruto (PIB) 2012	R\$ 4,410 trilhões
Custos Logísticos	11,5% (R\$ 507 bilhões)
Valor adicionado pelo setor de transportes	7,1% (R\$ 312 bilhões)

De acordo com os dados do setor de transporte, indicados pelo ILOS (2014), o Brasil movimenta 67% do total de sua carga transportada por meio do sistema rodoviário; 18% pelo sistema ferroviário; 11% via sistema aquaviário; 3% por intermédio do sistema dutoviário; e 0,04% com o sistema aéreo de transporte (Figura 1). Assim, a grande participação do transporte rodoviário faz com que o Brasil seja um dos maiores mercados de pneumáticos do mundo.



*FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO DA CARGA TRANSPORTADA NO BRASIL VERSUS MODAIS DE TRANSPORTE, ADAPTADO DE ILOS (2014).*

No que se refere à condição de conservação das estradas pavimentadas, desde 1995, a Pesquisa CNT de Rodovias faz um levantamento das verdadeiras condições das rodovias brasileiras, analisando criteriosamente o estado de conservação e as condições de trafegabilidade de cada uma delas (CNT, 2013).

Nessa pesquisa, a CNT confirma que, no Brasil, cerca de 65% da movimentação de cargas e 90% da movimentação dos passageiros ocorrem pelas rodovias. O estudo da CNT é mais uma contribuição da Confederação Nacional do Transporte para a busca do constante aperfeiçoamento e crescimento do setor de transporte no Brasil (CNT, 2013).

A Figura 2 apresenta a classificação da qualidade das rodovias no Brasil, por região e por estado.

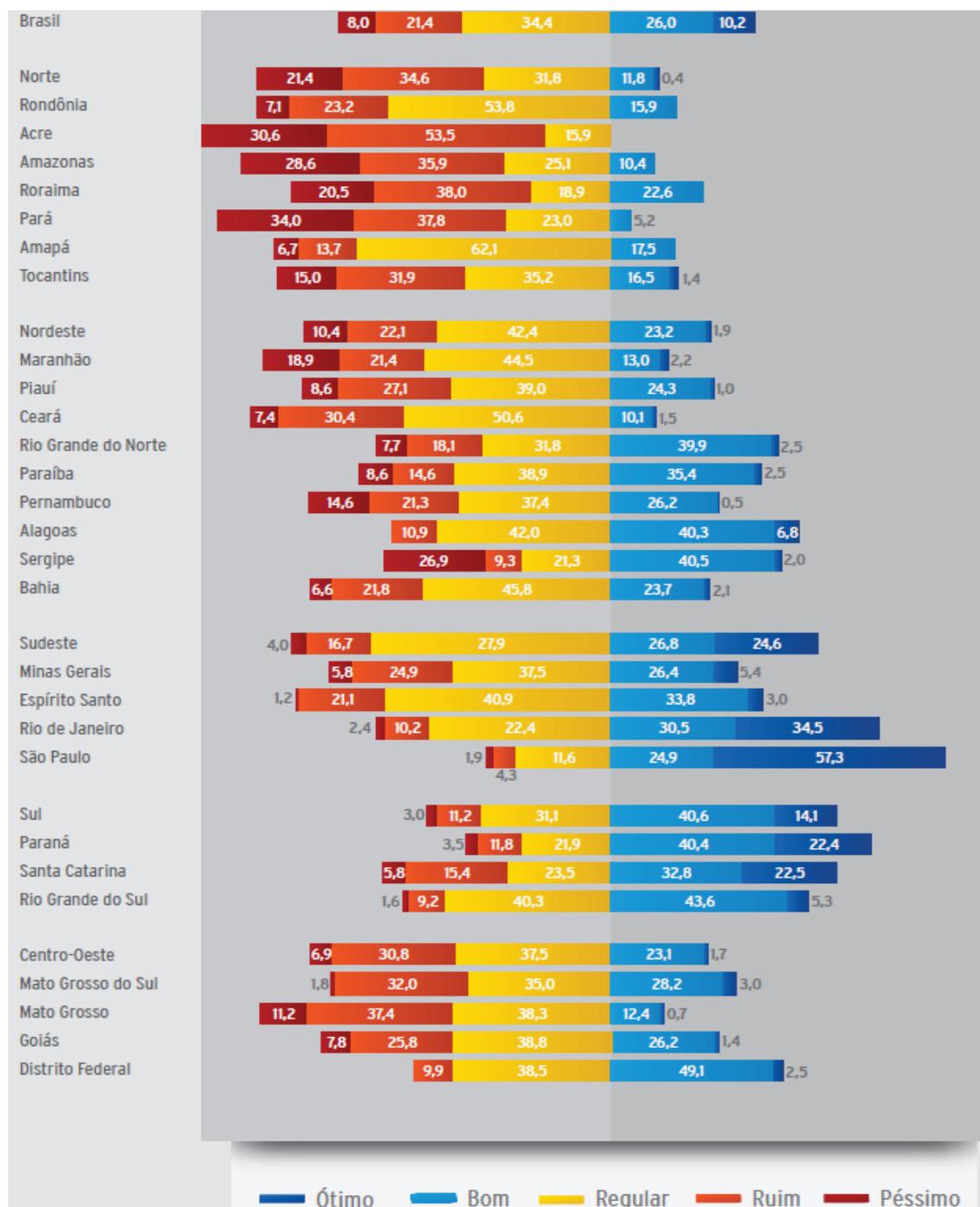


FIGURA 2. CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS RODOVIAS NO BRASIL, POR REGIÃO E POR ESTADO, ADAPTADO DE CNT (2013).

Em 2013 a pesquisa chegou a sua 17ª edição, onde foram pesquisadas em toda malha federal pavimentada e as principais rodovias estaduais, num total de 96.714 km. Foram analisados aspectos do pavimento, da sinalização e da geometria da via, o que permite a classificação dos trechos como ótimo (10,2%), bom (26,0%), regular (34,4%), ruim (21,4%) e péssimo (8,0%).

Em uma comparação entre o Brasil e os Estados Unidos da América, Maia Junior (2013) destaca que a rede de estradas duplicadas nos Estados Unidos da América (EUA) é sete vezes maior que a do Brasil. Além disso, essa rede de estradas duplicadas dos EUA abrange todo o país, enquanto que a do Brasil se concentra no sudeste, como pode ser observado na Figura 3.



FIGURA 3. COMPARATIVO DE RODOVIAS DUPLICADAS ENTRE BRASIL E ESTADOS UNIDOS, ADAPTADO DE MAIA JUNIOR (2013).

O volume apresentado de rodovias com trechos em estado ótimo ainda é pequeno e concentrado, principalmente, no estado de São Paulo. Isso faz com que as empresas transportadoras tenham um custo maior com a manutenção de suas frotas, custo no qual o pneu está inserido.

Segundo o DENATRAN (2014), existem no Brasil 84.892.511 veículos emplacados. Desses, a maior parte é composta por automóveis (55%), seguida de motocicletas (22%), caminhonetes (7%), motonetas (4%) e camionetas (3%), ou seja, veículos considerados, em sua maioria, de uso pessoal, que totalizam mais de 90% do total.

No que se refere aos veículos voltados ao transporte de cargas e passageiros, a Tabela 2 separa por tipo de veículo de transporte, a quantidade e a relação percentual existente sobre o total de veículos no Brasil. Neste sentido, o total de veículos emplacados destinados para o transporte de cargas e passageiros é superior a 6,5 milhões (7,71%).

*TABELA 2. QUANTIDADE DE VEÍCULOS DE CARGA EMPLACADOS NO BRASIL, POR TIPO, ADAPTADO DE DENATRAN (2014).*

<b>Veículos para o Transporte</b>	Caminhão	Caminhão Trator	Microônibus	Ônibus	Reboque	Semi-Reboque	Utilitário
<b>6.541.487</b>	2.552.514	565.774	354.783	564.522	1.144.620	825.119	534.155
<b>7,71%</b>	3,01%	0,67%	0,42%	0,66%	1,35%	0,97%	0,63%

## **2.2. A GESTÃO DOS PNEUS**

O pneu é praticamente constituído de duas partes: carcaça e banda de rodagem. A carcaça é a estrutura do pneu, sendo constituída de uma ou mais lonas (têxtil, aço ou polímero) e sua principal função é suportar a carga transportada. Já a banda de rodagem é a única ligação entre o veículo e o solo; sua função é proteger a carcaça, proporcionando aderência, tração, frenagem, drenagem e quilometragem (ALAPA, 2004).



12. Medida ou dimensões do pneu
13. Tipo do pneu
14. Informação sobre ressulcagem
15. Índice de carga / velocidade
16. Número de matrícula / série
17. Número de cintas (na região da coroa)
18. Número de lonas (na lateral)
19. Capacidade de carga máxima simples com pressão máxima
20. Capacidade de carga máxima em duplos com pressão máxima

Com o domínio sobre as informações contidas na lateral do pneu, torna-se possível controlar as variações que influenciam diretamente no desempenho dos pneus montados nos veículos, em busca das melhores alternativas que possibilitem a obtenção do menor custo por quilômetro, determinando, assim, a escolha do melhor produto para a frota.

O retorno do investimento em pneus ocorre por meio de um trabalho técnico, que consiste na análise criteriosa dos dados para tomada de decisões, obtendo-se, como resultado, uma maior produtividade com a diminuição de veículos parados, maior durabilidade com o aumento da vida útil dos pneus e, conseqüentemente, custos menores para as empresas transportadoras de cargas e passageiros (BBTS, 2013).

Esse trabalho técnico é o gerenciamento dos pneus, que atua para disponibilizar informações úteis para a manutenção da frota, sendo seus principais objetivos: a redução na compra de pneus novos, melhor índice de reformas, redução de estoques, redução de custos técnicos / administrativos, e redução do impacto ambiental.

No sentido de evolução na gestão dos pneus, a Apollo (2013) descreve o TOP – *Tire Optimization Process* (Processo de Otimização dos Pneus), que se trata de um programa dividido em dez níveis (Figura 5), que vão sendo abertos

à medida que os pré-requisitos dos níveis inferiores são cumpridos. Os requisitos de coleta de dados aumentam a cada nível e, assim, os benefícios, como redução de custos, segurança, meio ambiente e saída de dados, também aumentam. Esta estratégia multinível, chamada TOP, foi projetada para que as empresas não sejam sobrecarregadas com as mudanças antes que elas possam testemunhar resultados. Nesta abordagem, os resultados são alcançados ao longo do caminho.

Porém, como pode ser observado na Figura 5, os custos serão tratados apenas no meio do caminho, quando deveriam ser focados desde o início, como proposto no presente trabalho.



Figura 5. Os 10 Níveis do TOP, adaptado de Apolo (2013).

A BBTS (2013) diz que, no processo de gestão dos pneus, a frota deve sempre estar atenta aos “Cinco ladrões de quilometragem”. Esses “ladrões de quilometragem” são as principais falhas de manutenção com o pneu, que possuem ligação direta com o desgaste irregular da banda de rodagem e a retirada prematura dos pneus em operação, quando não da perda prematura desses pneus, sem a possibilidade de conserto ou recapagem dos mesmos. A Tabela 3 destaca os “ladrões” e sua respectiva perda de desempenho.

*TABELA 3. OS CINCO LADRÕES DE KM, ADAPTADO DE BBTS (2013).*

<b>Ladrões de KM</b>	<b>Perda de Desempenho</b>
Alinhamento Incorreto	Reduz km em até 25%
Balanceamento Incorreto	Reduz km em até 20%
Controle de Pressão Inadequado	Reduz km em até 25%
Desenho de Banda Inadequado	Reduz km em até 40%
Emparelhamento Inadequado	Reduz km em até 25%

Apesar de demonstrar quais são os itens que influenciam na perda de desempenho dos pneus, a BBTS (2013) não deixa claro quais seriam os procedimentos corretos para evitar tais perdas, os quais serão estudados e destacados por esse trabalho em seus resultados.

Dario (2012) destaca que, com o nivelamento dos valores pagos pelos fretes e a conseqüente diminuição das receitas de transportes, como também pela falta de um investimento maior e um planejamento melhor, os pneus passaram a representar um investimento muito valioso. Com relação à manutenção, destaca que pouco se tem estudado sobre o conceito da gestão de pneus e desempenho. Porém, os custos não são tratados.

Oliveira (2005), em pesquisa sobre pneus automotivos, faz uma análise crítica e aborda dois temas importantes: a regulamentação de segurança aplicada atualmente aos pneus, e o processo de desenvolvimento dos pneus que proporcione economia de recursos e foco nas características que realmente interessam ao consumidor final. Porém, o estudo não contempla a avaliação do custo por km dos pneus em frotas.

Loch (2007), observando a gestão da manutenção em uma empresa do segmento logístico, analisou os equipamentos utilizados e também serviços de terceiros. O trabalho é apresentado a partir da necessidade de conhecer a gestão de manutenção de veículos pesados e teve a colaboração de membros

de uma empresa logística. Porém, observa-se também que o custo por km dos pneus em frotas não foi abordado.

Haviaras (2005) investigou uma metodologia para análise de confiabilidade de pneus radiais em frota de caminhões de longa distância, em que foram analisados pneus sucateados de dez frotas, bem como as causas de falhas mais críticas, levando a ressaltar a importância das medidas preventivas adequadas e a definir o tempo de remoção antes da falha para obter o menor custo. No entanto, tal estudo abordou apenas um aspecto pontual da manutenção (análise de confiabilidade) em pneus radiais.

Dario (2012) entra no assunto da gestão da manutenção dos pneus e destaca que, para realizar a gestão dos pneus é necessária a realização das atividades listadas na Tabela 4, mas não informa a rotina de trabalho entre elas, muito menos define um procedimento para essa gestão.

*TABELA 4. ATIVIDADES PARA A GESTÃO DOS PNEUS, ADAPTADO DE DARIO (2012).*

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1.	Controle e monitoramento dos pneus.
2.	Registro das movimentações de pneus.
3.	Controle sobre os “Ladrões de Km”.
4.	Execução do <i>check-list</i> feito pela triagem.
5.	Sucateamento dos pneus.
6.	Cálculo da vida e da quilometragem dos pneus.
7.	Análise de sucata.
8.	Aplicação e remoção dos pneus.

Perante as revisões realizadas e as abordagens encontradas, fica evidente a necessidade de um método capaz de avaliar o custo por km do pneu, combinado a um processo, destinado a gestão e manutenção destes pneus.

### 2.3. A GESTÃO DE PROCESSOS

Gonçalves (2000) avalia que a gestão das empresas por processos parece ser um dos grandes desafios da gestão empresarial para as próximas décadas. Mudanças de estruturas funcionais para estruturas por processos são traumáticas, mas implicam em ganho de tempo e economia de dinheiro para as empresas, juntamente com a menor dependência sobre uma mão de obra especializada em alguns casos, que se torna cada vez mais rara hoje em dia.

Para as empresas transportadoras não é diferente, elas possuem a necessidade de mudança de suas estruturas funcionais para estruturas por processos, mas, em muitos casos, não sabem por onde começar.

Filipowska *et al.* (2009) destacam que não importa qual dos métodos de avaliação ou modelos é seguido; existem pelo menos duas características que devem ser consideradas: i) a credibilidade e confiança, e ii) a exteriorização e a replicação da validação efetuada. Esse conceito será importante para a construção do método proposto.

Mahmoodzadeh *et al.* (2009) explicam, por intermédio de suas referências e do seu estudo de caso, o quão importante é o domínio sobre a gestão dos processos empresariais e o uso da gestão do conhecimento como estratégia. Para isso, se torna importante transformar o conhecimento adquirido pelas pessoas envolvidas na operação de manutenção dos pneus em uma frota, em processos estruturados.

Morabito Neto e Pureza (2012) definem que, em engenharia de produção, a gestão de sistemas de produção de bens ou serviços envolve um conjunto de decisões acerca das diversas atividades desenvolvidas em cada nível de planejamento, seja ele estratégico (longo prazo), tático (médio prazo) ou operacional (curto prazo). Essa divisão se faz importante para a divisão entre diretoria, equipe de gestão e equipe de operação em uma empresa transportadora.

Nesse sentido, empresas utilizam a ferramenta DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), traduzida como “Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar”, para melhorar seus indicadores, tais como a satisfação do cliente, garantias, os custos de responsabilidade e inúmeras outras possibilidades, onde cada empresa tem seus próprios indicadores, que são críticos para o sucesso (DMAIC TOOLS, 2013).

Simplificando, cada equipe de liderança, em um determinado negócio ou projeto, define quais indicadores são mais importantes, mede o histórico de desempenho, analisa as principais áreas de oportunidade para melhorar cada indicador e processos subjacentes, com projetos “alvo”, e, oferece suporte aos controles de longo prazo.

O DMAIC é um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria, originalmente utilizado na estratégia Seis Sigma. Inicialmente concebido para projetos relacionados à qualidade, o DMAIC não é efetivo somente na redução de defeitos, sendo abrangente para projetos de aumento de produtividade, redução de custo, melhoria em processos administrativos, entre outras oportunidades (KAIZEN, 2014).

A ferramenta DMAIC será utilizada neste trabalho para definir um processo de gestão para os pneus, conforme demonstra o ciclo destacado pela Figura 6.

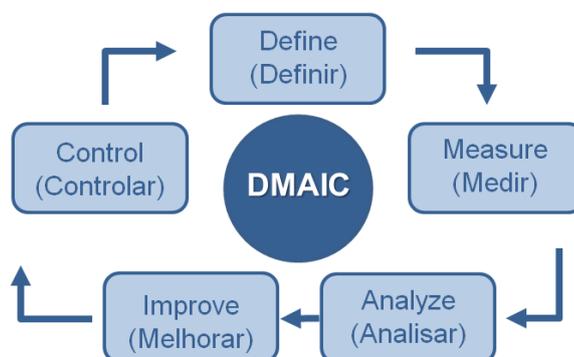


FIGURA 6. AS CINCO ETAPAS DO DMAIC, ADAPTADO DE DMAIC TOOLS (2013).

## **2.4. A FUNÇÃO MANUTENÇÃO E SUA PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL**

Pinto e Xavier (2001) destacam que a função manutenção tem passado nos últimos tempos por grandes transformações gerenciais. Estas transformações sempre aconteceram nos momentos em que as empresas enfrentavam desafios competitivos. Estas empresas buscam alta qualidade nos seus produtos e serviços, alta disponibilidade no seu sistema produtivo, custos competitivos, altos índices de confiabilidade e comprometimento em preservar o meio ambiente.

Fazendo uma analogia com as empresas transportadoras, estas empresas buscam melhorar a qualidade de seus serviços, garantindo uma alta disponibilidade de sua frota, diminuindo seus custos, dentro de uma margem considerável de confiança, onde seja possível garantir um alto índice de confiabilidade no prazo de entrega, para o que esteja sendo transportado, tendo o compromisso de evitar qualquer acidente que possa promover um maior impacto ambiental, como, por exemplo, acidentes com pneus.

Souza (2003) enfatiza que as empresas buscam, nos departamentos de manutenção, os resultados positivos de desempenho do seu sistema produtivo, para garantir ganhos em produtividade e qualidade, simultaneamente com a redução de custos de manutenção. Desta forma, a manutenção passa a ser considerada como um departamento de função estratégica, que agrega valor ao produto.

Com as empresas transportadoras não é diferente, com o departamento de manutenção trabalhando de maneira eficiente, a frota diminui o número de veículos parados na estrada e aumenta sua produtividade, reduzindo seus custos e aumentando suas receitas.

A missão da manutenção pode ser definida como: garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados (PINTO e XAVIER, 2001).

A disponibilidade é definida como sendo o percentual de tempo considerado em que um equipamento ou sistema funciona com sucesso (NAGAO, 1998).

A confiabilidade é definida como sendo a probabilidade de que um item possa desempenhar uma função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido em condições definidas de uso (NOWLAN e HEAP, 1978).

Outro conceito muito utilizado pelas organizações de manutenção moderna é a manutenibilidade, que é definida por Pinto e Xavier (2001) como a característica de um equipamento, ou conjunto de equipamentos, que permite, em maior ou menor grau de facilidade, a execução dos serviços de manutenção.

A disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade são indicadores de manutenção que poderiam ser utilizados com sucesso pelas frotas.

Moubray (2000) destaca que a evolução da manutenção acompanha o desenvolvimento tecnológico e industrial da humanidade. Essa evolução pode ser investigada, desde 1930, por três gerações. A primeira era caracterizada pelas tarefas focadas em reparos, a segunda pelo foco de melhorar o planejamento da manutenção e seu agendamento, e a terceira pelo foco na previsão e prevenção, evitando as consequências das falhas dos equipamentos.

Dunn (2014) comenta que as três gerações de manutenção foram caracterizadas por mudanças em três áreas: (i) mudanças nas expectativas da manutenção; (ii) mudanças no ponto de vista sobre as falhas de equipamentos, e; (iii) mudanças nas técnicas de manutenção. A primeira geração foi marcada pela Segunda Guerra Mundial, a segunda geração acontece entre o fim da Segunda Guerra Mundial e o início da década de 1970, e, a terceira geração da manutenção se inicia na década de 1970.

A correlação entre as três gerações da manutenção e suas áreas de mudança pode ser observado a seguir, no Quadro 1.

**QUADRO 1. AS TRÊS GERAÇÕES DA MANUTENÇÃO E SUAS ÁREAS DE MUDANÇA,**  
**ADAPTADO DE DUNN (2014).**

<b>Área</b>	<b>Primeira Geração</b>	<b>Segunda Geração</b>	<b>Terceira Geração</b>
Mudanças nas expectativas da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consertar o equipamento quando ele quebrar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior disponibilidade dos equipamentos,</li> <li>• Maior durabilidade dos equipamentos e</li> <li>• Menores custos de manutenção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior disponibilidade e maior confiabilidade dos equipamentos,</li> <li>• Maior segurança, sem danos ambientais,</li> <li>• Melhor qualidade de produção,</li> <li>• Maior durabilidade dos equipamentos, e</li> <li>• Maior eficácia de custo.</li> </ul>
Mudanças no ponto de vista sobre as falhas de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo equipamento desgasta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo equipamento está em conformidade com a "curva da banheira".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existem 6 falhas padrões, seguindo a pesquisa de Nowlan e Heap (1978).</li> </ul>
Mudanças nas técnicas de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de reparos fundamentais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisões programadas</li> <li>• Sistemas para planejamento e controle do trabalho</li> <li>• Grandes computadores lentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento condicionado,</li> <li>• Projeto para manutenibilidade e confiabilidade,</li> <li>• Estudos de perigos, modos de falha e análises de defeitos,</li> <li>• Pequenos computadores rápidos,</li> <li>• Sistemas especialistas, e</li> <li>• Trabalho em equipe.</li> </ul>

Por mais incrível que pareça, muitas empresas transportadoras ainda tratam seu departamento de manutenção, como de Primeira Geração.

Pinto e Xavier (2001) comentam que o modo pelo qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes. Desta maneira, são definidos seis tipos de manutenção: (i) Manutenção corretiva não planejada; (ii) Manutenção corretiva planejada; (iii) Manutenção preventiva; (iv) Manutenção preditiva; (v) Manutenção detectiva, e; (vi) Engenharia de Manutenção.

A manutenção corretiva não planejada é a ação tomada para corrigir uma falha que ocorreu de forma aleatória. A frequência deste tipo de manutenção é determinada pela confiabilidade do equipamento. A ação deste tipo de manutenção não pode ser planejada, e normalmente ocorre quando não se deseja (KRONER, 1999).

A manutenção corretiva planejada é a correção de desempenho menor do que o esperado, ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra (LAFRAIA, 2001).

Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (LAFRAIA, 2001).

A manutenção preditiva, também conhecida por manutenção sob condição, pode ser definida como a intervenção realizada com base em modificações de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática (MOBLEY, 1990).

A manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar as falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo prático deste tipo de manutenção, para descobrir as falhas ocultas, são as verificações periódicas da pressão do pneu reserva dos carros (PINTO; XAVIER, 2001).

Segundo Xavier (2014), Engenharia de Manutenção é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. Em outras palavras, seria deixar de ficar consertando e convivendo com problemas crônicos, para melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dando *feedback* ao projeto e interferindo tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio” e, conseqüentemente, tendo péssimos resultados. Desta forma, a organização

que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará evoluindo para a engenharia de manutenção.

Todos os tipos de manutenção serão estudados por esse trabalho e, conseqüentemente, serão envolvidos com todos os itens de manutenção do pneu, desenvolvendo, dessa maneira, um novo processo de manutenção dos pneus, visando ao melhor desempenho possível do produto.

Na tentativa de correlacionar as vantagens da manutenção para reduzir o impacto ambiental, Huang *et al.* (2009), destacam que empreiteiros e concessionárias no Reino Unido (UK) estão procurando realizar obras de manutenção nas rodovias com o menor impacto ambiental possível, considerando tanto o próprio trabalho na rodovia, quanto o tráfego interrompido. Esse trabalho tem impacto direto na manutenção de qualquer veículo que transite por essas rodovias.

Kazopoulo *et al.* (2007), em um estudo para avaliar um programa de inspeção e manutenção de veículos, declaram que uma implementação adequada de um programa de inspeção e manutenção de veículos pode ser um componente de uma estratégia de gestão da qualidade do ar. Um programa desses pode ser a melhor maneira de identificar os veículos que necessitam de manutenção, pois a manutenção do motor afeta diretamente os níveis de emissões. Com a manutenção adequada dos veículos, além de diminuir as emissões de poluentes, os pneus serão beneficiados, melhorando seu desempenho.

Moghadam e Livernois (2010) comentam que muitas jurisdições na América do Norte e na Europa introduziram normas de emissões para veículos em uso, que são aplicadas com programas de inspeção e manutenção. Isto levou a uma redução das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, especialmente nas áreas urbanas. Os autores citam, como exemplo, a província Canadense de Ontário, que nos primeiros 33 meses após o início do seu programa, em 1999, mais de 4 milhões de inspeções veiculares foram realizadas e os reparos posteriores de veículos não conformes levaram à

redução de mais de 15% das emissões provocadas por veículos em circulação. Essa pesquisa não teve foco na medição sobre a redução no impacto ambiental provocada pelos pneus, mas, para reduzir a emissão de poluentes, foi melhorado o plano de manutenção dos veículos, o que, por consequência, promove um ganho de desempenho na vida útil dos pneus.

Wursthorn *et al.* (2010) relatam que o impacto ambiental é geralmente menor quando um componente do veículo é reparado, ao invés de ser substituído. Nesse sentido, considerando o processo de reforma não só como um reparo, mas como uma sobrevida, a ABR (2006), por meio de seu assessor técnico, Carlos Thomaz, explica que a recapagem de pneus de carga é uma atividade predominantemente popular, com cerca de 60 anos de tradição. “Essa atividade, na realidade, começou em países do primeiro mundo, como Estados Unidos da América e na Europa, e iniciou-se no Brasil nos anos 1950. Por isso, é uma prática mundial que teve sua origem como forma de evitar o desperdício”.

## **2.5. A IMPORTÂNCIA DA RECAPAGEM**

Ao comentar sobre a recapagem de pneus de carga, a ABR (2014) descreve que a recapagem é um processo de remanufatura do pneu, que trata exclusivamente da reposição da banda de rodagem, desgastada pelo uso. É uma prática mundial, que teve sua origem como forma de evitar o desperdício, uma vez que as carcaças dos pneus de carga são projetadas para suportar sobrevidas, e utiliza apenas 20% do material utilizado na produção de um pneu novo, proporcionando a mesma durabilidade original.

Sobre a reforma de pneus no Brasil, a ABR (2006) declara que o Brasil é o 2º mercado mundial, sendo o dos Estados Unidos da América o primeiro. O Brasil possui nesse segmento, nível técnico de padrão internacional e existem baixos índices de problemas com qualidade.

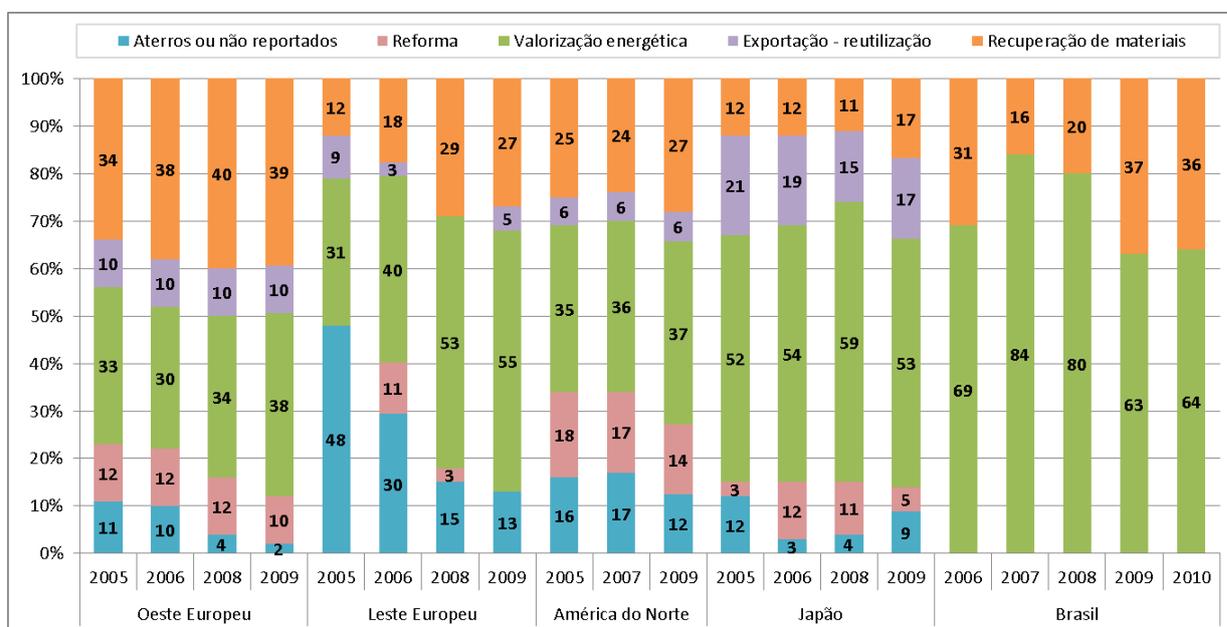
Quanto à relação da reforma de pneus e o transporte, a ABR (2014) informa que todo setor de transporte utiliza pneus reformados. O pneu é o segundo ou o terceiro custo no transporte e a recapagem possui rendimento quilométrico semelhante ao pneu novo, com um custo aproximadamente de 33% em relação à mesma referência. Em média, são realizadas 1,35 recapagens para cada pneu novo de carga no Brasil, o que confirma que existe com a reforma, uma maximização do retorno sobre o investimento realizado em pneus, pela empresa transportadora.

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial informa que o setor de reforma de pneus no Brasil foi recentemente regulamentado pela Portaria 444, de 19 de novembro de 2010 (INMETRO, 2010). Essa portaria, que regulamenta o segmento de reforma de pneus no quesito segurança para a linha automóvel e para a linha comercial (caminhão/ônibus), se trata de uma portaria recente, onde todas as unidades reformadoras de pneus tiveram um prazo de adequação de dois anos, expirado em 19 de novembro de 2012. Após essa data, o IPEM (Instituto de Pesos e Medidas), vem realizando constante fiscalização para manter apenas as empresas que conseguiram se enquadrar a Portaria 444 em funcionamento.

Com a indústria de reforma de pneus de carga sendo fiscalizada pelo IPEM e regulamentada pelo INMETRO, o nível de confiabilidade sobre a prestação desse serviço tende a aumentar e o número de acidentes diminuir. Conseqüentemente a confiabilidade e a segurança, os custos das empresas transportadoras também tem tendência de queda, uma vez que diminuem a frequência de veículos parados nas estradas, por problemas elencados a esse assunto, e aperfeiçoem a produtividade de sua frota.

Lagarinhos e Tenório (2008), estudando a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil, informam que a Reutilização e a Reforma de pneus servíveis no Brasil não são consideradas como uma atividade de reciclagem pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e, sim, como uma atividade que prolonga a

vida útil do pneu. Porém, esta atividade deveria ser considerada como um dos processos de reciclagem, assim como em outros países é feito (Figura 7).



*FIGURA 7. RECICLAGEM DE PNEUS NA EUROPA, AMÉRICA DO NORTE, JAPÃO E BRASIL, ADAPTADO DE LAGARINHOS E TENÓRIO (2013).*

Lagarinhos e Tenório (2013), analisando a logística reversa de pneus usados no Brasil, concluem que, não existe nenhum incentivo por parte do governo para a reciclagem de pneus. Todo o processo de logística reversa é financiado pelos fabricantes e importadores de pneus novos, e um grande desafio para a reciclagem de pneus no Brasil seria a mudança do conceito de resíduo para matéria-prima secundária, tornando a cadeia da reciclagem de pneus no Brasil um negócio auto-sustentável.

Independentemente da classificação da recapagem como reciclagem no Brasil, percebe-se que, a recapagem está dentro do conceito de logística reversa, definido por Leite (2003), como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ciclo

produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa entre outros.

Santos *et al.* (2013) analisam a contribuição da logística reversa de pneumáticos para a sustentabilidade ambiental nas etapas de gerenciamento adequado dos pneus pós-consumo, onde se encontram a reutilização, a reforma, a reciclagem e a incineração com aproveitamento de energia, com vistas ao desenvolvimento da sustentabilidade e à responsabilidade ambiental. Consequentemente, concluem que a reforma de pneus proporciona vantagens, tanto para o meio ambiente, quanto para a economia.

Lacerda (2002) descreve que o conceito de ciclo de vida é mais amplo do que o de logística reversa. Para ele, a vida de um produto não se encerra com a sua entrega ao cliente. Os produtos tornam-se obsoletos ou não funcionam e devem retornar ao ponto de origem para serem recuperados ou reaproveitados. Esse retorno ocorre pelo processo logístico reverso. Após o reaproveitamento, esses materiais podem retornar ao processo tradicional de suprimento, produção e distribuição, assim como acontece com os pneus reformados, cujo processo segue ilustrado pela Figura 8.



**FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS, DIRETO E REVERSO, ADAPTADO DE LACERDA (2002).**

Porém, independentemente do conceito do ciclo de vida, a logística reversa tem contribuído consistentemente na gestão dos resíduos sólidos. Nesse sentido, Marchi (2011), analisando o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa, ressalta que o Brasil, em um ranking de 163 países, está no 62º lugar em desempenho ambiental, segundo um estudo realizado pelas Universidades de Yale e Colúmbia (EUA).

Este estudo, denominado Índice de Desempenho Ambiental, ou Índice de *Performance Ambiental* (Inglês: *Environmental Performance Index*, sigla EPI), configura-se em dois eixos principais:

- a. Contribuir para a redução de impactos ambientais na saúde humana, e;
- b. Promover incentivos ao gerenciamento dos recursos naturais.

### **2.5.1. A RECAPAGEM E A ECONOMIA**

Em relação ao impacto gerado pelos pneus recapados na Economia Brasileira, a ABR (2014) destaca as seguintes informações:

- R\$ 5 bilhões é o faturamento anual do setor, entre Reforma de pneus, venda de Matéria-prima e venda de Equipamentos.
- R\$ 300 milhões por ano são arrecadados entre PIS e COFINS (impostos federais).
- R\$ 500 milhões por ano são arrecadados com ICMS (imposto estadual).
- R\$ 170 milhões por ano são arrecadados com ISS (imposto municipal).
- Quase dois terços (2/3) dos pneus de carga em uso são reformados.
- São vendidos cerca de 6 milhões de pneus novos por ano.
- São recapados mais de 8 milhões de pneus de carga por ano.

Por meio das informações reveladas pela ABR (2014), vale a pena uma reflexão sobre as seguintes situações que possuem impacto direto da Indústria de Recapagem de Pneus de Carga sobre a Economia Brasileira:

(i) Nos dias de hoje, a diferença média entre um pneu novo de carga e sua recapagem é próxima a R\$ 1.000,00. Desta forma, se oito milhões de pneus de carga deixassem de ser recapados por ano, isso teria um reflexo adicional de aproximadamente R\$ 8 bilhões de custo ao transporte rodoviário Brasileiro.

(ii) Referente aos dados publicados pela Revista Exame (2013), é possível concluir que o valor adicionado pelo setor de transportes ao PIB, foi de aproximadamente R\$ 312 bilhões em 2012. Dessa forma, sem a recapagem desses pneus haveria um acréscimo de quase 3% no custo de todo transporte, o que poderia refletir em algo próximo a 6% na inflação da Economia Brasileira.

(iii) Por fim, sem a indústria de recapagem, algo próximo a R\$ 1 bilhão por ano, deixaria de ser arrecadado entre impostos federais, estaduais e municipais pelos respectivos governos.

## **2.5.2. A RECAPAGEM E A SOCIEDADE**

Em relação ao impacto gerado pelos pneus recapados na Sociedade Brasileira, a ABR (2014) destaca as seguintes informações:

- A reforma de pneus emprega cerca de 250.000 pessoas em toda sua cadeia de suprimentos.
- Existem 1.257 empresas como unidades reformadoras, sendo que mais de  $\frac{3}{4}$  desse total reforma menos de 1.000 pneus por mês (Tabela 5).
- Existem 18 fabricantes de matéria-prima.
- Existem 52 fabricantes de equipamentos exclusivos para essa indústria.
- Proporciona oportunidades a pessoas com menor formação escolar.
- A formação dos profissionais é feita na própria empresa, ou em entidades subsidiadas pelo Estado, como por exemplo, o SENAI.
- Gera empregos e atende ao setor de transporte nas mais diversas localidades de todo o território nacional.

*TABELA 5. NÚMERO DE UNIDADES REFORMADORAS EM RELAÇÃO A SUA PRODUÇÃO.*

<b>Pneus reformados por mês</b>	<b>Unidades de Reforma</b>	<b>%</b>
Acima de 4.000 reformados	6 empresas	0,5
De 3.000 a 3.999 reformados	10 empresas	0,8
De 2.000 a 2.999 reformados	48 empresas	3,8
De 1.500 a 2.000 reformados	53 empresas	4,2
De 1.000 a 1.499 reformados	173 empresas	13,8
De 500 a 999 reformados	439 empresas	34,9
De 1 a 499 reformados	528 empresas	42,0

Fonte: Adaptado de ABR (2014)

### **2.5.3. A RECAPAGEM E O MEIO AMBIENTE**

Em relação ao impacto gerado pelos pneus recapados no Meio Ambiente Brasileiro, a ABR (2014) destaca as seguintes informações:

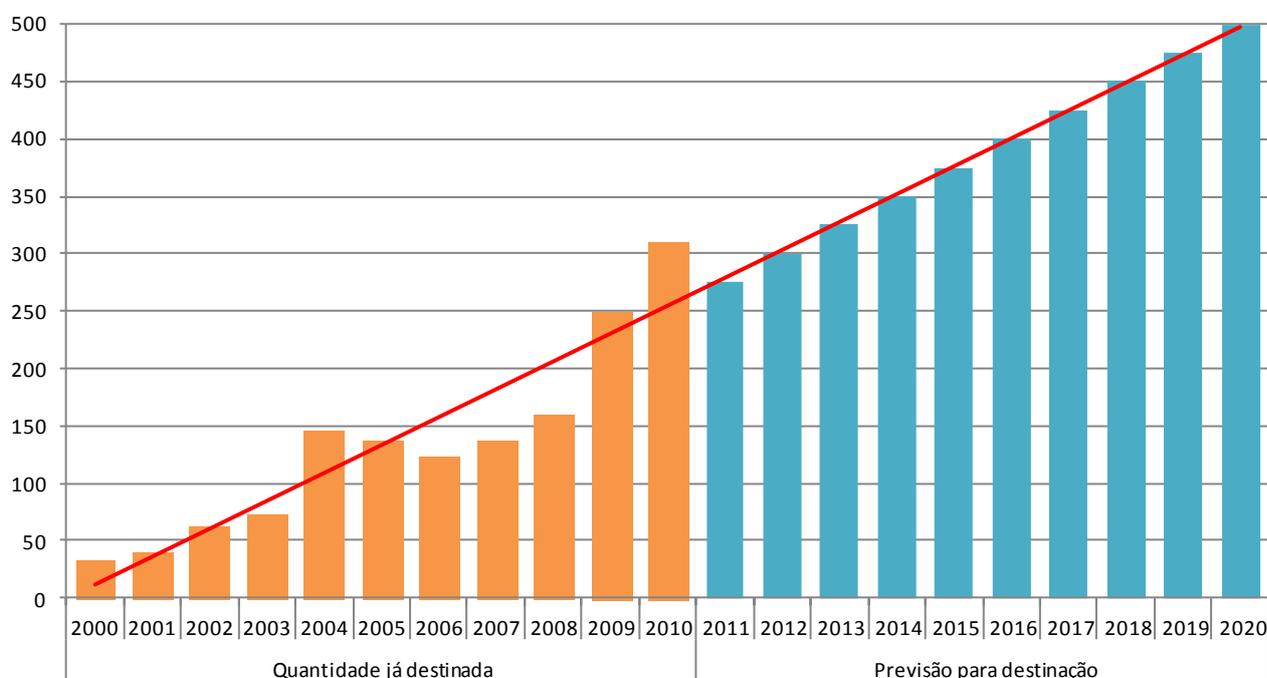
- A recapagem posterga a destinação final do pneu, reduzindo os impactos ambientais.
- Não é uma atividade poluidora e seus resíduos sólidos são reciclados por outras atividades, como fornos em cimenteiras, solados, asfalto ecológico, etc.
- Usa-se 79 litros de petróleo para se fabricar um pneu novo de carga.
- Usa-se 22 litros de petróleo para se fabricar uma banda de rodagem.
- Economiza-se 57 litros de petróleo por pneu reformado de carga.

Por meio das informações reveladas pela ABR (2014), vale a pena uma reflexão sobre as seguintes situações que possuem impacto direto da Indústria de recapagem de pneus de carga sobre o meio ambiente Brasileiro:

(i) Analisando o trabalho de Lagarinhos e Tenório (2013), é possível verificar que o IBAMA, órgão Brasileiro que controla e mede o índice de reciclagem, não considera a atividade de Recapagem como reciclagem, assim como, outros países mais desenvolvidos já a consideram.

(ii) Considerando uma economia de 57 litros de petróleo em mais de oito milhões de pneus de carga recapados por ano, é possível concluir que, por ano, são economizados cerca de 500 milhões de litros de petróleo pela indústria de recapagem de pneus de carga no Brasil.

(iii) Realizando uma projeção, além do estudo feito por Lagarinhos e Tenório (2013), é possível comprovar na Figura 9, que a quantidade destinada pelos fabricantes de pneus para reciclagem, alcançará a economia de litros de petróleo, realizada pela indústria de recapagem de pneus de carga, apenas em 2020, isso se, os números de recapagem não tiverem evolução.



**FIGURA 9. QUANTIDADE DESTINADA PELOS FABRICANTES DE PNEUS NO PERÍODO DE 2000 A 2010 E A PREVISÃO PARA A DESTINAÇÃO DE 2011 A 2020.**

*Fonte: Preparado pelo autor*

A parte laranja do gráfico é referente ao estudo de Lagarinhos e Tenório (2013). A partir desse estudo, que compreende os anos de 2000 e 2010, foi adicionada uma linha de tendência linear (em vermelho), que projetou o alcance dos 500 milhões de litros de petróleo, para o ano de 2020 (parte azul).

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Metodologicamente, este trabalho, baseia-se na sugestão realizada por Miguel (2007), dividindo o foco da pesquisa entre o nível estratégico (decisões relativas à escolha da abordagem mais adequada ao endereçamento da questão de pesquisa) e o nível operacional (decisões relativas aos procedimentos de condução da pesquisa).

No nível estratégico, a pesquisa utilizou como abordagem metodológica o desenvolvimento teórico-conceitual de um método para a gestão do custo por km do pneu, em uma empresa transportadora. Este método, que será nominado de GCP (Gestão Custo Pneu), pode ser visualizado pelo fluxograma da Figura 10.

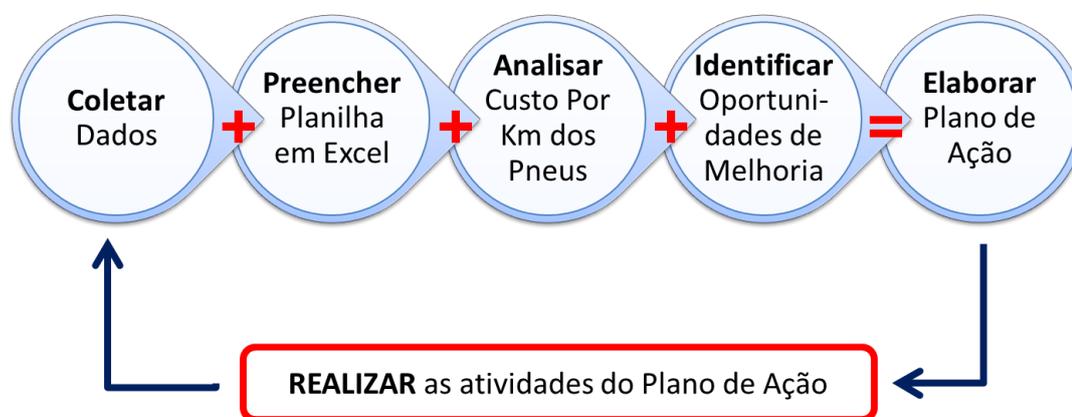


FIGURA 10. FLUXOGRAMA DO MÉTODO GCP (GESTÃO CUSTO PNEU).

Fonte: Preparado pelo autor

- **Coletar Dados:** nesta etapa do método GCP, serão coletados os dados referentes aos custos gerais com pneus e quilometragens da frota. Essa prática deverá ser feita todo início de mês.

- **Preencher Planilha em Excel:** com os dados coletados em mãos, os mesmos deverão ser colocados em uma planilha em Excel, já preparada para apontar alguns indicadores mensais, entre eles, o custo por km.
- **Analisar Custo por Km dos Pneus:** nesta etapa do método GCP, serão analisadas as planilhas em Excel e as variações mensais dos indicadores de desempenho que compõem o Custo Por Km dos Pneus.
- **Identificar Oportunidades de Melhoria:** as variações mensais dos indicadores de desempenho identificaram oportunidades de melhoria, que deverão ser implementadas, por meio de um plano de ação.
- **Elaborar Plano de Ação:** esta etapa do método GCP é o resultado da soma das anteriores. O Plano de Ação deve ser formado por atividades que envolvam a gestão e manutenção dos pneus, necessárias para diminuir ou manter o seu Custo Por Km.
- **Realizar as Atividades do Plano de Ação:** nesta etapa, todas as atividades do Plano de Ação deverão ser apresentadas a todos os envolvidos na operação. Dúvidas deverão ser sanadas e o planejamento deve ser colocado em prática.

Vale a pena destacar que, para elaborar o Plano de Ação, peça fundamental do método GCP, se faz necessário coletar os dados, utilizando os mesmos em uma planilha em Excel, preparada para indicar o custo por km, analisar o custo por km dos pneus e Identificar as oportunidades de Melhoria.

Para elaborar o Plano de Ação e suas atividades elementares, a sugestão é que a empresa transportadora deverá utilizar os cinco primeiros dias do mês, deixando assim, a maior parte do mês, vinte e cinco dias, para a realização das atividades contidas no Plano de Ação. A parte de coleta, análise e planejamento deve ser rápida, pois a parte prática deve ter o maior tempo possível, no sentido de conversão de atividades do Plano de Ação em objetivos realizados e custos reduzidos.

No nível operacional da pesquisa, a condução da investigação foi realizada por meio de um estudo de caso, para a coleta de dados e validação do método proposto. A Figura 11 destaca a condução de toda pesquisa e, na sequência, cada uma das etapas é apresentada com maiores detalhes.

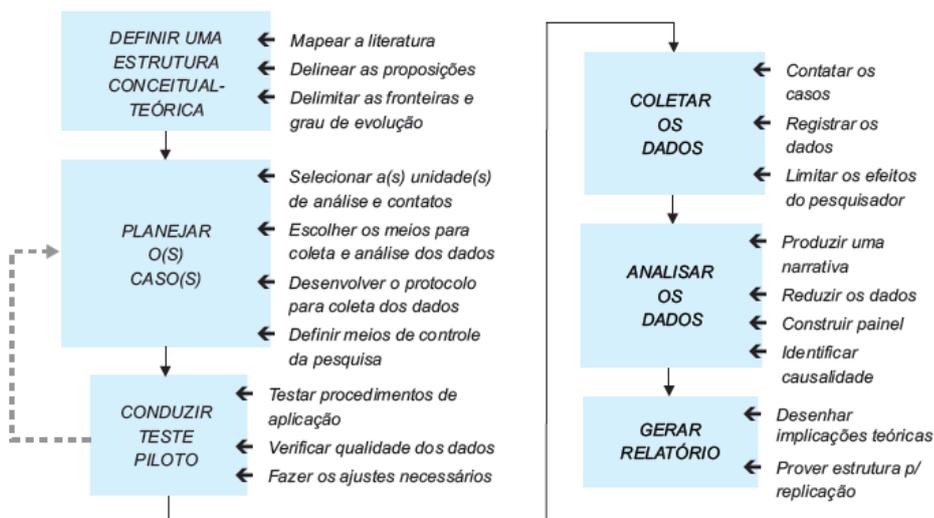


FIGURA 11. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO, ADAPTADO DE MIGUEL (2007).

### 3.1. DEFINIÇÃO DE UMA ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA

Para a definição de uma estrutura conceitual-teórica, primeiramente, foi realizada uma revisão, apresentada no capítulo dois, sobre os principais enfoques encontrados na literatura sobre os seguintes assuntos: (i) Características do transporte no Brasil, (ii) A gestão dos pneus; (iii) A gestão de processos; (iv) A função manutenção e sua preocupação ambiental, e; (v) A importância da recapagem.

Após a revisão da literatura, foi identificada uma lacuna, a inexistência de uma ferramenta que permita às empresas avaliar a situação em que realmente se encontram com seus custos, especificamente com os pneus, para o início de qualquer trabalho de gestão e, a partir dessa avaliação, poder monitorar mensalmente o custo pneu, retratado por km.

Desta forma, a proposição deste trabalho foi estabelecida: a construção de um método capaz de realizar a gestão do custo por km do pneu em uma empresa transportadora, desde o início de sua operação, com a colaboração de um estudo de caso para a coleta e análise dos dados, e validação do método proposto.

A estrutura conceitual-teórica definida para o método GCP está sendo parcialmente apresentada neste capítulo e será, portanto, apresentada de maneira complementar no capítulo seguinte, o Capítulo 4.

Por fim, ficou definida a delimitação da abrangência do trabalho, com informações referentes ao período mínimo de seis meses, para análise.

### **3.2. PLANEJAMENTO DO CASO**

Num primeiro momento, foi determinado que o presente trabalho seria desenvolvido por meio de um estudo de caso único, que se limitaria em sua abrangência. Porém, a unidade de análise foi selecionada com base na sua relevância, por se tratar de uma transportadora com uma quantidade expressiva de pneus e pela facilidade de acesso do autor. Trata-se, portanto, de um estudo de caso de características reveladoras, como destaca Yin (2010).

A unidade de análise estudada dedica-se à atividade de transporte rodoviário. A organização reúne dados sobre todas as etapas do ciclo de vida de todos os pneus encontrados em sua frota. As informações são arquivadas em seu sistema *ERP - Enterprise Resource Planning* (Sistema de informação que integra todos os dados da organização em um único sistema), e são acessadas por todas as pessoas envolvidas com o apoio à decisão, na manutenção da frota.

Sua atuação abrange o mercado nacional, atuando em todos os estados brasileiros. É uma empresa privada de capital fechado, considerada de médio porte, que gera em torno de 300 empregos diretos e mais 200 empregos

indiretos, com um faturamento anual próximo a R\$ 50 milhões. Possui, em sua frota, cerca de 5.000 pneus como ativo circulante e isso faz dela um objeto apropriado de estudo, frente ao propósito desse trabalho.

Trata-se de um estudo de caso retrospectivo, que investiga o passado, coletando dados históricos, referentes ao primeiro semestre de 2014. Em função da natureza histórica, é difícil determinar relações de causa e efeito, porém, os dados analisados serão utilizados apenas como ilustração.

Os dados foram fornecidos pela organização estudada em relatórios e contato com alguns de seus membros, via correio eletrônico e visita *in loco*. A utilização de diversos instrumentos e fontes de dados, segundo Miguel (2007), é importante para verificação da convergência ou divergência dos dados, executando uma triangulação das fontes de evidência.

Foram realizadas cinco visitas à empresa, com duração média de duas horas cada. Estas visitas tiveram como objetivo a coleta, o registro e a análise dos dados (verificar item 3.4. Coleta e Análise dos Dados), por meio de um protocolo com as seguintes considerações:

- i. As informações coletadas seriam referentes à quantidade de veículos e pneus, ao custo pneu e a quilometragem percorrida pela frota.
- ii. As informações seriam disponibilizadas por pessoas envolvidas na operação e analisadas por pessoas envolvidas na gestão da empresa.
- iii. Como instrumentos para a Coleta de Dados deveriam ser utilizados os Formulários 1, 2 e 3, que serão destacados no item 3.4 deste capítulo.

### **3.3. CONDUÇÃO DO TESTE PILOTO**

Como sugere Miguel (2007), embora não seja uma prática comum em estudo de caso, é sempre importante a condução de um teste piloto pelo pesquisador, antes de partir para a coleta de dados. O objetivo desse teste é

verificar os procedimentos de aplicação com base no protocolo, objetivando seu aprimoramento. A partir dessa aplicação, têm-se também condições de verificar a qualidade dos dados obtidos, visando a identificar se eles estão associados aos constructos e se contribuem para o atendimento aos objetivos da pesquisa. A partir do teste, fazem-se então as correções e ajustes necessários.

Neste sentido, foi elaborada uma planilha em Excel, que receberia os Dados Coletados e teria como objetivo principal, informar o custo por km dos pneus. Complementarmente, essa planilha deveria conter alguns indicadores de desempenho, destacados por gráficos, que quando, acompanhados mensalmente, poderiam ajudar na gestão e manutenção dos pneus.

Na sequência, foram realizados alguns testes na construção desta planilha com dados simulados. Com isso, foi possível promover as correções e ajustes necessários na planilha, e conseqüentemente, ao método GCP, antes que o mesmo pudesse receber os dados verdadeiros.

### **3.4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

Como já descrito, os dados foram coletados em cinco visitas à empresa. O contato inicial foi com o dono da empresa transportadora. Após, foi apresentado o gerente de manutenção da frota, que ficou responsável por analisar as informações disponibilizadas para a pesquisa.

Na sequência, foi apresentado o controlador de pneus da frota, que ficou responsável por realizar o levantamento da quantidade de veículos existentes e, conseqüentemente, a quantidade de pneus na frota. Depois, foram coletadas informações referentes à quilometragem percorrida pela frota no primeiro semestre de 2014 e sobre os custos com pneus no mesmo período, divididos entre pneus novos, recapagens e borracharia. Todas as informações necessárias foram coletadas e registradas pela pesquisa, por meio dos Formulários 1, 2 e 3, destacados na sequência dessa narrativa.

Após o registro dos dados coletados pelo controlador de pneus da frota, os mesmos foram encaminhados para a análise do gerente de manutenção, conforme o protocolo da pesquisa. Considerando as múltiplas fontes de evidência, o resultado da análise dos dados é destacado a seguir.

### 3.4.1. QUANTIDADE DE VEÍCULOS E PNEUS

Para ilustrar a proposta deste trabalho, se fez necessário o conhecimento sobre resposta a três perguntas que envolvem os pneus de uma frota: (i) Quantos são; (ii) Quanto custam, e; (iii) Quanto rodam.

O primeiro passo perante este panorama foi o de realizar o mapeamento de todos os tipos de veículos da empresa estudada, para que fosse possível ser destacada a quantidade de pneus utilizada por veículo (Posições), e conseqüentemente, totalizando a quantidade de pneus rodando em todos os veículos (Pneus no chão). Posteriormente, foi contabilizado o número de pneus nos estepes dos veículos e, na sequência, foi encontrada a quantidade total de pneus que a frota estudada apresentava em seus veículos, como pode ser observado no Formulário 1, destacado pela Tabela 6.

*TABELA 6. FORMULÁRIO 1: MAPEAMENTO DA QUANTIDADE DE PNEUS NA FROTA.*

<b>Tipo</b>	<b>Posições</b>	<b>Veículos</b>	<b>Pneus no chão</b>	<b>Estepes</b>	<b>Total de Pneus</b>
4x0	08	120	960	120	<b>1.080</b>
6x0	12	200	2.400	200	<b>2.600</b>
6x2	10	100	1.000	100	<b>1.100</b>
6x4	10	60	600	60	<b>660</b>
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>480</b>	<b>4.960</b>	<b>480</b>	<b>5.440</b>

*Fonte: Preparado pelo autor*

### 3.4.2. CUSTO E QUILOMETRAGEM

Avaliando as reais despesas relativas aos pneus, convertendo esses custos por Km e, acompanhando-os mensalmente, é possível controlá-los com maior clareza, uma vez que os mesmos sejam medidos e quantificados frequentemente.

Para isso, na sequência deste trabalho, foram pesquisados os principais custos com pneus nos primeiros seis meses do ano de 2014, período esse, disponibilizado pela empresa estudada, para a realização do trabalho proposto, que segue apontado pelo Formulário 2, utilizado para coleta e análise dos dados, destacados na Tabela 7. Esta tabela divide o custo pneu entre pneus novos, recapagem e borracharia.

*TABELA 7. FORMULÁRIO 2: PRINCIPAIS CUSTOS DA FROTA COM PNEUS.*

<b>Mês (2014)</b>	<b>Pneus Novos</b>	<b>Recapagem</b>	<b>Borracharia</b>	<b>Custo Pneu</b>
Janeiro	R\$ 100.820	R\$ 90.600	R\$ 13.612	<b>R\$ 205.032</b>
Fevereiro	R\$ 240.000	R\$ 72.444	R\$ 32.678	<b>R\$ 345.122</b>
Março	R\$ 330.600	R\$ 67.555	R\$ 13.761	<b>R\$ 411.916</b>
Abril	R\$ 124.000	R\$ 71.420	R\$ 16.583	<b>R\$ 212.003</b>
Maió	R\$ 220.000	R\$ 50.351	R\$ 23.551	<b>R\$ 293.902</b>
Junho	R\$ 130.000	R\$ 65.760	R\$ 17.284	<b>R\$ 213.044</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>R\$ 190.903</b>	<b>R\$ 69.688</b>	<b>R\$ 19.578</b>	<b>R\$ 280.170</b>

*Fonte: Preparado pelo autor*

Após o levantamento da quantidade de pneus encontrados na frota e o levantamento dos custos de aquisição e manutenção dos mesmos, foi realizado o levantamento sobre a quilometragem percorrida pelos pneus, utilizando o Formulário 3, que pode ser observado pela Tabela 8.

Durante o mesmo período de análise dos custos, ou seja, nos seis primeiros meses do ano de 2.014, foram analisados quantos quilômetros todos os Cavalos Mecânicos (CM) e Semi-Reboques (SR) rodaram. Na sequência, foi feita a média aritmética sobre as quilometragens dos CM e a média aritmética dos SR. Por fim, foi realizada a média ponderada entre as médias aritméticas das quilometragens encontradas de cada tipo de veículo (CM e SR), para chegar-se a quilometragem média total, como também pode ser observado na Tabela 8, que contém o Formulário 3.

*TABELA 8. FORMULÁRIO 3: QUILOMETRAGEM PERCORRIDA PELOS PNEUS.*

Item / Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
*CM	160	160	160	160	160	160	<b>160</b>
Pneus *CM	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	<b>1.600</b>
Km *CM	1.058.289	1.142.799	1.136.294	1.210.952	1.282.936	1.124.321	<b>1.159.265</b>
Média *CM	6.614	7.142	7.102	7.568	8.018	7.027	<b>7.245</b>
*SR	320	320	320	320	320	320	<b>320</b>
Pneus *SR	3.360	3.360	3.360	3.360	3.360	3.360	<b>3.360</b>
Km *SR	2.523.881	2.468.229	1.863.339	1.813.408	1.945.293	2.441.573	<b>2.175.953</b>
Média *SR	7.887	7.713	5.823	5.667	6.079	7.630	<b>6.800</b>
Veículos	480	480	480	480	480	480	<b>480</b>
Pneus	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	<b>4.960</b>
<b>Km médio total</b>	<b>7.476</b>	<b>7.529</b>	<b>6.236</b>	<b>6.280</b>	<b>6.705</b>	<b>7.435</b>	<b>6.944</b>

*Fonte: Preparado pelo autor*

\*CM: Cavalos Mecânicos (Caminhão)

\*SR: Semi-Reboque (Implemento)

### 3.4.3. CUSTO POR KM (CPK)

É quase senso comum que, entre as frotas de transporte, o custo para a gestão de pneus esteja apenas nos custos de aquisição e manutenção. Ao fazer uma análise detalhada, pode-se achar que essa percepção e a realidade sejam completamente diferentes.

Pasotti (2014) destaca que, embora os pneus representem a maior parte da despesa, os outros custos, no entanto, representam de trinta a quarenta por cento do custo total. Além disso, acrescenta que todos os gastos com pneus podem ser identificados em cinco áreas de custo:

- a. **Custo de produtos:** pneus novos, pneus recapados, carcaças e alienações.
- b. **Custo de serviços:** serviços (montagem, balanceamento, alinhamento de eixos), funcionários, espaços dedicados (para serviço doméstico), equipamentos e produtos auxiliares, válvulas, pasta de montagem, etc.
- c. **Custo do sistema de gestão:** seleção e compra, bem como a administração.
- d. **Custos de má conduta:** produtos de baixa qualidade, desequilíbrio entre o uso de pneus novos e reformados, de pressão incorreta e de emparelhamento inadequado.
- e. **Custos ocultos:** quebras na estrada, veículos e motoristas parados, eletricidade, combustível gasto a mais para chegar a uma borracharia, maior resistência ao rolamento (pneus de baixa qualidade), e os custos financeiros devido ao valor dos pneus montados nos veículos, ou implementos.

*A priori*, o cálculo do custo por km do método proposto foi focado nos principais custos de aquisição e manutenção dos pneus, deixando, dessa maneira, os demais custos, apontados por Pasotti (2014), para uma futura evolução do mesmo.

Uma vez encontradas as respostas sobre: (i) Quantidade; (ii) Custo, e; (iii) Quilometragem dos pneus na frota, separados mensalmente, e por um período razoável de tempo, conforme destacado nos Formulários 1, 2 e 3, se tornou possível encontrar também o Custo Por Km (CPK) dos mesmos, como pode ser observado no Formulário 4, apresentado na Tabela 9.

*TABELA 9. FORMULÁRIO 4: CÁLCULO DO CUSTO POR KM (CPK).*

<b>Mês (2014)</b>	<b>Custo Total</b>	<b>Pneus Rodando</b>	<b>Km</b>	<b>CPK</b>
Janeiro	R\$ 205.032	4.960	7.476	<b>0,00553</b>
Fevereiro	R\$ 345.122	4.960	7.529	<b>0,00924</b>
Março	R\$ 411.916	4.960	6.236	<b>0,01332</b>
Abril	R\$ 212.003	4.960	6.280	<b>0,00681</b>
Maiο	R\$ 293.902	4.960	6.705	<b>0,00884</b>
Junho	R\$ 213.044	4.960	7.435	<b>0,00578</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>R\$ 280.170</b>	<b>4.960</b>	<b>6.944</b>	<b>0,00813</b>

*Fonte: Preparado pelo autor*

Normalmente, o CPK é calculado de trás pra frente, ou seja, assim que o pneu é descartado, soma-se o que se gastou com o mesmo e divide-se esse valor pelo que o mesmo rodou em quilômetros (Tabela 10).

*TABELA 10. EXEMPLO DO CÁLCULO DO CUSTO POR KM (CPK) PELO MÉTODO TRADICIONAL, ADAPTADO DE BUDINI INCORPORATED (2014).*

<b>Ciclo de Vida</b>	<b>Custo</b>	<b>Km</b>	<b>CPK</b>
Pneu Novo	R\$ 1.500,00	100.000	
1ª Reforma + Reparos	R\$ 500,00	90.000	
2ª Reforma + Reparos	R\$ 500,00	80.000	
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 2.500,00</b>	<b>270.000</b>	<b>0,00926</b>

Não se pretende aqui questionar o método tradicional, pois essa é a maneira mais eficiente para analisar o Custo por Km de cada pneu de forma isolada. Porém, acredita-se que, este trabalho possa apresentar uma forma mais simples de se encontrar o Custo por Km. Além disso, essa nova proposta pode apresentar um valor atualizado, uma vez que o método tradicional sofre com a desatualização dos valores durante o ciclo de vida do pneu.

A análise do Custo por Km dos Pneus proposta neste trabalho é uma análise que difere do conceito habitual e tradicional, encontrado na maioria das frotas brasileiras. A proposta desse conceito está em, de forma generalizada, descobrir o Custo por Km do Pneu, baseado no custo mensal da frota para manutenção da operação e na quilometragem percorrida pela mesma, em mesmo período.

Com este conceito estabelecido, procurou-se encontrar uma maneira de estruturar os Dados Coletados e criar espaço para os novos lançamentos mensais durante o ano, a fim de monitorar o Custo por Km mensalmente, criando uma base de dados consistente e um histórico confiável. O caminho encontrado para Popular os dados foi um conjunto de planilhas, que, a partir dos dados coletados, foram capazes de apresentar novos parâmetros e destacá-los por gráficos. As planilhas e os gráficos desenvolvidos serão apresentados no Capítulo 4.

### **3.5. RELATÓRIO DE PESQUISA**

Todas as atividades realizadas na condução do estudo de caso em questão, realizado em uma empresa transportadora, são descritas a seguir, de forma resumida, como um breve relatório da pesquisa realizada, utilizando como base, as etapas elencadas na Figura 11, que apresenta a condução do estudo de caso. Este relatório, como sugere Miguel (2007), serve como o gerador da monografia e de futuros artigos a serem publicados.

- i. **Definição de uma estrutura conceitual-teórica:** foi realizada a revisão da literatura e em conjunto da experiência do autor sobre o tema, foi identificada uma lacuna, conseqüentemente, foi elaborada uma estrutura conceitual-teórica, com suas delimitações.
- ii. **Planejamento do caso:** foi planejado um estudo de caso único, para a coleta de dados verídicos que pudessem ilustrar o método proposto; a empresa em estudo foi identificada, a análise dos dados ficou definida como retrospectiva, e o protocolo da pesquisa foi apresentado.
- iii. **Condução do teste piloto:** foi elaborado um conjunto de planilhas em Excel e nelas testes foram realizados, com dados simulados; alguns ajustes foram necessários, antes de a mesma receber os dados verdadeiros. Estas planilhas são a parte central do trabalho e do método proposto, por isso, foram tratadas com tanto cuidado.
- iv. **Coleta dos dados:** os dados foram coletados com o controlador dos pneus da frota, pessoa ligada à operação e indicada pela empresa. Na seqüência, os dados foram registrados, pelos Formulários.
- v. **Análise dos dados:** os dados coletados foram analisados e validados pelo gerente de manutenção, pessoa ligada a gestão e indicada pela empresa, inibindo qualquer influência do autor.
- vi. **Geração do relatório de pesquisa:** o relatório foi gerado, como pode ser observado nesta página, apresentando um resumo de todas as atividades e promovendo validade e confiabilidade para cada uma das etapas da pesquisa.

#### **4. MÉTODO GCP (Gestão Custo Pneu)**

A construção do método GCP (Gestão Custo Pneu) foi pensada para qualquer trabalho de gestão com pneus, que possa calcular o Custo Por Km dos Pneus desde o início de sua operação. Nesse sentido, foi utilizada a revisão da literatura em conjunção com a experiência do autor sobre o tema, com o uso dos dados coletados, analisados e ilustrados pelo estudo de caso, realizado em uma empresa transportadora.

Para que o método GCP pudesse ser observado por todos os departamentos de uma empresa transportadora, e para que o mesmo fosse de fácil compreensão para toda e qualquer pessoa, sendo a mesma conhecedora ou não dos conceitos envolvidos com o tema em questão, foi elaborada uma estrutura hierarquizada, baseada na conciliação dos seguintes temas tratados: (i) Planejamentos; (ii) DMAIC; (iii) Visão; (iv) Valores, e; (v) Processos.

A estrutura hierarquizada elaborada tem como vértice o uso dos três planejamentos: (i) Planejamento Estratégico: desenvolvido a partir da visão da diretoria da empresa transportadora, tendo como objetivo principal a definição de indicadores x metas, para o método GCP; (ii) Planejamento Tático: desenvolvido a partir da visão dos gestores dos pneus da empresa transportadora, tendo como objetivo principal a Gestão do Custo Pneu, pelo método GCP, e; (iii) Planejamento Operacional: desenvolvido a partir da visão dos operadores envolvidos com a manutenção dos pneus na frota, tendo como objetivo principal a execução das atividades encontradas no plano de ação, a ser elaborado com o método GCP, durante o planejamento tático.

A Figura 12 apresenta esta estrutura hierarquizada, em forma de um fluxograma de interação. Neste contexto, destaca-se a coluna Processos, que apresenta a sequência de atividades envolvidas na estrutura hierarquizada, e consequentemente, no método GCP.

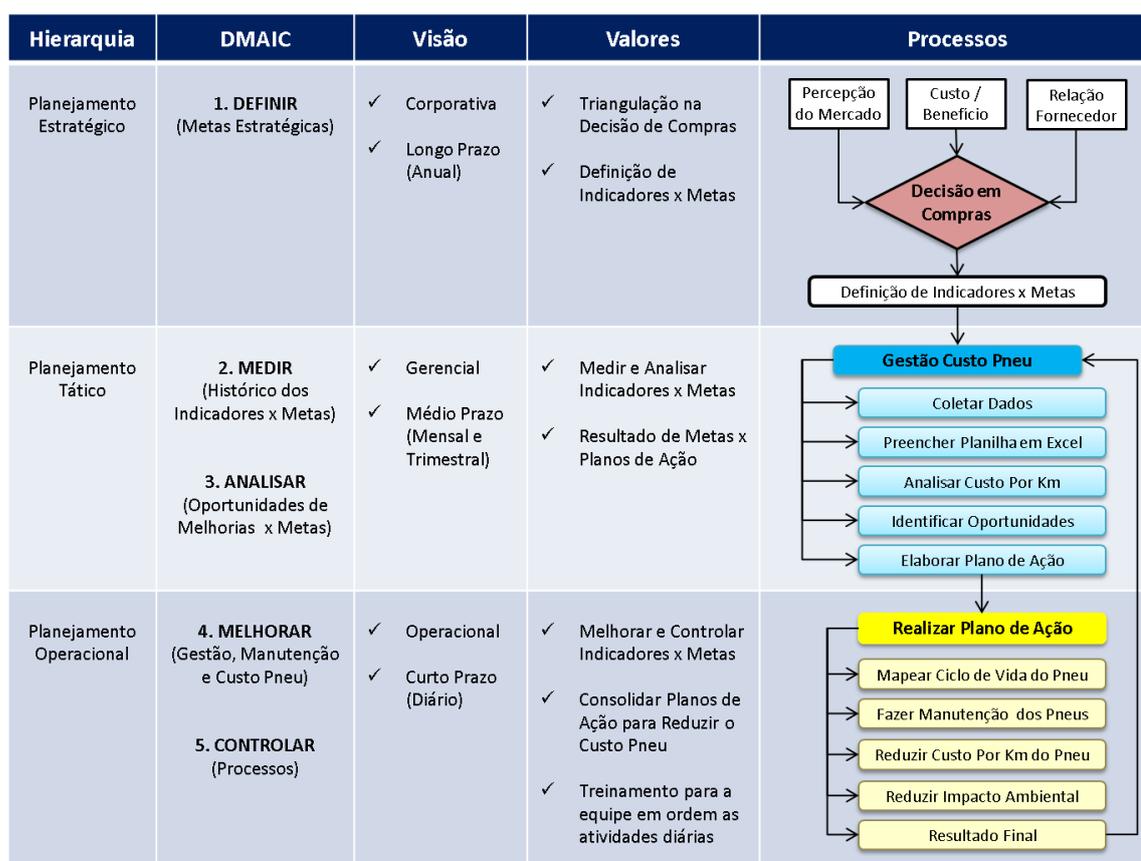


FIGURA 12. ESTRUTURA HIERARQUIZADA PARA O MÉTODO GCP.

Fonte: Preparado pelo autor

#### 4.1. PROCESSOS DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

É exatamente no planejamento estratégico que todo negócio é definido e moldado e os caminhos a serem traçados pela organização são desenhados. Toda empresa tem uma estratégia e é fundamental que ela seja pensada pelas lideranças e disseminada pelos colaboradores na busca do alinhamento das atividades de todos.

Nesta etapa de planejamento, também se faz necessária a escolha dos produtos a serem utilizados e seus fornecedores. Normalmente, a diretoria da empresa define isso com uma triangulação entre a percepção do mercado quanto à marca do produto, o desempenho do custo-benefício do produto em sua frota e o relacionamento com os fornecedores (Figura 13).



FIGURA 13. A TRIANGULAÇÃO NA DECISÃO DE COMPRA EM UMA FROTA.

Fonte: Preparado pelo autor

Nesse sentido, adaptando a abordagem DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) ao método GCP, os primeiros indicadores são definidos. Os primeiros indicadores são aqueles ligados diretamente aos custos com pneus. São eles: (i) Pneus Novos; (ii) Recapagens, e; (iii) Borracharia.

A Figura 14 ilustra, de forma resumida, como uma empresa transportadora pode conciliar as três etapas de planejamento com a abordagem DMAIC.

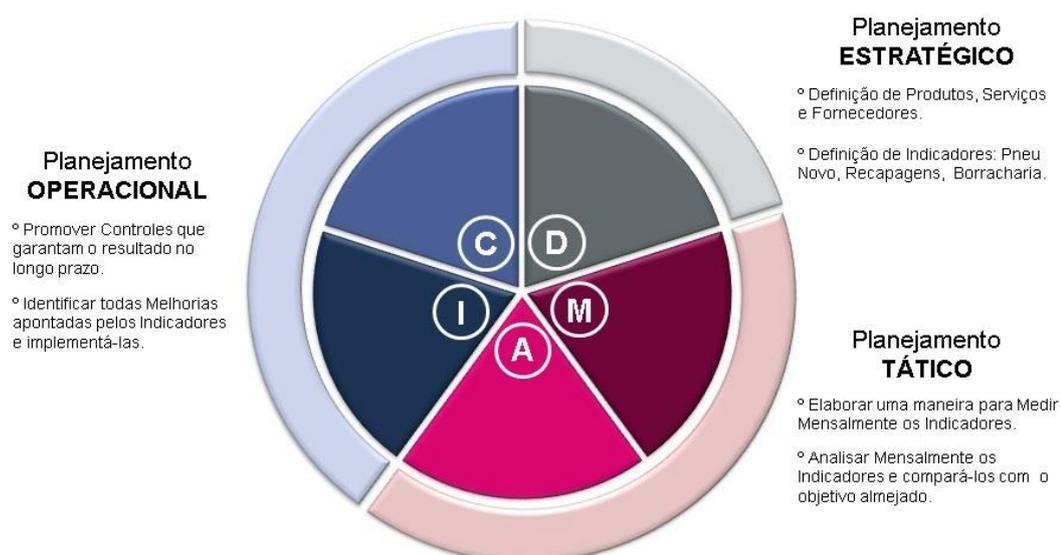


FIGURA 14. RELAÇÃO ENTRE OS TRÊS PLANEJAMENTOS E O DMAIC.

Fonte: Preparado pelo autor

## **4.2. PROCESSOS DO PLANEJAMENTO TÁTICO**

A visão de longo prazo da empresa, estabelecida pelo planejamento estratégico, é traduzida para a visão anual e, posteriormente, para metas mensais no planejamento tático. A gestão orçamentária e a melhoria de processos são práticas do nível tático e devem ocorrer de forma organizada.

No planejamento tático, o gestor dos pneus receberá da diretoria da empresa transportadora, os indicadores e suas metas já estabelecidas, conforme destaca a estrutura hierarquizada, sendo o responsável por realizar a gestão do método GCP, medindo e analisando os indicadores versus suas metas estabelecidas, buscando constantemente, oportunidades de melhoria.

O objetivo principal do método GCP é reduzir o custo por km dos pneus. Para isso, o planejamento tático, responsável pela gestão do método GCP, recebeu a seguinte sequência de trabalho, já destacada pela estrutura hierarquizada na Figura 12: (i) Coletar Dados; (ii) Popular Planilha em Excel; (iii) Analisar Custo Por Km do Pneu; (iv) Identificar Oportunidades de Melhoria, e; (v) Elaborar Plano de Ação.

O plano de ação deve ser traçado, com a identificação de oportunidades de melhorias, encontradas a partir da análise, sobre um conjunto de planilhas e gráficos, elaborados para o método GCP, destacados a seguir.

### **4.2.1. VEÍCULOS E PNEUS**

A planilha veículos e pneus acompanha mensalmente a evolução do tamanho da frota e o seu reflexo sobre a quantidade de pneus. Esse monitoramento é embasado no tipo da configuração do veículo e no número de posições que cada tipo possui. Conseqüentemente, nota-se o número de pneus no chão e a quantidade de pneus em estepes de cada tipo de veículo. Por fim, esta planilha destaca o total de veículos e o total de pneus, mês a mês, durante todo o ano, com destaque para a média acumulada (Tabela 11).

TABELA 11. PLANILHA VEÍCULOS E PNEUS.

2014	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
Veículos 4x0	120	120	120	120	120	120	<b>120</b>
Posições	8	8	8	8	8	8	<b>8</b>
Pneus no chão	960	960	960	960	960	960	<b>960</b>
Estepes	120	120	120	120	120	120	<b>120</b>
Pneus 4x0	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	<b>1.080</b>
Veículos 6x0	200	200	200	200	200	200	<b>200</b>
Posições	12	12	12	12	12	12	<b>12</b>
Pneus no chão	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	<b>2.400</b>
Estepes	200	200	200	200	200	200	<b>200</b>
Pneus 6x0	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	<b>2.600</b>
Veículos 6x2	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Posições	10	10	10	10	10	10	<b>10</b>
Pneus no chão	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	<b>1.000</b>
Estepes	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Pneus 6x2	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	<b>1.100</b>
Veículos 6x4	60	60	60	60	60	60	<b>60</b>
Posições	10	10	10	10	10	10	<b>10</b>
Pneus no chão	600	600	600	600	600	600	<b>600</b>
Estepes	60	60	60	60	60	60	<b>60</b>
Pneus 6x4	660	660	660	660	660	660	<b>660</b>
<b>Total Veículos</b>	<b>480</b>						
<b>Total Pneus no chão</b>	<b>4.960</b>						
<b>Total Estepes</b>	<b>480</b>						
<b>Total Pneus</b>	<b>5.440</b>						

Fonte: Preparado pelo autor

A Figura 15 destaca em um gráfico, mês a mês, a quantidade de pneus no chão, a quantidade de pneus em estepes, e a quantidade total de pneus, encontrada na frota. Lembrando que tem importância para o método GCP apenas os pneus que estão rodando. Porém, para efeito administrativo, se faz importante o controle sobre a quantidade de pneus em estepes e, conseqüentemente, a quantidade total de pneus.

É importante ressaltar como observação que, no período de análise na empresa transportadora (seis meses), não houve variação do número de pneus na frota. Entretanto, a Figura 15 apresenta o gráfico como parte do método.

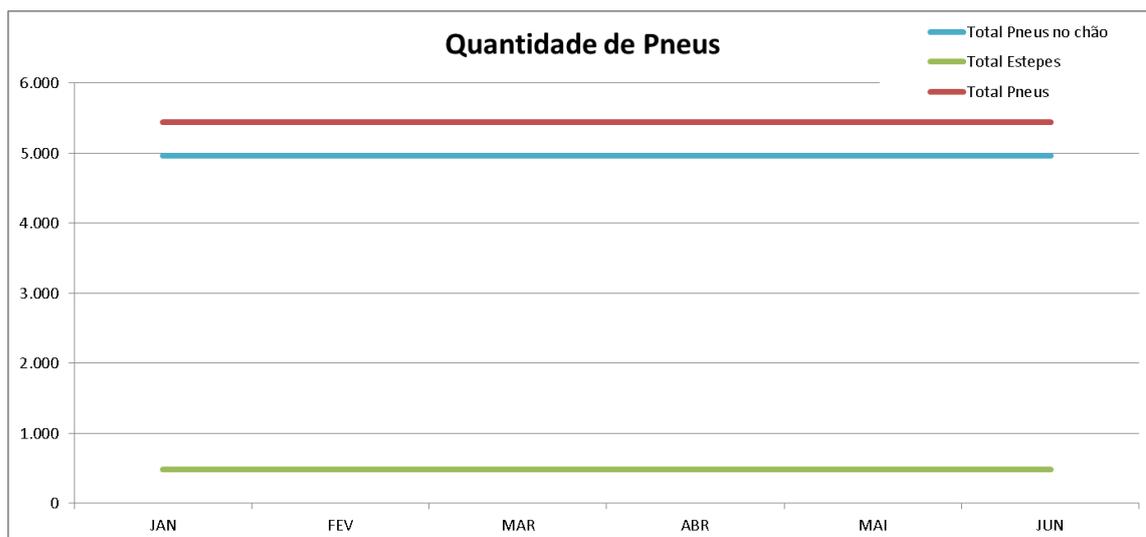


FIGURA 15. GRÁFICO QUANTIDADE DE PNEUS.

Fonte: Preparado pelo autor

#### 4.2.2. DADOS DE CUSTOS

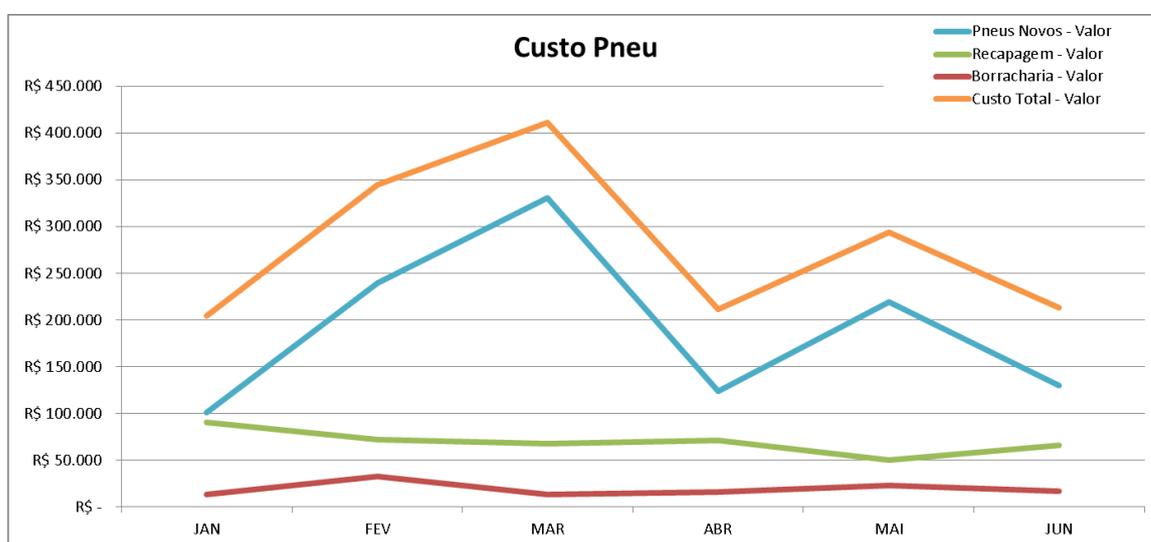
A planilha dados de custos acompanha mensalmente os dados dos principais custos que estão envolvidos com a manutenção dos pneus em uma frota, de uma empresa transportadora. Esses principais custos estão separados entre: Pneus novos, Recapagem e Borracharia. Além disso, os principais custos são apontados e monitorados nessa planilha em valores, quantidade e preço médio. Outra informação importante, disponibilizada por esta planilha, é a média mensal de todas estas informações (Tabela 12).

TABELA 12. PLANILHA DADOS DE CUSTOS.

2014	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
Pneus Novos (R\$)	R\$ 100.820	R\$ 240.000	R\$ 330.600	R\$ 124.000	R\$ 220.000	R\$ 130.000	<b>R\$ 190.903</b>
Pneus Novos (Qt)	74	200	270	100	174	104	<b>154</b>
Preço Médio	R\$ 1.362	R\$ 1.200	R\$ 1.224	R\$ 1.240	R\$ 1.264	R\$ 1.250	<b>R\$ 1.257</b>
Recapagem (R\$)	R\$ 90.600	R\$ 72.444	R\$ 67.555	R\$ 71.420	R\$ 50.351	R\$ 65.760	<b>R\$ 69.688</b>
Recapagem (Qt)	224	180	164	178	122	158	<b>171</b>
Preço Médio	R\$ 404	R\$ 402	R\$ 412	R\$ 401	R\$ 413	R\$ 416	<b>R\$ 408</b>
Borracharia (R\$)	R\$ 13.612	R\$ 32.678	R\$ 13.761	R\$ 16.583	R\$ 23.551	R\$ 17.284	<b>R\$ 19.578</b>
Borracharia (Qt)	900	1.840	920	1.120	1.340	1.120	<b>1.207</b>
Preço Médio	R\$ 15	R\$ 18	R\$ 15	R\$ 15	R\$ 18	R\$ 15	<b>R\$ 16</b>

Fonte: Preparado pelo autor

O custo total, de acordo com a pesquisa realizada, tem como maior influência em sua composição, a variação do custo com pneus novos, como pode ser observado no gráfico da Figura 16. A mesma figura destaca a composição do custo pneu, em quatro linhas de variações mensais, em relação ao ano. As quatro linhas representam: (i) Custo Borracharia (vermelho); (ii) Custo Recapagem (verde); (iii) Custo Pneus Novos (azul), e; (iv) Custo Total (laranja), ou seja, a soma dos três custos.



**FIGURA 16. GRÁFICO CUSTO PNEU.**

*Fonte: Preparado pelo autor*

#### **4.2.3. KM MÉDIA**

A planilha Km Média acompanha mensalmente a quilometragem percorrida por toda frota. Ela avalia, em um primeiro momento, a quilometragem média percorrida pelos caminhões e implementos que rodaram durante o mês. Porém, ela destaca a quilometragem média total (Total Km Média), valor esse calculado a partir de uma média ponderada entre a quilometragem percorrida pelos caminhões e implementos rodoviários, como apresentado na Tabela 13.

TABELA 13. PLANILHA KM MÉDIA.

2014	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
<b>Caminhões</b>	<b>160</b>						
Pneus no chão	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	<b>1.600</b>
Km Caminhões	1.058.289	1.142.799	1.136.294	1.210.952	1.282.936	1.124.321	<b>1.159.265</b>
Média Caminhões	6.614	7.142	7.102	7.568	8.018	7.027	<b>7.245</b>
<b>Implementos</b>	<b>320</b>						
Pneus no chão	3.360	3.360	3.360	3.360	3.360	3.360	<b>3.360</b>
Km Implementos	2.523.881	2.468.229	1.863.339	1.813.408	1.945.293	2.441.573	<b>2.175.954</b>
Média Implementos	7.887	7.713	5.823	5.667	6.079	7.630	<b>6.800</b>
<b>Total Veículos</b>	<b>480</b>						
Total Pneus no chão	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	<b>4.960</b>
Total Km Média	7.477	7.529	6.235	6.280	6.705	7.435	<b>6.944</b>

Fonte: Preparado pelo autor

A Figura 17 apresenta em um gráfico a composição da quilometragem percorrida pela frota, em três linhas de variações mensais, em relação ao ano. As três linhas representam: (i) A quilometragem média percorrida pelos Caminhões (vermelho); (ii) A quilometragem percorrida pelos Implementos (azul), e; (iii) A quilometragem média ponderada (roxo).

A quilometragem percorrida pelos implementos teve maior influência sobre a quilometragem média da frota (67,7% dos pneus estão nos implementos).

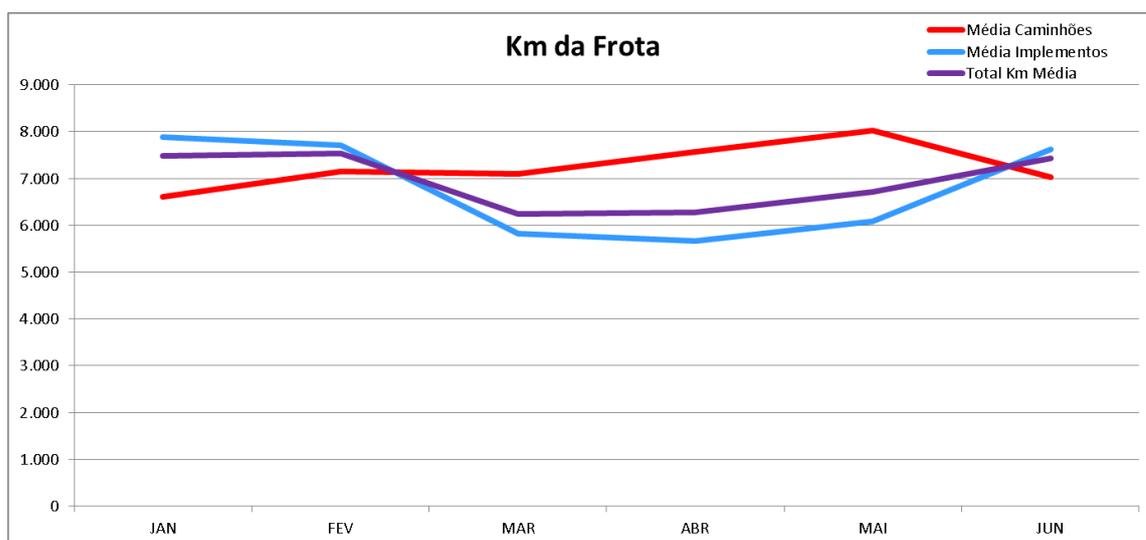


FIGURA 17. GRÁFICO KM DA FROTA.

Fonte: Preparado pelo autor

#### 4.2.4. CUSTO POR KM (CPK)

A planilha custo por km (CPK) é capaz de informar e acompanhar mensalmente o Custo Por Km dos Pneus da frota, baseado no custo mensal, dos principais itens para a manutenção dos pneus (Pneus Novos, Recapagem e Borracharia), e na quilometragem percorrida pelos veículos que rodaram, em mesmo período. Outro dado muito importante é a média encontrada, em período anual, como pode ser observado na Tabela 14.

O valor do CPK dos Pneus, sendo apontado mensalmente, é de grande importância para a frota, pois com ele é possível uma composição do seu custo mais precisa, deixando a empresa com uma visão mais clara sobre o seu negócio e, ao mesmo tempo, mais confiante nas decisões a serem tomadas.

**TABELA 14. PLANILHA CUSTO POR KM (CPK). Erro! Vínculo não válido.**

2014	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
Pneus Novos	R\$ 100.820	R\$ 240.000	R\$ 330.600	R\$ 124.000	R\$ 220.000	R\$ 130.000	<b>R\$ 190.903</b>
Recapagem	R\$ 90.600	R\$ 72.444	R\$ 67.555	R\$ 71.420	R\$ 50.351	R\$ 65.760	<b>R\$ 69.688</b>
Borracharia	R\$ 13.612	R\$ 32.678	R\$ 13.761	R\$ 16.583	R\$ 23.551	R\$ 17.284	<b>R\$ 19.578</b>
Custo Total	R\$ 205.032	R\$ 345.122	R\$ 411.916	R\$ 212.003	R\$ 293.902	R\$ 213.044	<b>R\$ 280.170</b>
Total Pneus no chão	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	4.960	<b>4.960</b>
Total Km Média	7.477	7.529	6.235	6.280	6.705	7.435	<b>6.944</b>
<b>CPK</b>	<b>0,00553</b>	<b>0,00924</b>	<b>0,01332</b>	<b>0,00681</b>	<b>0,00884</b>	<b>0,00578</b>	<b>0,00813</b>

A Figura 18 destaca pelo gráfico a variação mensal do Custo Por Km (CPK) dos pneus, ao longo do ano. Esta é uma relação simples entre o Custo Pneu e a Quilometragem percorrida pela frota, mês a mês. Porém, é uma forma sintética e atualizada para a frota contabilizar o custo por km do pneu na composição do seu custo por km total.

Este método pode ajudar a frota a avaliar e compor o seu custo de forma mais eficiente, e conseqüentemente, visualizar com maior clareza os demonstrativos de resultado de sua empresa.

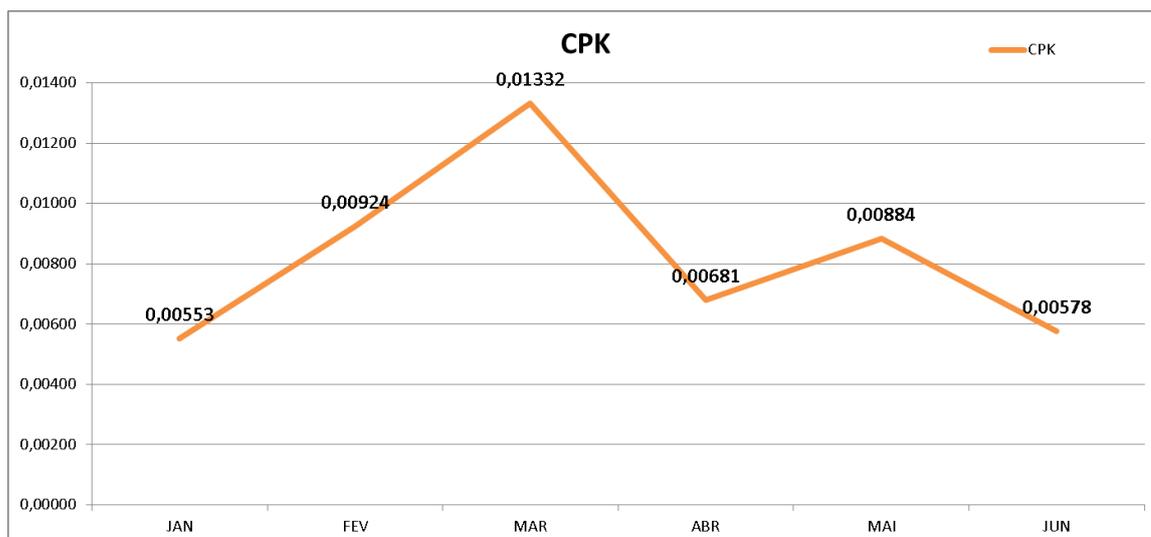


FIGURA 18. GRÁFICO CPK (CUSTO POR KM).

Fonte: Preparado pelo autor

#### 4.2.5. ÍNDICES DE DESEMPENHO

Com várias informações sendo coletadas para o desenvolvimento desse trabalho, foi possível elaborar alguns índices de desempenho, que indicam mensalmente novos parâmetros, que merecem atenção da frota. São eles:

- a. **Pneus Novos / Pneus no chão:** indica o percentual da quantidade de pneus novos comprados em relação aos pneus que rodaram na frota, em mesmo período de análise.
- b. **Recapagem / Pneus no chão:** indica o percentual da quantidade de recapagens realizadas em relação aos pneus que rodaram na frota, em mesmo período de análise.
- c. **Borracharia / Pneus no chão:** indica o percentual da quantidade de eventos em borracharias em relação aos pneus que rodaram na frota, em mesmo período de análise.
- d. **Índice de Recapabilidade:** indica quantas recapagens são realizadas para cada pneu novo comprado, e conseqüentemente, uma expectativa sobre as vidas possíveis da carcaça.
- e. **Índice de Borracharia:** indica quantos reais (R\$) são gastos em média, para cada um dos pneus que estão rodando na frota.

Todos estes novos parâmetros podem ser observados na Tabela 15.

TABELA 15. PLANILHA ÍNDICES DE DESEMPENHO.

2014	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	Média
Pneus Novos / Pneus no chão	1,5%	4,0%	5,4%	2,0%	3,5%	2,1%	<b>3,1%</b>
Recapagem / Pneus no chão	4,5%	3,6%	3,3%	3,6%	2,5%	3,2%	<b>3,4%</b>
Borracharia / Pneus no chão	18,1%	37,1%	18,5%	22,6%	27,0%	22,6%	<b>24,3%</b>
Índice de Recapabilidade	3,0	0,9	0,6	1,8	0,7	1,5	<b>1,4</b>
Índice de Borracharia	R\$ 2,74	R\$ 6,59	R\$ 2,77	R\$ 3,34	R\$ 4,75	R\$ 3,48	<b>R\$ 3,95</b>

Fonte: Preparado pelo autor

A Figura 19 apresenta os principais Índices de Desempenho, em três linhas de variações mensais, em relação ao ano. As três linhas representam: (i) Índice de Desempenho Borracharia (vermelho); (ii) Índice de Desempenho Recapagem (verde), e; (iii) Índice de Desempenho Pneus Novos (azul).

Todos os índices de desempenho são destacados por percentuais, que correlacionam o número de pneus novos comprados, recapagens realizadas e, eventos com a borracharia, ao número de pneus que a frota tem rodando.

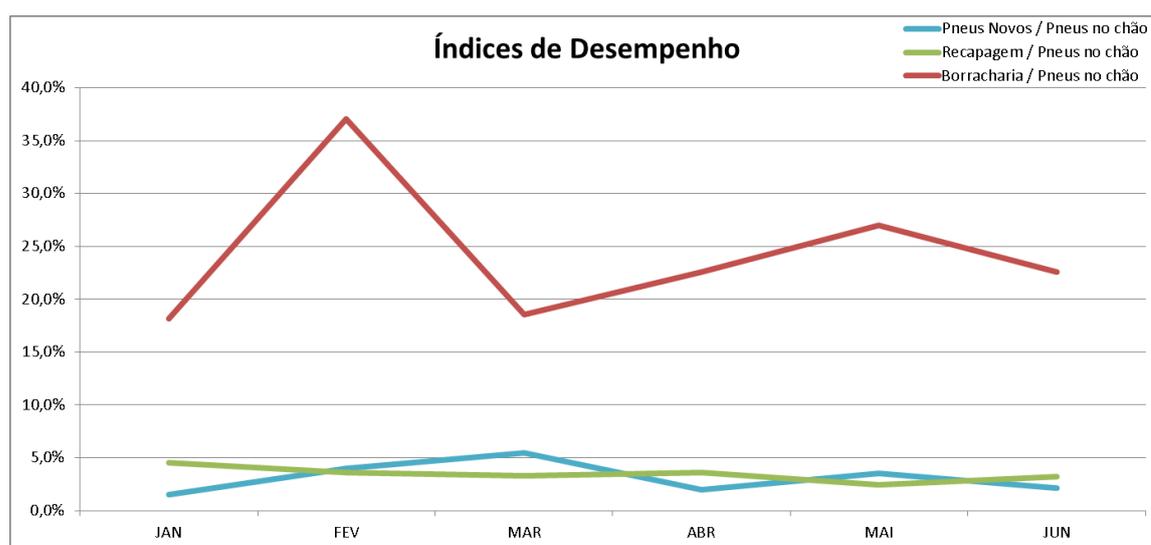


FIGURA 19. GRÁFICO ÍNDICES DE DESEMPENHO.

Fonte: Preparado pelo autor

### 4.3. PROCESSOS DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL

O planejamento operacional envolve todas as atividades diárias voltadas para a manutenção do pneu; são as atividades de curto prazo, que visam a melhorar e controlar os indicadores, consolidar os planos de ação e, conseqüentemente, reduzir o custo por km dos pneus.

O maior desafio do planejamento operacional é o de transformar as oportunidades de melhoria, destacadas no plano de ação, em redução do custo por km dos pneus. Nesse sentido, as principais oportunidades de melhoria frequentemente se encontram em:

- a. **Treinamento:** dois treinamentos precisam ser realizados com frequência na frota: (i) treinamento de “conhecimento básico de pneus”, para todos os envolvidos com o tema, inclusive os Motoristas, e; (ii) treinamento específico para o “controlador dos pneus”, onde deve ser tratado, de forma mais completa, o controle sobre o ciclo de vida do pneu.
- b. **Inspeções:** as inspeções dos pneus que estão rodando nos veículos devem ser periódicas e frequentes. Elas ajudam a evitar acidentes e a prolongar a vida útil do pneu; conseqüentemente, ajudam a reduzir o custo pneu. Na sequência deste Capítulo, no item 4.4. Engenharia de Manutenção de Pneus, a Análise 3P explica como realizar as inspeções.
- c. **Análise da sucata:** a análise deve ser realizada pelo menos uma vez por mês, normalmente, pelo controlador dos pneus da frota, e serve para indicar os principais motivos que levam os pneus a saírem de operação; conseqüentemente, essa análise encontra oportunidades para prolongar a vida útil dos pneus.
- d. **Estoque:** o pneu é um item caro na manutenção da frota, nesse sentido, o estoque deve ser controlado, pelos índices de desempenho, criando um vínculo entre a necessidade e o descarte.

O trabalho do planejamento operacional está concentrado em realizar o plano de ação elaborado pelo planejamento tático. Este plano de ação se concentra nas seguintes atividades: (i) Mapear o Ciclo de Vida do Pneu; (ii) Fazer as Manutenções do Pneus; (iii) Reduzir o Custo Por Km dos Pneus, (iv) Reduzir o Impacto Ambiental, e; (v) Promover o Resultado Final.

A seguir, duas etapas de fundamental importância para a realização de qualquer Plano de Ação são destacadas. Estas etapas são: (i) O mapeamento do Ciclo de Vida do Pneu, e; (ii) A Engenharia de Manutenção dos Pneus.

#### **4.3.1. MAPEAMENTO DO CICLO DE VIDA DO PNEU**

O mapeamento do ciclo de vida do pneu é importante para verificar e entender as possíveis movimentações que o pneu pode sofrer dentro ou fora da frota, melhorando dessa forma o processo de controle, gestão e manutenção do mesmo.

Com o mapeamento do ciclo de vida do pneu é possível melhorar o entendimento de todos os envolvidos no processo em questão. O mapeamento identifica todos os eventos diferentes que acontecem com o pneu, todos os locais físicos possíveis onde o pneu pode estar, e todos os momentos de análise do pneu, durante o seu ciclo de vida.

A Figura 20 demonstra, por meio de um fluxograma, a interação entre todos os eventos, locais e análises que possam estar correlacionados com as movimentações dos pneus, durante o seu uso, do início ao fim. Neste fluxograma, que apresenta o mapeamento do ciclo de vida dos pneus na frota, se destacam:

- a. Cinco eventos diferentes que acontecem com o pneu**
- b. Cinco locais físicos diferentes onde o pneu possa estar**
- c. Três momentos de análise do pneu**

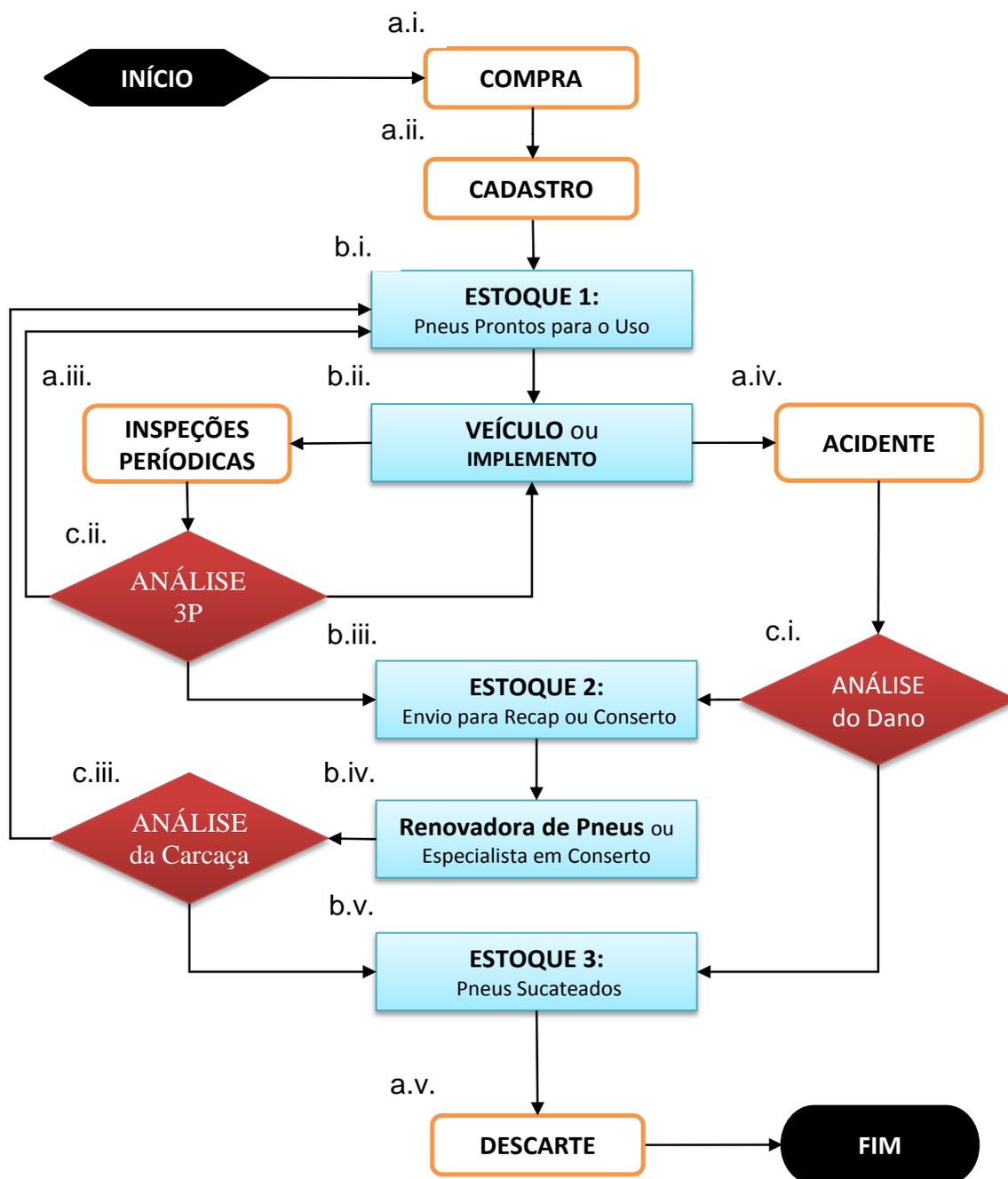


FIGURA 20. MAPEAMENTO DO CICLO DE VIDA DOS PNEUS NA FROTA.

Fonte: Preparado pelo autor

A seguir, são apresentadas as descrições de cada um dos itens destacados no mapeamento do ciclo de vida do pneu, ilustrado pela Figura 20.

**a.i. 1º Evento: COMPRA**

Este evento é caracterizado essencialmente pela compra dos pneus novos a serem utilizados pela frota. Normalmente, o departamento de Manutenção, por meio de seu histórico, estabelece o produto a ser utilizado, em conjunto à diretoria, e o departamento de Compras negocia os valores com os possíveis fornecedores. As compras podem ser eventuais ou estabelecidas em contratos.

**a.ii. 2º Evento: CADASTRO**

Aqui está um dos principais eventos encontrados dentro do mapeamento realizado. Nele devem ser cadastradas informações como:

- Número de registro do pneu como bem da frota
- DOT (Números referentes a data da fabricação do pneu)
- Medida do pneu
- Fabricante do pneu
- Modelo do pneu (define o desenho original)
- Fabricante da banda de rodagem (usado para a recapagem)
- Modelo da banda de rodagem (usado para a recapagem)
- Laudos de sucateamento (usado para o descarte)
- Marca do veículo ou implemento rodoviário
- Tipo do veículo ou implemento rodoviário (*layout*)
- Modelo do veículo ou implemento rodoviário
- Rota do veículo ou do implemento rodoviário
- Nome do motorista

**a.iii. 3º Evento: INSPEÇÕES PERIÓDICAS**

Uma frota bem controlada deve ter programada uma inspeção periódica em cada veículo, ou implemento rodoviário, a cada 15 dias. Desta forma, é

possível obter uma gestão da manutenção eficiente dos pneus. Na sequência deste evento, deve acontecer a Análise 3P (Posição, Pressão e, Profundidade).

No item Posição, é verificado o número do pneu, a posição em que se encontra no *layout* do veículo, e, caso os pares não estejam “Emparelhados”, se faz necessário o rodízio dos pneus na busca pelo emparelhamento. Se o rodízio não resolver, os pares desemparelhados devem ser enviados ao estoque um e substituídos por Pares Perfeitos (PP).

No item Pressão, é verificado se a pressão encontrada está dentro dos parâmetros estabelecidos pela frota; caso não esteja, a mesma deve ser corrigida no próprio veículo.

No item Profundidade, é verificado se o sulco do desenho da banda de rodagem do pneu está acima do TWI (*Tread Wear Indicator*), ou dos parâmetros estabelecidos pela frota para sua retirada. O TWI se encontra 1,6 mm acima da base do desenho de banda, mas as frotas normalmente estabelecem valores maiores para a retirada dos pneus para recapagem.

Quando um pneu atinge o seu ponto de retirada é considerado como “liso”, independentemente de ser novo ou reformado, sendo retirado de operação e encaminhado para o estoque dois. Além disso, é realizada uma inspeção visual em cada pneu, para verificar se algum deles apresenta algum sintoma que possa comprometer o seu desempenho ou até mesmo a sua vida útil.

#### **a.iv. 4º Evento: ACIDENTE**

Caso ocorra algum acidente com o pneu durante a operação, ou seja, enquanto ele estiver montado em um veículo ou implemento rodoviário, o mesmo deve ser retirado imediatamente da operação e submetido à Análise do Dano. Normalmente, o acidente acontece na estrada e o pneu acidentado é trazido para a frota, onde é realizada a Análise do Dano.

**a.v. 5º Evento: DESCARTE**

Esse evento normalmente ocorre quando o pneu já foi analisado, submetido a um Laudo Técnico para descarte ou sucateamento e, considerado impróprio para o uso. Na sequência, esse pneu deve ser retirado da frota por uma empresa ambientalmente qualificada para o correto descarte desse material, encaminhando o mesmo para uma usina, onde será feita a sua decomposição para a reutilização desses resíduos em outros segmentos.

**b.i. 1º Local: ESTOQUE 1 - Pneus Prontos para o Uso**

Nesse local, devem estar todos os pneus prontos para serem utilizados, de preferência já montados e separados por PP (Pares Perfeitos). Para que dois pneus sejam considerados PP, é preciso que os mesmos tenham as mesmas características destacadas a seguir:

- Medida
- Marca
- Modelo
- DOT
- Ciclo de Vida
- Banda de rodagem (quando for o caso)
- Profundidade de sulcos (para pneus usados)

**b.ii. 2º Local: VEÍCULO ou IMPLEMENTO**

Esse é o local mais importante do mapeamento realizado. É no veículo ou no implemento que o pneu é submetido ao uso e colocado a prova. É neste lugar que se torna possível elaborar testes e comparativos, avaliando o desempenho do produto e estabelecendo novos padrões.

**b.iii. 3º Local: ESTOQUE 2 - Envio para Recapagem ou Conserto**

Esse local é um estoque, e também está localizado na frota, assim como o estoque um, mas deve estar separado e bem sinalizado, para que não ocorram “enganos” ou até mesmo o acesso de pessoas não autorizadas.

**b.iv. 4º Local: Renovadora de Pneus ou Especialista em Conserto**

Esse local é a empresa escolhida pela frota para ser sua parceira no fornecimento de serviços de recapagens e consertos para pneus. A frota pode ter mais de um fornecedor de recapagens e o especialista em conserto pode ser outra empresa, não sendo necessariamente a recapagem a dona dessa posição também. Antes de realizar o serviço, a empresa escolhida pela frota para a realização do serviço de recapagem ou de conserto do pneu, deve sempre realizar a Análise da Carcaça.

**b.v. 5º Local: ESTOQUE 3 - Pneus Sucateados**

Quando os pneus sofrem algum acidente e não têm mais condição de serem consertados, ou quando os pneus enviados para o reformador forem recusados por alguma anomalia técnica que antes não havia sido observada, esses pneus devem ser encaminhados com seus respectivos Laudos Técnicos ao estoque três – pneus sucateados. Além disso, a exemplo do estoque dois, este estoque deve estar separado e bem sinalizado, para que não ocorram “enganos”, ou acesso de pessoas não autorizadas. Na sequência, com Laudo Técnico em mãos, deverá ser realizado o descarte do pneu pela frota.

**c.i. 1º Momento: ANÁLISE do Dano**

O momento destacado como “Análise do Dano” é uma etapa do processo promovida por algum acidente que provoca a retirada do pneu da operação.

Nela, é preciso analisar com atenção o estado em que o pneu se encontra, sendo possíveis apenas duas situações: (i) o dano no pneu é passível de um reparo, ou (ii) o dano no pneu é permanente e irretratável.

Normalmente, as normas estabelecidas para o limite de reparo são informadas pelos próprios fabricantes dos reparos, mas, atualmente, existe no Brasil um estudo para que o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), que, por meio da Portaria n<sup>o</sup> 444 estabelece os requisitos de avaliação da conformidade para o serviço de reforma de pneus (INMETRO, 2010), aos poucos comece a ditar também as normas do serviço de Reparo e Concerto.

Dependendo da situação retratada acima, o pneu pode seguir dois destinos, destacados na mesma sequência: (i) “estoque dois” – envio para recapagem ou concerto, ou; (ii) “estoque três” – pneus sucateados.

#### **c.ii. 2º Momento: ANÁLISE 3P**

A Análise 3P verifica: (i) Posição, (ii) Pressão e (iii) Profundidade. No item (i) Posição, é verificado o número do pneu, sua posição no veículo, se ele está emparelhado e se há necessidade de rodízio. No item (ii) Pressão, é verificada qual é a pressão do Pneu e se há necessidade de manutenção. No item (iii) Profundidade, é verificada a profundidade do sulco do desenho da banda de rodagem do pneu e se existe necessidade de manutenção.

#### **c.iii. 3º Momento: ANÁLISE da Carcaça**

Antes de realizar a Recapagem ou o Concerto do Pneu, o prestador de serviço deve sempre realizar uma Análise da Carcaça, baseada nas características técnicas estabelecidas pelo fabricante do pneu e respeitando a portaria n<sup>o</sup> 444, estabelecida pelo INMETRO (2010).

#### **4.3.2. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DOS PNEUS**

A Engenharia de Manutenção serve, de modo geral, para reduzir o número de manutenções corretivas não planejadas. Com os pneus, em uma frota, não seria diferente e, nesse caso, haverá um aditivo, um foco especial na redução do impacto ambiental. Assim, a engenharia de manutenção dos pneus em uma frota, poderá utilizar as manutenções do tipo preventiva, preditiva e detectiva para melhorar os resultados da manutenção com os pneus e diminuir o tempo do veículo parado, além de cooperar com a preservação ambiental.

A BBTS (2013) diz que, no processo de gestão da manutenção dos pneus, a frota deve sempre estar atenta aos “Cinco ladrões de quilometragem”. Esses “ladrões de quilometragem” são as principais falhas de manutenção com o pneu, que possuem ligação direta com o desgaste irregular da banda de rodagem e a retirada prematura dos pneus em operação, quando não, da perda prematura dos mesmos.

Para a formação da engenharia de manutenção dos pneus em uma frota, três fases distintas são apontadas. A fase 1 é voltada para o treinamento da equipe de manutenção da frota; na fase 2, são realizadas as manutenções do tipo preventiva, preditiva e detectiva, e; na fase 3, são realizadas as manutenções do tipo corretiva planejada e corretiva não planejada.

Para garantir o máximo desempenho dos pneus e, conseqüentemente, a redução de seu custo, a frota deve investir em treinamentos periódicos para a equipe de manutenção, e inspeções periódicas devem ser realizadas em todos os veículos com frequência. Os resultados das inspeções podem e devem ser utilizados como um mecanismo de retroalimentação para os treinamentos ministrados para a equipe de manutenção. As três fases da engenharia de manutenção dos pneus em uma frota são apresentadas na Figura 21.



FIGURA 21. FASES DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DOS PNEUS (EMP).

Fonte: Preparado pelo autor

### • FASE 1 DA EMP

A fase 1 da Engenharia de Manutenção dos Pneus (EMP) em uma frota, é a fase que antecede a montagem do pneu no veículo e, nessa fase, a palavra de ordem é Treinamento. A equipe de manutenção deve ser treinada periodicamente em relação aos seguintes itens:

- a. **Cuidados com a aplicação e movimentação dos pneus:** os pneus em estoque já devem ficar montados nas rodas com a pressão adequada para economizar no tempo de troca. Além disso, toda movimentação deve ser registrada e se possível, orientada por uma ordem de serviço (OS), executada pela empresa transportadora.
- b. **Aplicação da pressão adequada aos pneus:** a pressão mais adequada ao pneu pode variar, por medida e por aplicação, lembrando que, deve-se sempre seguir a orientação de cada fabricante, pois pneus da mesma medida, mas de fabricantes diferentes, podem precisar de pressões diferentes, pois são pneus diferentes.

- c. **Utilização do desenho de banda adequado:** existem vários desenhos de banda de rodagem, seja do pneu novo ou para o pneu recapado, cada um com um tipo diferente de aplicação. Desta maneira, deve-se sempre seguir a orientação do fabricante, quanto ao uso correto do pneu, seja pelo piso em que o pneu será utilizado, ou pelo eixo do veículo em que ele será aplicado.
- d. **Aplicação do emparelhamento adequado aos pneus duplos:** ao montar os pneus duplos, é necessário atenção para verificar se está sendo seguido o conceito do “Par Perfeito” (PP); para que dois pneus sejam considerados PP, é preciso que os mesmos tenham as mesmas características destacadas a seguir: (i) medida, (ii) marca, (iii) modelo, (iv) DOT (data de fabricação), (v) ciclo de Vida, (vi) banda de rodagem (para pneus recapados), e (vii) profundidade de sulcos.
- e. **Análise 3P dos pneus (Posição, Pressão e Profundidade):** a análise 3P será utilizada como técnica de manutenção preditiva (para pneus rodando) e detectiva (para pneus em estepes), mas é interessante que toda a equipe de manutenção dos pneus na frota seja treinada e conseqüentemente, tenha o conhecimento sobre a análise 3P.

- **FASE 2 DA EMP**

A fase 2 da engenharia de manutenção dos pneus (EMP) em uma frota envolve a fase em que o pneu está montado no veículo. Nesta fase, poderão ser realizados os seguintes tipos de manutenção:

- a. **Manutenção Preventiva:** para este tipo de manutenção, devem estar previstos os procedimentos de \*Geometria e \*Balanceamento, que devem ser realizados dentro dos prazos pré-estabelecidos, com as equipes de manutenção devidamente treinadas para esse fim, onde:

- Geometria: nesta manutenção preventiva, deve-se verificar e corrigir as seguintes medidas para os eixos: (i) Convergência / Divergência, (ii) Camber, (iii) Caster, e (iv) Paralelismo.
  - Balanceamento: onde, deve-se verificar e corrigir os dois tipos de desbalanceamento dos pneus: o estático e o dinâmico.
  - Rodízio: algumas frotas adotam essa prática como uma forma de manutenção preventiva, para atenuar desgastes irregulares, mas isso não serve de regra, se trata de uma exceção.
- b. **Manutenção Preditiva:** esta manutenção irá monitorar o Tempo de Desenvolvimento da Falha (TDF) do Pneu (Figura 22). Para monitorar o TDF do pneu, será utilizada como ferramenta de trabalho, a Análise 3P: (i) Posição, (ii) Pressão e (iii) Profundidade.

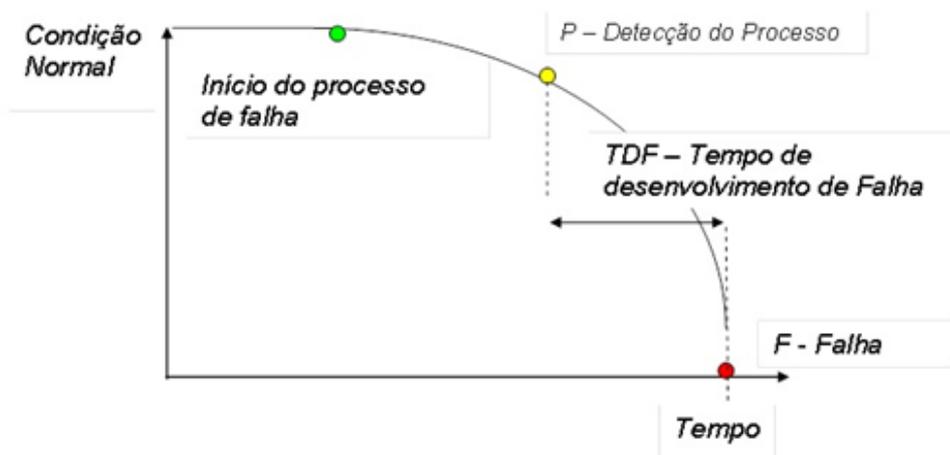


FIGURA 22. TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE FALHA, ADAPTADO DE LAFRAIA (2001).

- c. **Manutenção Detectiva:** o mesmo procedimento realizado na manutenção preditiva, para os pneus rodando, será realizado para os pneus que estiverem em estepes, que poderão ser utilizados no caso de algum acidente, com os pneus que estiverem rodando.

Tanto na manutenção preditiva, quanto na manutenção detectiva, poderão ser encontrados pneus que precisem de manutenção corretiva e que, neste caso, terão a sua execução planejada.

Assim, utilizando a Análise 3P como ferramenta de avaliação da posição, da pressão e da profundidade dos pneus, espera-se diminuir, em grande parte, o número de manutenções corretivas não planejadas.

- **FASE 3 DA EMP**

A fase 3 da Engenharia de Manutenção dos Pneus (EMP) refere-se à fase em que o pneu precisará ser desmontado do veículo. Nesta fase, poderá ser realizada a manutenção do tipo corretiva planejada e corretiva não planejada.

- a. **Manutenção Corretiva Planejada:** este tipo de manutenção será realizado a partir do que for encontrado nas manutenções preditivas e detectivas, com um planejamento para a parada dos equipamentos.
- b. **Manutenção Corretiva Não Planejada:** este tipo de manutenção é provocado, principalmente no caso das frotas, pelos acidentes que ocorrem nas estradas. O principal foco da engenharia de manutenção dos pneus está em evitar, ou diminuir ao máximo, esse tipo de manutenção que, somente onera os custos de qualquer empresa.

- **RESUMO DAS TRÊS FASES DA EMP**

A partir de todo o mapeamento realizado sobre os itens que podem influenciar na perda de desempenho do pneu e os tipos de manutenções que podem ser realizados para diminuir a ocorrência desses itens, de acordo com o momento em que cada fase ocorre, foi possível desenvolver e elaborar um resumo que atendesse a Engenharia de Manutenção dos Pneus (EMP) em uma frota. O Quadro 2 apresenta este resumo, das três fases da EMP.

QUADRO 2. RESUMO DAS TRÊS FASES DA EMP EM UMA FROTA.

Fase	Foco	Alvo	Item	Periodicidade
1.	a. Treinamento	Equipe de Manutenção	a. Cuidados com a aplicação e movimentação dos pneus b. Aplicação da Pressão adequada aos pneus c. Utilização do Desenho de banda adequado para cada aplicação d. Aplicação do Emparelhamento adequado aos pneus duplos e. Análise 3P (Posição, Pressão e Profundidade)	Mensalmente para todos os itens descritos à esquerda
2.	b. Preventiva	Caminhões e Implementos	Geometria e Balanceamento	Os fabricantes indicam a cada 10.000km, mas isso pode ser adaptado para cada frota
	c. Preditiva	Caminhões e Implementos	Análise 3P	No mínimo Mensalmente, mas pode ser menor durante o TDF
	d. Detectiva	Caminhões e Implementos	Análise 3P	Idem a Preditiva
3.	e. Corretiva Planejada	Caminhões e Implementos	Manutenções encontradas nas Preditivas e Detectivas	Planejadas de acordo com o quefor encontrado no item 2
	f. Corretiva Não Planejada	Caminhões e Implementos	Manutenções provocadas por acidentes nas estradas	Imprevisíveis

*Fonte: Preparado pelo autor*

### 4.3.3. SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL

Segundo a ABR (2014), para se fabricar um pneu novo são necessários 79 litros de petróleo, enquanto que, para fabricar somente a banda de rodagem, são necessários 22 litros de petróleo.

A empresa estudada possui cerca de 5.000 pneus rodando em seus veículos e implementos. Utilizando a informação de que uma banda de rodagem precisa de 22 litros de petróleo para ser fabricada, então é possível concluir que, a empresa estuda possui cerca de 110.000 litros de petróleo em forma de bandas de rodagem.

Tendo como base a Tabela 3, que identifica os “Ladrões de Km” e considerando que toda a perda de quilometragem está vinculada a banda de rodagem, pode-se simular uma redução no impacto ambiental, promovida por um plano de manutenção da frota, almejando zero perda de desempenho. A Tabela 16 demonstra a simulação realizada sobre os dados de trabalho na empresa estudada e conclui que os “Ladrões de Km” podem, de forma acumulada, reduzirem o desempenho das bandas de rodagem a 20%.

Portanto, a economia promovida pela Engenharia de Manutenção dos Pneus, pode chegar a 80% do total que a frota tem rodando, ou seja, cerca de 88.000 litros de petróleo em forma de banda de rodagem.

*TABELA 16. SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL.*

<b>“Ladrões de quilometragem”</b>	<b>Perda de desempenho</b>	<b>ECO</b>	<b>Fator</b>	<b>Fator 2</b>
Alinhamento Incorreto	Reduz km em até 25%	27.500 L	0,75	0,75
Balanceamento Incorreto	Reduz km em até 20%	22.000 L	0,80	0,60
Controle de Pressão Inadequado	Reduz km em até 25%	27.500 L	0,75	0,45
Desenho de Banda Inadequado	Reduz km em até 40%	44.000 L	0,60	0,27
Emparelhamento Inadequado	Reduz km em até 25%	27.500 L	0,75	<b>0,20</b>

*Fonte: Preparado pelo autor*

\* **ECO**: indica a economia em litros de petróleo de maneira isolada, por cada item dos ladrões de quilometragem, na frota estudada.

\***Fator**: indica o valor de multiplicação para perda de desempenho dos “Ladrões de Km”.

\***Fator 2**: indica o valor de multiplicação entre os fatores, de forma acumulada.

## 5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho pode concluir que foi possível desenvolver um método capaz de realizar a gestão do Custo Por Km do Pneu em uma empresa transportadora, por meio de planilhas e gráficos em Excel, desde o início de qualquer trabalho de gestão com pneus.

A elaboração do método GCP (Gestão Custo Pneu) incluiu o desenvolvimento de alguns estudos que proporcionaram ao método duas características fundamentais: qualidade dos processos e entendimento sobre os mesmos. Neste sentido, os seguintes assuntos se destacaram: (i) Estrutura hierarquizada; (ii) Estrutura conceitual-teórica; (iii) Mapeamento do ciclo de vida do pneu, e; (iv) Engenharia de manutenção dos pneus.

A estrutura hierarquizada cumpriu com o seu objetivo de criação: o de controle sobre todo planejamento, gestão e operação, de todos os departamentos e pessoas envolvidas com o item pneu, em uma empresa transportadora, tendo como foco a redução do custo deste item. Esta estrutura está baseada na conciliação dos seguintes temas tratados: (i) Hierarquia dos planejamentos; (ii) DMAIC; (iii) Visão; (iv) Valores, e; (v) Processos.

A hierarquia dos planejamentos organizou os planejamentos estratégico, tático e operacional, para a gestão do custo por km do pneu em uma empresa transportadora. A abordagem DMAIC tratou de Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar esta gestão. A Visão destacou as funções envolvidas (Corporativa, Gerencial e Operacional) e os prazos trabalhados (Longo, Médio e Curto) nesta estrutura. Os Valores indicaram os “itens chave” a serem trabalhados. E os Processos apresentaram as atividades que devem ser realizadas, para que a estrutura hierarquizada tenha o foco de seu objetivo almejado, conquistado.

A estrutura conceitual-teórica do método GCP (Gestão Custo Pneu) ficou especificamente localizada dentro do planejamento tático, da estrutura

hierarquizada. Esta estrutura conceitual-teórica foi responsável por definir as atividades que deveriam ser realizadas pelo método GCP e por indicar como essas atividades deveriam ser conduzidas. A estrutura conceitual-teórica foi formada pelo seguinte conjunto de atividades: (i) Coletar dados; (ii) Preencher planilha em Excel; (iii) Analisar custo por km dos pneus; (iv) Identificar oportunidades de melhoria; (v) Elaborar plano de ação, e; (vi) Realizar plano de ação. Este conjunto de atividades foi capaz de assegurar ao método a sua continuidade e, principalmente, sua viabilidade, por meio de um plano de ação que tem como objetivo realizar atividades, destacadas como oportunidades de melhoria, encontradas nas variações das planilhas e gráficos em Excel.

O mapeamento do ciclo de vida dos pneus foi realizado e contribuiu com o método, no sentido de promover um melhor entendimento de todos os envolvidos sobre o assunto e, de entregar a qualquer frota, o domínio sobre a leitura de todos os eventos, locais e análises que possam envolver o controle e a gestão dos pneus em uma empresa transportadora.

A engenharia de manutenção dos pneus em uma frota foi capaz de conciliar todos os tipos de manutenção, com todas as manutenções realizadas nos pneus em uma frota. O foco da engenharia de manutenção dos pneus está em reduzir o número de manutenções corretivas não planejadas com os pneus. Este tipo de manutenção normalmente é provocado pelos acidentes que acontecem nas estradas, longe das bases das empresas transportadoras, e só oneram o custo destas empresas. Além da redução do custo, a engenharia de manutenção dos pneus proporciona a redução do impacto ambiental, uma vez que o pneu é um dos resíduos sólidos que mais agride a natureza.

É possível afirmar que o método GCP (Gestão Custo Pneu) conseguiu transformar em realidade as expectativas das empresas transportadoras, vinculadas à visualização do custo por km dos pneus desde o início de qualquer trabalho voltado a gestão.

A empresa transportadora em estudo, avaliando o método GCP, durante a condução do caso, considerou o método como um “colírio”, que a fez enxergar

algo que antes não via. A empresa enfatizou que, apesar do curto tempo de análise dos dados, o método GCP já indica algumas oportunidades de melhoria que já seriam trabalhadas internamente.

A empresa ressaltou que o pneu possui outras variáveis que interferem em seu desempenho, e o método não controla, como, por exemplo: a idade da frota, o peso transportado e a qualidade das rodovias por onde trafegam. Porém, essas variáveis nem sempre são passíveis de controle por parte da empresa transportadora. Por fim, a empresa afirmou que o método GCP será de grande utilidade a ela, pois o mesmo apresenta um processo qualificado e de fácil entendimento, capaz de promover como benefício a redução no custo pneu para a transportadora e a redução do impacto ambiental para a natureza.

Desta forma, uma vez incorporado este conceito pela empresa transportadora, torna-se possível identificar e programar planos de ação que proporcionem melhorias para esse processo, tornando essas empresas transportadoras mais conhecedoras de seus custos.

Foi elaborado um plano de ação pela empresa estudada, para tentar converter as oportunidades de melhoria em redução de custos. Porém, a empresa transportadora não autorizou a publicação do mesmo e também não informou ao autor os resultados obtidos.

Cabe destacar que este trabalho tem algumas limitações. A primeira delas refere-se à abrangência, principalmente por tratar-se de um estudo de caso único. Sendo assim, como sugestão para um próximo trabalho, novas coletas e análises dos dados poderiam ser realizadas em outras empresas transportadoras, de modo a alcançar uma maior abrangência e profundidade no estudo, cujas evidências ainda são limitadas.

Além da coleta em outras empresas, para um próximo trabalho e continuidade de todo o estudo, poderia ser realizada a verificação do desenvolvimento longitudinal (histórico) da organização sobre os indicadores,

por meio da análise de seus resultados numéricos, em relação aos controles de longo prazo.

Como última e talvez mais importante sugestão, seria interessante o desenvolvimento de um *software* capaz de absorver toda a estrutura hierarquizada, bem como todas as planilhas e gráficos em Excel, desenvolvidos por este trabalho. Esse *software* poderia ser simples, talvez até em formato de um aplicativo, mas deveria ser capaz de transitar por várias interfaces de mídia, comunicando-se com sistemas empresariais, já estabelecidos nas empresas transportadoras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABR - Associação Brasileira do segmento de Reforma de pneus. A importância do mercado brasileiro de reforma de pneus em relação ao mundo e à América Latina. Revista Pnews, e. 54, 2006.

ABR - Associação Brasileira do segmento de Reforma de pneus. Dados do segmento. Disponível em: <http://www.abr.org.br/dados.html>. Acesso em 31 mai. 2014.

APOLO, Sistemas. TOP - Tire Optimization Process. Disponível em: <[http://apolosistemas.com.br/Servicos %20e%20Produtos/Top.html](http://apolosistemas.com.br/Servicos%20e%20Produtos/Top.html)> - Acesso em: 22 nov. 2013.

ALAPA - Associação Latino Americana de Pneus e Aros. Manual de Normas Técnicas – Pneus para Ônibus e Caminhões, 2004.

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Vendas de Pneus para Caminhões e Ônibus no Brasil. São Paulo: ANIP, 2004.

BBTS - Bridgestone Bandag Tire Solutions. Apostila de Treinamento do Controlador de Pneus. Centro de Treinamento Bandag Mercosul, Campinas, 2013.

BUDINI INCORPORATED. *A bit about tire management*. Disponível em: [http://www.budiniincorporated.com/about\\_tms.html](http://www.budiniincorporated.com/about_tms.html) .Acesso em: 07/10/2014

CAMPOS, F.C. Um SAD em Gerência de Manutenção de Frotas de Veículos. 1994. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa CNT de Rodovias 2013. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/index.aspx>. Acesso em 07/10/2014.

DABIC, S.; MILJUS, M. Importance of Exploitation Parameters Related to Retread Tires of Comercial Vehicles. 1st Logistics International Conference, Belgrade, Serbia, 28 - 30 November 2013.

DARIO, M. Práticas, Indicadores da Manutenção e Custos na Gestão de Pneus: Estudo de uma empresa de transportes. 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2012.

DENATRAN - Departamento Nacional do Transporte. Frota Nacional (Agosto de 2014). Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>. Acesso em: 07/10/2014.

DMAIC TOOLS. Six *Sigma Training Resources*. Disponível em: <http://www.dmaictools.com/> - Acesso em: 23 nov. 2013.

DUNN, S. *The fourth generation of maintenance*. Disponível em: [http://www.plant-maintenance.com/articles/4th\\_Generation\\_Maintenance.pdf](http://www.plant-maintenance.com/articles/4th_Generation_Maintenance.pdf). Acesso em: 20 mai. 2014.

EXAME. Custos logísticos voltam a crescer no país. Publicado em 08/10/2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/custos-logisticos-voltam-a-crescer-no-pais-diz-pesquisa>. Acesso em: 06/10/2014.

FERNANDES, M.E. Modelo Computacional para Gestão de Frotas Utilizando Manutenção Centrada na Confiabilidade. 2010. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, 2010.

FILIPOWSKA, A. *et al.* Procedure and guidelines for evaluation of BPM methodologies. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 3, p. 336-357, 2009.

GONÇALVES, J.E.L. As Empresas são Grandes Coleções de Processos. *RAE – Revista de Administração de Empresas*, v. 40, n.1, p. 6-19, 2000.

HAVIARAS, G.J. Metodologia para análise de confiabilidade de pneus radiais em frota de caminhões de longa distância, 2005. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2005.

HUANG, Y. *et al.* A comparative study of the emissions by road maintenance works and the disrupted traffic using life cycle assessment and micro-simulation. *Transportation Research Part D*, v. 14, p. 197-204, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico, 2012.

ILOS, Instituto de Logística e Supply Chain. Panorama Ilos – Custos logísticos no Brasil – 2014.

INMETRO. Portaria nº 444, de 19 de novembro de 2010. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001622.pdf>> - Acesso em: 10 nov. 2013.

KAIZEN, Institute Consulting Group – Brasil. Disponível em: <http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/dmaic.html>. Acesso em: 8 dez. 2014.

KAZOPOULO, M. *et al.* A stated-preference approach towards assessing a vehicle inspection and maintenance program. *Transportation Research Part D*, v. 12, p. 358-370, 2007.

KRONER, W. Produtividade e qualidade na manutenção. Apostila apresentada no curso para Gerenciamento da Manutenção – Weiland Kroner, São Paulo, 1999.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2002. Disponível em: [http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica\\_Reversa\\_LGC.pdf](http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf). Acesso em: 29 mai. 2014.

LAFRAIA, J. R.B. Manual de confiabilidade, manutenabilidade e disponibilidade. Qualitymark: Petrobras, Rio de Janeiro, 2001.

LAGARINHOS, C.A.F.; TENÓRIO, J.A.S. Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 18, n. 2, p. 106-118, 2008.

LAGARINHOS, C.A.F.; TENÓRIO, J.A.S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. *Polímeros*, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

LEITE, P.R. Logística Reversa Meio Ambiente e Competitividade. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LOCH, C.A. Estudo da Gestão da Manutenção em uma Empresa do Segmento Logístico. Graduação em Engenharia - Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.

MACHADO, K. Concessões de Rodovias – Mito e Realidade. São Paulo: Prêmio Editorial, 2002.

MAHMOODZADEH, E. *et.al.* A business process outsourcing framework based on business process management and knowledge management. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 6, p. 845-864, 2009.

MAIA JUNIOR, Humberto. Ótimas rodovias: por que, afinal, no Brasil todo não é assim? Revista Exame. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/politica-cia/otimas-rodovias-por-que-afinal-no-brasil-todo-nao-e-assim/>. Publicado em: 29/06/2013. Acesso em 15/09/2014.

MARCHI, C.M.D.F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente a logística reversa. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 1, n. 2, p. 118-135, jul./dez. 2011.

MIGUEL, P.A.C. Estudo de Caso na Engenharia de Produção – Estruturação e Recomendações para a sua Condução. *Produção*, v. 17, n.1, p. 216-229, 2007.

MOBLEY, R.K. *An Introduction to predictive maintenance*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.

MOGHADAM, A.K.; LIVERNOIS, J. The abatement cost function for a representative vehicle inspection and maintenance program. *Transportation Research Part D*, v. 15, p. 285-297, 2010.

MORABITO NETO, R.; PUREZA, V. Modelagem e Simulação. In: CAUCHICK MIGUEL, P.A. et al. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Cap. 8, p. 169-198.

MOUBRAY, J. *Manutenção centrada em confiabilidade*. Tradução Kleber Siqueira, Edição Brasileira, São Paulo: ALADON, 2000, 426p. Título original: *Reliability Centred Maintenance*.

NAGAO, S.K. *Manutenção industrial: análise, diagnóstico e propostas de melhoria de performance em indústrias de processo*. 1998. 212 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

NOWLAN, F.S.; HEAP, H.F. *Reliability-Centered Maintenance*. 1978. 515 f. Final report, United Airlines Inc. San Francisco – CA.

OLIVEIRA, A.M. *Pneus Automotivos, análise crítica dos requisitos de segurança e de desempenho*. 165 f. 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, J.F.; FERNANDES, M.E.; LIMA, C.R.C. Information Technology Management System: an Analysis on Computational Model Failures for Fleet Management. *JISTEM*, v. 10, n. 3, p. 577-596, Sept/Dec 2013.

PASOTTI, D. *Fleet tyre management: non solo costi di prodotto*. Pneurama Weekly, 23/07/2014. Disponível em: [http://www.pneurama.com/it/pneurama\\_weekly.php](http://www.pneurama.com/it/pneurama_weekly.php). Acesso em: 15/08/2014.

- PECORARI, P.M. Pneus: da borracha ao controle. São Paulo: Batista, 2007.
- PINTO, A.K.; XAVIER, J.N. Manutenção: função estratégica. 2. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- SANTOS, L.A.A. et al. A Contribuição da logística reversa de pneumáticos para a sustentabilidade ambiental. *RACE*, Unoesc, v. 12, n. 2, p. 339-370, jul./dez. 2013.
- SOARES, R.; MARÇAL, R.F.M.; SCANDELARI, L. Gerenciamento de pneus em frota de caminhões de carga. Anais. In: SIMPEP, 13, Bauru, 2006.
- SOFIT, Gestão de Frotas. Controle de pneus reduz custos com manutenção de frota. Disponível em: <http://www.sofit4.com.br/pt/noticia/controle-de-pneus-reduz-custos-com-manutencao-de-frota>. Acesso em: 07/10/2014.
- SOUZA, S.S. Estudo da influência dos resultados da Manutenção Centrada em Confiabilidade no desempenho de um equipamento industrial. 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba.
- WORLD BANK. *World Development Indicators*, 2012.
- WURSTHORN, S. et al. An environmental comparison of repair versus replacement in vehicle maintenance. *Transportation Research Part D*, v. 15, p. 356-361, 2010.
- XAVIER, J.N. Manutenção – tipos e tendências. Disponível em: <http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/tendencia.pdf>. Acesso em 23 mai. 2014.
- YIN, R. Estudo de Caso – Planejamento e Métodos. São Paulo: Bookman, 2010.