

# **Resolvendo problema de qualidade e garantia do tubo do intercooler de uma família de caminhões de fabricação brasileira**

**PDCA - Solving client quality problem of Charge air cooler hose in a brazilian made truck family, with cost saving**

**Viviane Valim Correia**

AEEDB – Associação Educacional Dom Bosco.

**Anderson Elias Furtado**

AEEDB – Associação Educacional Dom Bosco.

## **ABSTRACT**

With the need to increase competitiveness, companies have been looking for ways to reduce costs, while seeking to improve the quality of products and processes.

A truck and bus manufacturer has found failures in the field in the outlet hose of the Charge Air Cooler (CAC) of an engine family of heavy vehicles. The defect in question was the rupture of this hose, after an average of 53,000 km of running-in. This problem caused performance loss and soon afterwards the vehicle was stopped immediately.

This resulted in high warranty costs and customer dissatisfaction. The purpose of this article is to analyze the causes of this failure and propose a technically and economically feasible solution to solve the problem.

To assist the analysis and solve the flaw, the 8D methodology was used, together with the 5W, Brainstorming and Ishikawa graph tools. Making use of the mentioned methodology and tools, it was possible to perform data analysis and identify the cause of the failure.

As the cause was the conception, it was proposed and validated a new concept for air flow, in order to reduce or eliminate the problem that generated high monthly warranty costs to the company.

## **RESUMO**

Com a necessidade de elevar a competitividade, as empresas têm buscado meios para reduzir custos, ao mesmo tempo em que se busca a melhoria da qualidade de produtos e processos. Uma empresa fabricante de caminhões e ônibus encontrou falhas em campo na mangueira de saída do *Charge Air Cooler (CAC)* de uma família de motores de veículos pesados. O defeito em questão, era o rompimento

dessa mangueira após, em média, 53.000 km de rodagem. Esse problema gerava perda de performance e logo em seguida, parada imediata do veículo.

Esta situação resultava em altos custos de garantia e insatisfação do cliente. A proposta desse artigo é analisar a causa dessa falha e propor uma solução viável técnica e economicamente para a resolução do problema.

## **INTRODUÇÃO**

Na atualidade, com frequentes cenários de crises que colocam em risco as grandes pretensões de investimentos das multinacionais, as organizações têm buscado intensamente diferenciais competitivos que possam ser traduzidos em redução de desperdício, aumento da produtividade, da qualidade e da popularidade entre seus clientes.

Buscando vantagens competitivas, criou-se um novo conceito de produção denominado no Brasil de Consórcio Modular.

O conceito de Consórcio Modular, criado no ramo automobilístico, baseia-se na transferência de todas as operações de montagem para os fornecedores que participam diretamente do consórcio de empresas, referenciados como modulistas ou consorciados. Este sistema visa entre outras coisas à produção mais ágil e a redução de custos quando comparados ao modelo tradicional de produção. Os veículos, produtos finais neste caso, são divididos em módulos e estes fornecidos e montados em conjunto pelas empresas, estas encontram-se dentro da mesma planta, convergindo para o produto final. O capital de investimento e a gestão dos processos de produção diários (organização do trabalho, logística, manutenção) são providenciados pelos módulos [1].

A empresa líder não realiza nenhum tipo de montagem, mas fornece a planta, a linha de montagem, coordena os módulos na planta, tem a responsabilidade da engenharia do produto, do controle de qualidade final do produto, testes finais dos veículos, interface com o cliente, distribuição do produto, comercialização e do *marketing*.

Constituiu-se, assim, um caso radical de *outsourcing*. Definindo-se *outsourcing* como sendo uma denominação utilizada e difundida para as atividades terceirizadas, quando as organizações transferem para um prestador de serviços a responsabilidade pela realização de tarefas até então executadas internamente e com recursos internos [2].

Para melhorar a qualidade do produto, na interface com o cliente, a empresa cria indicadores para quantificar os maiores problemas encontrados em clientela e estes são reportados à matriz para que a engenharia responsável possa priorizar e tratar os defeitos.

No caso analisado nesse artigo, verificou-se que as mangueiras de resfriamento do motor, rompiam-se causando um grande transtorno, tanto ao cliente, quanto à empresa, que pela garantia arcava financeiramente com a manutenção do veículo.

Este trabalho consiste na análise do problema, identificação da causa raiz, proposta de solução e validação de um novo conceito que seja capaz de reduzir significativamente ou eliminar os casos encontrados em clientes.

## METODOLOGIA

Esse artigo consiste de um estudo descritivo que, através de pesquisa quantitativa, analisou o rompimento da mangueira do CAC, com a aplicação das ferramentas de qualidade, sendo elas: 8D, *Ishikawa*, 5W e *Brainstorming*.

A partir do problema, estudou-se a causa raiz, propôs-se uma solução, validou-se técnica e economicamente e fez-se a implementação da solução. A descrição dessas etapas estará no item resultados e análises.

## A SITUAÇÃO PROBLEMA

Para se alcançar em um motor um funcionamento que se aproxime ao máximo de uma eficiência ideal, seu sistema de arrefecimento deve funcionar adequadamente. Qualquer evento que ocorra e que permita que a temperatura do motor se eleve e permaneça acima do especificado, pode reduzir a performance e, em casos extremos, causar grandes danos, levando ao superaquecimento do motor. O sistema de arrefecimento tem como objetivo retirar o excesso de calor do motor mantendo a temperatura na faixa de 85-95°C [3].

O *Charge Air Cooler* está na linha de frente para melhoria da eficiência do motor. É interessante que o ar comprimido do turbocompressor seja resfriado antes de enviá-lo ao motor. Quanto maior a compressão do ar, mais denso o ar se torna, resultando em maior eficiência do motor. Mas se a compressão do ar for reduzida significativamente por vazamentos no sistema, o motor perde performance e aumenta o consumo de combustível.

O problema é que todo sistema está sujeito a falhas. No caso em questão, verificou-se que as mangueiras do CAC, depois de 53.000 quilômetros em média de rodagem, se rompiam causando falha no motor e impedindo que o condutor continuasse sua viagem, causando perda de tempo, dinheiro e credibilidade no veículo adquirido.

Por fazer parte dos itens inclusos na garantia, o cliente acionava a Assistência Técnica e essa por sua vez, tinha como responsabilidade ir até ao cliente e realizar a manutenção das mangueiras para que o mesmo pudesse seguir com seu trajeto. O número de casos e custos mensais envolvidos podem ser vistos no gráfico de acumulados da Figura 1.

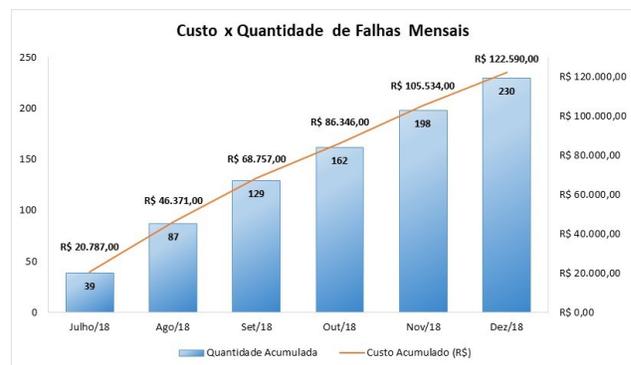
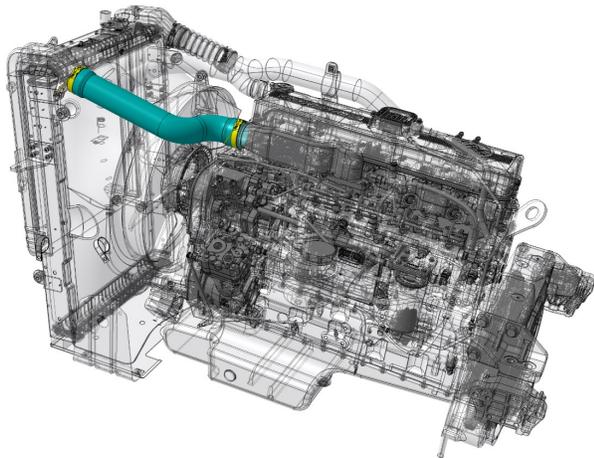


Figura 1. Quantidade de falhas e custo mensal acumulados no segundo semestre de 2018. Fonte: Empresa (2018).

O objetivo deste trabalho foi propor uma solução para os altos índices de defeitos encontrados nas mangueiras de ar pressurizado do CAC do motor, reduzindo a possibilidade de falha na transferência do ar comprimido do turbocompressor para o motor, deixando o conceito mais robusto e assim reduzir ou até eliminar, os custos de troca desses componentes em garantia. Para se alcançar o objetivo geral descrito, buscou-se:

- Identificar as causas do defeito;
- Propor evolução da peça utilizada, de forma que ela não esteja sujeita às causas raízes do defeito;
- Realizar validação da peça proposta;
- Em testes de montagem;
- Teste de bancada acelerado;
- Em testes veiculares e de durabilidade;
- Assegurar baixo impacto em montabilidade com a aplicação do novo conceito.

Na Figura 2, a seguir, pode-se ver uma representação do componente que apresenta a falha (tubo do *Charge Air Cooler*).



**Figura 2.** Destaque da Mangueira de Ar Pressurizado (CAC) em um Motor. Fonte: Empresa (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo do conceito de *PDCA*, como forma de mapear as principais tarefas ou atividades, buscou-se identificar a causa raiz do rompimento das manguieras do lado frio do CAC, propor a solução e validar a proposta.

Inicialmente foram analisados os dados da área de assistência técnica que informavam que a falha era a principal causa de socorro durante um período de seis meses, resultando em um custo médio de R\$ 533,00 por reparo, somando-se R\$ 122.590,00, ou seja, um custo elevado para a empresa.



**Figura 3.** Dados preliminares para análise da falha. Fonte: Empresa (2019).

Após conhecido o problema, conforme definição da empresa, foram realizadas análises na produção das peças, para que fosse certificado que as peças estavam sendo fornecidas conforme parâmetros definidos pela Engenharia.

Testes como o de pressão pulsante com 120.000 ciclos (ilustrado na Figura 4) e medição de espessura de parede, auxiliados pela ferramenta de *Ishikawa*, demonstraram que mesmo as peças consideradas conformes, apresentavam a falha.



**Figura 4.** Na imagem superior, vista parcial da bancada de testes de pressão pulsante. Na imagem inferior o ponto com a falha ocorrida antes do número de ciclos especificados para o componente. Fonte: Empresa (2019).

O que permitiu, através de uma análise com os *5W* (ilustrado na Figura 5), definir a causa como um problema de definição e não de conformidade.

	POR QUÊ?	RESPOSTA	CONCLUSÃO
POR QUÊ?	Por que o veículo parou?	Porque a mangueira do CAC falhou.	Quando a mangueira deixa de cumprir com o seu papel no sistema de resfriamento de ar pressurizado dos veículos, chegando ao rompimento, torna-se necessário um novo conceito para resolução do problema.
POR QUÊ?	Por que a mangueira do CAC falhou?	Porque ela não resistiu aos ciclos de pressão e vibração do motor.	
POR QUÊ?	Por que ela não resistiu aos ciclos de pressão e vibração?	Porque a geometria e/ou a matéria prima não estavam adequadas à aplicação.	
POR QUÊ?	Por que a geometria e/ou a matéria prima não estavam adequadas à aplicação?	Porque houve equívoco na definição do conceito de mangueira para este tipo de aplicação.	
POR QUÊ?			

**Figura 5.** Utilização dos *5W* indicando que a falha ocorria por problemas de concepção do componente. Fonte: Empresa (2019).

Partindo da conclusão de falha de concepção, dando continuidade à utilização de ferramentas para a solução de problemas e conforme procedimentos da empresa, reuniu-se o time de Engenharia e Desenvolvimento e após uma reunião de *Brainstorming* optou-se por testar um conceito já utilizado nos mesmos

veículos, porém do lado quente do sistema de arrefecimento.

Trata-se de um conceito em que uma única mangueira é substituída por uma mangueira convoluta, um tubo metálico e um mangote (Figura 6).

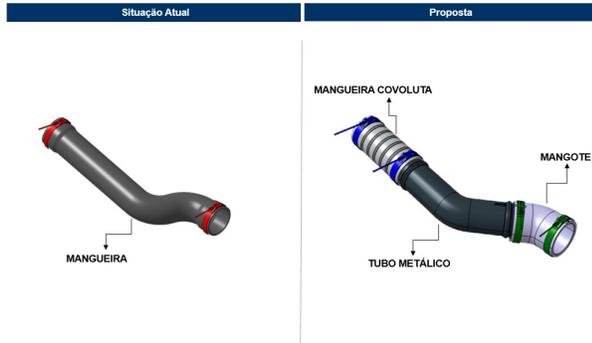


Figura 6. Nova proposta de duto de CAC, com alterações na geometria, conceito e materiais das peças. Fonte: Empresa (2019).

Após definição do novo conceito, foram realizados estudos de 3D para o desenvolvimento e posteriormente, confeccionadas peças protótipo para a validação de montagem com time de manufatura.

Foi realizado um *try out* de montagem na linha de produção com o acompanhamento das áreas de Engenharia, Qualidade, Manufatura e Assistência Técnica para a validação da montagem do novo conceito, onde esse teve a sua montabilidade aprovada. A partir da validação da viabilidade industrial do conceito, realizado um teste de bancada acelerado, simulando a aplicação do veículo em piores condições para a validação do novo conceito. Apesar de não ser o melhor procedimento, por questão de tempo, optou-se por – em paralelo realizar o teste de durabilidade (Figura 7), no qual o veículo percorreu aproximadamente quatro vezes a quilometragem em que ocorria a falha.

Com a quilometragem atingida o conceito foi considerado tecnicamente validado e passou-se a análise de viabilidade econômica da proposta.

A aprovação econômica da proposta foi realizada em reunião com as equipes de Compras, Qualidade, Engenharia, Informações Técnicas, Logística e *Readiness*. Posteriormente a área de compras conseguiu realizar uma negociação favorável para o preço do novo duto, visto que o duto metálico, possui um processo de fabricação mais simples.

A simplicidade no processo de fabricação do duto metálico aprovado e a comunicação na utilização das convolutas de outras aplicações, fez com que o preço do novo conceito, apresentasse redução de aproximadamente 25% em relação ao preço da mangueira anterior. Com preço

mais baixo, o valor de redução foi de aproximadamente R\$ 2.000,00 mensais.



Figura 7. Veículo de teste durante o ensaio de durabilidade do novo conceito de tubo. Fonte: Empresa (2019).

Na Figura 8, a seguir, pode-se ver uma síntese da situação de custos envolvidos no processo.

IMPACTO ECONÔMICO - NOVO DUTO CAC			
Modelo	Volume Aproximado (6 months)	Redução preço / peça	Delta por Veículo no Semestre
17 ton	124	R\$ 6,50	R\$ 806,00
19 ton	550		R\$ 3.575,00
24 ton	357		R\$ 2.320,50
25 ton	305		R\$ 1.982,50
31 ton	510		R\$ 3.315,00
<b>TOTAL</b>	<b>1846</b>		<b>R\$ 11.999,00</b>

Figura 8. Resumo da redução de preço por modelo. Fonte: Empresa (2019).

## CONCLUSÃO

Aplicando as ferramentas da qualidade e *Lean* foi possível determinar a causa raiz de defeito com alto impacto em custos de garantia e imagem da marca (pane). Com a causa determinada, realizou-se o desenvolvimento na mudança do conceito nos dutos de ar pressurizado que possibilitou a eliminação dos altos índices de falhas em campo encontradas no CAC do motor.

Além de eliminar o impacto negativo para a marca com o defeito precoce e eliminar os custos de garantia que giravam em torno de R\$ 20.000,00 por mês, o estudo possibilitou ainda uma redução de custos à montadora, através de um conceito otimizado.

Esses resultados permitem concluir que a boa utilização das ferramentas de qualidade contribuiu na definição de uma solução para o problema, gerando ainda, ganhos econômicos colaterais e atingindo plenamente os objetivos do estudo.

**REFERÊNCIAS**

- [1] MARX, R. et al. **Trabalho em grupo e autonomia como instrumentos de competição: Sistema Integrado de Produção**. São Paulo, 1997.
- [2] FARIA, Fabio. **Qual o melhor momento para o Outsourcing de TI nas organizações?** In: ALBERTIN, Alberto Luiz; SANCHEZ, Otavio Próspero. **Outsourcing de TI: impactos, dilemas, discussões e casos reais**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.
- [3] [3] VARELLA, Carlos A. A.; SANTOS, Gilmar S. **Noções Básicas de Motores à Diesel**. 1.Ed. Seropédica, UFRRJ, 2010.