

Utilizando TRIZ na concepção de um carro de papelão**Using TRIZ in the conception of a cardboard car**

DOI:10.34117/bjdv6n5-010

Recebimento dos originais:05/04/2020

Aceitação para publicação:02/05/2020

Antonio Costa Gomes Filho

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Instituição: Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO

Endereço: Rua Padre Salvatore Renna, 875

CEP 85015-430 – Guarapuava – Pr.

E-mail:acgfilho@unicentro.br

Luciene Oliveira Cruz

Graduanda em Jornalismo pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO

Endereço: Rua Padre Salvatore Renna, 875

CEP 85015-430 – Guarapuava – Pr.

E-mail:luciene.oliveiracruz@hotmail.com

Fernando Antonio Forcellini

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994) e pós-doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Endereço: R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n

CEP 88040-900 Trindade, Florianópolis - SC,

E-mail:forcellini@deps.ufsc.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é mostrar a utilização da abordagem TRIZ na concepção de um carro de papelão. O uso dos Princípios Inventivos da TRIZ permitiu idealizar esse veículo que, utiliza, entre outros materiais, o papelão, como proposta de material ecologicamente correto e com uso sustentável. Os materiais utilizados na pesquisa foram livros, teses, dissertações e artigos científicos sobre o assunto. Com o uso de um formulário, foi aplicado o Método dos Princípios Inventivos (MPI/TRIZ), seguindo os passos para aplicação do método sem o uso da Matriz de Contradições. Após análise dos quarenta princípios inventivos, foram utilizados quatro deles (PI14, PI9, PI24, PI28) para gerar alternativas de solução para o problema inventivo analisado. Percebeu-se que o uso livre dos 40 princípios inventivos foi a escolha mais adequada ao problema, que, infere-se ser muito complexo.

Palavras chave: criatividade, inovação sistemática, desenvolvimento de produtos, estratégia cognitiva.

ABSTRACT

The objective of this article is to show the use of the approach TRIZ in the conception of a cardboard car. The use of the Inventive Principles of TRIZ it allowed to idealize that vehicle that, it uses, among other materials, the cardboard, as proposal of material sustainability correct and with maintainable use. The materials used in the research they were books, theses, dissertations and scientific articles about the subject. With the use of a form, the Method of the Inventive Principles was applied (MPI/TRIZ), following the steps for application of the method without the use of the Contradictions Matrix. After analysis of the forty inventive beginnings, four of them were used (PI14, PI9, PI24, PI28) to generate solution alternatives for the analyzed inventive problem. It was noticed that the use free from the 40 inventive beginnings was the most appropriate choice to the problem, that, it is inferred to be very complex.

Key-words: creativity, systematic innovation, development of products, cognitive strategy.

1 INTRODUÇÃO

A TRIZ possui vários métodos, e o mais conhecido é o MPI – Método dos Princípios Inventivos. TRIZ é uma teoria que foi desenvolvida por mais de 40 anos, tendo iniciado na Rússia; essa teoria ajuda na resolução de problemas encontrados pelos inventores quando se defrontam com a questão da inovação. Sua tradução ao português é vista na literatura como Teoria Para Resolução de Problemas Inventivos e é conhecida como Criatividades para Engenheiros, isso porque é composta por uma tabela (Matriz de Contradições) que permite tratar a criatividade de uma maneira organizada.

A TRIZ possui vários métodos (DEMARQUE, 2005) que auxiliam inventores, engenheiros e outros profissionais a resolver todos os tipos de problemas em suas invenções, sendo que seu pressuposto é o de que um problema particular pode ser resolvido por uma regra geral.

Este artigo tem por objetivo mostrar como a TRIZ foi utilizada para conceber a ideia de um carro de papelão. Neste estudo, o Método dos Princípios Inventivos, o mais conhecido dos métodos da TRIZ (CARVALHO; BACK 2001), foi aplicado livremente para criar um carro que se mova na cidade, que seja compacto, um veículo para uma pessoa, que não apresente a insegurança de uma motocicleta e, que apresente o conforto de um veículo de quatro rodas, utilizando na sua construção, entre outras coisas, o papelão, como proposta de material ecologicamente correto e com uso sustentável.

O trabalho, em seu corpo textual está estruturado da seguinte forma: introdução, referencial teórico, método, resultados e conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na visão de Carvalho (1999) os métodos da Teoria TRIZ são utilizados para resolver conflitos em engenharia, de forma mais específica, no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas para inovar nos conceitos de produtos, ele cita o exemplo de inovação em uma roçadeira. O estudo de Alves et al (2007), demonstra que o mais difundido método da TRIZ, o Método dos Princípios Inventivos (MPI-TRIZ) pode ser utilizado juntamente com o Método para Análise e Solução de Problemas (MASP) para resolver um problema de produção de uma empresa que trabalha com massa asfáltica.

Na interpretação de Carvalho e Ferreira (2005) e de Carvalho (2007), os conceitos fundamentais da TRIZ são a idealidade, a contradição, os recursos, a funcionalidade e a sistemática:

- a) **Idealidade:** é o conceito segundo o qual os Sistemas Tecnológicos, independente do desejo individual do seu inventor evoluem no sentido do aumento da oferta de funções úteis e da diminuição das funções inúteis ou prejudiciais. Quanto mais evoluído, menor o custo ou preço pago pelo seu conjunto de funções, menor o desperdício e maior o aproveitamento de seus recursos e mais eficaz é o sistema. Com o conceito de idealidade, define-se o Resultado Final Ideal (RFI). Para melhor entender o conceito de idealidade, é necessário estudar a **Lei da idealização crescente** (quarta lei da evolução dos sistemas técnicos);
- b) **Contradições:** contradições correspondem às demandas conflitantes. Na TRIZ clássica, existem dois conceitos de contradições, contradições técnicas e contradições físicas. A contradição técnica ocorre quando há dois requisitos conflitantes num mesmo sistema. A contradição física ocorre quando existe conflito num mesmo parâmetro, por exemplo, ser alto e baixo ao mesmo tempo, pequeno e grande, dentre outros exemplos. O conceito de contradição é uma consequência da primeira lei da dialética, a lei da unidade dos opostos (Carvalho, 2007). Em termos práticos, na TRIZ, ficou demonstrado que as partes dos sistemas tecnológicos são desenvolvidas de forma desigual, nas suas diversas versões, e isso resulta no surgimento de contradições. A solução que se busca para resolver as contradições é uma solução que atenda a todas as demandas conflitantes, evitando as soluções de compromisso, em que uma das partes melhora em função do sacrifício da outra demanda que está em conflito. A resolução de contradições aumenta a idealidade do Sistema Tecnológico.

Para Maldonado, Monterrubio e Arzate (2004), membros da Associação Mexicana de TRIZ (AMETRIZ) a TRIZ é uma metodologia (conjunto de métodos, regras e postulados utilizados em determinada área de conhecimento) que tem por base os seguintes postulados:

- a) Os sistemas tecnológicos evoluem obedecendo oito níveis principais e dois complementares definidos por Altshuler;
- b) Os inventos ou inovações tecnológicas têm cinco níveis de complexidade, desde o mais simples até aqueles que produzem uma verdadeira mudança em toda a estrutura da sociedade;
- c) Para se produzir um invento ou inovação tecnológica, é indispensável eliminar contradições, que podem ser técnicas ou físicas, entre os componentes de um sistema tecnológico;
- d) Foram descobertas 39 características dos sistemas tecnológicos e 40 princípios de invenção que devem aplicar-se, ao enfrentar um problema de inovação tecnológica.
- e) Existem muitos recursos “invisíveis”, como a gravidade, o espaço, o ar, etc., que, se aproveitados de novas maneiras, podem gerar inovações tecnológicas.

Focando a **Análise de contradições**, salienta-se que a mesma é um dos **Métodos para análise preliminar de problemas**, na TRIZ Clássica. Para Carvalho e Back (2001), contradições podem ser definidas como requisitos conflitantes com relação a um mesmo sistema técnico. Por exemplo, a haste de um ferro de soldar deve ser longa, para não queimar a mão do soldador e deve ser curta, para facilitar o controle da operação. Uma solução extremista seria fazer a haste muito longa. Isso evitaria queimaduras, mas, prejudicaria a precisão do controle. Uma solução que procura contornar a contradição seria fazer a haste não muito curta, nem muito longa: um meio termo é estabelecido. A orientação à contradição consiste em não procurar evitá-la, mas, resolvê-la criativamente. Em Carvalho, Back e Ogliari (2005), a análise de contradições é explorada no desenvolvimento de produtos; esses autores explicam que a análise de contradições técnicas pode ser feita: a partir do telhado da casa da qualidade, a partir de uma matriz de impacto cruzado e também a partir de uma análise de interações, citando exemplos nas três formas.

Inventar ou inovar significa eliminar uma série de contradições que surgem quando se quer solucionar um problema tecnológico, a diferença entre a maneira de resolver problemas nos sistemas tradicionais e na filosofia da TRIZ, é que nos sistemas convencionais utilizam-se as chamadas “soluções de compromisso”, ou seja, à medida que se melhora um aspecto, se

piora ou se sacrifica outra característica ou requisito do sistema, isso não é inventar ou inovar, segundo o criador da TRIZ Clássica.

É necessário eliminar a contradição por completo, sem necessidade de um compromisso tolerável, em outras palavras, o inovador oferece uma alternativa em que todos saem ganhando. Para melhor entendimento, é necessário saber o que é uma contradição, no contexto da TRIZ, **contradição** é uma condição que surge quando um subsistema entra em **conflito** com outro, ou quando as propriedades de um subsistema entram em conflito com elas mesmas, sendo necessário eliminar tais conflitos mediante uma solução inovadora.

É necessário entender o conceito de contradição e os tipos existentes. No contexto da TRIZ, existem dois tipos de contradições:

Contradições Técnicas: uma contradição técnica existe quando, ao se tentar melhorar um atributo “A”, de um sistema tecnológico, outro atributo “B”, do mesmo sistema, se deteriora. Por exemplo, se quer fabricar um produto mais robusto e duradouro (atributo desejado), automaticamente este será mais pesado e mais caro por causa do material requerido para o mesmo (atributo indesejável).

Esse tipo de contradição ocorre quando se demandam **funções** completamente diferentes ou incompatíveis dos sistemas de um sistema tecnológico e, geralmente, se referem a todo o sistema tecnológico, impactando-o. Os exemplos seguintes, segundo Maldonado, Monterrubio e Arzate, (2004), mostram essa situação:

- a) Num veículo de combustão interna, a contradição é que: se deseja uma maior potência (atributo desejado) automaticamente se produz um maior gasto de combustível (atributo indesejável);
- b) Numa roçadeira motorizada que produz muito barulho ao ser operada: se sugere instalar um silenciador que elimine o barulho (atributo desejado), mas isso iria aumentar o peso do equipamento (atributo indesejado);
- c) Voltando ao exemplo do automóvel, é conveniente que se leve um pneu de estepe em caso de furar um dos pneus (atributo desejável), mas ao mesmo tempo, o pneu reserva ocupa espaço (atributo indesejável);
- d) Uma lata de alumínio para refresco ou cerveja deve ter as paredes finas para economizar metal e ser mais barata (atributo desejável), mas ao mesmo tempo pode romper-se pela pressão interna do bióxido de Carbono (atributo indesejável);
- e) Frequentemente, no mundo empresarial surgem esse tipo de contradição, por exemplo: uma empresa deve ser grande para gerar altos lucros ao dono e aos acionistas (atributo

desejável), mas ao mesmo tempo, seu tamanho a torna altamente burocratizada e lenta para reagir às rápidas mudanças do mercado (atributo indesejável).

Para se resolver as contradições técnicas, é utilizada a Matriz de Contradições, parte integrante da metodologia. Existe também a **contradição física**, esta ocorre quando uma característica “X” de um sistema tecnológico requer uma mudança, e essa mudança, por sua vez, resulta em fator negativo, entrando essa característica em conflito consigo mesma. A contradição física se refere somente a uma parte do sistema tecnológico, alguns exemplos:

- a) Quando os bombeiros enfrentam um grande incêndio em uma propriedade, requer a aplicação de grandes quantidades de água, a alta pressão para apagar o fogo (atributo desejável), mas ao mesmo tempo a alta pressão da água causa danos ao imóvel, aos utensílios domésticos e à equipe de trabalho (atributo indesejável), em outras palavras, é necessário água e não é necessário, então se tem uma contradição entre a água e ela mesma;
- b) Quando nadadores são treinados na plataforma de 10 metros de altura, não muito bem treinado, num ângulo inadequado, isso pode provocar graves danos aos desportistas, já que a velocidade que alcançam na queda é considerável. É necessário ter água na piscina para amortizar um bom salto (atributo desejável) mas não é necessário água para um “salto mal executado” (por exemplo cair com a barriga na água) pelo dano que a água pode causar (atributo indesejado). A característica positiva da água se vê enfrentada com sua característica negativa, porque o líquido deve estar presente e ao mesmo tempo ausente;
- c) Numa fábrica de vidro especial, um cliente solicita centenas de lâminas de vidro, que tenham um milímetro de espessura, com as quinas arredondadas. Durante o corte e polimento das quinas, várias lâminas de vidro se quebram, com enorme prejuízo para a empresa. A contradição física é que as lâminas devem ser finas como o cliente quer (atributo desejável), mas ao mesmo tempo, devem ser grossas para não se quebrar no processo de fabricação (atributo indesejável);
- d) Um duto de ferro conduz pequenas esferas de aço junto com ar, a uma grande velocidade, para ser transportada a outro departamento da mesma empresa. Os cotovelos dos tubos sofrem um alto grau de erosão, isso exige que se troquem os cotovelos mais de duas vezes por semana, com a perda de tempo e dinheiro que eles produzem. A sugestão é de se instalar protetores de cerâmica ou de algum outro material resistente aos impactos das esferas metálicas, mas o custo de se fazê-lo é muito alto. A contradição física é que: se requer que as esferas metálicas viagem a grandes velocidades dentro do tubo (atributo desejável) mas ao mesmo tempo isso produz um alto grau de erosão (atributo indesejável);

- e) Em qualquer restaurante é desejável ter muitos clientes (atributo desejável), mas o maior número de clientes traz a necessidade de contratar mais garçons (atributo indesejável). A contradição é ter muitos clientes e ao mesmo tempo não tê-los.

As contradições físicas são mais fáceis de resolver que as contradições técnicas, e podem ser resolvidas mediante as seguintes condições:

- a) separação no espaço;
- b) separação no tempo;
- c) separação entre as partes e o todo;
- d) separação de acordo com uma condição.

Na TRIZ, a ferramenta para “quebrar a inércia psicológica” é o operador DTC (Dimensão, Tempo, Custo). Esta é uma ferramenta poderosa para excitar a imaginação. O operador DTC não tem o objetivo de dar resposta para o problema, mas tornar o problema mais claro e fácil de resolver. Devem ser respondidas as seis perguntas:

- a) O que acontecerá se a dimensão do objeto diminuir?
- b) O que acontecerá se a dimensão do objeto aumentar?
- c) O que acontecerá se o tempo para realizar a ação diminuir?
- d) O que acontecerá se o tempo para realizar a ação aumentar?
- e) O que acontecerá se o custo do sistema diminuir?
- f) O que acontecerá se o custo do sistema aumentar?

Essas análises devem ser levadas ao limite, isto é, tender a zero ou ao infinito. O objetivo é identificar o conflito existente no sistema estudado para então, com o uso de uma outra ferramenta, desenvolver conceitos que solucionem o problema. O uso das nove janelas é referenciado por Demarque (2005), Carvalho e Ferreira (2005), e também o uso de softwares, não existindo nenhum software em língua espanhola, segundo Maldonado, Monterrubio e Arzate (2004).

As contradições técnicas, mais difíceis de resolver, foram colocadas na tabela chamada de Matriz de Contradições. Após definido o problema e a característica que se quer resolver recorre-se à Matriz para identificar os Princípios Inventivos que são adequados à resolução daquele conflito. A Matriz de Contradições foi a maneira que o criador da TRIZ Clássica encontrou para indexar os Princípios inventivos e as características dos sistemas tecnológicos. Para a resolução de contradições em sistemas tecnológicos, a Matriz de Contradições não necessita de analogias, e a forma de aplicação para resolução do problema se faz pelo mais conhecido dos métodos da TRIZ, o chamado Método dos Princípios Inventivos. Com base no

MPI-TRIZ, Prim (2006) propõem o GPNS-TRIZ, sendo necessário utilizar analogias para converter os problemas de negócios aos problemas de tecnologia. Com base no GPNS-TRIZ, Gomes Filho et al (2009) propõem mais três Princípios e também o MCNS-TRIZ, Método para Concepção de Negócios Sustentáveis baseado em TRIZ, Gomes Filho (2010) também utiliza analogias e importação dos conceitos, enquanto no GPNS-TRIZ, Prim aplica analogias nos requisitos do projeto do processo de negócios, Gomes Filho (2010) utiliza analogias nos objetivos estratégicos de negócios, extraindo as características dos mesmos e convertendo nas características da tabela da Matriz de Contradições.

3 MÉTODO E MATERIAL

Os materiais utilizados foram livros, artigos científicos, teses e dissertações (ALVES, 2007; CARVALHO, 1999; CARVALHO; BACK 2001; DEMARQUE, 2005; PRIM, 2006;) para o entendimento conceitual e a aplicação no caso prático, nesse material, já disponível em português, encontrou-se os elementos necessários ao nivelamento conceitual sobre o assunto. Também foi utilizado o mesmo formulário que Carvalho e Back (2001) haviam usado para aplicação do Método dos Princípios Inventivos da TRIZ na ideação de soluções para dois sistemas técnicos.

Na escolha de qual método da TRIZ utilizar, foi definido e aplicado o Método dos Princípios Inventivos (MPI/TRIZ), seguindo os mesmos passos de Carvalho e Back (2001) para a aplicação do método sem o uso da Matriz de Contradições. A escolha de não se utilizar a Matriz de Contradições se deu pelo fato da equipe querer aproveitar ao máximo as combinações possíveis disponibilizadas pelo método.

O objeto de estudo foi definido pela equipe como sendo um carro de papelão, com capacidade para um passageiro e para mobilidade urbana, esse veículo viria substituir as atuais motocicletas, oferecendo todos os requisitos de um veículo com quatro rodas, cuja função de utilidade é atender à necessidade de locomoção de uma pessoa para o trabalho, escola, academia e outros lugares encontrados em qualquer cidade. O veículo não seria indicado para viagens e locomoção entre cidades diferentes, mas tal qual uma motocicleta também poderia ser utilizado, ocasionalmente, para esse fim.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A equipe envolvida na pesquisa trabalhou pelo período de aproximadamente dez meses e sintetizou a literatura revisada em formato de resenhas. As resenhas eram acessadas cada vez

que se tinha dificuldade sobre um ou outro conceito que ia aparecendo no decorrer da aplicação do método.

No aprendizado da ferramenta, a equipe utilizou o MPI/TRIZ para gerar alternativas de solução inovadoras para uma embalagem de lâmpada. Além disso, foi verificado a aplicação do MPI/TRIZ nas publicações de Carvalho e Back (2001), Demarque (2005) e Alves et AL (2007).

Foi observado que o MPI/TRIZ apresenta duas sequências de ações quando aplicados na geração de alternativas de solução para um problema. Uma delas é limitar o uso dos Princípios Inventivos à heurística seguida pelos inventores russos, nessa forma de uso, deve-se consultar uma tabela chamada Matriz de Contradições, que já indica quais Princípios se deve utilizar, dispensando a necessidade de se consultar todos os quarenta princípios inventivos constantes do método.

A outra maneira de se aplicar o MPI/TRIZ é a aplicação direta dos Princípios Inventivos na geração de soluções. A equipe de trabalho optou por essa forma de uso do MPI/TRIZ. Os resultados estão descritos a seguir:

Quadro 1: Análise do Sistema Técnico Carro de Papelão
Fonte: Elaborado pelos autores

Passo do Método dos Princípios Inventivos	Conceitos definidos pela equipe de pesquisa
1. Identificação (nome) do Sistema Técnico (ST):	Trata-se de um veículo para somente uma pessoa, o veículo deve ter banco confortável para o piloto e ser seguro, sem colocar a vida de outras pessoas em risco, deve ter espaço para mala de mão e no máximo uma mochila que ficará na parte traseira. Dar a sensação de ser pequeno para quem olha de fora, mas ser grande por dentro. Ter o motor na parte da frente. Troca de marchas no volante. Trata-se de um veículo com 4 rodas para andar em terra, com rodas aro 8 mm de espessura.
2. Identificação da função ou funções principais do ST:	Para se locomover mais rápido que uma pessoa andando a pé, para ir à academia, ao trabalho, à escola, à praia, à sua casa entre outros lugares.
3. Identificação dos principais elementos do ST e de suas funções:	Sistema de suspensão: Molas: proteger contra impactos; Rodas: estabilizar o veículo; Freios: parar o veículo; Direção: determinar o percurso; Volante: controlar a direção; Assoalho: colocar os pés do piloto; Eixos: apoiar o sistema de suspensão; Amortecedores: amortecer impactos;

	<p>Colunas: proteger o motorista. Sistema motor: Tanque de combustível: armazenar; Carburador: alimentar o motor; Bateria: fazer o carro arrancar e fornecer energia aos componentes elétricos; Acelerador: controlar a velocidade; Embreagem: fazer o controle de marchas. Sistema de Segurança e Conforto: Bancos: deixar o motorista confortável; Cinto de segurança: proporcionar segurança; Para-choques: proteger o carro e o piloto; Casco: proteger de chuva, batidas, e outros; Espelhos: controlar visão traseira e proteger em manobras; Iluminação externa: clarear a visão fora do veículo; Iluminação interna: clarear a visão interna; Air-Bag: proteger contra batidas; Banco ejetor: separar o banco do restante do veículo, útil quando em quedas de penhascos ou pontes.</p>
4. Descrição do funcionamento do ST:	<p>O funcionamento do carro começa por chave que liga o motor, este, utilizando alguma fonte de energia possibilita colocar o carro em movimento. A rotação do motor aciona o sistema de suspensão colocando os eixos em movimento, que podem ser parados pelos freios ou por pane seca. O piloto controla a velocidade do motor por meio de um acelerador. O piloto controla a direção do carro manualmente por meio do volante. A sustentação do veículo é feita por molas, sistema de amortecedores e pelo próprio assoalho do veículo. O casco do veículo auxilia na estabilidade e tem a função de proteger o piloto contra as intempéries do tempo e colisões vindas da área externa ao veículo.</p>
5. Levantamento dos recursos:	<p>Recursos de substância: Molas, poste, árvores, paredes, cercas, pedras, terra, ar, umidade, combustível, madeira, motor, poeira, gases de escape, cansaço do piloto, placa de sinalização; Recursos de energia: Força da gravidade, forças dos ventos, energia solar, energia cinética do movimento das rodas, energia química do combustível, pressão e velocidade dos gases de escape, energia térmica dos gases de escape, energia térmica do ar, energia muscular do piloto, calor do ambiente, energia térmica do piloto; Recursos de espaço:</p>

	<p>Espaço entre o painel e o local para colocar bagagem, espaço entre as rodas e o sistema de amortecedores, espaço ao redor do veículo, espaço em volta do motor;</p> <p>Recursos de campo: Campo de impacto reduzido pelas molas, condições do terreno, força gravitacional, campo elétrico, campo magnético do motor e terrestre, força dos ventos, recurso térmico do motor;</p> <p>Recursos de tempo: Tempo para dar a partida do veículo, tempo para o motor funcionar;</p> <p>Recursos de informação: Liga/desliga, aceleração, direcionamento, frenagem, controle da velocidade, informações mostradas no painel do veículo;</p> <p>Recursos de função: Transportar pessoas, reduzir tempo de locomoção, proteger das chuvas, proporcionar conforto sobre quatro rodas, aproveitar pequenos espaços no estacionamento, transportar pequenas bagagens.</p>
6. Identificação da característica a ser melhorada ou da característica indesejada a ser reduzida, eliminada ou neutralizada no ST:	A característica indesejada a ser reduzida eliminada ou neutralizada no carro de papelão é o uso de metal no casco ou carroceria do mesmo.
7. Formulação do resultado final ideal (RFI)	O carro de papelão deve proteger das condições climáticas adequadamente, sem comprometer a segurança e proporcionando conforto ao motorista.

Após a análise do Sistema Técnico, a equipe de trabalho consultou os quarenta princípios inventivos que fazem parte do MPI/TRIZ. Foram utilizadas as traduções de Demarque (2005); Prim (2006). Um dos componentes da equipe analisou os vinte primeiros Princípios Inventivos e outro componente da equipe analisou os vinte últimos Princípios Inventivos. Posteriormente houve inversão na análise e um terceiro componente da equipe, mais experiente no uso da TRIZ, promoveu a síntese dos resultados. Para resolver o problema definido na Formulação do Resultado Final (RFI), foram utilizados os Princípios Inventivos de números 4, 9, 24 e 28. A equipe de trabalho não encontrou resultados que possibilitassem o uso dos outros Princípios Inventivos.

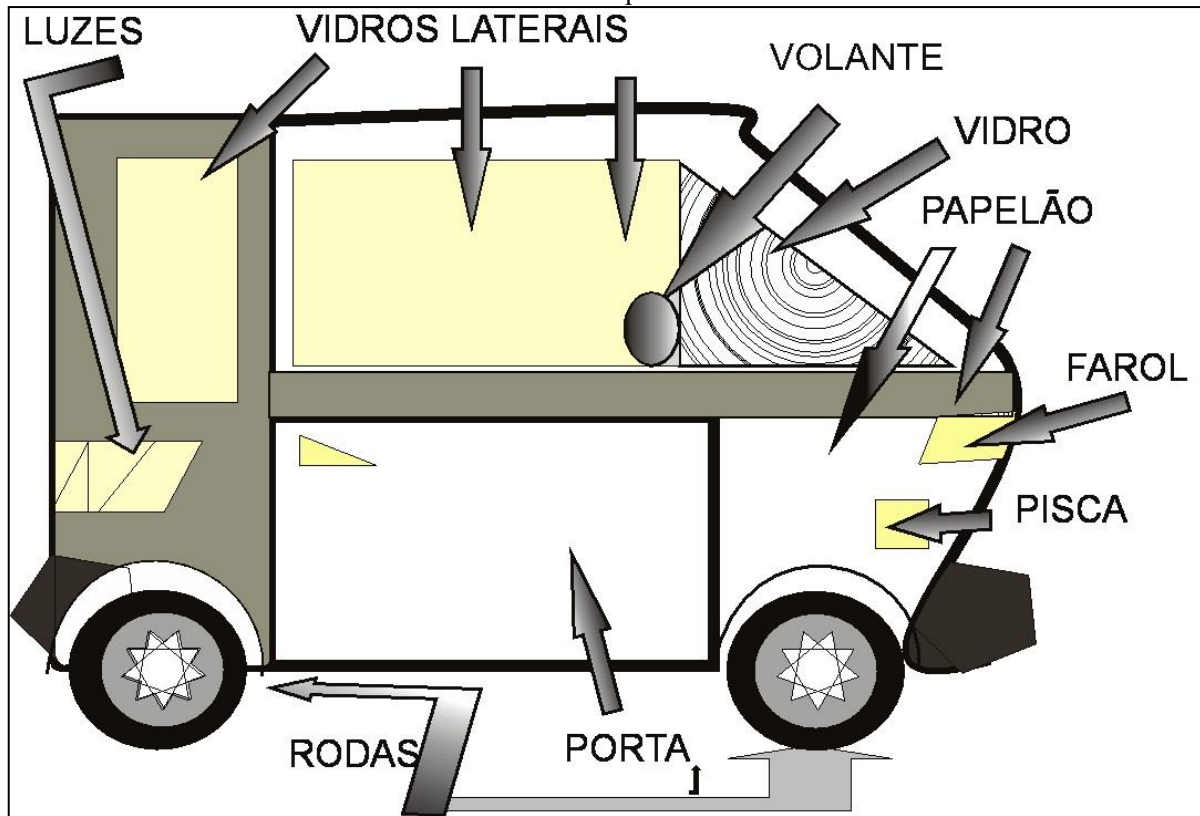
Quadro 2: Utilização direta dos Princípios Inventivos para o problema inventivo

Fonte: Elaborado pelos autores

Princípio Inventivo	Idéia (alternativa de solução gerada pela equipe)
PI 4. Assimetria: alterar a forma de objeto de simétrico para assimétrico.	Para o problema das condições climáticas, colocar um material, no caso uma película, que irá proteger o papelão das condições climáticas.
PI 9. Compensação prévia: se é necessário realizar uma ação com efeitos bons e ruins, esta ação deve ser trocada com anti-ações para controlar os efeitos indesejados.	Para o problema da segurança, a ideia é rodear a parte de papelão com material resistente (borracha ou metal). Tradicionalmente isso é feito nas partes traseiras e dianteiras, com para-choque, há que se pensar também em proteger as partes laterais.
PI 24. Mediador (intermediador): utilizar um objeto intermediário de transferência ou processo intermediário.	Para o problema da segurança, a ideia é colocar um sistema de controle remoto para abrir as portas, utilizando o sistema de código que é mais seguro que o uso de maçanetas manuais. Também um sistema de controle de velocidade para não acabar matando pedestres ou o próprio motorista.
PI 24. Mediador (intermediador): utilizar um objeto intermediário de transferência ou processo intermediário.	Para o problema do conforto ao motorista, colocar sistema de controle no volante. Colocar também um rádio de comando de voz sem que o motorista precise tirar a mão do volante.
PI 28. Substituição de sistema mecânico: substituir um sistema mecânico por um sistema sensorial (ótico, acústico, paladar ou olfativo).	Substituir, para resolver o problema do conforto ao motorista, um motor com barulho por um motor elétrico.

Na figura 1, é apresentada uma primeira ilustração da ideia concebida:

Figura 1: Primeira ilustração.
Fonte: Elaborado pelos autores.



A Teoria TRIZ busca soluções ideais para as necessidades dos usuários dos Sistemas Técnicos, por exemplo, em vez de pensar em uma máquina para cortar grama, as soluções buscadas são no sentido de que o ideal seria que a grama, quando atingisse a fase de corte deixasse de crescer. Nesse sentido, não se busca um Sistema Técnico máquina de cortar grama, mas sim uma solução que não dependa desse Sistema Técnico. Infere-se que os Sistemas Técnicos ideais não existem.

Mas uma vez que o Sistema Técnico exista, a TRIZ pode ser utilizada para fazê-lo evoluir, como no exemplo do carro de papelão. Na análise da equipe de trabalho, o grande problema das grandes cidades é o pouco espaço existente e o uso ineficaz dos veículos. Qualquer observação empírica irá comprovar que as montadoras produzem veículos para cinco pessoas e normalmente se vê nas ruas apenas uma pessoa dirigindo, e os outros assentos vagos. Por outro lado, as motocicletas possuem rapidez no trânsito, possibilitando a locomoção de uma pessoa, mas sem o conforto de um veículo automotor. O ideal para a necessidade de locomoção das pessoas é que as mesmas andassem na velocidade de um veículo, dessa forma o uso de carros ou motos não seria necessário. Mas já que esses sistemas técnicos (carro e

moto) existem, neste estudo pensou-se em evoluir para um veículo que oferecesse o melhor dos dois sistemas técnicos citados, e esse é um dos usos que se tem feito com o auxílio da TRIZ.

5 CONCLUSÕES

Criatividade, invenção e inovação fazem parte do vocabulário cada vez mais frequentemente encontrado na literatura atual das áreas de negócios e de engenharias.

Nesse contexto, a criatividade é o principal insumo das invenções passíveis de se tornar inovações em produtos, processos ou serviços.

Refletindo sobre os motivos que impedem as organizações brasileiras de inovar, parece que há carência quanto ao conhecimento dos processos que integram a criatividade com a concretização de invenções que permitam concretizar, em especial as inovações tecnológicas.

De forma que este artigo vem auxiliar no preenchimento de uma lacuna existente quanto aos métodos para inovar. É evidente que um pequeno número de empresas brasileiras já conhecem o Método dos Princípios Inventivos da TRIZ e utilizam em suas atividades produtivas. No entanto, também é evidente que há necessidade de que esse método esteja ao alcance de um maior número de empresas brasileiras.

O artigo mostrou o uso do Método dos Princípios Inventivos da TRIZ para gerar alternativas de soluções a um problema comum a todos que moram em grandes cidades, a falta de espaço urbano, cuja solução poderia ser com o uso de um veículo pequeno, que também fosse composto por materiais ecologicamente corretos, pois a inovação por si só não é o suficiente, mas inovação com responsabilidade social é a preocupação do momento.

A idéia está concebida, o MPI/TRIZ mostrou algumas soluções para criar o carro de papelão, essas soluções foram gerados com o uso dos 40 Princípios Inventivos. Foram analisados todos eles pelo fato da equipe de trabalho entender que o grau de inovação exigido para que se chegue a um protótipo desse veículo esteja entre 100 (cem) a 10000 (dez) mil tentativas. A literatura sobre TRIZ classifica que a complexidade de uma invenção entre 100 a 1000 tentativas é de nível 3, e entre 1000 a 10000 tentativas é de nível 4. Os graus de complexidade vão de 1 a 5, de inovações incrementais a inovações radicais.

Pensa-se que este trabalho tenha atingido seu objetivo, tanto na divulgação do Método dos Princípios Inventivos da TRIZ, quanto na exposição de sua aplicação para a concepção de um carro de papelão.

No entanto, a pretensão não é esgotar o assunto, visto que no Brasil e até mesmo na América Latina existe limitado material sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. de. C. et al. Aplicação da criatividade através da TRIZ e do método MASP para a melhoria de um processo produtivo. In: OLIVEIRA, M. do R. et al (Org.) **Gestão estratégica para o desenvolvimento sustentável**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p. 109-120

CARVALHO, M. A. **Modelo prescritivo para solução criativa de problemas nas etapas iniciais no desenvolvimento de produtos**. 1999. 167p. Dissertação de Mestrado (curso de pós-graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 1999.

CARVALHO, M. A. **Metodologia IDEATRIZ para a ideação de novos produtos**. 2007. 232 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2007.

CARVALHO, M. A. de; BACK, N. 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, 3., 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [...] 2001. p. [...] Disponíveis em: <http://www.aditivaconsultoria.com/artigo_c526319y.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2009.

CARVALHO, M. A. de; FERREIRA, C. V. A TRIZ e sua utilização no Processo de Desenvolvimento de Produto. In: GERRINI, F. M.; AMARAL, D. C. (Org.) **Gestão do Ciclo de Vida dos Produtos**. Jaboticabal: Novos Talentos, 2005. p. 182-194. (Coleção Fábrica do Milênio, v. 3)

CARVALHO, M. A. de; BACK, N.; OGLIARI, A. TRIZ no desenvolvimento de Produto: encontrando e resolvendo contradições técnicas e físicas. In: ENEGEP, 25., 2005. **Anais...** XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ABEPRO, Porto Alegre: 2005.

DEMARQUE, E. **TRIZ: Teoria para a Resolução de Problemas Inventivos aplicada ao Planejamento de Processo na indústria automotiva**. 2005. 160 f. Trabalho de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GOMES FILHO, A. C. et al. Ecoeficiência e TRIZ na sustentabilidade do setor bancário: teste do Método para Concepção de Negócios Sustentáveis MCNS-TRIZ. In: VIII Congresso

Brasileiro de Gestão do Conhecimento - KM BRASIL 2009, 2009, Salvador. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Gestão do Conhecimento - KM BRASIL 2009**. São Paulo: Mobdesign, 2009. v. 1. p. 01-15.

GOMES FILHO, A. C. **Inovação sistemática com responsabilidade social nos empreendimentos de base tecnológica: o modelo MCNS-TRIZ**. 2010. 296p. Tese de Doutorado (curso de pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2010.

MALDONADO, M.C.; MONTEERRUBIO, R. O.; ARZATE, E. R. **(TRIZ) La metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de maneira sistemática**. México, D. F.: Panorama, 2004. 170p. Cap. 17

PRIM, M. F. **A utilização da Teoria da Solução de Problemas Inventivos (TRIZ) em projetos de Gestão de Processos de Negócios**. 2006. 130f. Tese de Mestrado (Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Jose dos Campos, 2006.