UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE JUNQUEIRA BESSA

CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO POR MEIO DE AUDITORIA

JUIZ DE FORA
2014

FELIPE JUNQUEIRA BESSA

CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO POR MEIO DE AUDITORIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Dsc, Roberta Resende Zagha
Co-Orientador: Elder Dias

JUIZ DE FORA
2014

FELIPE JUNQUEIRA BESSA

CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO POR MEIO DE AUDITORIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 22 de Janeiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

_____

DSc, Roberta Resende Zagha
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Engenheiro de qualidade, Elder Dias
Mercedes - Benz

_____

DSc, Marcos Martins Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTO

A todo àqueles que de uma forma ou outra contribuíram para a minha formação. Principalmente ao meu pai, a minha mãe e a minha irmã que estiveram comigo em todos os momentos da graduação, dando apoio, carinho e força para o meu desenvolvimento.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo focar no controle de qualidade através da auditoria do produto, mostrando como a garantia da qualidade está diretamente ligada á auditoria. Além da teoria, foi realizado um estudo de caso em uma indústria automobilística. Foi mostrado que a auditoria do produto é um requisito da Norma ISO TS 16949, utilizada pelas indústrias automobilísticas. Além disso, mostrou a sua importância para a garantia da qualidade dos produtos, sendo caracterizada como o termômetro da empresa. Foi apresentado todo o processo de uma auditoria tanto na teoria quanto na prática, mostrando todas as variáveis que a envolvem, como qualificação de pessoal, estrutura física, check-list, ambiente de trabalho, amostragem, divulgação do resultado e etc. No estudo de caso foi apresentado todo o sistema de qualidade da Mercedes Benz, seguido pela exposição dos tipos de auditoria. Com base neste problema foram realizadas diversas análises das duas auditorias para encontrar a causa desse problema e propor algum tipo de solução. No final há uma conclusão de todo o estudo teórico e prático, juntamente com uma possível solução para o problema.

Palavras-chave: Controle, Auditoria, Qualidade.

ABSTRACT

The study aimed to focus on quality control through the product audit, showing how quality assurance is directly related to the audit. Besides the theory, a case study was conducted in an automotive industry. It was shown that the product audit is a requirement of ISO TS 16949, used by car manufacturers. Moreover, it is showed its importance to guarantee the quality of products being featured. The entire process of an audit was presented, showing all the variables that involve, as a qualification of personnel, physical structure , checklist , work environment , sampling, dissemination of results and so on. In the case study the entire system of quality Mercedes Benz was presented. After a problem experienced by the company studied was presented: the difference between the results of two different audits. Based on that several analyzes of the two audits were performed to find the cause problem and propose some sort of solution for the problem. At the end there is a conclusion of all the theoretical and practical study, along with a possible solution to the problem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção 14
Figura 2 – Sistema de auditoria VDA 6 17
Figura 3 – Auditoria do produto 20
Figura 4 - Características da auditoria do produto 21
Figura 5 - Método de auditoria de produto 22
Figura 6:Gráfico do nível de confiança x variabilidade 31
Figura 7: Vista aérea mostrando os processos da empresa 36
Figura 8: Caminhão Accelo 37
Figura 9: Caminhão Actros 38
Figura 10: Vista aérea da planta mostrando a localização dos sensores de qualidade 40
Figura 11: APA 46
Figura 12: Chassi do caminhão Accelo 47
Figura 13: Cabina do caminhão Accelo 47
Figura 14: Elevador do APA 48
Figura 15: WSA 51
Figura 16: Carrinho do WSA para auditoria da parte inferior do chassi 52
Figura 17: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo APA 54
Figura 18: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo WSA 55
Figura 19: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo APA após o ajuste na base de dados 56
Figura 20: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo APA 57
Figura 21: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo WSA 57
Figura 22: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo APA após o ajuste na base de dados 58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Evolução cronológica dos modelos de gestão na indústria automobilística 18
Quadro 2: Descrição dos produtos avaliados 23
Quadro 3: Descrição dos produtos avliados da concorrência 23
Quadro 4: Exemplo de check-list 24
Quadro 5: Auditoria das funções dos produtos 24
Quadro 6: Formulário para o registro das observações funcionais 24
Quadro 7: Registro das avaliações mercadológicas 25
Quadro 8: Formulário para realização de análise comparativa 26
Quadro 9: Registro das observações a respeito dos aspectos de manufatura 26
Quadro 10: Resumo geral de todas as observações 27
Quadro 11: Resumo geral dos pontos mais importantes 27
Quadro 12: Resumo das oportunidades de melhoria 27
Quadro 13: Prioridades para o tratamento das melhorias 27
Quadro 14: Relação dos pontos críticos 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: O efeito da população na calculo do tamanha da amostra 33
Tabela 2: Comparação entre os check-list do APA e WSA 53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANFIA – Associação Nacional da Indústria Automobilística – Itália

AVSQ – Avaliação de sistema da qualidade da ANFIA

EAQF – Avaliação da Atitude da Qualidade do Fornecedor

IATF – *International Automotive Task Force*

ISO – Organização Internacional para Normalização

ISO/TC – Organização Internacional para Normalização – Comitê Técnico

ISO/TS – Organização Internacional para Normalização – Especificação Técnica

JAMA – *Japan Automobile Manufacturers Association*

QS 9000 – Requisitos do Sistema da Qualidade

VDA – Associação de Fabricantes para Indústria Automobilística da Alemanha

WSA – Liberação final do veículo

BPA – Auditoria de produto por área

APA – Auditoria de produto acabado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 13
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 14

2. CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO POR MEIO DE AUDITORIA 15

2.1 NORMAS E SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE 15
2.1.1 ISO 9000 15
2.1.2 QS – 9000 16
2.1.3 VDA 6 16
2.1.4 AVSQ 17
2.1.5 EAQF 17
2.1.6 ISO TS – 16949 17
2.1.7 ISO TS – 16949 8.2.2.3 18
2.2 AUDITORIA DE PRODUTO 19
2.2.1 DEFINIÇÃO 19
2.2.2 ÁREAS DE ATUAÇÃO 19
2.2.3 PRODUTO PARA AUDITORIA 20
2.2.4 CARACTERÍSTICAS DE UMA AUDITORIA DE PRODUTO 21
2.2.5 MÉTODO DE AUDITORIA 22
2.2.6 ROTEIRO DA AUDITORIA 23
2.3 AUDITORIA POR AMOSTRAGEM 28
2.3.1 AS CAUSAS DA MÁ QUALIDADE 28
2.3.2 CALCULO DAS PROBABILIDADES DE CONDIÇÃO DOS LOTES 28
2.3.3 INTERVALO DE CONFIANÇA 30

3. ESTUDO DE CASO 35

3.1 A EMPRESA 35
3.2 MERCEDES BENZ DE JUIZ DE FORA 35
3.3 PRODUTOS 36
3.4 CONTROLE DE QUALIDADE PELA AUDITORIA DE PRODUTO 38
3.5 IMPORTANCIA DA AUDITORIA PARA O CONTROLE DA QUALIDADE 38
3.6 AUDITORIA DO PRODUTO NA MERCEDES BENZ DE JUIZ DE FORA 39
3.6.1 ESPECIFICAÇÕES 39
3.6.2 FALHAS 39
3.6.3 SENSORES 39
3.6.4 CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS 42
3.6.5 UTILIZAÇÃO DO SISTEMA 43
3.6.6 TRATATIVA DAS FALHAS 43
3.6.7 AÇÕES PARA A MELHORIA DA AUDITORIA 44
3.7 ANÁLISE DOS SENSORES APA E WSA 45
3.7.1 INTRODUÇÃO 45
3.7.2 ACOMPANHAMENTO DOS SENSORES 45
3.7.3 COMPARAÇÃO DOS CHECK-LIST 52
3.7.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS 54

4. CONCLUSÃO 59

REFERÊNCIAS 61

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos dias de hoje a competição entre as empresas está cada vez mais acirrada. A evolução do mercado juntamente com a globalização colocam as empresas em um novo cenário. Cada vez mais precisam ter processos mais enxutos com produtos de qualidade a um menor custo. Para obter resultados as organizações necessitam de um sistema de gestão da qualidade.

Um sistema de gestão de qualidade é um conjunto de regras mínimas que auxiliam a gestão e o controle dos requisitos referentes á qualidade. Ele deve permitir monitorar, medir e analisar os processos tomando as necessárias ações corretivas e preventivas para atingir os resultados planejados e privilegiando a melhoria continua de todos os processos e subsistemas. (FERREIRA, 2005).

Para padronizar os sistemas, foram criadas normas regulamentadoras. Segundo a empresa de certificação bsi, norma é um documento que contém especificações técnicas que são utilizadas como regras ou diretrizes, e que tornam a vida dentro das empresas mais simples e aumentam a confiabilidade do produto ou serviço.

Para se obter determinado sistema de gestão da qualidade é preciso passar pela certificação, onde uma empresa certificadora audita a empresa contratante nos requisitos da norma. De acordo com a bsi a maioria das empresas multinacionais, utilizam como requisito mínimo de um fornecedor a certificação em determinada norma de sistema de gestão, portanto ser certificado por alguma norma nos dias de hoje pode ser considerado uma obrigação.

Portanto para competir no mercado global as empresas estão buscando certificações das normas de sistema de gestão da qualidade, que é a forma delas garantirem a satisfação dos seus clientes (bsi).

1.2 JUSTIFICATIVA

No setor automobilístico a qualidade é imprescindível para o desempenho de qualquer empresa e elas precisam assegurar a qualidade de seus produtos. Para isso, as empresas

adotam um sistema de gestão da qualidade, regulamentados por uma norma. Hoje em dia a norma adotada no setor automobilístico é a ISO TS 16949.

Esta norma é formada por um conjunto de especificações técnicas que auxiliam no asseguramento da qualidade. Entre essas especificações, existe uma referente á auditoria do produto acabado.

A auditoria de produto é um processo extremamente importante, pois os resultados obtidos são as informações para as decisões da alta gerência. Com isso ela deve ser realizada por profissionais treinados e capacitados, com todos os recursos necessários. Caso o resultado obtido de uma auditoria não seja o retrato da realidade, isso irá gerar decisões que podem prejudicar uma empresa. E a causa de um resultado que não retrata a realidade pode ser uma auditoria mal feita. Isso pode muitas vezes acontecer, por a empresa pensar em economizar neste processo.

Com isso, o objetivo principal do trabalho é mostrar a importância das auditorias de produto para o controle de qualidade da empresa.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

A pesquisa é aplicada em uma montadora de caminhões situada em Juiz de Fora – MG que é certificada pela ISO TS 16949. O enfoque da pesquisa é o controle da qualidade por meio de auditoria de produto acabado.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

- O objetivo do trabalho é estudar o controle da qualidade do produto acabado por meio de auditoria. É entender como é uma auditoria do produto e como ela contribui para a garantia da qualidade dos produtos da empresa.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Com base na teoria de Miguel (2010), o estudo é baseado em uma pesquisa aplicada com o objetivo de descrever qualitativamente um estudo de caso.

A Pesquisa aplicada tem o objetivo gerar conhecimento que possa ser aproveitado na prática para solução de problemas.

A Pesquisa descritiva expõe características de determinada população ou determinado fenômeno.

A Pesquisa qualitativa foca principalmente no processo e no seu significado.

O Estudo de caso é um estudo que pode ser realizado com uma pessoa, uma família, uma empresa, ou até mesmo em um país. Tem um caráter de profundidade e detalhamento e pode ou não ser realizado no campo.

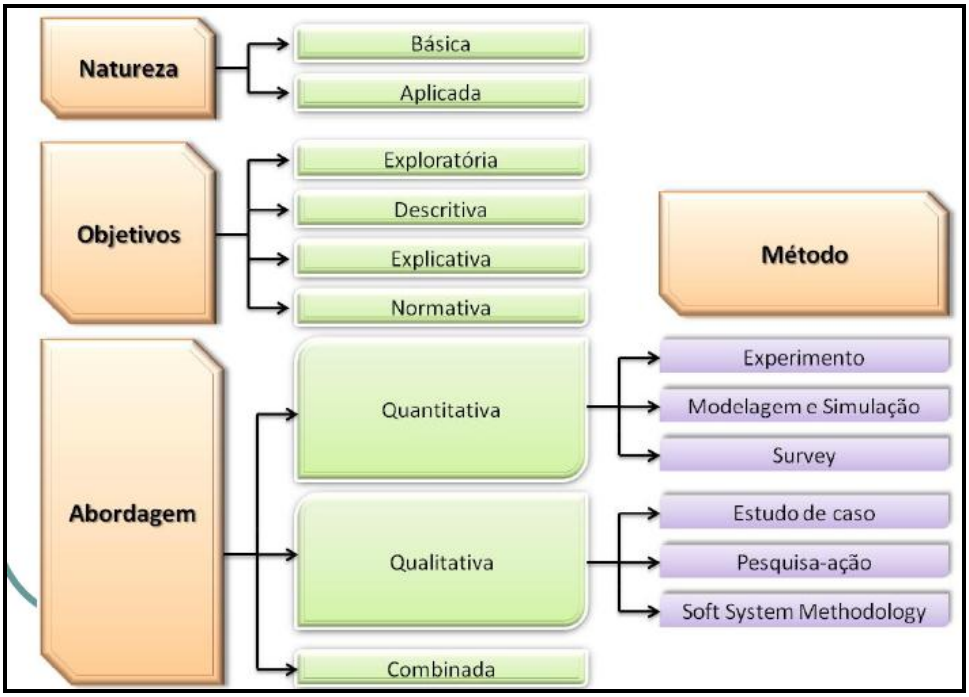

Figura 1 – Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção
Fonte: Miguel, 2010 (Adaptado)

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é dividido em 4 capítulos.

O primeiro tem uma introdução do tema discutido no trabalho com algumas considerações iniciais. Apresenta ainda a justificativa, com o objetivo e a metodologia utilizada. Por fim mostra o cronograma das atividades.

O segundo capítulo apresenta a revisão literária do assunto, mostrando o que livros, artigos, dissertações apresentam sobre o assunto.

O terceiro trata de um estudo de caso em uma indústria automobilística.

O quarto conclui o trabalho.

2. CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO POR MEIO DE AUDITORIA

2.1 NORMAS E SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

As normas são documentos que contém especificações técnicas e são utilizados como regras, definições e diretrizes (bsi). Elas têm a função de tornar a vida mais simples dentro de uma organização e aumentar a confiabilidade e efetividade dos seus produtos. As normas são um conjunto das melhores práticas, ao invés de uma prática geral (bsi).

Um sistema de gestão da qualidade deve possibilitar a empresa a monitorar, medir e analisar os processos e caso seja necessário tomar as ações corretivas e preventivas para alcançar os objetivos planejados. Outro ponto a destacar de um sistema de gestão da qualidade é a busca pela melhoria contínua de todos processos e subsistemas (FERREIRA, 2005).

Após estabelecido, deve ser documentado para que a gestão possa ser feita através de procedimentos e regras declaradas e rastreáveis. Ainda segundo Ferreira, a quantidadede documentos deve ser a menor possível para uma operação mais fácil do sistema eque todas as alterações e melhorias sejam realizadas de maneira controlada e conhecida.

A utilização de um sistema de gestão da qualidade com seus requisitos baseados em uma norma traz benefícios para uma organização como, atrai mais clientes, garante a utilização das melhores práticas e cria vantagens competitivas. Segunda a empresa certificadora bsi, sistemas de gestão da qualidade baseado nas normas são requisitos mínimos adotados por multinacionais para escolher seus fornecedores e, portanto é indispensável para uma empresa que queira competir mundialmente. Além disso, de acordo com a bsi, a certificação se um sistema de gestão é como se fosse um símbolo que o produto daquela empresa é de qualidade.

Com a necessidade de garantir o controle da qualidade de seus produtos, simplificando e padronizando ás tarefas, as empresas não tiveram outra escolhe a não ser de serem certificadas por alguma Norma (HARO, 2001).

Logo abaixo é apresentado um histórico das normas de sistema de gestão da qualidade do setor automobilístico:

2.1.1 ISO 9000

Criado em 1987, o padrão ISO 9000 era utilizada como um requisito mínimo para os fornecedores da indústria automotiva (HARO, 2001). Segundo o prof. DR. Carlos Eduardo

Sanches da Silva da UNIFEI (2003) é um conjunto de normas e diretrizes internacionais para sistema de gestão de qualidade.

A família ISO 9000 orienta e apresenta ferramentas para que as organizações atendam as necessidades dos clientes e tenham a qualidade de sues produtos constantemente melhorada. Ela contem algumas das melhores ferramentas da ISO (ISO 9000).

Segundo Daniel, o problema para a indústria automobilística era a generalidade da ISO 9000, já que focava apenas na padronização de conceitos e documentação, não focando nos requisitos do produto e de processo. E na verdade as montadoras buscavam a adequação ao uso do produto e a melhoria continua. Diante deste cenário, as indústrias automobilísticas começaram a elaborar os seus próprios padrões de sistema de qualidade, com os requisitos da ISO 9000, mais os requisitos relacionados á adequação ao uso e a melhoria contínua.

2.1.2 QS – 9000

A QS – 9000 teve seu inicio em 1988, com a criação de uma força tarefa formada por representantes das três maiores indústrias automotivas dos Estados Unidos na época – Chrysler, Ford e General Motors (RICCI, 1996).

O principal objetivo na sua elaboração era acrescentar na ISO 9000 os requisitos de produto e processo. Para isso, o grupo unificou e padronizou os manuais de referência, os formatos de relatório e as terminologias das três marcas, dando ênfase na adequação ao uso e na melhoria continua.(HARO, 2001).

Para a elaboração da QS a base utilizada foi a ISO 9000:94 com alguns outros requisitos exclusivos da indústria automotiva americana. Ela foi lançada em 1994 (HARO, 2001).

2.1.3 VDA 6

O manual VDA 6 foi elaborado em 1991 pelos representantes das maiores industrias automobilísticas Alemã. Ele é constituído de um conjunto de normas para o gerenciamento do sistema da qualidade.. Abaixo, segue o padrão da qualidade definido pela VDA 6.

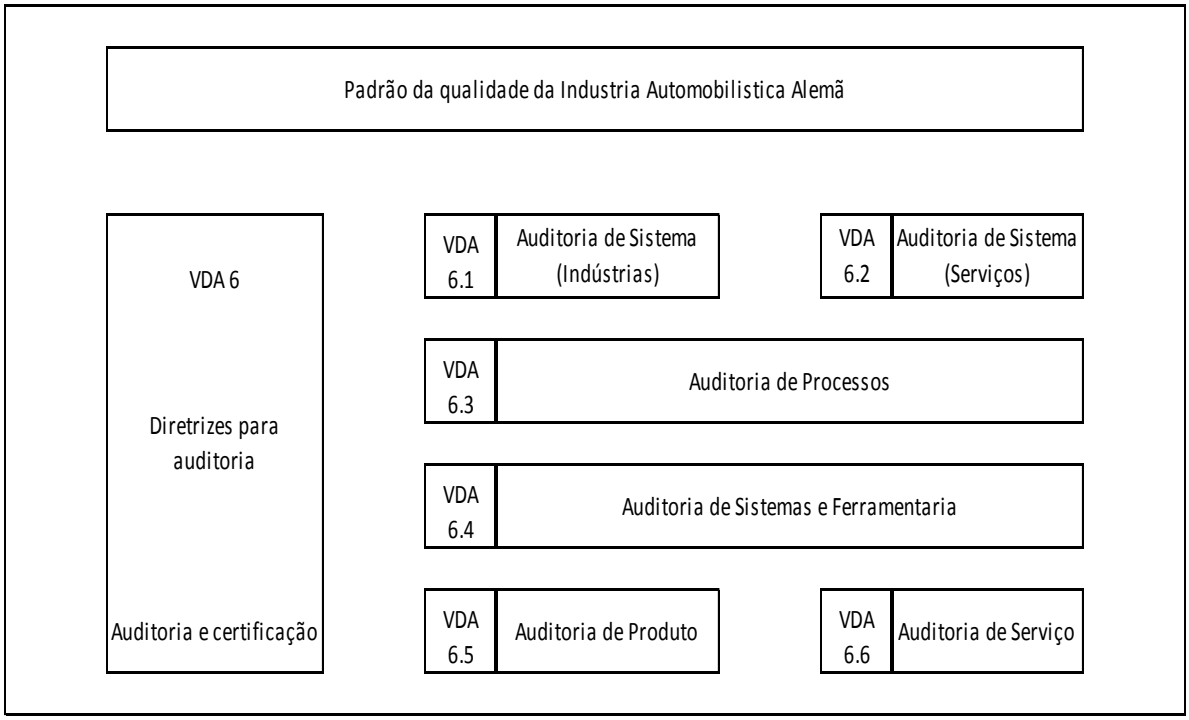

Figura 2 – Sistema de auditoria VDA 6
Fonte 1: Daniel Garcia Haro, 2001

2.1.4 AVSQ

Definida pela ANFIA, foi estruturada em 1994 para avaliar o sistema de qualidade dos fornecedores das grandes indústrias automotivas italianas. Teve como base a ISO 9000, e foi acrescentada com alguns requisitos específicos pra a indústria automotiva (VERITAS, 1998).

2.1.5 EAQF

Elaborada por representantes das indústrias automobilísticas francesas Renault e Peugeot em 1990, para avaliar o sistema da qualidade dos fornecedores das industrias automobilística de seu país. Assim como as outras, utilizou como base a ISO 9000 e acrescentou alguns requisitos (VERITAS, 1998).

2.1.6 ISO TS – 16949

Diante de tantas normas criadas para o setor automotivo devido á falta de ênfase da série ISO 9000 na adequação ao produto e a melhoria continua, juntamente com a globalização, em 1996 as grandes montadoras começaram a se mobilizar para criar uma norma que atendesse a todos os países, diminuindo os esforços dos fornecedores para atenderem todos os requisitos (SOUZA, 2010). Foi criado um grupo de trabalho IATF, com

representantes das principais montadoras. Esse grupo elaborou a TS – 16949, baseada na ISO 9001, AVSQ, VDA 6.1, QS – 9000 e EAQF (SOUZA, 2010).

A primeira edição dessa norma saiu em 1999. Em 2002 houve uma revisão da norma atualizando conforme a norma ISO 9000: 2002, com a adição de termos específicos da indústria automotiva mundial. A outra novidade desta atualização foi á participação do JAMA na elaboração da norma, alinhando a indústria automotiva japonesa com as do ocidente. Além disso foi incluído requisitos da ISO 14001 (meio ambiente e da OHSAS 18001 saúde e segurança) (Souza, 2010).

Abaixo segue um quadro com a evolução cronológica dos modelos de sistema de gestão da qualidade:

Data	**Publicação**
1987	ISO 9000 Versão 1987
1991	VDA 6
1994	ISO 9000 Versão 1994 QS 9000 AVSQ EAQF
Nov. 1997	Aprovação do projeto TS16949
Junho 1998	TS 16949 - esboço pronto
Abril 1999	TS 16949 - Publicação da primeira edição.
Nov. 1997	Ampliação dos envolvidos (Coréia, japão e Suécia)
Fev. 2000	TS 16949 - Segunda edição - primeira reunião
2000	ISO 9000 - 2000 Publicação
2001	TS 16949 Segunda edição - aprovação
2002	TS 16949 Segunda edição - publicação

Quadro 1: Evolução cronológica dos modelos de gestão na indústria automobilística
Fonte: Miklos (2000)

2.1.7 ISO TS – 16949 8.2.2.3

Segue a baixo o item 8.2.2.3 da TS – 16949 que fala sobre auditoria de produto (TS – 16949):

> "A organização deve auditar os produtos em estágios apropriados da produção e entrega, em uma frequência definida, para verificar a conformidade com todos os requisitos especificados, tais como dimensões do produto, funcionalidade, embalagem e etiquetagem."

2.2 AUDITORIA DE PRODUTO

2.2.1 Definição

Segundo Gurgel (2008) a auditoria de produto se baseia na prestação de um serviço aos executivos da empresa contratante, fazendo uma análise crítica do produto e fornecendo informações que servirão como auxilio para as tomadas de decisão relacionadas aos produtos. A auditoria é realizada periodicamente e de maneira independente.

2.2.2 Áreas de atuação

Gurgel divide a auditoria de produto em quatro áreas de atuação:

- Análise Funcional

Analisa se os requisitos de desempenho estão sendo cumpridos conforme o especificado. Esta análise verifica também se a documentação do produto está conforme.

- Análise Mercadológica

Analisa os requisitos de mercado no produto, como cores, brilho, ajustes de comandos, acabamentos, dispositivos de segurança e etc. Verifica também a apresentação da embalagem, seu posicionamento no ponto de venda e o sistema de informação ao usuário.

- Análise da concorrência

Adquiri no mercado um produto similar do concorrente, faz a análise funcional e mercadológica, e com o resultado, compara com os resultados obtidos dos produtos da empresa e prepara-se um relatório destacando principalmente as deficiências do produto da empresa em relação à concorrência.

- Análise de manufatura

Verifica se o produto foi projetado para uma montagem simples e flexível. Verifica se há algum material em excesso no produto e seus pontos críticos na hora de montar. Assim como as outras áreas, a análise de manufatura deve ser realizada por auditores independentes, mas ao contrário das outras três, os auditores não necessariamente precisam conhecer todo processo, o que da uma liberdade para que eles proponham soluções, que no futuro podem ser a solução do problema.

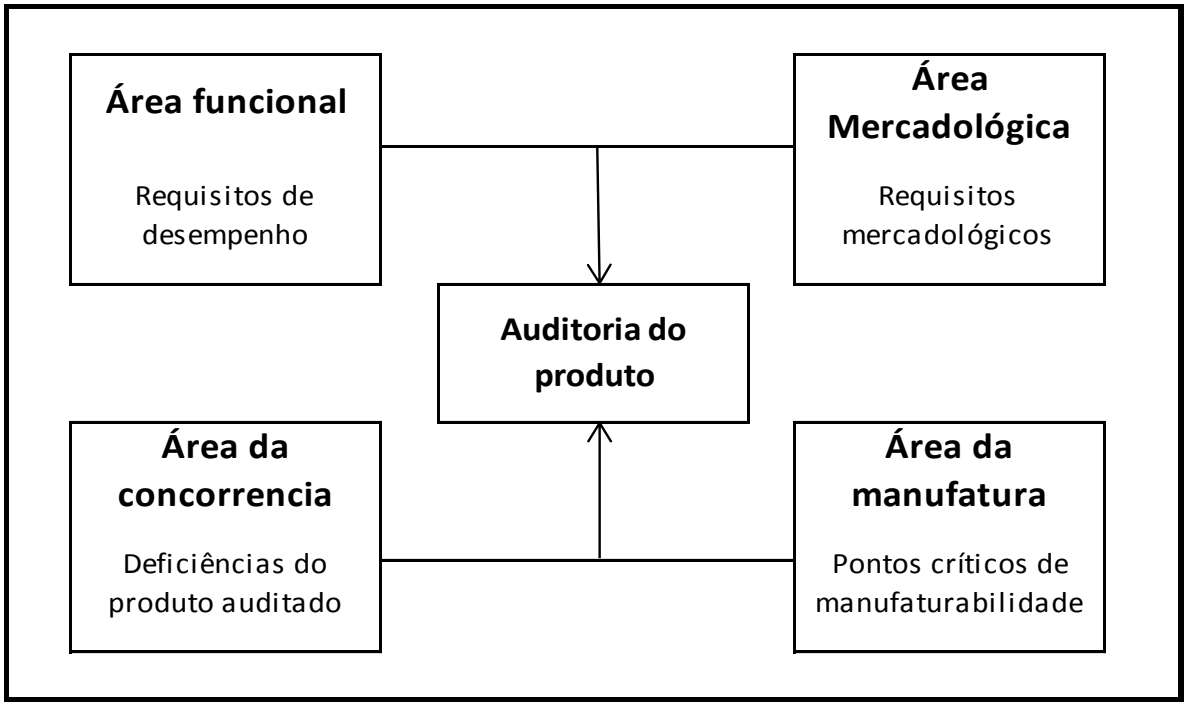

Figura 3 – Auditoria do produto
Fonte: Gurgel (2008)

2.2.3 Produto para auditoria

Para Gurgel (2008) a auditoria de produto deverá ser realizada dentro de uma periodicidade, com a escolha dos produtos por meio de alguns critérios:

- Lideres de venda: auditoria nos produtos que a empresa tem maior venda;
- Parando de serem fabricados: auditoria nos produtos que por algum motivo despencaram suas vendas e se não sofrerem modificações, não serão mais fabricados;
- Produtos que tem retorno pequeno: auditoria para verificar o porquê desse baixo retorno;
- Produtos por código: auditorias em produtos na sua sequencia por código, faz com que toda linha fique auditada;
- Produtos com problemas: auditar produtos que já se tem um histórico de problemas;
- Produtos com desempenho muito próximo do especificado: auditoria nos produtos que correm o risco de sai da especificação;
- Produtos que estão com mercado ruim: auditoria nos produtos que por algum motivo estão ficando sem mercado;

- Produtos que sofreram diferenciações: auditoria nos produtos que sofreram alterações;
- Novos produtos: auditoria nos novos produtos.

2.2.4 Características de uma auditoria de produto

As características segundo Gurgel de uma auditoria de produto são apresentadas na figura:

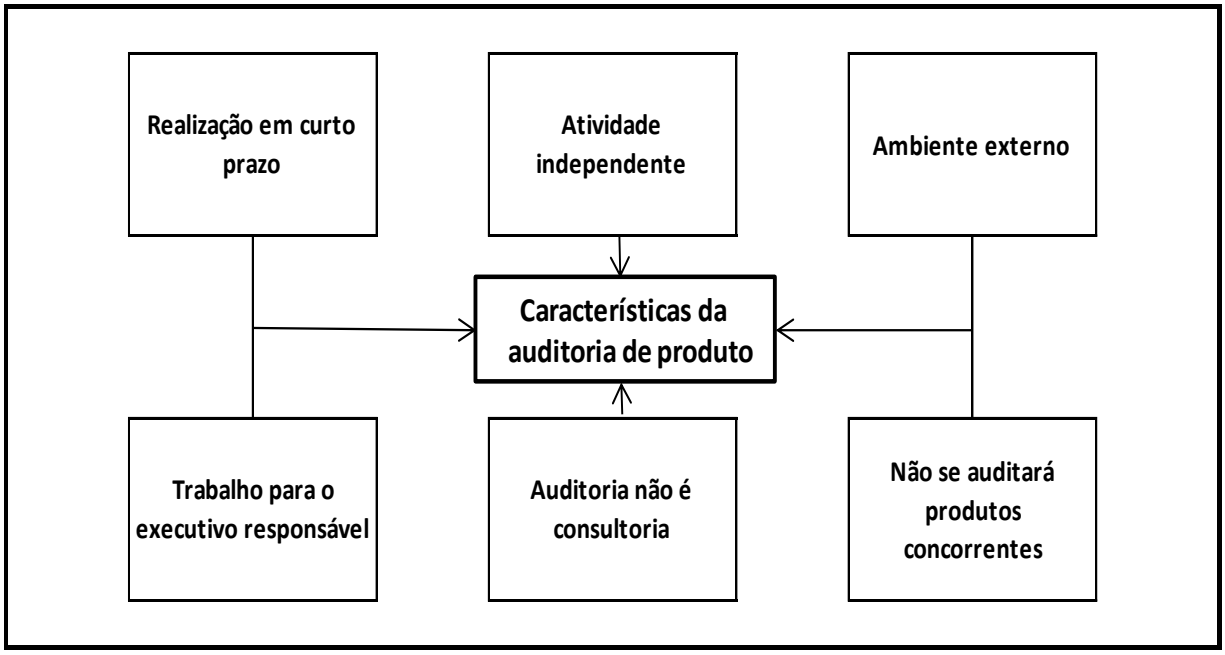

Figura 4 - Características da auditoria do produto
Fonte: Gurgel (2008)

- Curto Prazo: a auditoria tem que ocorre no menor tempo possível para que a resposta ao executivo da empresa chegue a tempo de tomar as decisões cabíveis;
- Independente: a auditoria é feita por auditores de fora da empresa e, portanto não afetam ás atividade normais;
- Externo: a auditoria é realizada em um ambiente externo, para que não sofra interferência do ambiente da empresa, o que dar maior credibilidade ao trabalho;
- Cliente: o cliente de uma auditoria de produto sempre será o executivo da empresa contratante;
- Oportunidades: a auditoria deixa para a empresa contratante os pontos mais críticos e os pontos de possíveis melhorias, deixando a cargo do cliente, decidir quais sugestões serão seguidas e através de quais métodos serão realizadas.

- Assistência: Se a equipe interna precisar de ajuda para seguir alguma das sugestões, precisará contratar uma consultoria.
- Similares: a equipe de auditores contratada não poderá auditar produtos similares do concorrente.

2.2.5 Método de auditoria

Ainda segundo Gurgel (2008), a auditoria segue um método de trabalho que é apresentado no contrato entre as partes. Abaixo segue um fluxograma deste método:

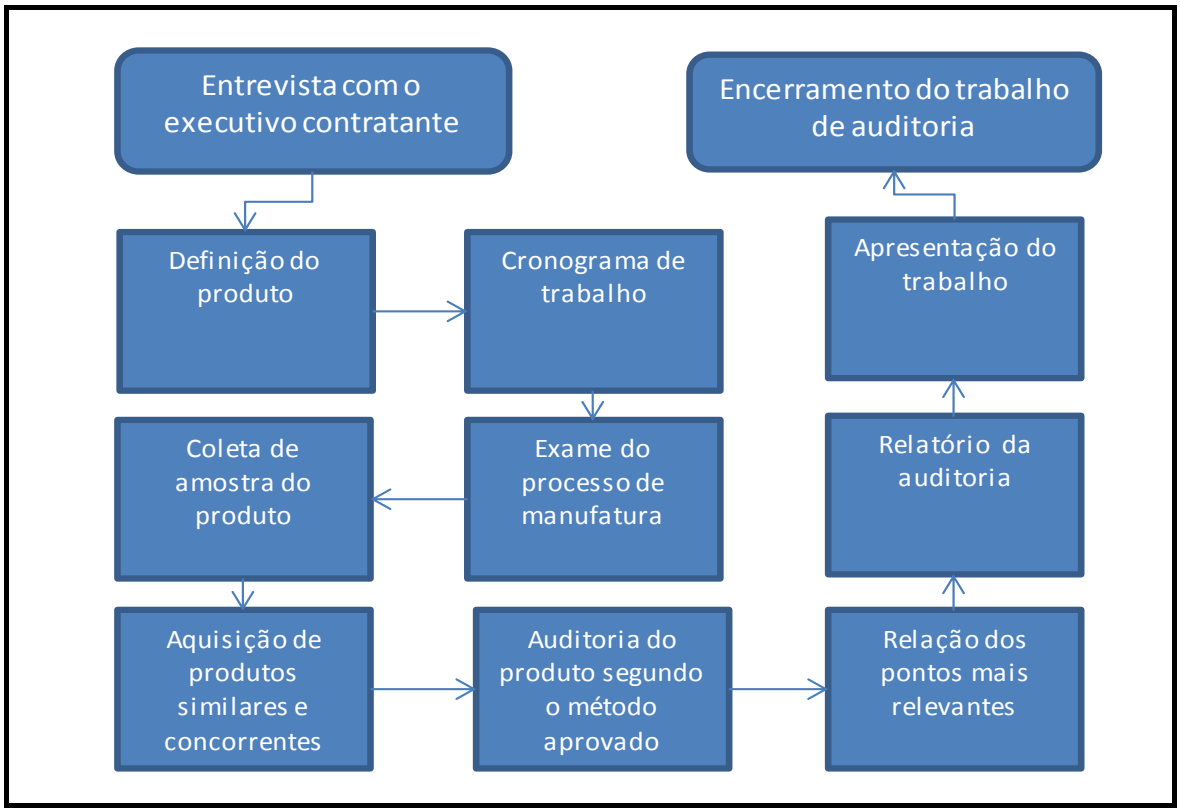

Figura 5 - Método de auditoria de produto
Fonte 2: Gurgel (2008)

- Entrevista: após contratar o serviço, o executivo responsável discute com a equipe contratada os produtos prioritários para auditoria, escolhendo-se o primeiro. Discute-se e aprova o método de trabalho utilizado;
- Cronograma: Estabelece-se o cronograma de trabalho;
- Processo: Equipe de auditoria acompanha todo o processo do produto;
- Amostras: Coleta as amostras que serão auditadas;
- Similares: adquire-se no mercado produtos similares do concorrente;

- Auditoria do produto: realiza-se a auditoria no produto da empresa e no concorrente, preparando uma apresentação com as principais características. Internamente, na empresa auditora, realiza-se a primeira avaliação;
- Documentação: prepara-se um relatório para empresa contratante;
- Apresentação: a empresa auditora faz a primeira apresentação dos pontos levantados para o executivo responsável e as demais pessoas que seja de seu interesse que o acompanhe;
- Relatório: com a base da primeira apresentação, mais alguns pontos levantados, é feito o relatório final que será entregue para o executivo contratante.
- Divulgação: o trabalho é divulgado para a empresa a critério do executivo.

2.2.6 Roteiro da auditoria

Para Gurgel (2008) a auditoria do produto deverá seguir um roteiro de conhecimento do executivo contratante. As atividades desse roteiro é o mínimo para ser realizado, podendo ser acrescentadas outras ao longo da auditoria.

1º passo: a equipe de auditores irá descrever as principais características do produto da empresa e do concorrente:

Descrição dos produtos avaliados
Produto
A - Modelo: Empresa

Quadro 2: Descrição dos produtos avaliados
Fonte: Adaptado de Gurgel (2008)

Descrição dos produtos avaliados
Produto
A - Modelo: Concorrente

Quadro 3: Descrição dos produtos avliados da concorrência
Fonte 3: Adaptado de Gurgel (2008)

Foi padronizado um estilo de layout para todas as auditorias. As perguntas do check-list podem ter como resposta, ótimo, bom, regular ou ruim. Segue o padrão abaixo (Gurgel, 2008):

Características	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Qual a impressão da resistencia mecanica?				
Existe facilidade de substituição de componentes?				
Qual a clareza dos manuais de instruções?				
Qual a facilidade de retirar o produto da embalagem?				

Quadro 4: Exemplo de check-list
Fonte: Adaptado de Gurgel (2008)

2º passo: realização da análise funcional

Características	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Os requisitos de desempenho são claramente explicitados no produto e na embalagem?				
Qual nível desse desempenho?				
A embalagem tetrata corretamente o que é o produto?				
O uso é adequado?				
Qual a perspectiva de confiabilidade?				
Qual a impressão de resistência mecanica?				
Existe facilidade de substituição de componentes?				
Qual é a clareza dos manuais de instruções?				
Qual a facilidade de retirar o produto da embalagem?				

Quadro 5: Auditoria das funções dos produtos
Fonte: Gurgel (2008)

Após a auditoria registrar as observações levantadas ao longo do trabalho no quadro 5.

Resumo das observações		
Nº	**Observações**	**Sugestões**
1		
2		
3		

Quadro 6: Formulário para o registro das observações funcionais
Fonte: Gurgel (2008)

3º passo: realização da análise mercadológica

Características	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Como se avalia o aspecto visual do produto em relação à embalagem?				
Qual a avaliação das cores utilizadas no produto e na embalagem?				
Qual é a avaliação da decoração do produto?				
Como se avalia o toque com a mão?				
Qual é o nível de ajuste dos comandos?				
Existe segurança adequada para o usuário?				
Qual a qualidade do grafismo da embalagem?				
Qual a visibilidade dos textos da embalagem?				
É fácil posicionar o produto nas gôndulas do ponto de venda?				
Qual o nível de ocupação promocional na área de embalagem?				
Qual é o nível de informação que o produto e a embalagem prestam ao usuário?				
Qual é o nível de atenção do produto e embalagem na prateleira?				
O produto e embalagem despertam interesse e atenção do usuário?				
Qual o nível das peculiaridades para despertar o desejo de compra?				
Como se avalia a combinação de cores da embalagem?				
A programação visual da embalagem identifica-se com o produto?				
As instruções de uso de produto são claras?				
Qual a adequação aos padrões da ergonomia?				
O produto e a embalagem informam o funcionamento do produto ao usuário?				
Os comando obedecem ao "sentido esperado"?				
Os comandos tem manuseio racional?				

Quadro 7: Registro das avaliações mercadológicas
Fonte: Gurgel (2008)

Após a auditoria registrar as observações levantadas ao longo do trabalho no quadro 5.

4º passo: realização da análise comparativo

Características	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Como se avalia a funcionalidade do produto e da embalagem em face dos produtos concorrentes?				
Como se avalia a presença mercadológica do produto e da embalagem em face dos produtos concorrentes?				
Qual a posição do produto e da embalagem, diante do atendimento das necessidades do usuário?				
Qual a posição do produto e da embalagem, diante do atendimento das necessidades do usuário?				
Qual nível de pontos críticos e potenciais de falhas, em relação aos produtos e às embalagens concorrentes?				
Como o produto e a embalagem se destacam no aspecto visual, em face dos produtos concorrentes?				
Qual a facilidade comparada de uso?				
Qual a facilidade comparada de armazenamento?				
Qual a facilidade comparada de montagem?				
Qual a facilidade comparada de desmontagem?				
Qual a perspectiva comparada de ruptura e desgaste?				
Qual o nível comparado de ruído?				
Qual o nível comparado de possibilidade de ecologia reversa?				

Quadro 8: Formulário para realização de análise comparativa
Fonte: Gurgel (2008)

Após a auditoria registrar todas observações levantadas ao longo do trabalho no quadro 5.

5º passo: realização da análise de manufatura

Características	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
A embalagem é adequada ao peso do produto?				
O número de peças e calços da embalagem é excessivo?				
O numero de peças normalizadas é adequado?				
O projeto do produto facilita a montagem e sua colocação na embalagem?				
Existe diversidade desnecessária de matérias-primas na composição do produto e da embalagem?				
Qual o nível de pontos críticos detectados na montagem do produto e da embalagem na linha de produção?				
O suprimento de componentes externo é aparentemente seguro?				
Qual o nível de dificuldades na montagem do produto?				
Qual o nível de dificuldades da montagem da embalagem?				
Qual o nível de ajustamento de uma peça do produto com outra peça do mesmo produto?				
Qual o nível de ajustamento do produto na embalagem?				

Quadro 9: Registro das observações a respeito dos aspectos de manufatura
Fonte: Gurgel (2008)

Após a auditoria registrar as observações levantadas ao longo do trabalho no quadro 5.

6º passo: resumo geral de as observações

Resumo geral de observações		
Temas	**Tema**	**Observações**
1		
2		
3		

Quadro 10: Resumo geral de todas as observações
Fonte: Gurgel (2008)

7º passo: resumo geral das observações

Pontos mais importantes		
Pontos	**Tema**	**Observações**
1		
2		
3		

Quadro 11: Resumo geral dos pontos mais importantes
Fonte: Gurgel (2008)

8º passo: apresentação das oportunidades de melhoria identificadas pelos auditores

Oportunidades de melhoria		
Pontos	**Tema**	**Observações**
1		
2		
3		

Quadro 22: Resumo das oportunidades de melhoria
Fonte: Gurgel (2008)

9º passo: priorização do item anterior

Quadro 3: Prioridades para o tratamento das melhorias

Prioridade no tratamento de melhorias		
Pontos	**Tema**	**Observações**
1		
2		
3		

Quadro 43: Prioridades para o tratamento das melhorias
Fonte: Gurgel (2008)

10º passo: levantar os pontos mais críticos e propor soluções

Pontos mais críticos		
Item	**Pontos**	**Soluções**
1		
2		
3		

Quadro 54: Relação dos pontos críticos
Fonte: Gurgel (2008)

2.3 AUDITORIA POR AMOSTRAGEM

Para Samohyl (2009), qualidade do produto é assegurada com a diminuição nas variabilidades do produto.

O CEQ traz uma visão apropriada de onde estão os desvios e consequentemente diminui a variabilidade dos processos. Além disso, diminui os custos gastos com auditorias, já que utiliza a inspeção por amostragem.

Um dos procedimentos mais importantes no estudo de estatística é a amostragem. Há lugares que ainda adotam a pratica de inspecionar 100% da produção, o que gera um custo elevado. Além dos custos, o resultado obtido pode ser um tanto quanto duvidoso, já que deixar uma pessoa realizando uma atividade repetitiva de inspeção o dia todo, corre o risco de por uma desatenção passar produtos não conforme. Com isso, além do alto custo, o resultado obtido pode não retratar a realidade (Samohyl,2009).

2.3.1 As causas da má qualidade

Em uma auditoria busca-se apontar as peças com má qualidade. Na teoria são três as causas da má qualidade. A primeira são eventos esporádicos, imprevisíveis, que podem ser solucionados. A segunda causa é estrutural, que assim como a primeira é solucionável. Ela ocorre de acordo com certa frequência ou em função de outra variável relacionada com esta causa. A última, é a causa comum. Apesar de ser pequena é a que ocorre o maior numero de vezes e elimina-la é um tanto quando complicado (Samohyl, 2009).

2.3.2 Calculo das probabilidades de condição dos lotes

Para Samohyl (2009) como a utilização da inspeção de 100% das peças muitas vezes é inviável as inspeções são feitas em cima de amostras. De posse do resultado da amostra é preciso saber qual a probabilidade daquele resultado ter acontecido. Caso a probabilidade seja

alta, mostra que a amostra está nas condições normais, mas caso a probabilidade seja baixa, a amostra não está nas condições normais e algo ter que ser feito.

- Distribuição binomial

Segundo Samohyl (2009), para modelar este tipo de problema, utilizamos a distribuição binomial, já que esta distribuição é a adequada para casos em que só se tem duas opções. Neste caso as opções são conformes ou não conformes.

A fórmula para encontrar a probabilidade de ter peças defeituosas é:

$$P(d) = n!/(d!*(n-d)!)*p^d*(1-p)^{n-d}$$

Onde:

- n = tamanho da amostra;
- p = probabilidade de uma peça ser defeituosa (p é encontrado utilizando-se dados históricos);
- d = número de defeitos que apareceram na amostra.

Para se utilizar a distribuição binomial para este caso, tem que considerar o tamanho do lote igual a infinito (ou muito grande).

Em estatística quanto maior o número de desvios, maior será a variabilidade, o que, representa uma menor qualidade. Portanto se a distribuição binomial analisada apresentar um número grande de desvios, o lote deve ser rejeitado (Samohyl, 2009).

Ainda segundo Samohyl (2009) a fórmula do desvio padrão para distribuição binomial é:

$$DP = (n*p*(1-p))^{1/2}$$

Onde:

- n = tamanho da amostra;
- p = probabilidade de uma peça ser defeituosa.

- Distribuição de Poisson

Samohyl mostra outra forma de calculo da probabilidade: a distribuição de Poisson. A distribuição de Poisson é considerada uma simplificação da distribuição binomial. A distribuição binomial era considerada de difícil calculo para a época (XVIII) e a de Poisson facilitou os calculo. Esta distribuição segue praticamente todos os parâmetros da distribuição binomial, mas apresenta uma suposição adicional, considera o tamanho da amostra infinito (ou muito grande). Como um exemplo, esta distribuição é utilizada para auditorias em pinturas de paredes. A fórmula para encontrar a probabilidade é:

$$P(d) =((e^{-m})*m^d)/d!$$

Onde:

- m = média do número de defeitos encontrados em uma amostra;
- d = número de defeitos encontrado em cada amostra.

O desvio padrão é igual a:

$$DP = sqrt(m)$$

Onde:

- DP = Desvio padrão;
- m = média do número de defeitos encontrados em uma amostra.

2.3.3 Intervalo de confiança

Segundo Samohyl, o conceito de intervalo de confiança está diretamente relacionado com a exatidão da média amostral x como representação da média populacional μ. A Média amostral é uma estatística, estimada em uma amostra muito menor que a população total e por isso, há um grau de incerteza sobre a confiabilidade. O calculo da média populacional é inviável por algumas razões, como por exemplo, o alto custo de examinar todos os elementos da população. O intervalo de confiança é um método para quantificar o nível de incerteza apresentado na amostragem.

Como já foi dito anteriormente, na média da amostra há um grau de incerteza, por isso representa a média desconhecida da população, e considerando que a amostragem não é perfeita, existe um conceito para calcular quanto á estatística erra em medir a média amostral comparada com a média da população. Isto é conhecido como a margem de erro. Para a ME vale a inequação (Samohyl,2009):

$$\overline{x} - \mu <= ME$$

Onde:

- $\overline{x}$ = média amostral;
- μ = média populacional;
- ME = margem de erro.

De acordo com Samohyl (2009), o valor da ME pode ser estabelecida previamente ou calculada tendo como parâmetros o tamanho da amostra e a confiabilidade desejada. O aumento do numero da amostra diminui a ME (confiabilidade permanece constante) ou aumenta o nível de confiança (ME permanece constante). Para buscar um

resultado mais preciso, se o produto estudado exige uma precisão maior, compensa gastar um pouco mais para aumentar o tamanho da amostragem.

Para que a confiança a que sua mi esteja dentro dos limites de segurança aumente, a margem de erro deve ser maior. Para margens de erro menor, a confiança que sua média populacional esteja dentro dos limites diminui.

A confiança que a média populacional esteja dentro do intervalo de segurança está diretamente relacionada com a variabilidade e o desvio padrão dos dados. Se houver uma grande variabilidade nos dados, a confiança diminui. Neste caso a média amostral estaria longe da média populacional, gerando uma margem de erro maior para dada confiabilidade.

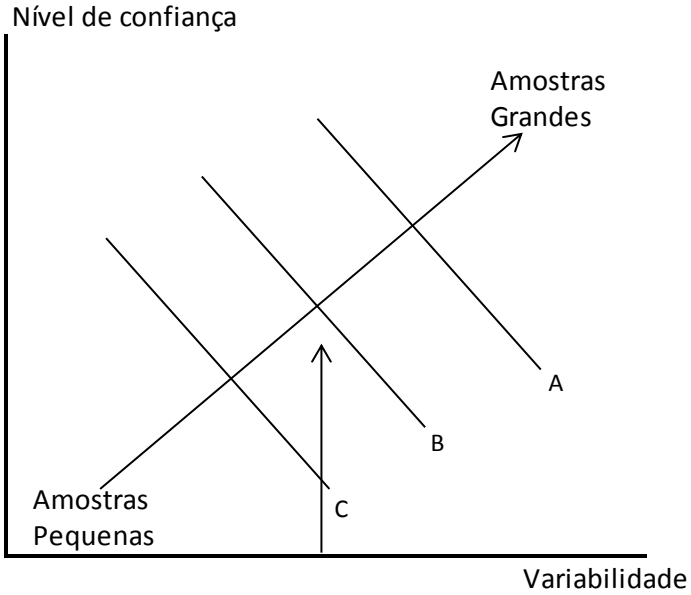

Figura 6:Gráfico do nível de confiança x variabilidade
Fonte: Adaptado de Samohyl (2009)

Na figura acima foi traçado 3 curvas mostrando a relação inversa do nível de confiança com a variabilidade para uma dada ME. A figura também mostra a diferença no nível de confiança á medida que aumenta o tamanho da amostra.

Para Samohyl (2009):

> "o nível de confiança pré-selecionado pelo pesquisador é a probabilidade que a média populacional fica dentro do intervalo de confiança".

- <u>Calculo da ME pela Distribuição normal Padronizada</u>

A fórmula da margem de erro utilizando a distribuição normal padronizada é (Samohyl, 2009):

$$ME = Z(\alpha/2)*S/(n)^{1/2}$$

Onde:

- Z = Distribuição normal padronizada;
- S = desvio padrão;
- n = tamanho da amostra;
- α = 1- Nível de confiança desejado.

Isolando o n na formula acima, chegamos na equação do número de amostra:

$$N = Z(\alpha/2)*(S/ME)^2$$

O que mostra que com a confiabilidade, o desvio padrão e a ME é possível calcular o número de amostra que satisfazem os parâmetros dados.

Para Samohyl (2009), é possível observar que à medida que o desvio padrão aumenta, o número de amostras aumenta, e a medida que o desvio diminui, o numero de amostras também diminui (mantendo-se S e ME constantes).

Para simplificar o calculo da fórmula acima, Samohyl (2009) define ME/S = MEP (margem de erro padronizada). Sendo assim a fórmula fica:

$$N = (Z(\alpha/2)/MEP)^2$$

Quando o desvio padrão e a ME ficam praticamente iguais o MEP se aproxima de 1 a amostra é pequena, quando o desvio padrão cresce em relação a ME, o tamanho da amostra também cresce. Resumindo, quando se tem um alto valor para o desvio padrão, maior é a variabilidade e menos confiável é a média amostral. Para torna-la confiável é preciso aumentar o tamanho da amostra, o que em determinadas situações não é viável por gerar um alto custo.

O calculo do número de amostras não depende do tamanho da população. Isso sempre será verdade para uma população relativamente grande. Para populações com tamanhos menores, há uma fórmula de ajuste do n (Samohyl, 2009):

$$n(aj) = N*n/(N+n-1)$$

Onde:

- N = tamanho da população;
- n = número de amostras.

No exemplo da tabela abaixo, é possível notar que quando o tamanho da amostra é igual a 20, a partir do lote de 1000, já é considerado um lote grande por não dar diferença do n para o n(aj). Para uma amostra de 50, um lote de 5000 já é considerado grande, e para uma amostra de 150 o lote considerado grande é de 45000 (Samohyl, 2009).

Tabela 1: O efeito da população na calculo do tamanha da amostra

	n = 20	n = 50	n = 150
N	n(aj)	n(aj)	n(aj)
100	16,8	33,56	???
250	18,6	41,81	93,98
500	19,3	45,54	115,56
1000	**19,6**	47,66	130,55
3000	19,9	49,2	142,9
5000	19,9	**49,51**	145,66
7000	19,9	49,65	146,87
9000	20,0	49,73	147,56
11000	20,0	49,78	148,00
13000	20,0	49,81	148,30
15000	20,0	49,84	148,52
17000	20,0	49,86	148,70
19000	20,0	49,87	148,83
21000	20,0	49,88	148,94
23000	20,0	49,89	149,03
25000	20,0	49,9	149,11
27000	20,0	49,91	149,18
29000	20,0	49,92	149,23
31000	20,0	49,92	149,28
33000	20,0	49,93	149,33
35000	20,0	49,93	149,36
37000	20,0	49,93	149,40
39000	20,0	49,94	149,43
41000	20,0	49,94	**149,46**
43000	20,0	49,94	149,48
45000	20,0	49,95	149,50
47000	20,0	49,95	149,53

Fonte 4: Samohyl (2009)

- <u>Calculo da ME pela distribuição binomial</u>

De acordo Samohyl (2009), o cálculo da ME pela distribuição binomial é muito utilizado nas pesquisas de campanhas políticas, divulgando os resultados de aceitação e rejeição dos candidatos. A fórmula para o calculo é a seguinte:

$$ME = Z(\alpha/2)*sqrt(p(1-p)/n)$$

Onde:

- $Z(\alpha/2)$ = nível de confiança desejado;
- ME = margem de erro;
- n = tamanho da amostra;
- p = probabilidade de uma peça ser defeituosa.

Isolando o n, chegamos na seguinte equação para o calculo do número de amostras:

$$n =(Z(\alpha/2)^2)*(p*(p-1))/ME^2$$

3. ESTUDO DE CASO

3.1 A EMPRESA

A Mercedes-Benz faz parte da história do Brasil há mais de 50 anos, instalando-se atualmente em três cidades do país: São Bernardo do Campo, Campinas e Juiz de Fora. As duas primeiras ficam no estado de São Paulo e a última em Minas Gerais.

Inaugurada em 1956 a unidade de São Bernardo do Campo é responsável pela montagem de alguns modelos de caminhões, dos chassis de ônibus e pela produção de eixos e motores.

A unidade de campinas foi inaugurada em 1979, e hoje estão concentradas as atividades de pós-venda. Toda assistência técnica fica nesta unidade.

3.2 MERCEDES-BENZ DE JUIZ DE FORA

A unidade de Juiz de Fora foi inaugurada em 1999 tendo como projeto ser uma montadora de carros, o que durou até 2009, quando veio um novo projeto: transformar a planta em uma montadora de caminhões. A linha de produção foi toda adaptada, maquinário foi trocado, colaboradores receberam qualificação e no meio de 2011 começaram os testes, que se seguiram até final daquele ano, começando em 2012 a produção em série.

A planta de Juiz de Fora é dividida em três grandes processos, como é poss´vel ver na figura 7: a montagem bruta e pintura das cabinas, e a montagem final. Durante o ano de 2012 apenas a montagem final estava operando. Os outros dois processos entraram na fase de teste no final daquele ano e começaram a produção em série apenas no início de 2013. Antes dos dois processos estarem rodando, as cabinas já vinham prontas da unidade de São Bernardo do Campo. Atualmente motores e eixos continuam sendo produzidos naquela unidade.

Figura 7: Vista aérea mostrando os processos da empresa
Fonte: O autor

3.3 PRODUTOS

A Mercedes-Benz de Juiz de Fora produz dois modelos de caminhão, o Actros e o Accelo.

O Accelo atua no segmento dos caminhões leves, e é responsável por mais de 90% da produção da planta. Ele conta com as variantes 8 toneladas por eixo com 150 cavalos e 10 toneladas por eixo com 160 cavalos. Para o mercado brasileiro, devido a legislação, só é fabricado caminhões com a tecnologia EURO5. Para outros mercados da América do Sul, são fabricados caminhões com a tecnologia EURO3, que emite mais poluentes na atmosfera. O Accelo ainda tem dois tipos de câmbio, o ZF que possui 5 marchas e o G56 que possui 6 marchas.

Figura 8: Caminhão Accelo
Fonte: Intranet Mercedes Benz

Já o Actros atua no segmento Extrapesado. Ele é responsável por menos de 10% da produção da planta. Atualmente está passando pelo processo de nacionalização de suas peças. Anteriormente, todas as peças vinham prontas da Alemanha. No Actros existem as variantes 6x2, 6x4 e o Off Road 8x4. Nesta nomenclatura, o primeiro número dividido por 2 é a quantidade de eixos e o segundo é a quantidade de eixos tracionados.

Figura 9: Caminhão Actros
Fonte: Intranet Mercedes Benz

3.4 CONTROLE DE QUALIDADE PELA AUDITORIA DE PRODUTO

A Mercedes-Benz é uma empresa reconhecida pela qualidade de seus produtos, o que torna um diferencial competitivo. Para garantir esta qualidade, a empresa investe em certificações. Ela é certificada pelo ISO 9001, ISO TS 16949 e VDA 6.3. Como já foi abordado na primeira parte do trabalho, o cumprimento dessas normas são importantes para a garantia da qualidade do produto.

Como também já foi abordado, um dos requisitos da norma 16949 é a realização da auditoria de produto para a garantia da qualidade. Na empresa estudada, existem vários tipos de auditoria do produto que serão falados mais a frente.

3.5 IMPORTANCIA DA AUDITORIA PARA O CONTROLE DA QUALIDADE

Os resultados de uma auditoria do produto representam o termômetro da empresa. Um resultado bom indica que o produto está com qualidade e o cliente está satisfeito.

Por ser o termômetro da empresa, as auditorias têm que ser realizadas de maneira que não gere dúvidas e que traga confiança. São através delas que se descobre onde o produto tem problema. Sem elas, o cliente seria o auditor.

A auditoria é uma ferramenta cara, pois necessita de recursos materiais, humanos e tempo, mas é imprescindível. E não basta só fazer, tem que ser bem feita, pois se fosse o contrário, falhas iriam parar na mão do cliente sem antes serem identificadas e tratadas na própria fábrica.

3.6 AUDITORIA DO PRODUTO NA MERCEDES BENZ DE JUIZ DE FORA

3.6.1 Especificações

A Empresa estudada está diretamente ligada a de São Bernardo do Campo (SBC) e da Alemanha. A área de engenharia do produto de SBC é responsável pelo desenvolvimento dos projetos dos caminhões Accelo. Portanto são eles os responsáveis por passar todas as especificações, limites e tolerâncias do produto. Já o projeto do Actros, é da Alemanha, portanto são eles os responsáveis de passar essas informações para Juiz de Fora. É com base nessas especificações que os produtos são auditados.

3.6.2 Falhas

Todos os auditores foram qualificados para auditar o veículo de acordo com as especificações passadas pela área responsável pelo projeto do produto. Portanto, quando um auditor aponta uma falha em um caminhão, quer dizer que aquele item não está conforme o especificado, ou não está dentro da tolerância. É com base nas especificações que as falhas são identificadas.

3.6.3 Sensores

As auditorias são realizadas pelos chamados sensores da qualidade. Os sensores são as equipes que realizam as auditorias. Existem três tipos de sensores: o WSA, o BPA e o APA, também chamado de Audit. Cada sensor tem uma estrutura, com diferentes tempos de auditoria, diferentes números de pessoas, diferentes amostragem, espações físicos distintos e etc. A figura 10 mostra a disposição dos sensores na fábrica.

Figura 10: Vista aérea da planta mostrando a localização dos sensores de qualidade
Fonte: O autor

- <u>WSA</u>

A auditoria com maior amostragem é o WSA. É realizada em 40% da produção diária do Accelo e 100% da produção diária de Actros. O tempo de auditoria são 30 minutos para o primeiro modelo e 1 hora para o segundo. Seu check–list é formado por uma inspeção visual, na parte do chassi e da cabina. É realizada com o caminhão estático. Acumula muita responsabilidade pelo tamanho de sua amostragem e pela proximidade com a linha de produção, ou seja, os caminhões que estão saindo da linha possivelmente pertencem ao mesmo lote dos caminhões que estão sendo auditados, e no caso da inspeção encontrar alguma não conformidade, o processo de verificação do problema encontrado nos outros caminhões, ganha velocidade. Essa proximidade aumenta a velocidade de respostas para á soluções das falhas. A equipe deste sensor é formada por 7 auditores sendo um deles o porta-voz. As auditorias são realizadas por duplas que se revezam diariamente.

Um caminhão só pode passar pela auditoria do WSA, se já estiver liberado para cliente.

- BPA

Outro sensor existente na fábrica é o BPA. Este sensor é dividido em três sensores, o BPA Dinâmico, o BPA Segmentado e o BPA Estático.

O BPA Dinâmico é o único sensor que não audita o produto, preocupando-se apenas com processo. Ele é de extrema importância por ser capaz de identificar pontos no processo que solucionados podem prevenir falhas. Nenhum outro sensor atua na prevenção, apenas na identificação. O BPA Dinâmico verifica nos postos de trabalho se as máquinas utilizadas estão adequadas, calibradas e identificadas para o uso, verifica se os colaboradores estão qualificados, se os planos de controle estão atualizados e em caso de resposta negativo, o porquê disso. (De uma maneira simplificada, os planos de controle são os documentos onde estão todas as informações das máquinas utilizadas para torques de segurança na linha de produção). Esta equipe é formada por dois auditores.

Portanto a auditoria do BPA Dinâmico é realizada nas estações de trabalho e não no produto. Sua amostragem são todas as estações de trabalho, sem tempo especificado para auditar cada estação.

O BPA Segmentado é o sensor que audita na linha de produção o caminhão por segmentos. A medida que os caminhões vão passando pela linha, os auditores inspecionam cada componente em um caminhão diferente, até que no final do dia seja auditado um caminhão inteiro. Portanto a amostragem deste sensor é um caminhão por dia. A velocidade de resposta é muito rápida, pois os auditores trabalham junto dos colaboradores da linha de montagem. Outro diferencial deste sensor, é que como a auditoria é realizada antes do caminhão está totalmente pronto, é possível auditar pontos que depois de montado não são visíveis. O BPA Segmentado está presente na montagem final, na montagem bruta e na pintura. Na montagem final a equipe é composta por três auditores e na montagem bruta e pintura, um auditor cada.

O BPA Estático realiza a segunda auditoria mais completa da empresa. Sua amostragem são dois carros por dia, cada um sendo auditado em 3 horas e meia por um auditor. É uma auditoria bem mais completa do que as faladas anteriormente. Pelo fato do auditor está com o caminhão por mais de três horas, ele apresenta um check-list muito mais completo que o WSA. Além de um check-list mais completo e com um tempo maior para inspecionar cada ponto, nesse sensor há um pequeno teste de rodagem, dentro da fábrica, mas que possibilita que o auditor identifique outros tipos de falhas que antes não seria capaz de

identifica-las, como ruídos e vazamentos (na maioria das vezes tubulações vazam após o teste de rodagem).

Por ser uma auditoria muito mais detalhada que o WSA todos os carros auditados são apresentados para supervisores e gerentes das áreas responsáveis. Esta apresentação é diária acontecendo no mesmo horário. O BPA Estático existe nos três processos da planta. Sua equipe é formada por três auditores, um em cada processo.

Ás premissas para se auditar um carro no BPA são que o caminhão já deve estar liberado e não pode ter passado pelo sensor WSA.

- APA (Audit)

O sensor mais importante é o APA. É tratado como a visão do cliente. A meta de qualidade da fábrica é em cima deste sensor, por isso tamanha importância e pressão em cima dele. Um caminhão é auditado pelo APA durante dois dias. Ele apresenta um check – list completo possibilitando encontrar qualquer tipo de falha. A auditoria é feita por duplas. A equipe conta com 5 auditores, sendo um porta- voz. Todo carro do APA é apresentado para supervisores, gerentes e para o diretor da planta. As falhas encontradas neste sensor recebem uma atenção especial. É o sensor com menor amostragem, apenas um carro por dia. Tem como ponto negativo a velocidade de resposta. O carro apresentado em um dia, foi produzido no mínimo dois dias antes, e provavelmente muitos dos carros produzidos no mesmo dia que ele estão na mão de clientes. O APA segue o modelo de auditoria que mais se assemelha ao modelo proposto por Gurgel, apresentado na primeira parte do trabalho.

3.6.4 Classificação das falhas

A marcação de uma falha não é apenas apontar se algo está conforme ou não conforme. Se não estiver conforme o auditor tem que classificar esta não conformidade.

Na Mercedes existem 4 tipos de classificação de falhas: A, B, C, D. As classificações das falhas são chamadas de DPU.

A DPU de cada falha é definida pela soma da visão do auditor mais o que está definido no sistema.

No sistema estão cadastrados todos os componentes do caminhão, juntamente com um leque de falhas que aquele componente pode sofrer. Cada possível falha do componente tem uma nota baseado no grau de importância para o veículo. Ou seja, componentes importantes têm notas altas e componentes menos importantes têm notas mais baixas. Estas notas do sistema já estão cadastradas e o auditor não tem nenhuma influência sobre elas.

A nota do auditor é baseada na opinião de qual a porcentagem de clientes que identificariam aquela falha. Se para o auditor até 100% dos clientes notariam o defeito, aquela falha seria uma falha grave e seria uma DPU A. No caso de para o auditor até 75% dos clientes identificarem a falha, esta seria uma DPU B. No caso da percepção de até 30% seria uma C e no caso de até 10%, uma DPU D.

As falhas A e B são chamadas de falhas graves e por isso recebem um tratamento especial em suas tratativas.

Como exemplo, vamos considerar uma falha no para-brisa que está com um grande risco. No sistema o para–brisa riscado está classificado com uma nota baixa, por não representar risco de segurança, nem risco a qualquer função do caminhão. Nesse caso o sistema dará uma nota C ou D para a falha. Mas, como é um risco grande no para-brisa, todo motorista irá identificar a falha ao sentar no banco, portanto para o auditor esta falha será uma DPU A. Sempre que houver uma discordância entre o sistema e o auditor, como neste caso, em que o sistema dará nota C ou D e o auditor dará nota A, prevalece a maior nota. Portanto neste caso seria uma DPU A. O contrário também pode ocorrer. Quando há um atrito entre tubulações na parte de baixo do chassi do veículo, para o auditor, pode ser que nenhum cliente identifique a falha, mas dependendo da tubulação, o sistema considera como uma falha grave com DPU A ou B.

Resumindo, a classificação das falhas é a junção da visão do auditor com o que está cadastrado no sistema.

3.6.5 Utilização do sistema

Todos os auditores alimentam o sistema com as falhas encontradas, gerando um grande banco de dados. È possível montar e extrair do sistema diversos tipos de relatórios de falhas para análises. Devido a grande quantidade de falhas, esses relatórios são muito utilizados para prioriza-las.

3.6.6 Tratativa das falhas

Todas as falhas detectadas pelos sensores devem ser retrabalhadas pela equipe do retrabalho. O espaço físico desta equipe é no final da linha de produção, e após o término de todas as auditorias, o caminhão é entregue para que seja retrabalhado, caso necessite. As falhas com DPU A ou B, por serem consideradas graves, recebem uma tratativa especial.

Para qualquer falha grave encontrada no APA, todas as falhas A no BPA e três falhas graves no WSA na mesma semana será aberto um A3. Este A3 nada mais é do que PSP. Ele é

um formulário padrão utilizado para encontrar a causa raiz do problema. Nele tem as ações de contenção e de solução do problema, com as datas de modificações.

Quando qualquer falha grave é encontrada, existe uma inspeção adicional. Essa inspeção adicional nada mais é do que a inspeção do ponto nos dez caminhões anteriores e nos dez posteriores da sequencia da linha de produção. No caso de ser detectado á mesma falha na inspeção, o processo é repetido. No caso da falha ser um risco a segurança, a inspeção adicional é feita em todos os carros que estão dentro da planta, ou seja, os caminhões que ainda estão na linha juntamente com os que já foram para o pátio.

Ao se abrir o A3, o responsável tem dois dias para entregar qual é a contenção, e sete dias para a solução. Passando esses sete dias, o A3 fica como pendente.

Toda semana há uma reunião entre o diretor da fábrica junto com todos s gerentes. Nesta reunião todos os A3 são apresentados, e os que estão pendentes, os responsáveis são cobrados pelo diretor da planta.

3.6.7 Ações para a melhoria da auditoria

Hoje a empresa investe em duas maneiras para melhorar suas auditorias. Uma é a participação de seus auditores na AEP Concessionária. AEP Concessionária é um encontro mensal em concessionárias com a participação dos fabricantes e dos clientes. O encontro dura de três a quatro dias. Seu objetivo é que os cliente deem o feedback de seus produtos para os fabricantes. É uma iniciativa muito interessante, pois a fábrica escuta diversas opiniões do que é bom e o que é ruim no produto. Isso agrega muito nas auditorias, pois os auditores passam a focar em pontos que realmente interessam.

O outro investimento são as auditorias nos caminhões chamados de Truck-Test. Esses caminhões foram os primeiros a serem fabricados, e ao invés de serem vendidos, foram emprestados para concessionarias, que por sua vez emprestaram para diversos clientes. Hoje eles estão retornando a fabrica para serem auditados. É uma experiência nova auditar o caminhão que não é 0KM. Esta experiência está mostrando que alguns pontos identificados nas auditorias não são relevantes (atritos que com 100 000 Km rodados não danificaram a tubulação), e outros deixados de lados que são relevantes (tubulações com pequenas distancias que com a vibração do motor sofrem atrito e são danificadas).

3.7 ANÁLISE DOS SENSORES APA E WSA

3.7.1 Introdução

Mesmo os sensores apresentando inúmeras diferenças entre eles, é esperado que apresentem a mesma tendência. É obvio que um sensor que passa dois dias com o caminhão tem mais chance de encontrar falhas do que um sensor que audita durante 30 minutos. Mas espera-se que quando o sensor de menor duração esteja encontrando menos falhas, o outro também encontre menos proporcionalmente. Isso ocorre porque o check-list do menor está contido no check-list do maior, e se um está identificando menos falha, parte do outro também tem que estar identificando menos falhas. Claro que pode ocorrer o caso do número de falhas da outra parte do check-list aumentar de maneira significante, acarretando na diferença de tendência entre os sensores.

Foi identificado que os resultados de falhas graves dos sensores APA e WSA estavam com tendências muito diferentes. Enquanto o APA estava encontrando muitas falhas graves, o WSA quase não encontrava. Com base nisso foi realizado um estudo nas duas auditorias para identificar qual o motivo desta diferença.

O objetivo de se ter vários sensores é de se criar barreiras para “cercar” todas as falhas dentro da fábrica impedindo que chegue no cliente. Como o APA é o último sensor, na teoria os outros sensores teriam que protege-lo. Mas o que foi observado ao longo de 2012 e 2013 é que nem todos os sensores estavam servindo como barreira, especificamente o WSA.

Com isso foi realizado uma análise entre esses dois sensores. Esta análise tinha como principal objetivo verificar o motivo da diferença do resultado de falhas graves por veículo da APA para o WSA. Foi preciso analisar o que estava afetando este resultado, para que este último sensor não cumprisse o seu objetivo, que é proteger o Audit.

A análise se baseou em três etapas: no acompanhamento do dia a dia de cada sensor, na comparação dos check-list, e na análise estatística dos dados.

3.7.2 Acompanhamento dos sensores

- <u>APA</u>

Este sensor é tratado como se fosse o cliente auditando o produto da empresa. Fisicamente, ele é situado em um local fora da linha de produção, o que como já foi dito por Gurgel na primeira parte do trabalho trás uma independência. A diferença do modelo proposto por Gurgel, é que esta auditoria é realizada por auditores da própria empresa.

O processo de auditoria se inicia com a escolha do carro através do sistema onde ficam registrados todos os carros que estão liberados para cliente, mas ainda estão na fábrica. Esta escolha é aleatória, desde que o número de veículos predefinidos de cada modelo seja auditado dentro do mês.

A dupla auditora se dirige até o pátio para recolher o caminhão escolhido, levando-o até o local da auditoria.

Este local se encontra em um prédio diferente do prédio da linha de produção, sendo reservado apenas para os auditores, diminuindo as influências durante a auditoria. A figura 11 mostra como a área de auditoria é ampla, contendo dois elevadores, duas portas para entrada e saída de caminhão, climatização e iluminação especial. Dentro dele há um espaço reservado para todas as ferramentas usadas no processo da auditoria.

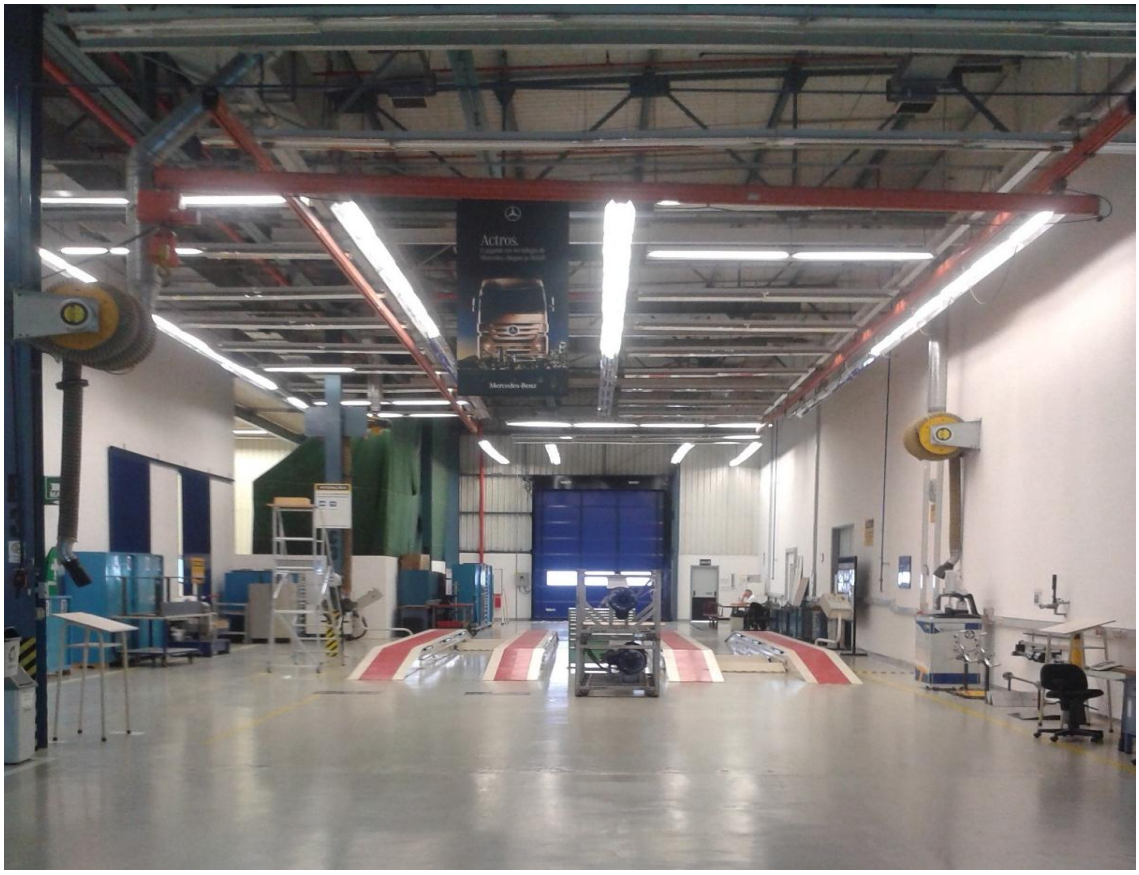

Figura 11: APA
Fonte 5: O autor

O processo sempre é iniciado pela manha. Os auditores começam inspecionando os componentes da parte superior do chassi e os componentes da cabina. A inspeção é bem detalhada, primeiramente é realizada uma inspeção visual, verificando amassados, arranhados,

tubulações atritando e se há algum tipo de vazamento. Na figura 12 é possível verificar um chassi e na figura 13 uma cabina de um Accelo.

Figura 12: Chassi do caminhão Accelo
Fonte 6: O autor

Figura 13: Cabina do caminhão Accelo
Fonte 7: O autor

Depois inicia-se á averiguação de alguns torques. Os torques presentes no check-list do APA são os torques considerados de segurança (torques considerados de segurança são torques que caso não sejam dados, ou seja, dados de maneira incorreta, a segurança do motorista do caminhão é colocada em risco). Mas nem todos os torques de segurança são verificados por não se ter acesso nem ao parafuso nem a porca com o caminhão pronto. Na parte da tarde, o caminhão é colocado no elevador para fazer a inspeção da parte inferior do chassi.

Figura 14: Elevador do APA
Fonte: O autor

Os pontos encontrados pelos auditores são anotados no check–list. No caso de ser encontrada alguma falha grave, o responsável por aquele ponto é imediatamente comunicado, e este vai até o local de auditoria para verificar e tomar as devidas ações, para que possíveis caminhões com a mesma falha não saiam da fábrica. Como já foi falado, a procedimento utilizado nestes casos é a inspeção adicional em todos os caminhões que estão no pátio e na linha de produção. Uma das vantagens de se realizar a auditoria por colaboradores da própria empresa é a velocidade de resposta em relação a uma auditoria realizada fora da empresa. Talvez se fosse realizada por uma terceirizada, em outro local, esta informação levasse mais tempo para chegar aos responsáveis.

No dia seguinte é realizado o teste de rodagem. Antes de iniciar os auditores testam todas as funções dentro da cabine, farol, seta, retrovisor, câmbio e etc. Após ter a certeza de que tudo está conforme eles partem com o caminhão. No modelo Accelo são rodados em média 80 Km e no modelo Actros são rodados em média 100 Km. O percurso realizado tem o objetivo de forçar neste curto trecho o máximo de situações que o cliente possa passar com seu produto. Qualquer observação durante o teste de rodagem, como algum ruído, alguma função do caminhão que não esteja funcionando, qualquer observação é anotada no check–list. Ao retornar com o caminhão, este sofre uma nova inspeção para verificar se há algum vazamento. Por último é medido a emissão de poluentes na atmosfera.

A auditoria no produto em si se encerra nesta última etapa, mas o processo de auditoria continua com o alinhamento de todas as observações marcadas pelos auditores ao longo desses dois dias. Esse alinhamento acontece com as duas duplas, mais o porta – voz e o supervisor. Através deste alinhamento são definidas quais serão as falhas a serem marcadas e quais serão os responsáveis. No caso de opiniões divergentes a respeito de determinado ponto, há uma votação, e no caso de um impasse a respeito desse ponto, fica a responsabilidade do gerente da área definir. Na grande maioria das vezes os auditores têm a mesma opinião quanto á existência e a intensidade das falhas, e o impasse fica por conta do responsável. Definir um responsável a primeira vista, sem que haja uma análise é um tanto quanto complicado, e por isso como o causador é apontado antes da análise, este poderá sofrer alterações.

A nota das falhas é a visão do auditor em relação á quantidade de clientes que identificariam aquele problema.

Com tudo definido, a última parte da auditoria é lançar as falhas no sistema e apresenta-las no dia seguinte para auxiliares de produção, supervisores, engenheiros, gerentes, gerentes sênior, e o diretor.

A apresentação dos caminhões auditados para todos os níveis da fábrica é um ponto muito positivo, pois faz com que todos conheçam quais são as falhas do produto. E a verificação ao vivo de um ponto é muito mais efetiva que a verificação por fotos, vídeos ou similares.

Após a verificação um dos auditores levam o caminhão até a equipe de retrabalho, para que as falhas sejam retrabalhadas. No caso de não houver falha, o caminhão é entregue a equipe da liberação final.

A última parte do processo de auditoria é a de lançar as falhas no sistema. Esta fase é de extrema importância, pois o sistema passa a ser o banco de dados com todas as falhas da

fábrica e serve de base para todas as análises relacionadas ás falhas. Para lançar uma falha, o auditor precisa procurar exatamente em qual componente houve a falha e qual a falha deste componente. Todos os componentes e todas as falhas possíveis para cada componente já estão cadastradas, deixando o processo padronizado, mas sem flexibilidade. Há casos em que surge uma nova falha que não se encaixa perfeitamente para as falhas possíveis para aquele componente, com isso o auditor precisa ter bom senso para colocar a melhor que se encaixa. Após isso, é preciso passar para os outros auditores a forma com que ele marcou tal falha para que no caso de acontecer mais vezes, todos utilizarem o mesmo código.

Acompanhar a auditoria permitiu observar o excelente ambiente em que os auditores trabalham. Até por ser fora da linha de produção, não há ruídos, a temperatura e iluminação são mais adequadas. Isso tudo ajuda a ter um bom ambiente de trabalho. Há dois pontos na auditoria que merecem destaque. O primeiro é o tempo em que os caminhões passam com os auditores. Pode ser que na primeira verificação o auditor não tenha identificado uma falha existente, mas como ele tem tempo, ele terá outras chances de identificar tal falha. O outro ponto é o alinhamento feito entre todos os auditores do sensor juntamente com o supervisor. Isto deixa o sensor alinhado para qualquer falha que seja marcada. Essa constante troca de informações só agrega aos auditores e os deixam cada vez mais preparados. Se não houvesse esse alinhamento, não haveria esta troca de informações.

- <u>WSA</u>

O processo de auditoria do WSA também se inicia pela escolha dos caminhões já liberados no sistema. Muito mais dinâmico que o APA, este sensor movimenta um número muito maior de veículos por dia. O porta-voz da equipe é responsável pela escolha dos carros. As duplas seguem até o pátio para buscar o carro e leva-lo ao local da auditoria.

Ao contrário do APA, o espaço físico destinado ao WSA é dentro do prédio da produção, perto da saída de linha e da área destinada ao retrabalho (Figura 15). Devido ao grande volume de auditorias, a proximidade com a saída de linha e com o retrabalho facilita a retirada dos caminhões. Outro ponto positivo é a velocidade de resposta para a produção. O ponto negativo da proximidade é a influência sofrida pelos auditores, a final eles estão no mesmo ambiente de trabalho da linha. O espaço contém apenas três vagas, uma para cada dupla. Não existe elevador, portanto a verificação da parte inferior é feita através de um carrinho, o que deixa a inspeção mais complicada. Não existe nenhum tipo de iluminação especial nem climatização.

Figura 15: WSA
Fonte: O autor

Cada dupla coloca um caminhão em uma vaga e da inicio á auditoria. Como são apenas 30 minutos, há uma inspeção visual na parte superior do chassi e com o carrinho (Figura 16) é feito a inspeção da parte inferior. Após isso é realizada a inspeção na cabina.

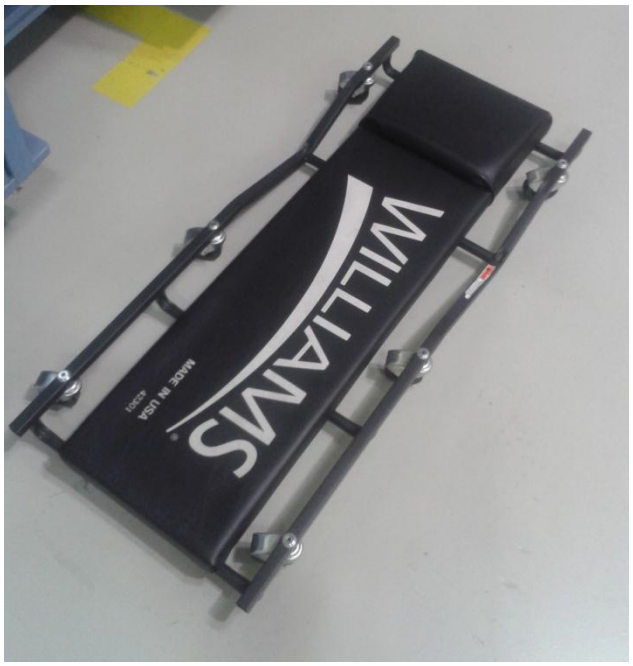

Figura 16: Carrinho do WSA para auditoria da parte inferior do chassi
Fonte: O autor

Ao contrario do Audit, todas as falhas encontradas são diretamente jogadas no sistema através de uma máquina chamada HP. Está maquina é capaz de cadastrar no sistema, tirar foto e lançar a foto. Com isso não há o alinhamento entre os auditores sobre cada falha sendo cada dupla responsável pelas falhas lançadas.

Terminada a auditoria, se houver falhas, o caminhão é entregue ao retrabalho, se não, é entregue a equipe deliberação final. Assim que um caminhão é entregue, o porta-voz já passa para a dupla qual será o próximo caminhão a ser auditado.

Outros pontos a se destacar nesse acompanhamento do WSA é que neste sensor não há alinhamento das falhas. A dupla auditora identifica e lança no sistema. Isso é feito por ser um volume maior de caminhões e auditores, por isso ficou definido que não precisaria desse alinhamento. Caso alguma dupla fique na dúvida, o procedimento é recorrer ao porta-voz, esse por sua vez recorre ao supervisor, que recorre ao gerente.

Cada dupla audita em média nove carros por dia, juntando Actros e Accelo. O que faz com que todos os auditores tenham um tempo ocioso durante o dia.

A auditoria na parte inferior do chassi é bastante complicada pelo recurso usado, um carrinho. Os auditores ficam deitados e a iluminação não é a adequada, mesmo utilizando lanternas.

3.7.2 Comparação dos check-list

Tabela 2: Comparação entre os check-list do APA e WSA

Ítem	APA	WSA
Documentação Técnica		
Plaquetas de advertência	x	x
Plaquetas de Identificação	x	x
Gravações de vidro e chassi	x	
Elétrica Veicular		
Regulagem dos faróis	x	
Star diagnoses	x	
Central elétrica (Fusíveis)	x	
Conexões dos sensores do ABS das rodas traseiras	x	
Tomada para reboque	x	x
Sistema de sonorização	x	x
Limpador de pára-brisa	x	x
Bloqueio de partida	x	x
Instrumento combinado	x	x
Interruptores dos vidros	x	x
Aquecimento de bancos	x	x
Antecipação da frenagem da carreta	x	
Valor do teor de enxofre para Actros: Mercado Brasil <0,05%	x	
Cabina		
Pintura	x	x
Peças de montagem	x	x
Revestimento e acabamento interno	x	x
Bancos	x	x
Estética	x	x
Conforto	x	x
Sistemas elétricos	x	x
Funcional	x	x
Infiltração	x	
Atritos	x	x
Chassi/Eixo		
Geometria de direção	x	
Níveis hidraulicos	x	x
Vazamentoos hidraulicos	x	x
Vazamentos pneumáticos	x	x
Atritos	x	x
Danificações	x	x
Montagens	x	x
Alinhamento do volante	x	x
Motor/Cambio		
Níveis hidraulicos	x	x
Vazamentoos hidraulicos	x	x
Vazamentos pneumáticos	x	x
Atritos	x	x
Danificações	x	x
Montagens	x	x
Teste de rodagem	x	
Ruído e opacidade	x	
Torques	x	
Parâmetros do módulo	x	

Fonte: O autor

Observando a tabela 2 podemos até acreditar que as duas auditorias não são tão diferentes, já que a grande maioria de itens está presentes nos dois. Mas os itens que só estão presentes no APA, são os que demandam mais tempo e que se encontram o maior número de falhas graves, como o torque e o teste de rodagem. Outro item crítico que na tabela está marcada para os dois, é o de vazamento. Este é um caso especial, pois apesar do WSA verificar, á maioria dos vazamentos ocorrem depois do teste de rodagem.

3.7.3 Análise estatística dos dados

Por último foi feito uma análise estatística dos dados do ano de 2012 e até setembro de 2013. Foi utilizado o número de falhas e o número de auditorias do APA e do WSA no período.

Segue abaixo os dados do modelo Accelo:

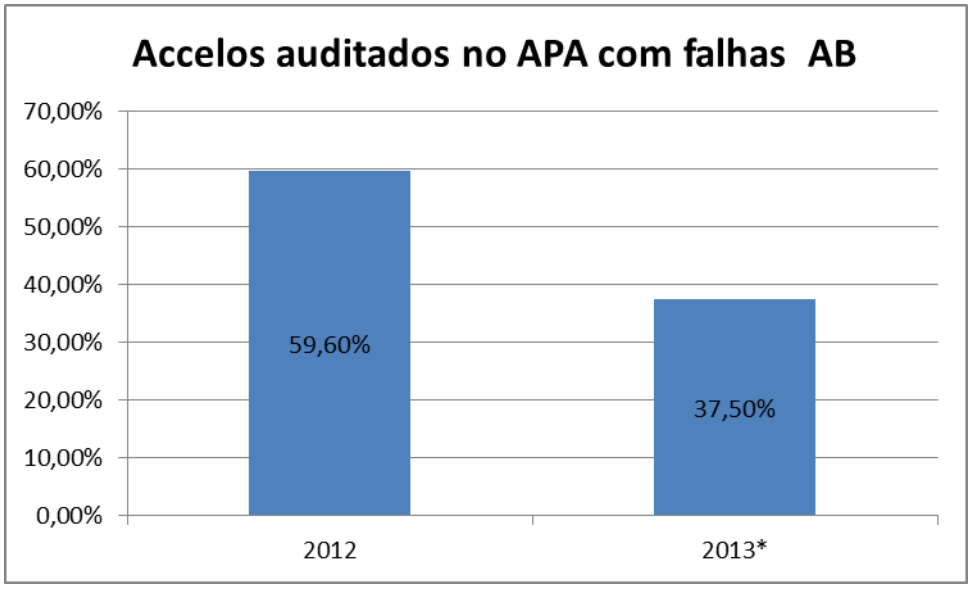

Figura 17: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo APA
Fonte: O autor

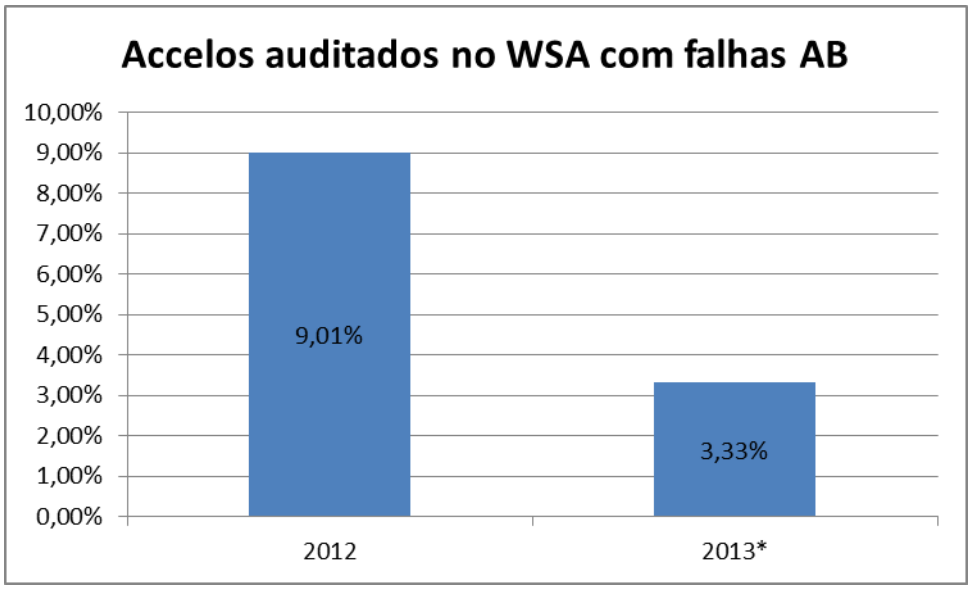

Figura 18: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo WSA
Fonte: O autor

Podemos observar nas figuras 17 e 18, uma queda significativa do percentual de veículos com falhas graves de 2012 para 2013, resultado de um processo mais estável. 2012 foi o início do projeto, portanto muita coisa sofreu ajuste para se chegar no padrão atual. E como mais de 90% da produção da fábrica é de Accelo, todos já estão muito treinados para o processo de montagem.

Voltando para os gráficos podemos perceber uma grande diferença nos resultados do APA e do WSA. Enquanto em 2012 quase 60% dos veículos apresentavam falhas graves no APA, no WSA apenas 9% apresentavam. E em 2013, enquanto 37,5% dos veículos no APA apresentavam falhas graves, no WSA apenas um pouco mais de 3% apresentavam.

Uma explicação para tamanha diferença são os check-list. Para tirar conclusões mais satisfatórias, foi analisado falha por falha do Audit, verificando quais dessas falhas seriam possíveis de serem identificadas com o check-list do WSA.

Para tornar o estudo mais didático, primeiramente dividimos todas as falhas encontradas no APA em dois grandes grupos: falhas que poderiam ser encontradas pelo check-list do WSA e falhas que não poderiam. Fazem parte das falhas que não poderiam ser identificadas, falhas de torque abaixo ou acima da tolerância, falhas de ruídos ao trafegar, falhas de convergência dos eixos, falhas de vazamentos de água ou óleo (apesar de em alguns casos os caminhões já saírem da linha com vazamento, na grande maioria das vezes só é possível observar depois do teste de rodagem), regulagem de farol e falhas do módulo do

caminhão. Todas as outras falhas poderiam ser identificadas, sempre lembrando que o caminhão é auditado em apenas 30 minutos.

Depois de toda minuciosa análise de falha por falha formou-se uma nova lista de falhas do Audit. Esta nova lista conteve apenas falhas que poderiam ser identificadas pelo check-list do WSA. Os resultados foram os seguintes:

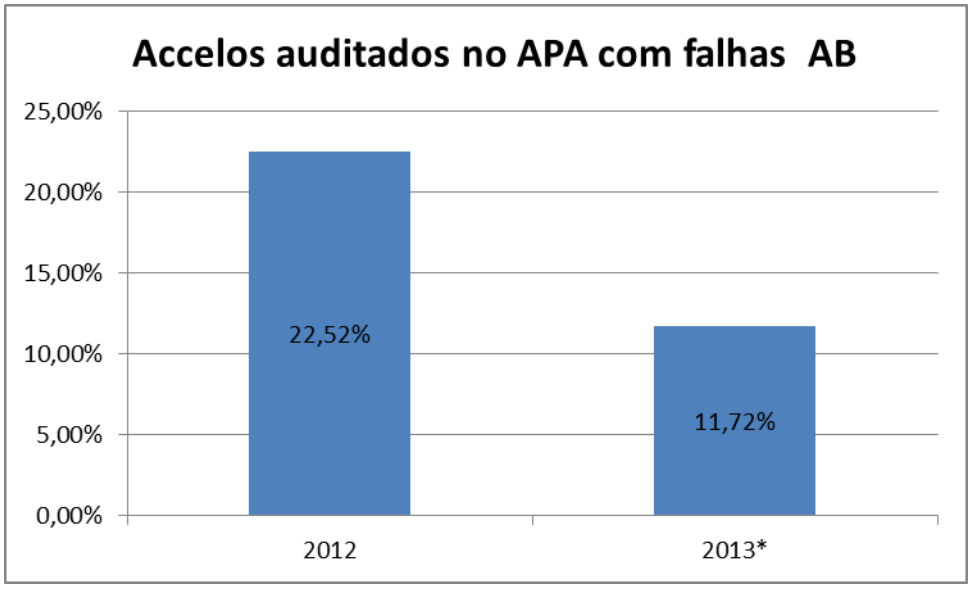

Figura 19: Porcentagem de Accelos com falhas graves auditados pelo APA após o ajuste na base de dados
Fonte: O autor

Podemos observar facilmente nas figuras 18 e 19, que a diferença entre os dois sensores caiu significativamente. O percentual de falhas graves no Audit que era de quase 60% caiu para 22,5% em 2012 e de 37,5% para 11,72% em 2013.

A diferença que ainda existe pode ser justificada pelo tempo de auditoria de cada sensor. O Audit pode encontrar uma falha depois de um dia observando o caminhão, enquanto o WSA não.

Depois de analisar o Accelo, o estudo se repetiu para o Actros. Abaixo segue o percentual de Actros com falhas graves no APA e no WSA:

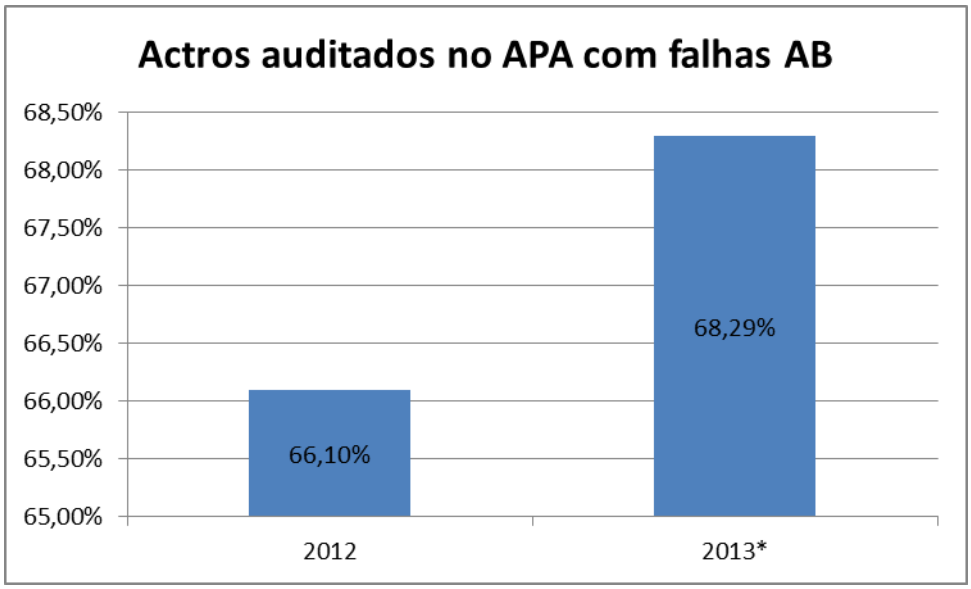

Figura 20: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo APA
Fonte: O autor

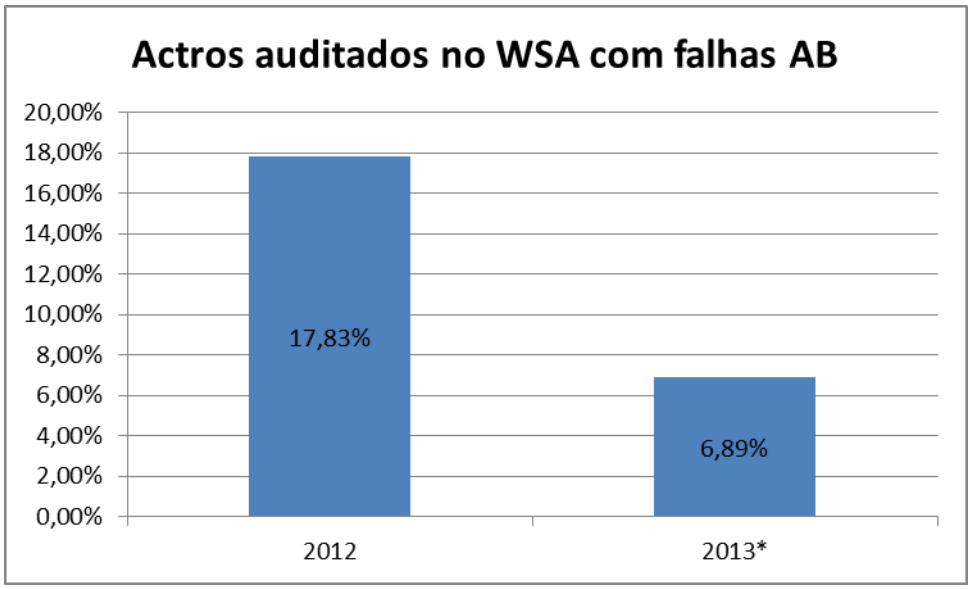

Figura 21: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo WSA
Fonte: O autor

È possível verificar nas figuras 20 e 21 a grande diferença que existe entre os resultados do APA e do WSA. Ao contrário do que aconteceu no Accelo, de 2012 para 2013 o percentual de carros com falhas graves no APA aumentou ao invés de diminuir. O que significa que o processo piorou. Vale ressaltar que a produção de Actros representa menos de 10% da produção total da fábrica, portanto passam caminhões esporadicamente na linha de produção, e todo processo esporádico é mais complicado mesmo.

Para tirarmos melhores conclusões dos dados, repetimos o mesmo procedimento do Accelo, analisamos todas as falhas graves do APA e retiramos aquelas que não poderiam ser identificadas pelo check-list do WSA. Segue o resultado:

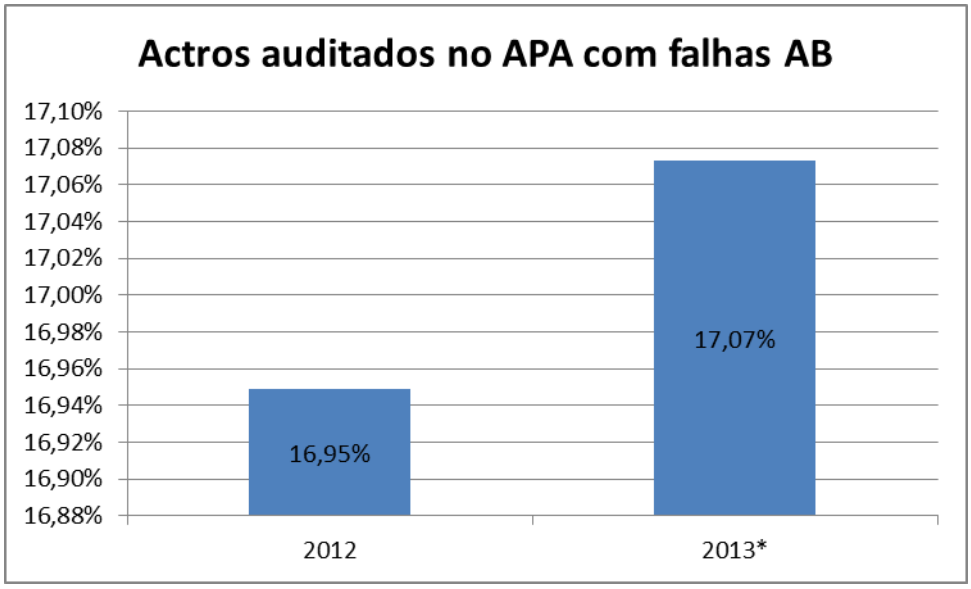

Figura 22: Porcentagem de Actros com falhas graves auditados pelo APA após o ajuste na base de dados
Fonte: O autor

Como aconteceu no Accelo, as figuras 21 e 22 mostram que a diferença entre os resultados dos sensores diminui significativamente. O percentual que era de mais de 66% no APA, caiu para quase 17% em 2012. E em 2013, o percentual que era de mais de 68% foi para 6,89%.

4. CONCLUSÃO

Foi possível concluir com o estudo do tema, a importância de se adotar um Sistema de Gestão de Qualidade certificado por uma Norma para o controle da qualidade dentro de uma empresa do ramo automobilístico. Além de ser um requisito de seus clientes, o Sistema de gestão padroniza e facilita as práticas adotadas pela organização.

Dentro do Sistema de Gestão de Qualidade certificado pela ISO TS 16949 há um requisito, que conforme foi mostrado ao longo do trabalho é essencial para o controle da qualidade, a auditoria do produto. Foi possível concluir que o resultado da auditoria é o termômetro da empresa.

Dentro de todos os sensores da empresa, foi possível perceber que o modelo do APA de auditoria é o que mais se assemelha ao modelo proposto por Gurgel, apresentado no segundo capítulo do trabalho. Assim como no modelo teórico, o APA tem em suas características ser uma atividade independente, ser realizado em um ambiente externo a linha de produção e ser um trabalho para o diretor da planta. Ele também segue um roteiro pré-definido, onde, resumidamente, a primeira parte é a escolha do produto, a segunda é a auditoria propriamente dita e a terceira a apresentação do resultado. A diferença entre o modelo proposto por Gurgel e o APA é que o primeiro propõe que a auditoria seja realizada por uma empresa terceirizada e no segundo a auditoria é realizada por funcionários da própria empresa.

Falando especificamente do estudo de caso, com a análise realizada dos sensores WSA e APA, foi possível concluir que nas condições que os dois sensores se encontram, o primeiro não irá “proteger” o segundo das falhas graves. Ficou bem claro na análise estatística, que retirando as falhas que não poderiam ser identificadas no check-list do WSA, da base de dados do APA, a diferença nos percentuais diminuiriam de forma significativa, dando sentido aos dados. Concluiu-se então que o principal problema estava na elaboração do check-list do WSA.

As partes da auditoria do APA que mais identificam falhas graves são o teste de rodagem e a auditoria de torque. O teste de rodagem pode ser curto, 20 minutos de duração seria o suficiente. Já a auditoria de torque é mais demorada, chegando a 1 hora. Portanto para conseguir atacar uma das partes da auditoria que mais identificam falhas, teria que incluir o teste de rodagem neste check-list.

Como já foi falado ao longo do trabalho, a auditoria do WSA é realizada por duplas que auditam em média 9 caminhões por dia, sendo 8 Accelo (30 min) e 1 Actros (1 hora). Isto demandaria 5h. A empresa trabalha 8,8h por dia. Portanto estão sobrando 3,8h. Vamos considerar que 0,8 hora de tempo perdido por dia. Restam 3 horas. Então aumentar o tempo de auditoria em 20 minutos não seria um problema. Sendo assim, seria possível incluir o teste de rodagem no check-list do WSA. Esta decisão iria aumentar o custo com combustível da fábrica, então cabe a ela analisar se o aumento desse custo seria compensado por um WSA mais completo, "protegendo" melhor o APA. Também foi possível concluir que o APA é o modelo de auditoria da fábrica e tem que ser usado como padrão para aos outros sensores.

O trabalho também permitiu concluir que mesmo falhas em itens de verificação do WSA, poderiam não ser identificadas. Isto porque o auditor não tem duas chances de identificar uma falha, pois seu tempo é muito curto. Isto pode justificar a diferença nos resultados estatísticos mesmo depois dos ajustes feitos no banco de dados do APA. Sempre haverá uma diferença, mas, devido a experiência e qualificação dos auditores, espera-se que seja uma diferença pequena.

REFERÊNCIAS

BSI BRASIL. Normas e publicações. DISPONÌVEL EM: < http://www.bsibrasil.com.br/publicacoes/ >. Acesso em: 20 agosto. 2013.

BUREAU Veritas. **Curso de interpretação e aplicação da norma AVSQ´94**. 2.ed. São Paulo, 1998.

GOIÁS. Ministério Público. **Gestão da Qualidade:** Fundamentos, benefícios e Princípios. DISPONÍVEL EM: < http://www.mp.go.gov.br/portalweb/conteudo.jsp?page=11&conteudo=conteudo/0701d6ba69644654db3fef6921e1d6b4.html >. Acesso em: 22 agosto. 2013.

GURGEL, Floriano A. **Administração do Produto**. 2. ed. São Paulo: Atlas,2008.

HARO, D. G. **Sistemas da Qualidade na Indústria Automobilística:** Uma proposta de auto avaliação unificada. 2001. 133p.. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. Especificação Técnica ISO/TS 16949. Segunda Edição. 2002.

MIKLOS, Marcos. **TS 16949:** Mitos e Verdades. Informativo Quality Results. São Paulo. 2001.

MORESI, E (org). **Metodologia da Pesquisa.**. 2003. 108p.. Tese (Pós Graduação em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) –Pró Reitoria de Pós Graduação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

RICCI, Renato. **Conhecendo o sistema da qualidade automotivo QS-9000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

SAMOHYL, Robert W. **Controle Estatístico de Qualidade.** Rio de Janeiro: Elsevier,2009.

SOUZA, Edson B. **A Nova ISO TS 16949:2009**: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos particulares para aplicação da norma ISO 9001:2008 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes. São Paulo. 2010.

CARVALHO, M. M. ; ROTONDARO, Roberto Gilioli ; BOUER, Gregório ; FERREIRA, J. J. A. ; PALADINI, E. P. ; SAMOHYL, R. W. ; MIGUEL, P. A. C. . **Gestão da Qualidade Teoria e Casos**. São Paulo: Elsevier, 2005. 376 p.