



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO

USE OF THE UNFOLDING OF THE QUALITY FUNCTION (QFD), INNOVATION METHODOLOGY (TRIZ) AND TROUBLESHOOTING (KT): CASE STUDY IN AUTOMOTIVE COMPONENT

USO DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD), METODOLOGÍA DE INNOVACIÓN (TRIZ) Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (KT): ESTUDIO DE CASO EN COMPONENTES AUTOMOTRICES

Argelio Lima Paniago¹, Gabriel Giovanni Artero¹, André Luiz de Moura Junior¹

e432892

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i3.2892>

PUBLICADO: 03/2023

RESUMO

O objetivo deste estudo é apresentar três encaminhamentos para melhoria, inovação e solução de problemas: o Desdobramento de Função Qualidade (QFD), a Teoria de Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ) e a ferramenta de Análise de Problemas desenvolvido por Kepner & Tregoe (KT). A abordagem foi aplicada e analisada, com relação à praticidade e viabilidade de utilização, na inovação e melhoria de um componente de um veículo automotor. A importância do estudo refere-se ao fato de que as empresas buscam continuamente melhorar seus processos de desenvolvimento de produtos. Assim como, também necessitam reduzir custos e tempo de desenvolvimento de serviço, melhorar a qualidade dos produtos e solucionar eventuais problemas que possam surgir em seus processos produtivos. No presente projeto, um estudo de caso foi apresentado, construído a partir de um cenário hipotético, análise e formulação de possíveis soluções a um problema, ocorrido a um componente automotivo pertencente ao sistema de segurança, utilizando as ferramentas KT, TRIZ e QFD.

PALAVRAS-CHAVE: QFD. TRIZ. KT. Solução de Problemas. Inovação automotiva.

ABSTRACT

The aim of this study is to present three guidelines for improvement, innovation and problem solving: Quality Function Deployment (QFD), Inventive Problem Solving Theory (TRIZ) and the Problem Analysis tool developed by Kepner & Tregoe (KT). The approach was applied and analyzed, regarding practicality and feasibility of use, in the innovation and improvement of a component of a motor vehicle. The importance of the study refers to the fact that companies continuously seek to improve their product development processes. Likewise, they also need to reduce costs and service development time, improve product quality and solve any problems that may arise in their production processes. In this project, a case study was presented, built from a hypothetical scenario, analysis and formulation of possible solutions to a problem, occurred to an automotive component belonging to the security system, using the KT, TRIZ and QFD tools.

KEYWORDS: QFD. TRIZ. KT. Problems solution. Automotive innovation.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar tres referencias para la mejora, la innovación y la resolución de problemas: el Quality Function Unfolding (QFD), la Inventive Problem Solving Theory (TRIZ) y la herramienta de Análisis de Problemas desarrollada por Kepner & Tregoe (KT). El enfoque se aplicó y analizó, con respecto a la practicidad y viabilidad de uso, en la innovación y mejora de un componente de un vehículo motorizado. La importancia del estudio se refiere al hecho de que las empresas buscan continuamente mejorar sus procesos de desarrollo de productos. Además, también necesitan reducir los costos y el tiempo de desarrollo del servicio, mejorar la calidad de los productos y resolver cualquier problema que pueda surgir en sus procesos de producción. En el presente

¹ IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

proyecto, se presentó un estudio de caso, construido a partir de un escenario hipotético, análisis y formulación de posibles soluciones a un problema, ocurrido a un componente automotriz perteneciente al sistema de seguridad, utilizando las herramientas KT, TRIZ y QFD.

PALABRAS CLAVE: QFD. BIGOTE. KT. Solución de problemas. Innovación automotriz.

1. INTRODUÇÃO

Qualquer empresa participante de um cenário competitivo precisa focar suas atividades visando as mudanças que ocorrem no mercado, atualizando-se de modo a atuar na melhoria dos processos para o desenvolvimento de seus produtos, assim como a realização de uma análise mais efetiva de seus problemas, visando a melhor e mais rápida solução deles. Além disso, há uma preocupação crescente com a sustentabilidade econômica e ambiental, temas que são frequentemente discutidos nas análises estratégicas de tais empresas (ADIDAM; BHARADWAJ; EDISON; MENON, 1999).

Especificamente, no segmento automotivo, uma publicação da biblioteca digital do BNDES cita que a regulamentação do setor automotivo é um dos desafios da indústria para os próximos anos, pois a sociedade demanda melhoria na segurança dos veículos (CASTRO; COSTA; PEDRO, 2012). De acordo com Carvalho (2020), os custos associados aos acidentes de trânsito em rodovias do país foram estimados em R\$ 50 bilhões. Os custos mais elevados são decorrentes da perda de produção pelo afastamento do indivíduo acidentado do trabalho. O custo do afastamento das vítimas corresponde a cerca de 44% do custo total de acidentes. Em segundo lugar estão as despesas hospitalares, que correspondem a cerca de 24,4% do custo total.

Ainda conforme Castro, Costa e Pedro (2012), os dados de perdas relativas às perdas mostram a relevância econômica da melhoria da segurança dos veículos comercializados no país. Verifica-se, então, que o segmento automotivo tem em adição ao desafio da competitividade de mercado, a busca pela melhor segurança a seus usuários.

Este trabalho tem a proposta de apresentar as ferramentas KT (KEPNER; TREGOE, 2008), QFD (Desdobramento da Função Qualidade)(AKAO, 2004) e TRIZ (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas) (ALTSHULLER, 2007), como ferramentas que, aplicadas no desenvolvimento de componentes automotivos, podem resultar na redução das consequências pessoais e financeiras relacionadas aos acidentes automotivos, mas, também, em uma importante contribuição na melhoria do processo de desenvolvimento do produto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento dos três métodos, a análise de problemas Kepner & Tregoe, o *Quality Function Deployment* e a Teoria da Solução Inventiva de Problemas, foram realizados a partir de cenários hipotéticos, construídos pelos autores, com base no recall realizado no Brasil pela Toyota em 2019, de quase 380 mil veículos vendidos pela montadora (Quatro Rodas, 2019). Outra base utilizada foi um conjunto de dados reunidos e divulgados em 2020 pela “*Latin New Car Assessment*



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Programme” (Latin NCAP), organização responsável por avaliar o desempenho de veículos fabricados na América Latina em simulações de colisões (ou “*crash-test*”).

2.1 Análise de problemas Kepner & Tregoe (KT)

Para o desenvolvimento da análise de problemas e a construção da tabela É/Não é, conforme as orientações de Kepner e Tregoe (1981), tomou-se como base a ocorrência internacional de *recalls* de veículos equipados com *airbags* produzidos pela empresa de acessórios automotivos Takata Corporation. Mais de 40 milhões de veículos foram admitidos somente nos EUA, e o recall continua em andamento em vários países no mundo (BOUDETTE; TABUCHI, 2017).

A partir dessa situação, concebeu-se um cenário onde um cliente deparou-se com esse defeito em um dos *airbags* de seu veículo. O método KT foi aplicado em tal cenário para identificar qual seria a causa do problema e, assim, desenvolver possíveis soluções.

2.2 Quality Function Deployment (QFD)

A execução do método QFD foi realizada conforme proposto por Cheng *et al.*, (1995). Concebeu-se um cenário competitivo entre uma empresa hipotética, denominada “Nossa Empresa”, e as empresas Hyundai, Kia e Ford. Esse cenário competitivo comparou a segurança oferecida pelos veículos de tais empresas a partir de dados fornecidos pela Latin NCAP (2020).

Os veículos escolhidos para o desenvolvimento do estudo do QFD foram: Ford Ka, Kia Picanto e Hyundai HB20. Os três veículos são modelos *hatchback* lançados em 2020, foram escolhidos porque seus testes eram os mais recentes quando esta etapa do trabalho estava sendo realizada. Utilizou-se dados de um veículo hipotético para a empresa em análise.

O QFD utiliza como ferramenta principal um conjunto de tabelas denominado “Casa da Qualidade”, composta por duas partes principais, a denominada qualidade planejada, que permite uma análise qualitativa, e a qualidade projetada, que permite uma análise quantitativa. Desta forma, os itens da qualidade exigida foram avaliados a partir do ponto de vista de um cliente que busca um carro mais seguro. Eles foram determinados através de uma sessão de “*brainstorming*”.

Alguns dos itens foram incorporados a partir dos resultados dos *crash-tests* divulgados pela Latin NCAP (2020). Após estabelecer os itens de qualidade exigida, foi atribuído a cada um deles um grau de importância, variando de 1 a 5 (sendo 1 minimamente importante e 5 muito importante), com o objetivo de atribuir prioridades aos itens analisados.

As características da qualidade foram determinadas a partir do desdobramento dos itens da qualidade exigida e por meio do conhecimento dos autores sobre segurança veicular, em uma sessão de *brainstorming*. Os benefícios das características da qualidade ao veículo foram classificados em: quanto maior, melhor; quanto menor, melhor; o melhor valor é um número específico. Além disso, foram determinadas as correlações entre os parâmetros das características da qualidade, apresentadas na parte da casa da qualidade denominada “telhado”.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

A partir das relações entre os itens de qualidade exigida e características da qualidade, calculou-se o peso absoluto e o peso relativo de cada característica, a fim de se definir quais delas mais influenciam na segurança do veículo. Após esse processo, os dados foram acrescentados à casa da qualidade, obtendo-se os termos referentes à qualidade projetada. As informações técnicas, necessárias a um correto preenchimento da casa da qualidade foram obtidas por meio das fontes: Bilisik e Yolacan (2014), Bosch (s.d.), Cabral (2019), Carvalho, (2015), Luz (2017a, 2017b), Mendel (2016), Teixeira (2019), Ze Perfs (2021).

Sequencialmente, uma análise da avaliação competitiva de cada empresa foi desenvolvida, a partir dos itens da qualidade exigida e dos dados do desempenho de cada veículo nos *crash-tests* da Latin NCAP. Assim, foram quantificados os argumentos de venda a cada item da qualidade exigida, completando, assim, os valores para obtenção dos respectivos pesos absolutos e relativos referentes à qualidade planejada.

Concluiu-se procedendo a análise das correlações e resultados numéricos obtidos para a qualidade projetada e planejada, o que permitiu a proposição de ações e priorizações no processo de melhoria do veículo hipotético.

2.3 A Teoria da Solução Inventiva de Problemas (TRIZ)

Para a elaboração de propostas de inovação foi utilizado o modelo apresentado por Altshuller (1969), em que se coloca um algoritmo para encontrar e dar soluções a problemas existentes e no desenvolvimento de projetos em equipamentos. As resoluções foram desenvolvidas sobre o veículo automóvel como um todo, como um meio de transporte pessoal que deve apresentar diversos sistemas de segurança. Partiu-se do fato de que nem sempre os sistemas de segurança existentes são o suficiente para evitar acidentes e nem sempre, uma vez que os acidentes ocorram, protegem totalmente os ocupantes dos veículos de lesões graves. Buscou-se, então, por meio da TRIZ, apresentar possíveis aplicações de melhorias para se evitar e mitigar acidentes com automóveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *airbag* foi desenvolvido para evitar lesões em caso de batidas, já que o ocupante do veículo se choca contra o componente inflado, amortecendo a colisão. O dispositivo é composto por três partes: a bolsa/saco, sensores e o sistema de insuflação. Na parte frontal do veículo há um sensor de batidas: o acelerômetro. Ao perceber uma desaceleração muito brusca do veículo, ele manda informações para a central de comando dele, que identifica uma colisão e envia a informação para o ignitor do gerador de gás, o deflagrador, acionando o *airbag* (PORTAL AUTO SHOPPING, 2019).

Quando o *airbag* é acionado, inicia-se uma reação química geradora de gás, para poder inflar a sua bolsa de maneira extremamente rápida, por volta de 30 milésimos de segundo. A bolsa do *airbag* é extremamente resistente para suportar a expansão dos gases sem se romper, além de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

oferecer proteção térmica contra a reação química que ocorre internamente. Após o acionamento, a bolsa também apresenta furos para a liberação dos gases, para que não sufoque os ocupantes do veículo (MARQUES, 2021).

Segundo Thenório (2021), as substâncias que reagem para a expansão da bolsa são: Azida Sódica (NaN_3), Nitrato de Potássio (KNO_3) e Dióxido de Silício (SiO_2). Inicialmente, a corrente elétrica fornecida pelo ignitor vai esquentar a Azida Sódica, liberando o gás nitrogênio ($2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$), o que irá inflar o *airbag*. Em seguida, o Nitrato de Potássio e o Dióxido de Silício reagem com o Sódio liberado, uma vez que ele é extremamente perigoso. Essas reações químicas estão descritas nas equações 1 e 2:



Atualmente, existem diversos tipos de *airbags*, cada um em um lugar diferente do automóvel, mas todos têm o mesmo objetivo: auxiliar na segurança dos ocupantes dos veículos. São eles: frontal, lateral, de cortina, para joelhos, central, para vidro traseiro, de cinto, de capô e de teto (PORTAL AUTO SHOPPING, 2019).

Procedendo a análise KT, em relação à identidade e à locação do problema que envolvem o *airbag* defeituoso, considerou-se o que poderia ser parte do problema, mas não é, obteve-se a tabela 1. Já a respeito do tempo e da extensão do problema, obteve-se a tabela 2.

Tabela 1: Aplicação do método KT, tabela “É / Não É”, dimensão identidade/localização

Quadrante	É	Não É
	Que objeto apresenta defeito no veículo?	Que objeto não apresenta defeito, mas bem poderia apresentar?
	<i>airbag</i> do veículo	Freios, cinto de segurança
O quê?	Que defeito apresenta o objeto?	Que defeito não apresenta o objeto, mas bem poderia apresentar?
	Excesso de pressão no acionamento, resultando em explosão com fragmentos	Falta de pressão no acionamento
	Onde foi observado o objeto com defeito?	Onde não foi observado o objeto com defeito, mas bem poderia ter sido?
Onde?	No volante	Lateral interna do veículo
	Onde foi observado o defeito no objeto?	Onde não foi observado o defeito no objeto, mas bem poderia ter sido?
	No deflagrador do <i>airbag</i>	Filtro ou bolsa do <i>airbag</i>

Fonte: Autoria própria, 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 2: Aplicação do método KT, tabela “É / Não É”, dimensão tempo

Quadrante	É	Não É
Quando	Quando foi observado o objeto com defeito? 1 dia antes da entrada na oficina, às 12 horas	Quando não foi observado o objeto com defeito, mas bem poderia ter sido? Mais de um dia antes da entrada na oficina
	Quando foi observado o defeito no objeto? Durante a verificação na oficina	Quando não foi observado o defeito no objeto, mas bem poderia ter sido? A qualquer momento durante ou anterior ao trajeto
Quanto	Quantos objetos apresentaram defeito? 1	Quantos objetos não apresentaram defeito, mas bem poderiam ter apresentado? 5
	Quanto de defeito apresentou o objeto? Indeterminado	Quanto de defeito não apresentou o objeto, mas bem poderia ter apresentado? Indeterminado

Fonte: Autoria própria, 2021.

Embora apenas a análise das tabelas 1 e 2 seja insuficiente para se determinar a causa exata do problema, ela já esclarece que o problema está no *airbag* frontal do veículo, mais especificamente no deflagrador. Portanto é necessário que se faça um teste de hipótese do problema. Como a explosão do *airbag* gerou fragmentos de metal e o deflagrador se encontrou rompido, pode-se especular que o problema é causado por algum defeito nele, seja esse defeito um propelente inadequado, um material muito frágil para ele ou qualquer outra coisa que possa resultar numa explosão mais violenta, a ponto de gerar fragmentos.

É possível que um ou ambos os testes de hipótese falhem (análise do propelente e do material utilizados no deflagrador), mas o método KT prevê essa possibilidade. Basta retornar alguns passos, construir outra hipótese que leve à verdadeira causa do problema, ou até mesmo reconstruir a tabela “É/Não É” com outras informações que ajudem a focar na causa verdadeira.

No caso deste trabalho, a hipótese concebida através das tabelas 3 e 4 corrobora a conclusão de Harold R. Blomquist (2020), PhD em química, contratado pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), uma agência de segurança de trânsito dos EUA, para verificar os achados da investigação conduzida por ela. Em seu relatório, Blomquist concluiu, após analisar a vedação e o propelente do deflagrador, que a vedação era inadequada para proteger o propelente de umidade excessiva. Além disso, as análises comprovaram que o propelente não possuía um agente dissecante, fundamental para evitar sua degradação via altas variações de temperatura e umidade.

Portanto, o ideal seria propor uma solução que focasse em resolver ao menos um dos dois problemas, a fim proporcionar mais segurança ao passageiro e durabilidade ao *airbag*. Adicionar o



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

agente dissecante que inicialmente estava faltando iria prevenir que o composto se degradasse quando exposto a condições adversas. Outra solução seria substituí-lo por outro propelente que seja mais estável e mais resistente às condições desfavoráveis de temperatura e umidade que provocaram a sua degradação.

A respeito da vedação inadequada, uma revisão da construção do contêiner utilizado é necessária para identificar o que pode ser feito a fim de eliminar este problema. Em outras palavras, talvez a montagem em si possa ser aprimorada, assim como a escolha de um material de fabricação mais adequado para esta aplicação possam resolver a deficiência na vedação do deflagrador.

Abordando-se a casa da qualidade, destaca-se que, como não é possível obter exatamente a composição dos chassis dos veículos analisados, informações como módulo de elasticidade e tensão de escoamento, propriedades relacionadas à capacidade de absorção de energia do chassi, não foram incluídas na casa de qualidade do QFD. A tabela 3 mostra a parte referente à qualidade planejada da casa de qualidade, em que as avaliações foram elaboradas a partir do conhecimento dos autores sobre o assunto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 3: Qualidade planejada da casa de qualidade

Argumento de vendas	Avaliação Competitiva									
	Grau de importância	1 Ford	2 Hyundai	3 Kia	4 "Nossa empresa"	Plano de melhoria	Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto	Peso relativo (%)
Especial ● (1,5)										
Comum ○ (1,2)										
Qualidade exigida										
Cinto de segurança com bom material	4	4	3	3	4	5	1,25		5	5,237
Cinto de segurança com limitador de carga	4	3	3	1	3	5	1,67	○	8,016	8,395
Airbag com acionamento confiável	3	1	1	1	3	4	1,33	○	4,788	5,015
Bolsa do airbag em bom estado	5	1	1	1	3	5	1,67	○	10,02	10,49
Veículo com boa absorção de impacto	4	4	3	1	4	5	1,25	○	6	6,284
Freios que não derrapam	5	4	4	5	5	5	1	○	6	6,284
Curto espaço de frenagem	3	5	5	5	3	5	1,67	●	7,515	7,871
Suspensão com boa capacidade de estabilidade	3	4	5	3	3	4	1,33		3,99	4,179
Bom lembrete de cinto de segurança (luz e som)	3	1	3	1	3	4	1,33	●	5,985	6,268
Sistema de suporte de faixa preciso	2	1	1	1	2	4	2	●	6	6,284
Sistema de assistência de velocidade inteligente	3	1	1	1	3	4	1,33	●	5,985	6,268
Sem pontos-cegos	4	1	1	1	2	4	2	●	12	12,57
Boa estabilidade	4	3	3	3	4	5	1,25	●	7,8	8,169
									89,1	100

Fonte: Autoria própria, 2021.

Identifica-se que as três prioridades são as exigências: cinto de segurança com limitador de carga, bolsa do *airbag* em bom estado e sem pontos cegos. Isso significa que essas características exigidas atrairiam mais interesse por parte dos clientes caso fossem aprimoradas.

Observa-se o fato de que “bolsa do *airbag* em bom estado” é uma das prioridades da qualidade planejada, pois a aplicação do método KT de análise de problemas, apresentado anteriormente, se deu no contexto de identificar a deficiência de um *airbag* defeituoso. Esta constatação demonstra como as duas ferramentas, se utilizadas de maneira eficiente, se complementam. A tabela 4 apresenta os valores encontrados relacionados à área da qualidade projetada na casa da qualidade desenvolvida.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 4: Qualidade projetada da casa da qualidade

	Resistência a tração do cinto	Resistência a tração do tecido do airbag	Tempo de acionamento do airbag	Tempo de ação (sistema de velocidade)	Tempo de ação (sis. de assistência de faixa)	Tempo de frenagem	Tensão de escoamento do material da mola da suspensão	Módulo de elasticidade do material da mola da suspensão	Temperatura máxima de funcionamento	Quantidade de componentes eletrônicos	Volume médio do veículo	Módulo de cisalhamento (cinto)	Peso do veículo	Preço médio de produção	Alcance de detecção	
Peso Absoluto	40	72	32	27	6	72	27	27	45	108	12	40	102	99	18	727
Peso Relativo (%)	5,50	9,9037	4,4017	3,7139	0,8253	9,9	3,7139	3,7139	6,19	14,9	1,65	5,50	14,0	13,6	2,48	100,0
"Nossa Empresa"	7	600	30	720	1,2	4,1	275	190-210	250	5	11,2	86,275	1,1	3600	115	
Ford	7	N/A	N/A	N/A	N/A	3,82	275	190-210	250	1	10,7	86,275	1,03	2268	N/A	
Hyundai	7	N/A	N/A	N/A	N/A	3,33	275	190-210	250	2	9,96	86,275	0,99	3052	N/A	
Kia	7	N/A	N/A	N/A	N/A	3,4	275	190-210	250	1	8,51	86,275	0,97	520	N/A	
Qualidade Projetada	7,3	650	20	350	0,8	3,2	275	190-210	250	7	10	90	1	3500	150	
Unidade	KPsi	MPa	ms	ms	s	s	MPa	GPa	°C	un	m³	GPa	ton	R\$	m	

Fonte: Autoria própria, 2021.

Quando se analisa os dados referentes à qualidade projetada, observa-se que as três características de qualidade com o maior peso relativo são a quantidade de componentes eletrônicos, o peso do veículo e o preço de produção de certos componentes. Isso significa que essas características são as que têm maiores relações com as qualidades exigidas pelo cliente, o que, por sua vez, significa que elas devem ser priorizadas quando forem tomadas as decisões referentes ao que deverá ser alterado para garantir a qualidade do produto. No entanto, não necessariamente significa que essas características garantem mais competitividade no mercado.

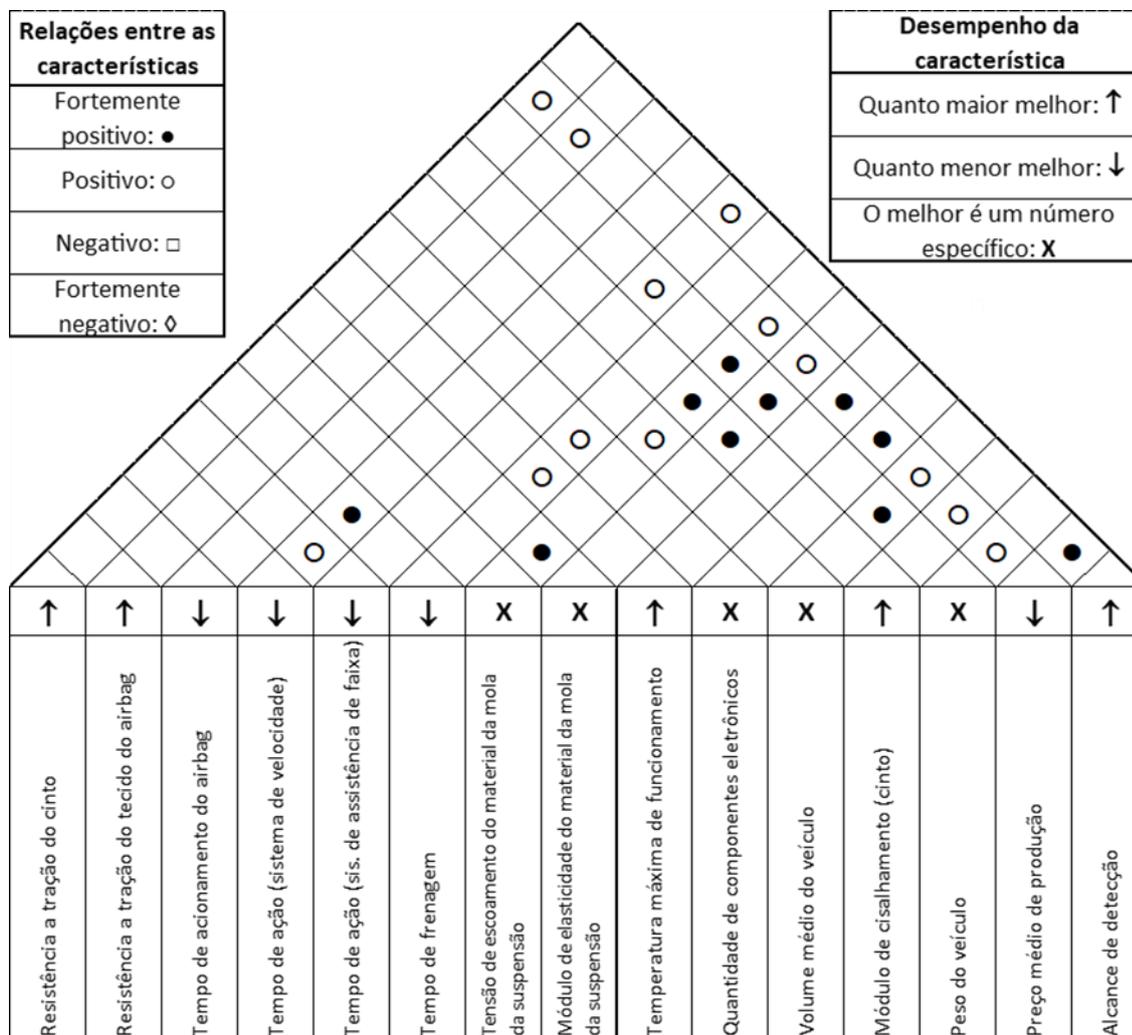
Algumas características de qualidade estão relacionadas às prioridades de exigências destacadas: o preço médio de produção está associado ao cinto de segurança com limitador de carga; a quantidade de componentes eletrônicos está associada ao requerimento de não existirem pontos cegos no veículo (através de sensores e sistemas que ajudam a compensar ou eliminar os pontos cegos). Isso significa que, alterando-se essas características da qualidade, maior a competitividade do produto final. O desempenho de cada característica da qualidade, bem como as influências mútuas entre elas são apresentadas na tabela 5.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 5: Telhado da casa de qualidade



Fonte: Autoria própria, 2021.

Através da análise do “telhado” da casa de qualidade, verifica-se que as três características com o maior peso relativo na qualidade projetada estão relacionadas entre si. Além disso, o preço médio de produção se relaciona à quase todas as características da qualidade. Deduz-se que, reduzindo-se o preço médio de produção dos itens de um veículo, várias alterações na qualidade da segurança oferecida por ele seriam tornar-se-iam mais factíveis.

Não se pode interpretar a afirmação como o mais barato sempre é melhor, mas como uma inspiração para inovar nos meios de produção para se alcançar custos menores, sem perder a qualidade ao final do processo. Exemplificando, o peso do veículo depende muito do tipo de material utilizado para a construção de seu chassi, no entanto, utilizar um material de menor custo para reduzir o peso (e o custo total) não é necessariamente a melhor escolha. No geral, itens de maior qualidade custam mais para serem produzidos. Portanto, o melhor a se fazer é inovar nos meios de produção para reduzir custos enquanto se mantém ou aprimora-se a qualidade final.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Em relação à quantidade de componentes eletrônicos, uma simples análise de mercado mostra que veículos com sistemas autônomos de segurança (frenagem, controle de velocidade, auxílio de faixa, entre outros) têm maior preço que veículos sem tais recursos, embora sejam mais seguros. Isso representa mais uma razão para se buscar meios de produção com custo menor.

Aplicando o Método dos Princípios Inventivos (MPI) da TRIZ, obtém-se as tabelas 6 e 7, que detalham o carro como um sistema técnico a ser aprimorado, bem como o RFI (Resultado ideal) de tal aprimoramento:

Tabela 6: Desenvolvimento dos passos do MPI

Passos do MPI	Resolução
1. Identificação (nome) do ST	Carro (veículo pessoal).
2. Identificação da função ou funções principais do ST	Transporte para uso pessoal.
3. Identificação dos principais elementos do ST e suas funções	Tanque de combustível: armazenar energia; Motor: transformar energia; Transmissão: transmitir energia; Acelerador: controlar velocidade. Volante: controlar direção. Chave: iniciar / interromper o funcionamento. Proteção: receber / amortecer impactos. Freios: reduzir a velocidade do veículo. Suspensão: Absorver impactos. Luzes: sinalizar e iluminar. Segurança: proteger os ocupantes.
4. Descrição do funcionamento do ST	O trabalho do veículo inicia-se pelo acionamento eletrônico e em seguida o acionamento do motor. A rotação do motor é transmitida através dos eixos e elementos de transmissão até as rodas, assim gerando a locomoção do carro. O motorista controla a rotação do motor pelo acelerador, e a desaceleração pelo freio. A direção do veículo é controlada manualmente pelo volante. O motorista pode / deve ao utilizar o veículo sinalizar e iluminar, através das luzes presentes no carro.

Fonte: Autoria própria, 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 7: Desenvolvimento dos passos do MPI.

5. Levantamento dos recursos	<p>Recursos de substância: vegetação, pedras, terra, ar, umidade, óleo, gasolina, madeira, motor, poeira, carenagem, cubo, gases de escape, areia, água, asfalto, suor.</p> <p>Recursos de energia: calor do ambiente, energia solar, energia cinética dos resíduos, energia química do combustível, energia térmica dos gases de escape, pressão e velocidade dos gases de escape, energia térmica do ar, energia cinética do ar, energia cinética do veículo, energia muscular do motorista, energia térmica do motorista.</p> <p>Recursos de espaço: espaço entre os ocupantes, espaço sob ou sobre a carenagem, espaço ao redor do veículo, espaço ocupado pelo motor e os componentes de transmissão, espaço do porta-malas.</p> <p>Recursos de campo: gravitacional, centrífugo, elétrico (ddp entre dois pontos de diferentes alturas), magnético, pressão do vento, térmico (motor), magnético (terrestre).</p> <p>Recursos de tempo: tempo de ignição do motor, tempo de troca de marcha.</p> <p>Recursos de informação: liga/desliga, aceleração, frenagem, direcionamento, segurança; Recursos de função: condução, acúmulo de bagagem, refrigeração.</p>
6. Identificação da característica desejada a ser melhorada ou da característica indesejada a ser reduzida, eliminada ou neutralizada do ST	<p>A característica desejada a ser melhorada no ST carro é o aumento da segurança dos passageiros e motorista.</p>
7. Formulação do resultado final ideal (RFI)	<p>O carro deve, em caso de colisão, proteger os ocupantes de possíveis lesões, sem que a complexidade e o custo do ST aumentem muito.</p>

Fonte: Autoria própria, 2021.

Após se identificar os recursos do carro, que se deseja melhorar, a partir do RFI (Formulação do Resultado Ideal) declarado na tabela 7, pode-se tirar o objetivo da aplicação do MPI ao veículo automóvel. Sendo assim, tem-se as tabelas 8 e 9.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 8: Aplicação da MC ao MPI

Passo do MPI	Exemplo
8.1 Identificação da característica desejada a ser melhorada;	Segurança dos passageiros e motorista do veículo.
8.2 Identificação da solução convencional para melhorar a característica desejada;	a) Aprimoramento da capacidade de absorção de impactos do ST. b) Maior amortecimento de impacto dos ocupantes do veículo.
8.3 Identificação da característica prejudicada com uso da solução convencional;	a) Complexidade do objeto. b) Manutenibilidade.
8.4 Formulação da contradição técnica: se a característica (característica desejada a ser melhorada) é melhorada com solução convencional para melhorar a característica desejada, então, a(s) característica(s) (...) é(são) piorada(s).	a) Se a segurança dos passageiros e motorista do veículo é aumentada por meio do aprimoramento da capacidade de absorção de impactos do ST, a complexidade dele aumenta. b) Se a segurança dos passageiros do veículo é aumentada através do maior amortecimento de impacto dos ocupantes do veículo, a manutenibilidade do ST é piorada.
8.5. Reformulação da(s) contradição(ões) identificada(s) em termos de parâmetros de engenharia contraditórios	a) 14 (Resistência) x 36 (Complexidade do objeto); b) 27 (Confiabilidade) x 34 (Manutenibilidade).

Fonte: Autoria própria, 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Tabela 9: Aplicação da MC ao MPI

<p>9.1 Uso da matriz de contradições para identificar os PIs a aplicar</p>	<p>a) A matriz de contradições sugere, para os parâmetros contraditórios 14 e 36, os PIs 2 (remoção), 3 (qualidade localizada), 25 (autosserviço) e 28 (substituição de meios mecânicos); b) A matriz de contradições sugere, para os parâmetros contraditórios 27 e 34, os PIs 1 (Segmentação) e 11 (Amortecimento prévio).</p>
<p>9.2. Aplicação dos PIs para solucionar a(s) contradição(ões)</p>	<p>a) Com uso do PI 28 (substituição de meios mecânicos), foram identificadas as seguintes ideias: 12.1. Adição de um “<i>airbag</i> externo” ao para-choque do ST, que é acionado momentos antes de um possível impacto do veículo; 12.2. Adição de um sistema de amortecedores a base de molas ao para-choque do ST, para diminuir a intensidade do impacto sentida pelos ocupantes do veículo; b) Com o uso do PI 11 (amortecimento prévio), foi identificada a seguinte ideia: 12.3. Uso de molas na base dos assentos do veículo para, em caso de colisão, absorver parte da energia gerada por ela.</p>

Fonte: Autoria própria, 2021.

A proposta 9.1, da tabela 9, aborda a inclusão de um sensor no para-choque do veículo, similar ao sensor de um sistema de frenagem autônomo, que detectaria uma colisão iminente e ativaria o “*airbag* externo” antes que ela ocorra, absorvendo uma parte do impacto gerado. Essa inovação tem coerência com uma das prioridades da qualidade projetada da casa da qualidade do método QFD: maior quantidade de componentes eletrônicos.

A proposta 12.2, da mesma tabela, é análoga a um sistema de suspensão comum, retrabalhado para absorver colisões geradas em acidentes automotivos. As molas mencionadas seriam inseridas dentro do para-choque e amorteceriam o impacto para os ocupantes do veículo ao absorver parte da energia gerada.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Por fim, a proposta 12.3 tem o mesmo princípio da proposta 12.2, que é o de amortecer o impacto recebido pelos ocupantes de um veículo, em caso de um acidente, por meio de molas. As molas seriam instaladas na base do assento e permitiriam que o banco se mova um pouco em caso de colisão. Elas absorveriam parte da energia de tal colisão, fazendo com que o choque sentido pelos ocupantes do veículo seja mais leve, levando a um risco menor de causar ferimentos mais graves. Essa proposta, assim como as duas anteriores, trariam um aumento no preço do veículo devido ao acréscimo de componentes na sua fabricação.

Assim, tendo como inspiração o ocorrido com os *airbags* da Takata e o que foi discutido sobre encontrar meios de reduzir o custo de produção de veículos com sistemas autônomos de segurança, sugere-se que a proposta 12.1 seja trabalhada preferencialmente. Com base no pressuposto de que os sistemas autônomos de segurança já existentes se tornem mais acessíveis, sendo possível incluí-los a um veículo básico. A proposta 12.1 poderia ser um desses novos sistemas ou, caso não seja possível realizá-la, poderia dar origem a outros sistemas de segurança a partir de conceitos analisados e propostos durante o processo de seu desenvolvimento. Tais sistemas podem ter ainda mais eficiência, tanto no que diz respeito à segurança proporcionada, quanto no que está relacionado a simplicidade de operação/construção deles.

3 CONSIDERAÇÕES

Considera-se que foi atendido o objetivo deste trabalho de apresentar os métodos KT, QFD e TRIZ como relevantes no desenvolvimento e aprimoramento de soluções de segurança automotiva.

Considera-se, também, que, como foi posto no objetivo, há, aqui, uma contribuição importante na abordagem de desenvolvimento de componentes automotivos, pois, apesar de ser um estudo hipotético, entende-se como relevante diante da grandeza do setor.

Os resultados obtidos em relação ao método KT de análise de problemas definiram que a sua utilização é viável no contexto industrial. Além disso, é possível observar a importância de um método eficiente de análise de problemas no processo de inovação.

A realização do método QFD, em conjunto com a TRIZ resultou numa forma eficiente de planejar soluções inovadoras. O QFD ajuda a priorizar o que precisa ser alterado, bem como metas e parâmetros desejados, enquanto a TRIZ guia o esforço de solucionar e inovar para que tais metas sejam alcançadas.

Como sugestões para pesquisa futuras propõe-se a aplicação dos métodos KT, QFD e TRIZ em conjunto num projeto real, dando a continuidade ao estudo, além da utilização dos métodos QFD e TRIZ no cenário corporativo, em que se avaliaria essas ferramentas em contexto não industrial. Poderia, também, desenvolver novos materiais a partir do uso da TRIZ. Além da revisão dos PIs apresentados na TRIZ para abranger mais áreas, como a química, a biologia, a educacional, entre outras.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

REFERÊNCIAS

ADIDAM, P. T.; BHARADWAJ, S., EDISON, S. W.; MENON, A. Antecedents and consequences of marketing strategy making: a model and a test. **Journal of Marketing**, v. 63, n. 2, p. 18-40, 1999.

AKAO, Y. Quality Function Deployment Integrating Customer Requirements into Product Design. [S. l.]: Productivity Press, 2004.

ALTSHULLER, G. **The innovation algorithm**: TRIZ, systematical innovation and technical creativity 2. ed. Worcester: Technical Innovation Center, Inc, 2007.

ANGELO, B. Airbags da Takata: entenda o recall que já matou no Brasil. **UOL**, 2020. Disponível em: <https://autopapo.uol.com.br/noticia/recall-takata-airbag/>. Acesso em: 14 jan. 2022.

BACK, N.; CARVALHO, M. A. Uso dos conceitos fundamentais da TRIZ e do método dos princípios inventivos no desenvolvimento de produtos. In: **Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Florianópolis, SC, Brasil, 2001.

BILISIK, K.; YOLACAN, G. Warp and Weft Directional Tensile Properties of Multistitched Woven Fabric E-Glass/Polyester Nano Composites. **Fibers and Polymers**, v. 15, n. 5, p. 1051-1061, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263474565_Warp_and_Weft_Directional_Tensile_Properties_of_Multistitched_Woven_Fabric_E-GlassPolyester_Nano_Composites. Acesso em: 14 jan. 2022.

BLOMQUIST, H. R. Relatório de um expert sobre o defeito nos airbags produzidos pela Takata Corporation. **HRB Research LLC**, Washington, D.C 2020. Disponível em: https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/documents/exhibit_a-blomquist_report_0.pdf . Acesso em: 14 jan. 2022.

BOAN, F. S.; CHENG, L. C.; DRUMOND, F. B.; KRAFETUSKI, E.; OLIVEIRA, C. A.; PRATES, L. R.; SCAPIN, C. A.; VILELA, R. M. **QFD**: planejamento da qualidade. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 1995.

BOSCH. **Multi-purpose camera**. [S. l.]: BOSCH, s. d. Disponível em: <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/camera/multi-purpose-camera/>. Acesso em: 14 jan. 2022.

BOUDETTE, N. E.; TABUCHI, H. 3 Takata Executives Face Criminal Charges Over Exploding Airbags. **The New York Times**, 2017 Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/01/13/business/takata-airbag-criminal-charges.html> Acesso em: 14 jan. 2022.

CABRAL, J. **Teste**: novo Hyundai HB20 supera o Volkswagen Polo e se torna o 1.0 turbo mais rápido do segmento. **Auto esporte Globo**, 2019. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/testes/noticia/2019/10/teste-novo-hyundai-hb20-supera-o-volkswagen-polo-e-se-torna-o-10-turbo-mais-rapido-do-segmento.ghtml>. Acesso em: 14 jan. 2022.

CARVALHO, C. H. R. de. **Custos dos acidentes de trânsito no Brasil**: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. Brasília: IPEA, 2020. v. 2565, p. 20. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/7018-td2565.pdf>.

CARVALHO, L. M. **Prospecção de novos materiais para molas de suspensão automotiva**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5318/1/LD_COEMA_2015_2_02.pdf



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

CASTRO, B. H. R.; COSTA, R. A.; PEDRO, L. S. A recente regulamentação do setor automotivo brasileiro e as possibilidades de atuação do BNDES. **BNDES Setorial**, v. 1, n. 36, p. 367-396, 2012 Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1518/1/A%20set.36_A%20recente%20regulamenta%C3%A7%C3%A3o%20do%20setor%20automotivo_P.pdf . Acesso em 22 fev. 2022.

CHENG, L. C.; MELO, L. D. R.; FILHO. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento – caso em uma empresa de materiais. **Revista Produção**, v. 17, n. 3, p. 604-624, 2007. Disponível em: <http://www.production.periodikos.com.br/article/10.1590/S0103-65132007000300015/pdf/1574685864-17-3-604.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

FELIX, L.; GRANDE P. C. **Recall: Toyota chama 380.000 Corolla, Etios e Hilux por falha em airbags**. [S. l.]: Quatro Rodas, 2007. Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/recall-toyota-chama-380-000-corolla-etios-e-hilux-por-falha-em-airbags/> Acesso em: 14 jan. 2022.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional – uma abordagem sistemática à solução de problemas e tomada de decisões**. São Paulo: Atlas, 1981.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Novo Gerente Racional: Uma Edição Atualizada Para Um Novo Mundo**. São Paulo - SP: Kepner/Tregoe, 2008

LATIN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME. **Resultados referentes a um crash-test feito com o Ford Ka 2020**. [S. l.]: Latin N Cap, 2020a Disponível em: <https://www.latinncap.com/po/resultado/146/ford-ka-%2B-2-airbags>

LATIN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME. **Resultados referentes a um crash-test feito com o Kia Picanto 2020**. [S. l.]: Latin N Cap, 2020b. <https://www.latinncap.com/po/resultado/145/kia-picanto--morning-%2B-1-airbag>

LATIN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME. **Resultados referentes a um crash-test feito com o Hyundai HB20 2020**. [S. l.]: Latin N Cap, 2020c. <https://www.latinncap.com/po/resultado/147/hyundai-hb20-%2B-2-airbags>

LUZ, G. **Aço SAE 1020 Propriedades (e Fornecedores do Aço 1020)**. [S. l.: s. n], 2017a Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-1020-propriedades-mecanicas.html>

LUZ, G. **Aço SAE 5160 Propriedades Mecânicas**. [S. l.: s. n], 2017a. Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-5160-propriedades-mecanicas.html>

MARQUES, N. Explodimos um AIRBAG dentro da PISCINA! **UOL**, 2021. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/home/explodimos-um-airbag-dentro-da-piscina/>

MARTINS, V. W. B.; FERREIRA, H. R.; SOARES FILHO, D. C. Utilização do Desdobramento da Função Qualidade – QFD para análise e proposta de melhoria no serviço de transporte público. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 1, p. 31-48, 2016. <https://www.revistasg.uff.br/sq/article/view/783/408>

MENDEL, F. **Ford Ka: problemas no motor, freios e suspensão em teste**. [S. l.]: Blog Car, 2016. Disponível em: de <https://www.car.blog.br/2016/05/ford-ka-problemas-no-motor-freios-e.html>.

PORTAL AUTO SHOPPING. Quais os principais tipos de airbag e como funcionam?. **Portal Auto Shopping**, 2019. Disponível em: <https://www.portalautoshopping.com.br/blog/quais-os-principais-tipos-de-airbag-e-como-funcionam/>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovani Artero, André Luiz de Moura Junior

TEIXEIRA FILHO, F. W. P. **Análise da eficiência de um tratamento isotérmico a 65 °C para aumento da dureza de um aço SAE 1020.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019. Disponível: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/49236/3/2019_tcc_fwpteixeirafilho.pdf.

THENÓRIO, I. F. Para [Manual do Mundo]. (19 janeiro, 2021). EXPLODIMOS um AIRBAG dentro da PISCINA! [Arquivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=qqOT-VvH9vw>.

ZE PERFS. KIA Picanto 1.2 GT 84 PS (2017->2020) technical specifications and performance figures. ZE PERFS, 18 abr. 2021. Disponível em: <https://zeperfs.com/en/fiche6716-kia-picanto-1-2-gt.htm>



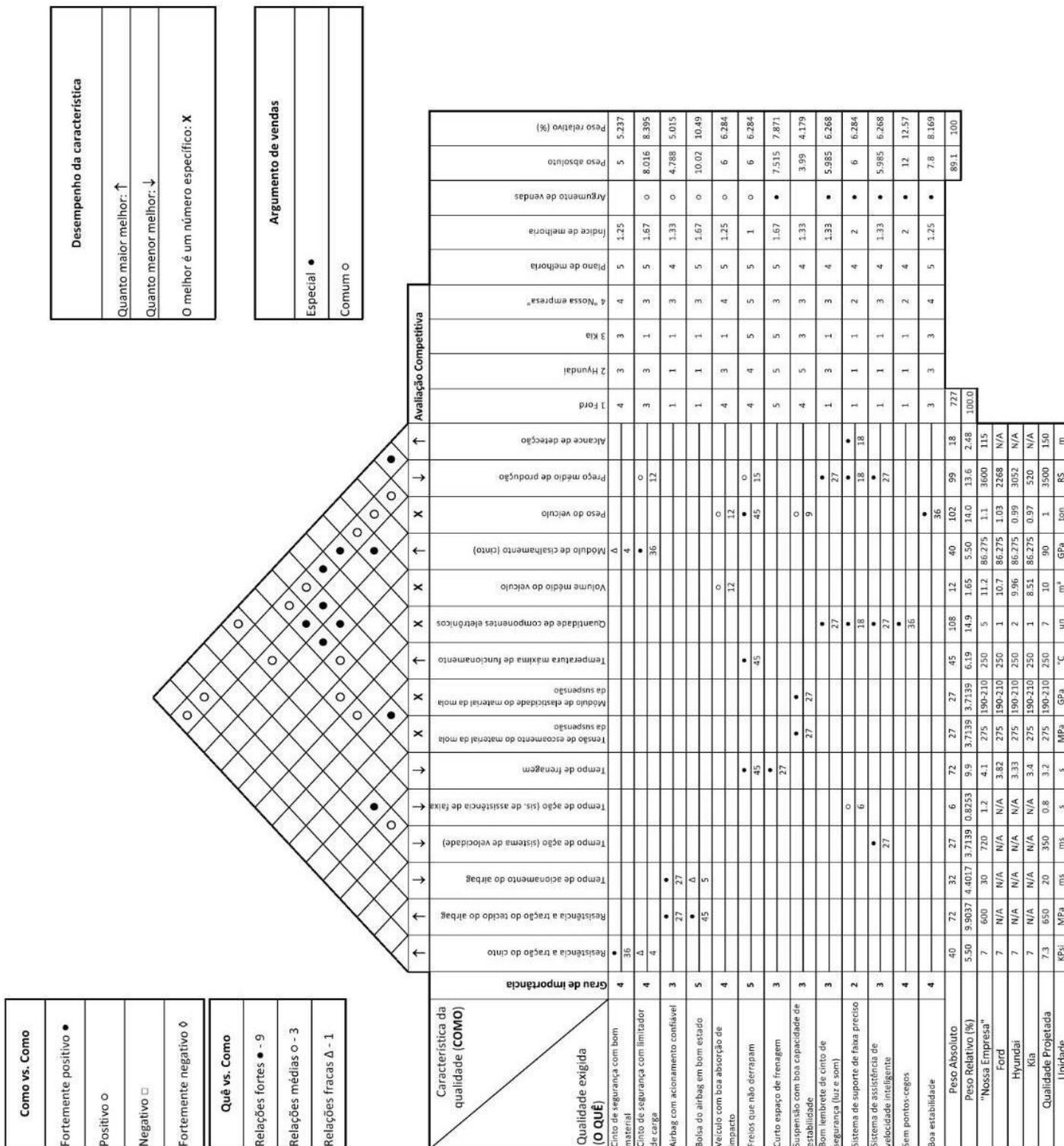
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

UTILIZAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD), METODOLOGIA DE INOVAÇÃO (TRIZ) E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (KT): ESTUDO DE CASO EM COMPONENTE AUTOMOTIVO
Argelio Lima Paniago, Gabriel Giovanni Artero, André Luiz de Moura Junior

Apêndice

Figura A1: Casa da qualidade completa.



Fonte: Autoria própria, 2021.