

INOVAÇÃO SISTEMÁTICA BASE TRIZ NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

José Jorge Monteiro

Fev-2015

Resumo

Em ambientes empresariais de aguçada competitividade global e escassez de recursos, as abordagens inovadoras tornam-se ainda mais críticas para determinar o sucesso e até mesmo a sobrevivência de setores inteiros de atividade econômica. A geração de tais abordagens, tradicionalmente baseadas somente em eventos ocasionais isolados ou dependentes de indivíduos com capacidade privilegiada, tem evoluído no sentido do uso de metodologias que propiciem a inovação contínua através da aplicação de um conjunto específico de processos na rotina das corporações. Este conjunto estruturado de processos é conhecido por “Inovação Sistemática” e tem como bases a metodologia e as ferramentas identificadas como TRIZ (Teoria da Solução de Problemas Inventivos). Este artigo fornece informação geral sobre a Inovação Sistemática base TRIZ e demonstra as fases de análise, ideação e seleção de alternativas inventivas focadas no desenvolvimento de novos produtos e sistemas.

Palavras-chave: Triz; Inovação Sistemática; Desenvolvimento de produtos

1-Introdução

O objetivo principal deste artigo é a demonstração da aplicação de abordagem estruturada conjugando metodologia de geração de conceitos inventivos (TRIZ) para novos produtos, ou aperfeiçoamentos de produtos existentes. Para tanto, apresenta uma versão sucinta dos princípios básicos da Inovação Sistemática base TRIZ e uma sequência integrada sugerida de uso para a metodologia. O foco é a geração de valor a partir da identificação de propostas inovadoras para o bem ou produto. Ressalvando o valor potencial a partir da propriedade intelectual através de patentes, fora do escopo deste artigo, o valor identificado ao longo do processo só será realizado quando o bem estiver disponível aos clientes ou usuários. Desta forma, é necessário identificar as oportunidades ou demandas, tratá-las adequadamente no sentido de gerar as alternativas inovadoras, mas também assegurar que a implantação do sistema que produzirá o bem seja realizada segundo as melhores práticas disponíveis. O

presente artigo cobre as etapas genericamente identificadas como definição do problema, geração de alternativa inovadoras e priorização. Busca-se focalizar a segunda etapa na geração de valor e, a partir daí, a concentração nas alternativas inovadoras mais aderentes à proposta de valor adequada à organização patrocinadora. O planejamento de implantação está fora do escopo do artigo mas a diretriz básica é utilizar metodologias consagradas de gerenciamento de projetos e programas para tornar realidade as propostas selecionadas.

Em uma visão mais ampla, o sub índice “Innovation Output” do “Global Innovation Index-2014” (WIPO 2014), cuja estrutura é mostrada na Fig. 01, concentra geração de conhecimento/tecnologia e produção criativa. A Fig. 02 destaca o sub índice “Innovation output” propriamente dito, mostrando o Brasil com 30,8 pontos, ou na 64ª posição dentre 143 países. Também destaca um dos principais pilares deste sub índice, a geração de conhecimento/tecnologia, no qual a avaliação brasileira atinge 18,8 pontos, ou 54ª. posição frente ao mesmo grupo de países. Tais posições mostram claramente a existência de potencial de evolução ainda por realizar. A proposta neste artigo pode ser percebida como uma tentativa de contribuir positivamente no sentido da realização progressiva deste potencial.

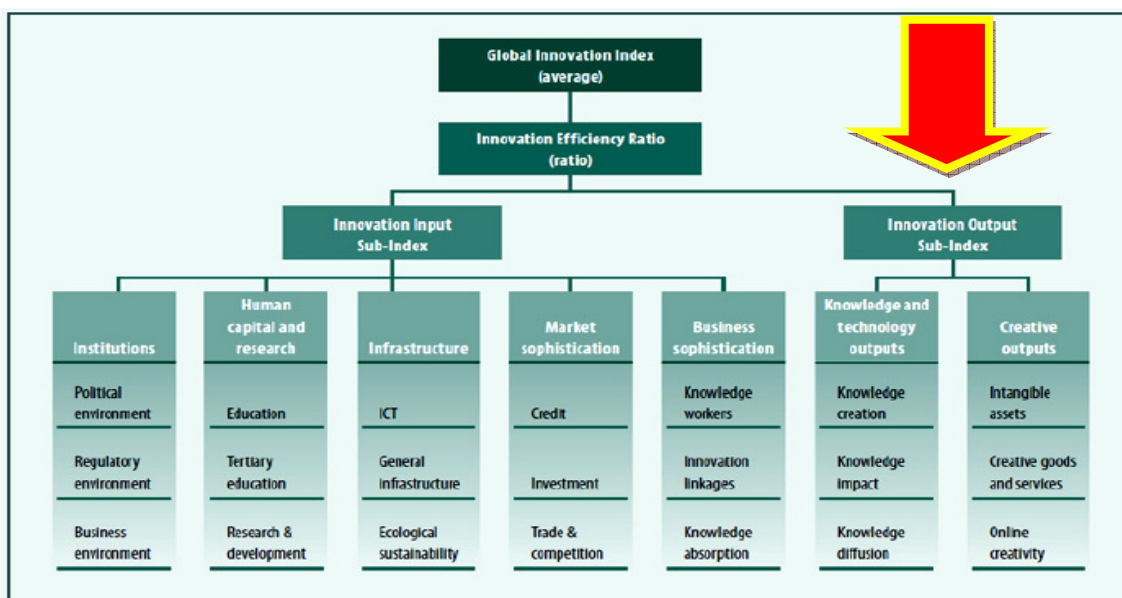


Fig.01: Estrutura dos Sub índices WIPO 2014

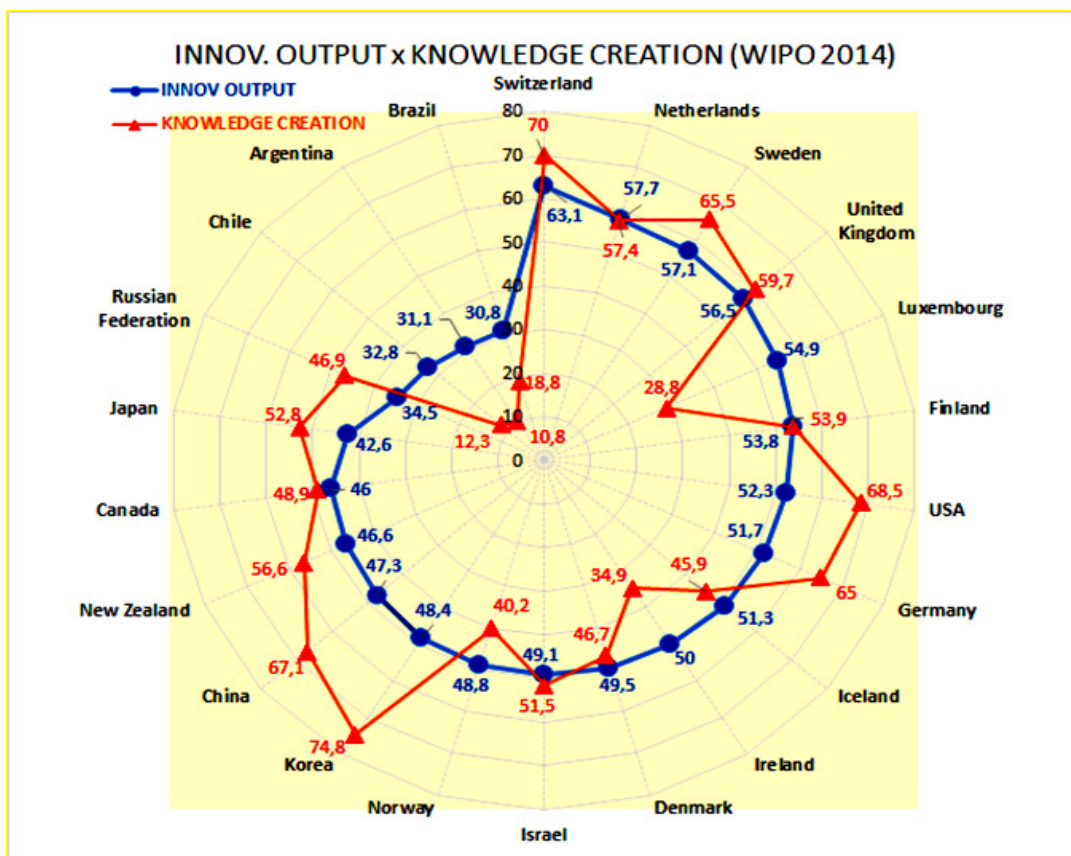


Fig. 02: Innovation Output x Knowledge & Technology Output (WIPO, 2014)

De acordo com Gadd (2011), as rotas de inovação geralmente podem envolver tanto novos produtos quanto produtos e sistemas existentes (Fig. 03), combinando novas e velhas tecnologias de forma a atender às demandas especificadas.

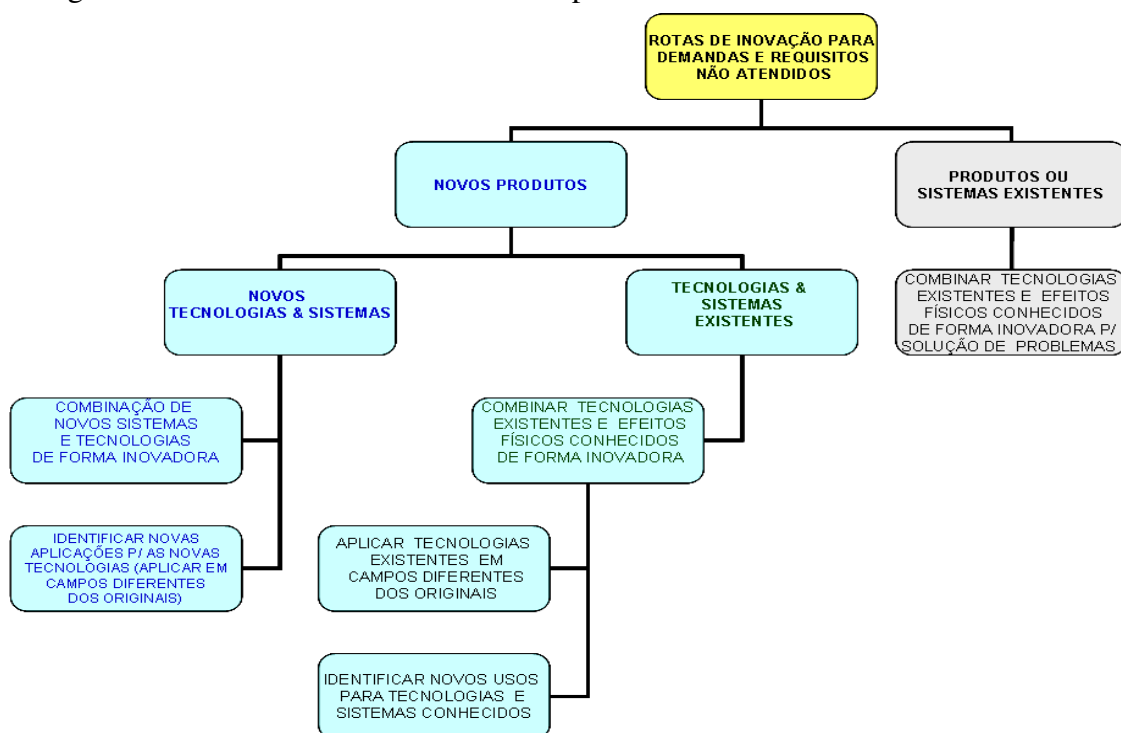


Fig. 03: Rotas de Inovação – Visão Geral (Gadd-2011)

2- TRIZ

Nota: Se o leitor já tem conhecimento prévio da TRIZ, pode ser interessante ir direto à seção 4 do artigo.

2.1- VISÃO GERAL

A TRIZ (Teoria da Solução de Problemas Inventivos) foi desenvolvida pelo cientista russo Heinrich Altshuller e colaboradores desde 1940 com base em extensa análise de milhares de patentes buscando identificar um método objetivo para a geração de soluções sustentáveis e inovadoras, acessíveis a profissionais de diversas áreas de especialização.

Com os acontecimentos políticos na antiga União Soviética, parte do grupo de pesquisa se transferiu para a Europa e EUA espalhando o conhecimento da TRIZ desde 1990. A TRIZ está baseada na busca da “idealidade” (máxima disponibilidade de funções com o uso mínimo de recursos e com mínimo de efeitos negativos) (ver Fig. 04 & 05).

$$\text{Grau de Idealidade} = \text{Funcionalidade} / (\text{Custos} + \text{Problemas})$$

Fig.04: Formula básica da Idealidade segundo a TRIZ (FEY & RIVIN-2005)

Funcionalidade: número de funções realizadas pelo sistema

Custos: valores em R\$, medidas de tamanho, peso, números de partes.

Problemas: relacionados a atributos quantificáveis (ruído, humidade, ...) ou não quantificáveis/intangíveis (dificuldade de manuseio, desconforto, perda de privacidade, ...)

A fórmula objetiva da idealidade merece ser destacada (Fig. 04), pois carrega com ela proposta de valor, tangível e intangível, e grau de sustentabilidade futura. Tais aspectos são críticos para definir o impacto no mercado e a viabilidade financeira de qualquer proposta de inovação.



Fig. 05: Curva de evolução de produtos e sistemas (Oxford Creativity-2014)

Mais recentemente, conforme novas pesquisas por outros autores, os pilares conceituais da TRIZ foram ampliados para cinco: contradições, idealidade, funcionalidade, recursos e tempo / espaço (MANN, 2010). Contrariamente à tendência usual de evitar situações com exigências conflitantes ou aceitar a perda de características importantes em troca por outras, a TRIZ opera procurando a identificação da contradição associada ao problema sob avaliação. As pesquisas de patentes indicaram que as soluções para problemas complexos ocorrem exatamente quando o inventor elimina tais contradições (Fig. 06 & 07).

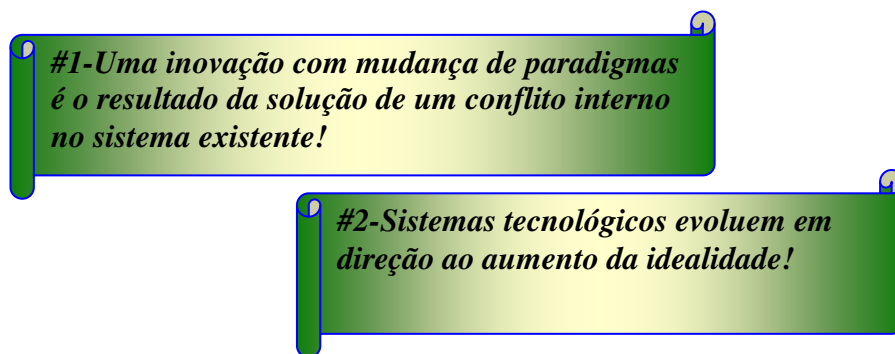


Fig. 06- Principais Descobertas de Altschuller (1946 a 1949)



Fig. 07: Princípios Básicos da TRIZ- Altschuller (1946 a 1949)

Depois da identificação, busca-se a tradução do problema em uma forma mais genérica e ampla que permita a utilização dos padrões de solução já identificados por Altshuller (1999) em problemas similares (ver Fig. 08). Esta passagem do específico para o genérico permite acessar conhecimento já estabelecido em outras áreas para a solução de problemas similares, ou, utilizando a expressão que resume esta abordagem: “alguém em algum outro lugar ou atividade já resolveu o seu problema”

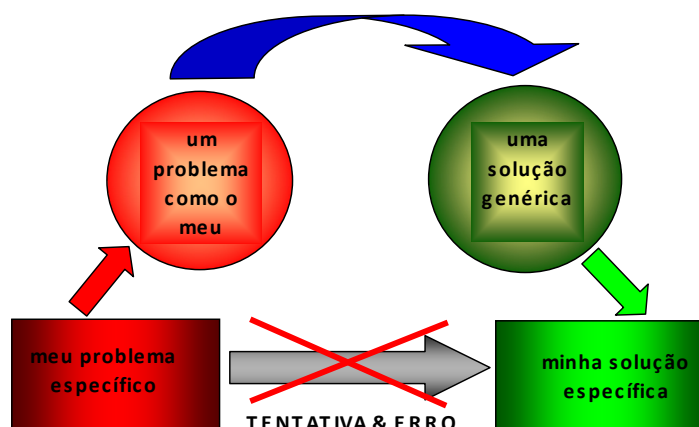


Fig. 08- TRIZ – Abordagem Básica- Prisma da TRIZ (Mann, 2010)

Tais padrões sempre focam na solução da contradição intrínseca identificada. Na TRIZ, a eliminação da contradição é a chave para a resolução de problemas fazendo com que a situação ou sistema analisados evoluam em direção à idealidade. Para tanto, pode-se utilizar várias ferramentas integrantes da TRIZ. Algumas delas são: Mapa de Contexto, Mapa de Recursos disponíveis, pensando o Problema no Tempo e no Espaço, Resultado Final Ideal, Matriz de Contradições associada aos 40 Princípios Inventivos, Exagerando Tamanho-Tempo-Custos, Análise Funcional, 76 Soluções Padrão e as 8 Tendências de Evolução. A figura 09 mostra uma comparação da abordagem usual na solução de problemas contra a abordagem TRIZ.

MODO USUAL	MODO TRIZ
Tentativa e erro	PROCESSO SISTEMÁTICO
Contradições ocultas	CONTRADIÇÕES PROCURADAS E DESTACADAS
Adição de novos recursos	RECURSOS DISPONÍVEIS IDENTIFICADOS E UTILIZADOS AO MÁXIMO
Aceitação de soluções de compromisso (com prejuízos indiretos)	RESULTADO FINAL IDEAL IDENTIFICADO E USADO COMO GUIA
Evolução é considerada acidental / aleatória	CONHECIMENTO E USO PROATIVO DOS PADRÕES DE EVOLUÇÃO

Fig. 09- Solução de problemas: Usual x TRIZ (adaptado de Silverstein, DeCarlo &

Slocum)

Quanto às áreas de aplicação, vale ressaltar que, do ponto de vista da TRIZ, o que é identificado como “problemas a serem resolvidos” implica em uma ampla gama de significados. Os “problemas” podem envolver situações presentes como redução de custos e complexidade, aumento de eficiência e redução do risco de falhas em um produto, solucionar problemas técnicos de um produto no cliente, encantar o cliente oferecendo soluções diferenciadas, desenvolver novos produtos/serviços para atender demandas e requisitos existentes no mercado, proteger novas patentes, contornar patentes existentes ou aumentar sustentabilidade de processos/produtos existentes. Também podem envolver situações futuras como identificar e patentear evolução projetada de produtos existentes ou novos, identificar e oferecer antecipadamente a evolução dos produtos antes mesmo das demandas serem claramente requeridas pelo mercado. Desta forma, as situações caracterizadas como a busca de novos produtos tratam-se apenas de um tipo específico de problema cujas peculiaridades são mais compatíveis com determinadas ferramentas da TRIZ. No esforço de desenvolvimento, vão surgindo problemas a serem resolvidos, frequentemente contendo contradições intrínsecas. A Fig. 10 mostra a amplitude reconhecida de aplicação da Inovação Sistemática base TRIZ.

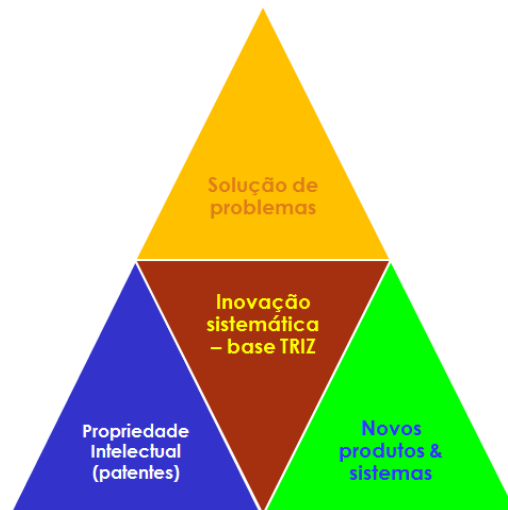


Fig. 10: Principais áreas de aplicação da Inovação Sistemática –base TRIZ

A TRIZ também utiliza o conceito identificado como “inércia psicológica”. Segundo este conceito, ao lidar com qualquer natureza de problema, todos temos tendência natural a procurar a solução dentro da área de conhecimento que nos é próxima. Para os problemas mais complexos, a solução não estará nesta área, tornando inútil todo o esforço. É preciso olhar para outras áreas de conhecimento ou indústrias. A TRIZ propõe formas para quebrar a inércia psicológica e estender uma ponte para as áreas onde as soluções inventivas estarão

disponíveis (ver fig. 11).

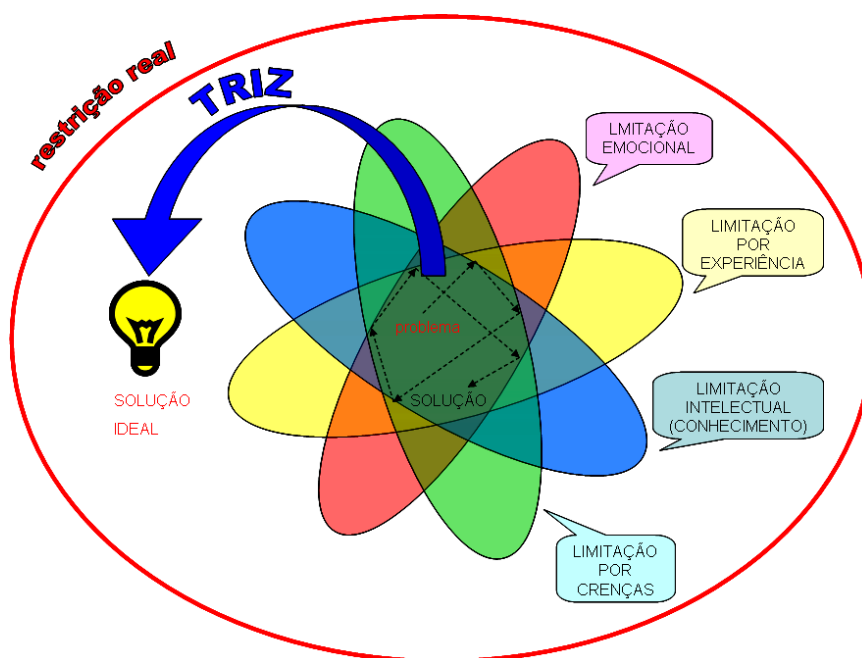


Fig. 11: TRIZ x Inércia Psicológica (adaptado de Silverstein, DeCarlo & Slocum)

Historicamente, esta busca por soluções inventivas tem sido realizada por tentativa e erro, esperando que por esgotamento surja a solução, ou aguardando momentos de genialidade criativa. Este processo é sabidamente demorado. A TRIZ propõe focalizar e acelerar tal processo tornando-o mais eficaz. É importante ressaltar que a TRIZ não inibe os momentos de inspiração criativa. Na realidade, vai estimulá-los de forma estruturada.

Entre as ferramentas TRIZ, a Matriz de Contradições associada aos 40 princípios inventivos é considerada a ferramenta de entrada pela facilidade de utilização no tratamento das contradições técnicas (quando se tenta melhorar uma característica/parâmetro e uma segunda característica/parâmetro independente deteriora). Portanto, cada contradição técnica identificada é expressa por, ao menos, um par de parâmetros (aquele que precisamos melhorar e o que deteriora com a nossa tentativa de melhorar o primeiro). Para cada par, a Matriz sugere uma série de princípios inventivos que já resolveram a mesma contradição em outros campos do conhecimento, de acordo com pesquisa de Altshuler (1999). A Matriz tradicional contém 39 parâmetros e 40 princípios inventivos combinados.

Tendo como referência o algoritmo introduzido por Altshuler e colaboradores, conhecido como ARIZ, após pesquisas adicionais, Mann (2010) propôs uma sequência estruturada para tratar os problemas incorporando ferramentas originadas em outras metodologias e identificando-a como “Inovação Sistemática”. TRIZ é uma parte significativa da Inovação Sistemática mas não todo o conjunto, que incorpora ferramentas de outras

metodologias. O ciclo pode ser aplicado e repetido se o usuário assim o desejar. De forma similar, Gadd (2011) também propôs alguns ajustes para simplificação e facilidade no uso iniciante. A abordagem sequencial estruturada apresentada neste artigo, identificada como “Inovação Sistemática-base TRIZ”, está baseada em ambas as propostas (ver Fig. 12). Embora haja outras visões a respeito, a integração das duas propostas objetiva orientar e facilitar o uso das ferramentas por usuários iniciantes, separando etapas de análise e de ideação, de forma a focalizar a grande capacidade de geração de soluções característica da TRIZ.

O ciclo pode ser resumido nas fases a seguir:

a) Definição: incorpora ferramentas e métodos não TRIZ para definir a situação em termos de identificação do real problema a resolver ou qual o objetivo buscado com o novo sistema ou produto; realiza a auditoria de idealidade da situação atual contra o resultado final ideal; enriquece a visão da situação apresentada através do mapa de contexto e identifica recursos disponíveis através do mapa de recursos. Esta fase utiliza diversas ferramentas cuja origem não é a TRIZ e não deve ser desprezada sob risco de tratarmos o problema errado.

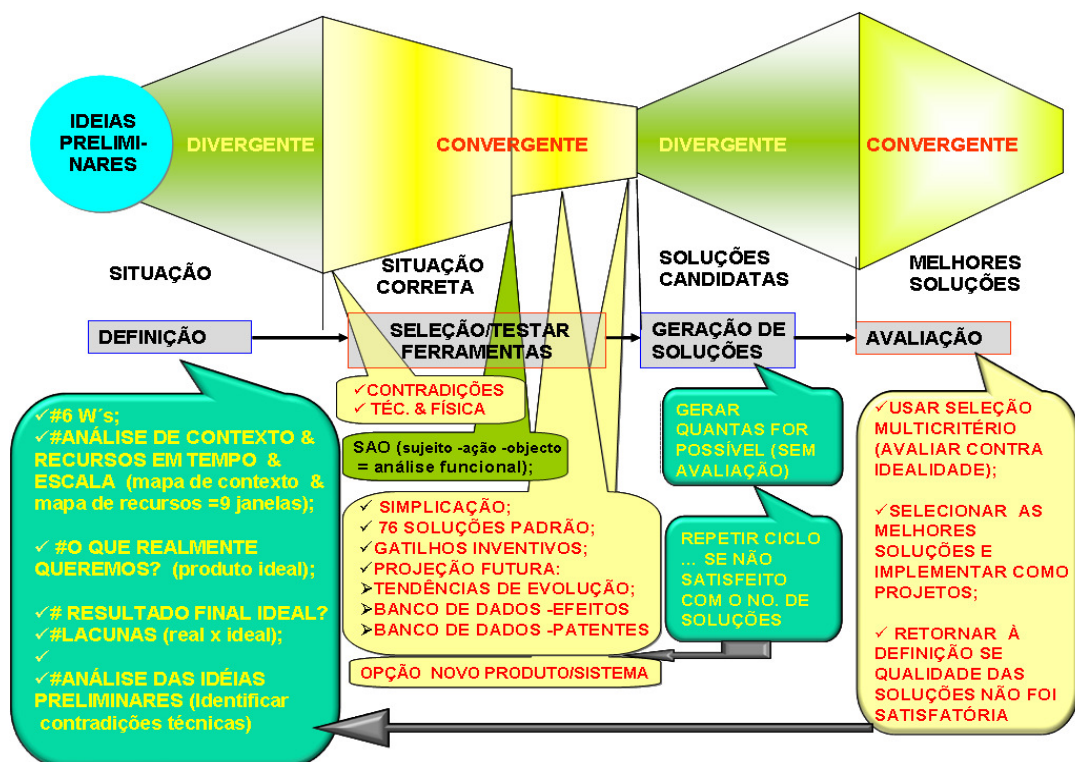


Fig. 12- Fluxo de Trabalho da Inovação Sistemática-base TRIZ (solução de problemas)

b) Teste/Seleção: podem-se selecionar as ferramentas conforme a tabela sugerida por

Mann (2010) (Fig. 13), na qual situações diversas demandam grupo de ferramentas específicas, ou, visando à geração máxima de soluções, considerar o teste sequencial das várias ferramentas, seguindo o fluxo de trabalho (Fig.12).

SITUAÇÕES	1a. OPÇÃO	2a. OPÇÃO	3a. OPÇÃO	4a.OPÇÃO
CONTRADIÇÃO LIMITANTE	Eliminar contrad. Física	Eliminar contrad. Téc.	Tendências de evolução	Banco de dados de efeitos
AÇÕES PREJUDICIAIS	Eliminação de excessos	76 soluções padrão (*)	recursos disponíveis	Tendências de evolução
AÇÕES INSUFICIENTES	Tendências de evolução	Banco de dados de efeitos	76 soluções padrão	Eliminar contrad. Física/Téc.
AÇÕES INEXISTENTES	76 soluções padrão	recursos disponíveis	Resultado final ideal	
AÇÕES EXCESSIVAS	Tendências de evolução	Banco de dados de efeitos	76 soluções padrão	Eliminar contrad. Física/Téc.
CONFIABILIDADE	Análise por subversão	Resultado final ideal	Eliminar contrad. Física/Téc.	
PROBLEMAS C/ MEDIÇÃO	76 soluções padrão	Resultado final ideal	Banco de dados de efeitos	Eliminar contrad. Física/Téc.
SISTEMA INEXISTENTE	Resultado final ideal	Banco de dados de efeitos	76 soluções padrão	
MELHORIA DE SISTEMA (SEM PROBLEMAS)	Resultado final ideal	Eliminação de excessos	Eliminar contrad. Física/Téc.	
MUDANÇA RADICAL (NÍVEL SUBSIST.)	Resultado final ideal	Tendências de evolução	Banco de dados de efeitos	Eliminar contrad. Física/Téc.
MUDANÇA RADICAL (NÍVEL SIST.)	Resultado final ideal	Banco de dados de efeitos	Tendências de evolução	
RISCO ZERO	Banco de dados de efeitos	recursos disponíveis		
(* Análise "substância x campos de energia" ou análise funcional seguida de aplicação das 76 soluções padrão)				

Fig. 13: Situações x Ferramentas TRIZ Sugeridas (adaptado de Mann – 2010)

c) Geração de soluções: o fluxo de trabalho (Fig. 12) está dividido em 2 estágios; no estágio “básico”, são aplicados os conceitos de contradição técnica e física para tratar o problema. A seguir, no estágio “avançado”, realiza-se a Análise Funcional como um aprofundamento da definição, pois evidencia as relações problemáticas entre os agentes presentes na situação ou sistema em análise. A Análise Funcional é a base que permite avançar para as demais ferramentas como 76 Soluções Padrão, Eliminação de Excessos ou Simplificação e outras. Conforme a situação em foco ou a afinidade do usuário, algumas ferramentas se apresentarão como mais eficazes. É importante ressaltar que as ferramentas apresentam alguma redundância entre si de forma que é comum identificarem-se as mesmas soluções inventivas através de várias delas.

d) Avaliação: nesta fase avalia-se cada uma das propostas de solução contra os critérios de idealidade propostos por Rantanen e Domb (2008), requisitos identificados na partida e facilidade de implementação. A aderência consolidada permitirá ordenar as propostas.

Conforme já mencionado, o ciclo pode ser repetido com base no julgamento do usuário quanto ao número e à qualidade das soluções propostas obtidas até então. Ele tem como objetivo tornar sistemática a busca de soluções para problemas mais complexos ou a busca de alternativas para novos produtos e sistemas, sempre eliminando as contradições identificadas e forçando o sistema ou produto ao longo da sua curva de evolução em direção à idealidade. O impacto prático da aplicação da TRIZ é como no Fig. 14.

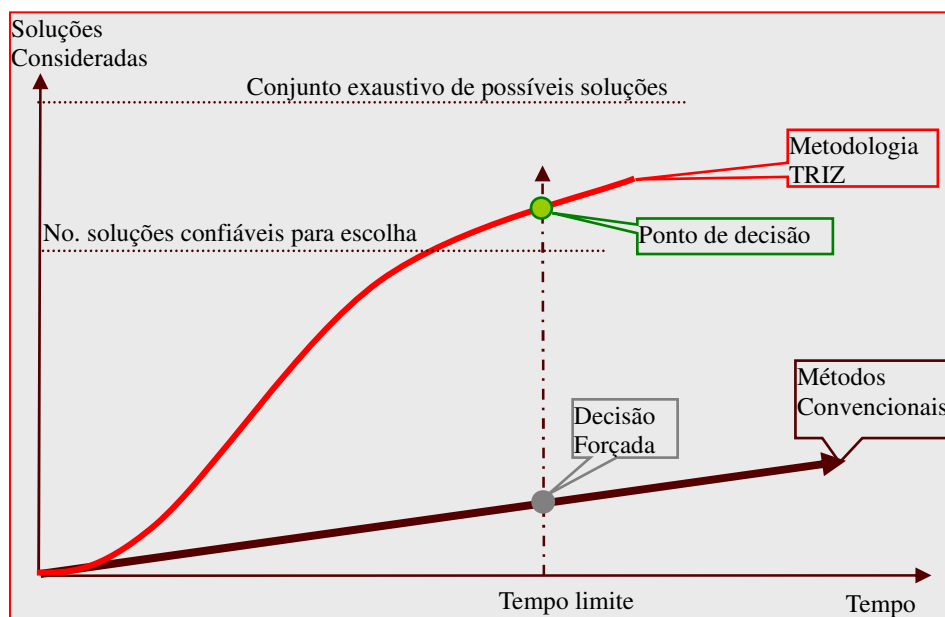


Fig. 14-Impacto prático da TRIZ (Adaptado de McEntire-2004)

Pesquisas adicionais resultaram na adaptação e ampliação do uso da TRIZ para sistemas gerenciais, resultando no que foi denominado como Business TRIZ (MANN, 2009). Outro movimento importante, com vários trabalhos publicados (VINCENT, 2006), buscou conjugar a abordagem puramente técnica para a solução de problemas com a utilização de conceitos desenvolvidos e utilizados pela própria natureza, identificada como “Biomimetics” ou “Biomimicry” (BENYUS, 2009). Uma destas vertentes é a Biotriz (BOGATYREV & BOGATYREVA, 2009) que utiliza a TRIZ plenamente, identificando contradições mas acrescentando a consulta a banco de efeitos naturais por ocasião da geração de soluções. Tal conjugação tem se mostrado enriquecedora para a TRIZ sem perda de foco na idealidade e acrescentando importantes aspectos de sustentabilidade à geração e avaliação das propostas inventivas.

Para concluir esta apresentação geral e sucinta da TRIZ, é importante colocar também as limitações da metodologia. Conforme GADD (2010), a TRIZ não pode resolver todos os problemas (embora ajude na maioria deles), não substitui o cérebro de

cada um (“a TRIZ é uma ferramenta para pensar e não para substituir o pensamento” – Altshuller), não pode indicar quais das ferramentas usar a priori (é preciso entender o processo), não pode fornecer soluções prontas (apenas indicará gatilhos e caminhos a serem desenvolvidos, embora oriente na direção certa).

Altshuller, já ao longo de sua pesquisa de patentes, havia definido e hierarquizado as invenções por “nível de inventividade ou inovação”. Assim, estabeleceu 5 níveis com suas participações no universo de patentes estudado e a adequação da TRIZ a cada nível.

Nível#1= COMUM (32% de ocorrência): pequenas melhorias facilmente identificáveis de sistemas técnicos existentes; requerendo apenas conhecimento plenamente disponível na corporação de origem do problema; uso de soluções já estabelecidas sem ocorrência de contradições, e portanto, não seriam invenções do ponto de vista da TRIZ.

Nível#2= MELHORIA INCREMENTAL (45% de ocorrência): Uma invenção que envolveu a solução de contradição; requereu utilização de conhecimento com origem externa à corporação de origem, mas ainda na mesma indústria de atuação original.

Nível#3= MUDANÇA FUNDAMENTAL (18% de ocorrência): Uma invenção contendo a solução de contradição por mudança significativa de tecnologias existentes, sem alteração de paradigma vigente; utilização de conhecimento e tecnologias com origem em outras disciplinas e diferentes indústrias para nova área de aplicação.

NÍVEL#4= NOVA TECNOLOGIA (<4% de ocorrência): Uma invenção que envolveu eliminação de contradição com mudança do paradigma original, envolveu uso princípios completamente diferentes para suprir a função original; requereu nova tecnologia que não poderia ser obtida dentro o mesmo campo de atuação ou disciplina original.

NÍVEL#5= DESCOBERTA (<1% de ocorrência): Invenção envolvendo utilização pioneira de nova ciência, reconhecendo uma nova necessidade ou descobrindo um novo efeito ou fenômeno. Uma vez descoberto um novo efeito ou fenômeno a sua aplicação prática corre através de invenções nos níveis#2 a 4.

Com base no exposto acima, as soluções inventivas de nível#1 não necessitam da aplicação da TRIZ para sua obtenção (se não há contradição identificada, aplique o conhecimento prontamente disponível). Caso haja contradições, ou desejemos avaliar

novas alternativas de nível mais alto de inventividade, a TRIZ pode ser aplicada na prática buscando soluções nos níveis #2 a #4.

Uma visão crítica mais detalhada e abrangente, incluindo outras metodologias para geração de ideias e variações da própria TRIZ voltadas para o desenvolvimento de produtos pode ser obtida na Ideatriz (de Carvalho, 2011).

2.2-TRIZ –Contexto de Desenvolvimento de Novos Produtos

Considerando-se o enfoque no desenvolvimento de produtos, em geral o trabalho é executado em fases. A figura 15 ilustra o ciclo típico normalmente considerado.

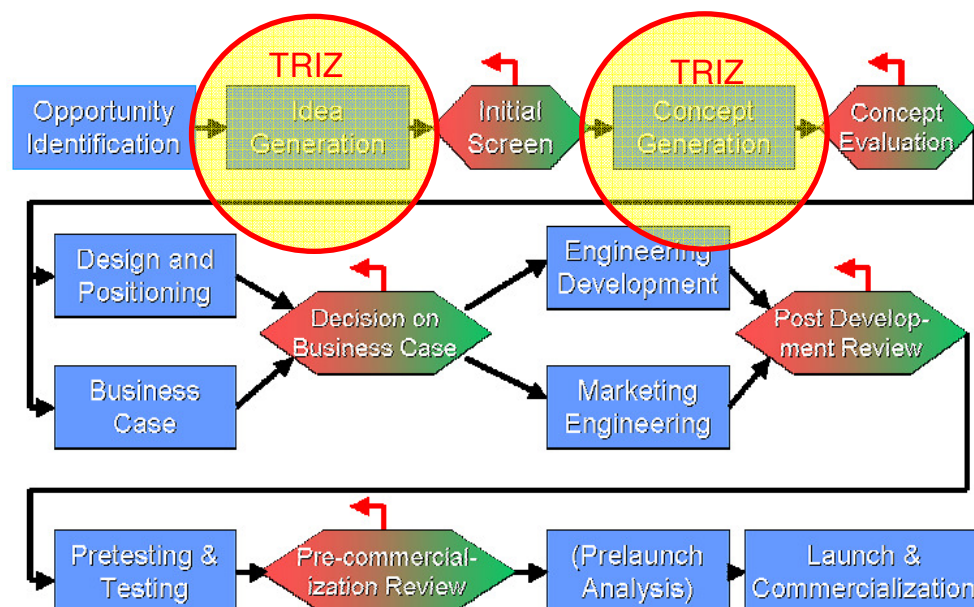


Fig. 15- “Cooper’s stage gate process” para novos produtos

Especificamente para este contexto, a etapa de identificação de Oportunidade (demandas existentes, características & benefícios desejados, funções necessárias à entrega dos benefícios) pode ter várias origens individuais ou combinadas: Pesquisa de mercado (voz do cliente), voz do produto, áreas internas da própria empresa, outras empresas, mudanças ambientais (de CARVALHO, 2011). Este é o ponto de partida do fluxo da Inovação Sistemática base TRIZ. Na Fig. 16 pode ser vista uma ilustração da contribuição em adição de valor potencial da TRIZ, mostrando a conexão com a metodologia de gerenciamento de projetos.

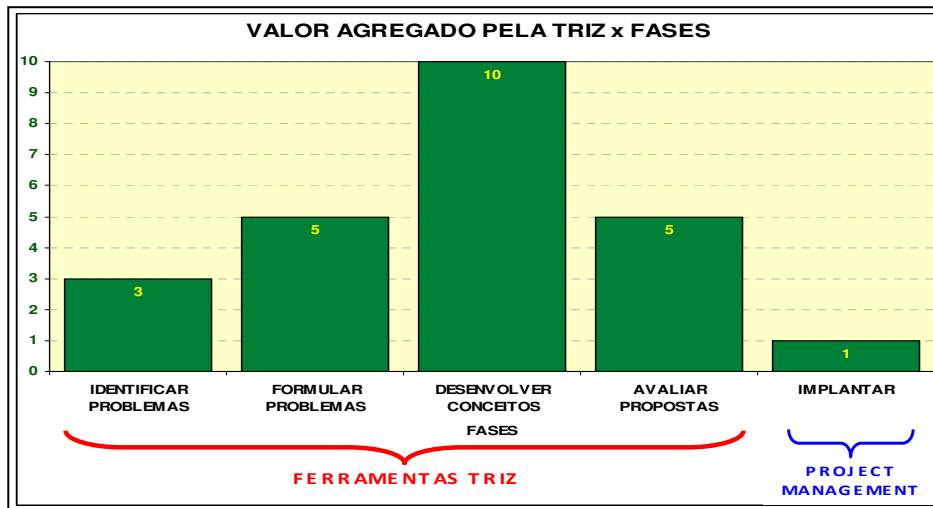


Fig. 16- Contribuição potencial da TRIZ em valor agregado

Já na figura 17, podemos identificar a contribuição da TRIZ especificamente no desenvolvimento de novos produtos.

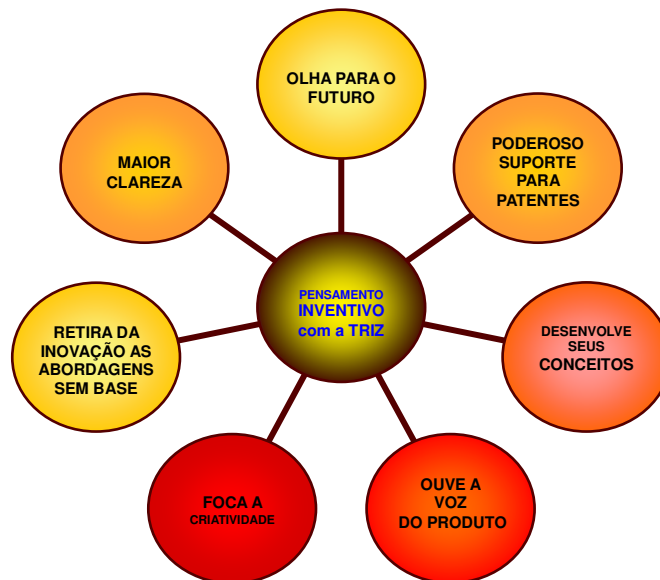


Fig. 17- TRIZ no desenvolvimento de produtos inovadores (adaptado de Oxford Creativity -2014)

#MAIOR CLAREZA: Captura todos os requisitos e revela necessidades não atendidas;

#RETIRA DA INOVAÇÃO AS “ABORDAGENS SEM BASE”: Sistemas técnicos se desenvolvem segundo padrões conhecidos;

#FOCA A CRIATIVIDADE: Gera idéias nas áreas mais prováveis de encontrar as soluções técnicas;

#OUVE A VOZ DO PRODUTO: Propõe a próxima geração do produto/sistema a partir do próprio;

#DESENVOLVE SEUS CONCEITOS: Suporta a construção do caminho estratégico;

#PODEROSO SUPORTE PARA PATENTES: Permite contornar as tecnologias dos competidores e proteger as geradas internamente;

#OLHA PARA O FUTURO: Permite afastar-se do detalhe e ter uma visão ampla do futuro.

3-Deenvolvimento

Com o foco no desenvolvimento de produtos e sistemas, a partida para atender a uma demanda existente pode levar a duas rotas básicas (Oxford Creativity, 2014) (Fig. 03):

- Produto existente a desenvolver: existe no mercado, entretanto não atende a todos os requisitos ou atende inadequadamente.

- Produto totalmente novo: não existe ainda um produto no mercado para atender aos requisitos e é necessário desenvolvê-lo.

A Inovação Sistemática suporta ambos os casos, sendo que no primeiro (produto existente/solução de problemas/ inovação incremental), é preciso avaliar o produto quanto a características e funções, identificar as contradições e solucionar os problemas utilizando recursos disponíveis e tecnologias ou efeitos físicos existentes através do fluxo típico (Fig. 12). Tipicamente, esta abordagem considera que “alguém, em algum outro lugar, já resolveu problema similar” e a Inovação Sistemática fornece ferramentas para acessar esta informação (ver prisma da TRIZ Fig. 08). Dependendo da posição do produto ou sistema existente ao longo da sua curva de evolução, produto ou sistema já esgotado (final de vida útil conf. Fig.18, por exemplo) em que os avanços requerem cada vez mais recursos em troca de ganho insignificante em valor, pode ser mais atrativo saltar para uma nova curva “S”, ou seja, buscar novo produto ou sistema para realizar as funções desejadas (Fig. 18). Mesmo trabalhando com a opção de solução de problemas em produto ou sistema existente, sempre é recomendável testar as ferramentas adicionais de forma a vislumbrar futuros potenciais para o contexto em alvo (resultado final ideal e tendências de evolução).

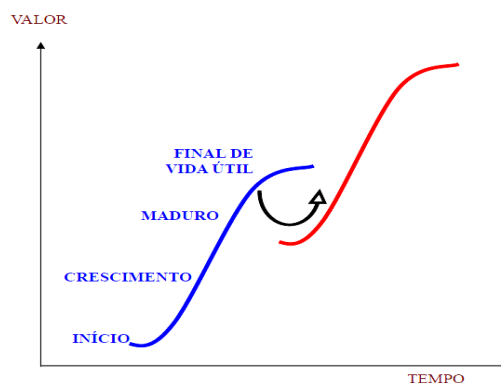


Fig. 18- Curva “S” de evolução de produtos & sistemas (SALTO DE CURVA)

No segundo caso (produto inexistente), o fluxo se desenvolve de forma diversa (Fig. 19 & 20). O conjunto de requisitos identificado corresponde a determinados benefícios desejados que serão atendidos através de funções a realizar por um novo produto ou sistema. Ou seja, com as funções definidas procura-se identificar tecnologias ou efeito físicos existentes que possam desempenhá-las conforme exigido. A sequência na Fig. 19 & 20 também é adaptada de Gadd (2011) e Mann (2010). Uma vez definidos os requisitos desejados, é iniciado o fluxo de trabalho com a fase definição que não deve ser desprezada conforme já mencionado. A fase de testes e seleção das ferramentas TRIZ possui menos alternativas pois as ferramentas indicadas são praticamente compulsórias e críticas: Resultado Final Ideal, Análise de Funções, consulta aos bancos de efeitos físicos/patentes e Tendências de Evolução.

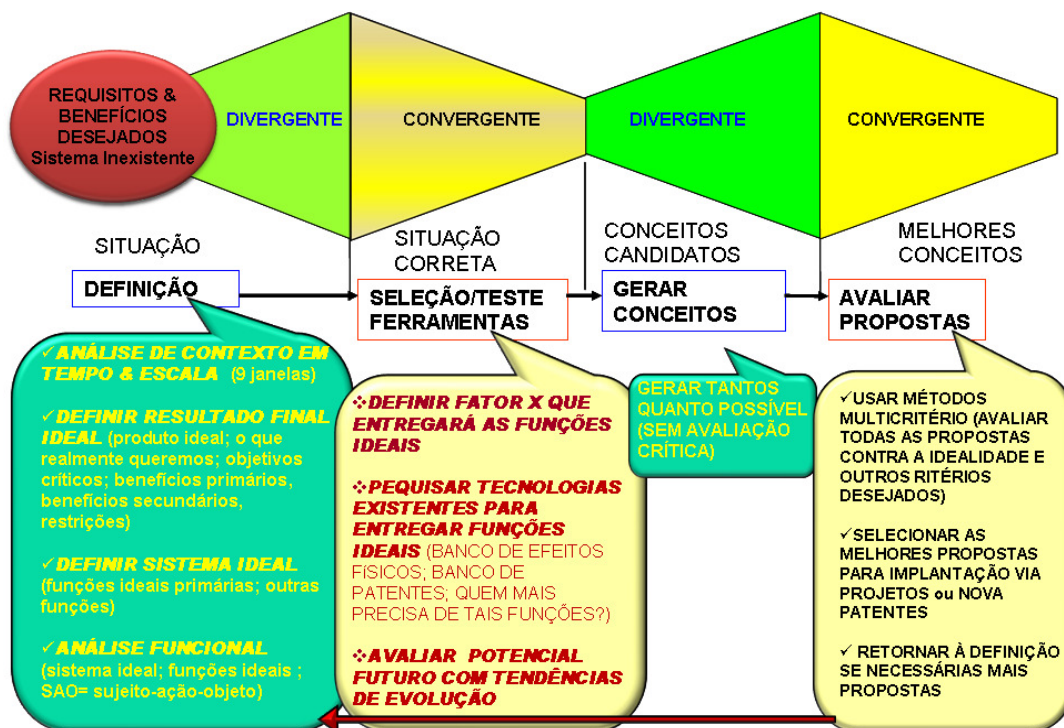


Fig. 19- Fluxo de Trabalho da Inovação Sistemática base TRIZ- novos produtos e sistemas

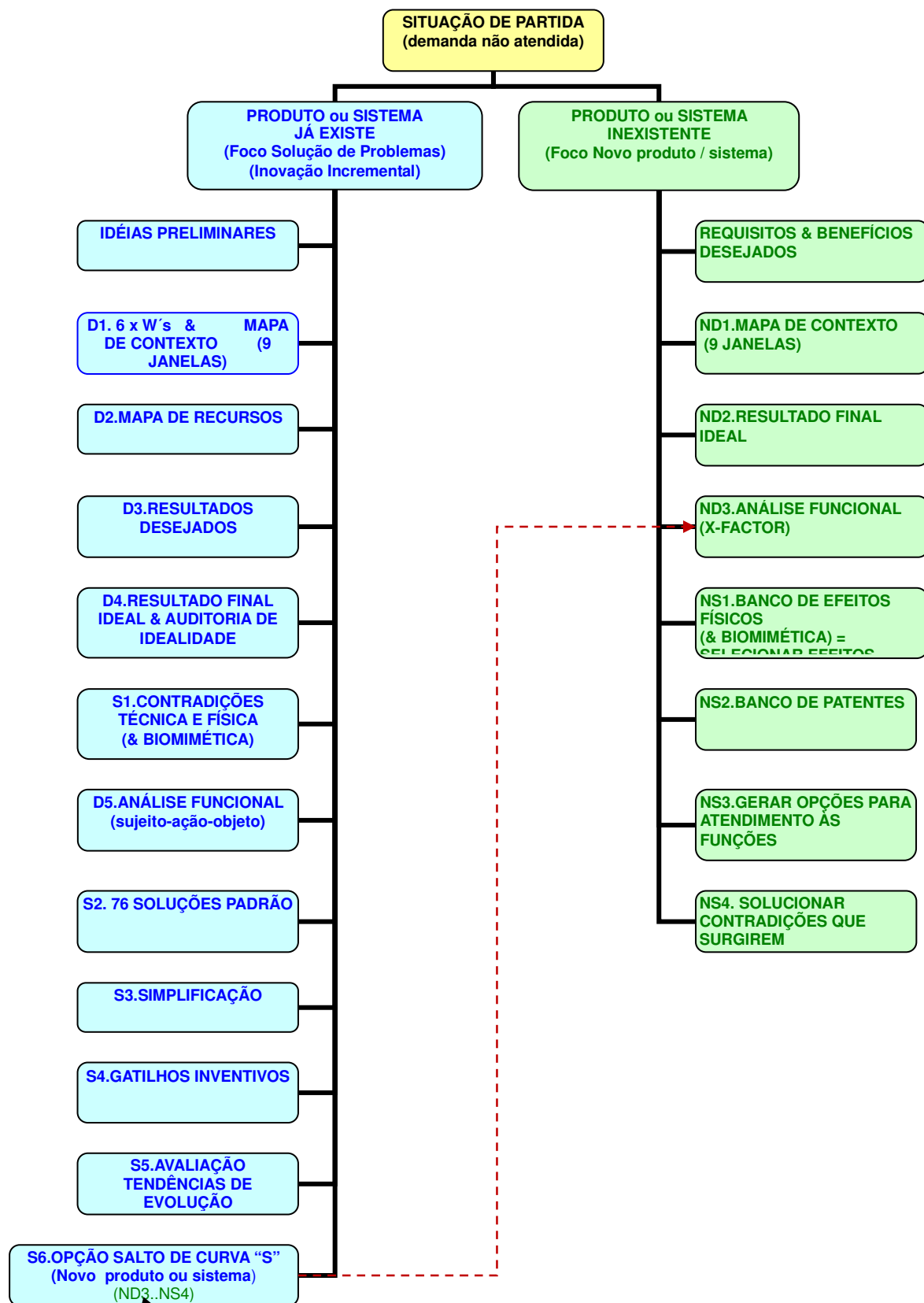


Fig. 20- Fluxo de Trabalho Inovação Sistemática –Novos produtos com opções

4- Aplicando a Inovação Sistemática base TRIZ a uma situação prática

Para tornar mais clara a exposição, nosso foco será uma necessidade diária comum, que não requer conhecimento técnico especializado. Tal necessidade implica em aquecer e assar alimentos de forma rápida e homogênea, e sem uso de gordura. O ambiente alvo é o uso doméstico. A fonte de energia térmica deverá ser o gás natural ou gás liquefeito de petróleo, de forma a ficar imune a eventuais quedas da rede de energia elétrica. A Fig. 21 resume o que realmente queremos.

BENEFÍCIOS DESEJADOS	PRIORIZAÇÃO
ALTA VELOCIDADE DE COZINHA	crítico
HOMOGENEIDADE NO AQUECIMENTO	crítico
ALIMENTOS NÃO RESSECADOS	crítico
BAIXO CUSTO	crítico
LIMPEZA FACIL	desejável
RESISTENTE À QUEDA	desejável
A GÁS	desejável
TRANSPORTÁVEL	desejável
CONTÉM FUMAÇA	desejável
CAPACIDADE PARA 2 PESSOAS	desejável

Fig. 21. Benefícios desejados (requisitos)

Com o objetivo de gerar o máximo de potenciais soluções inovadoras, todo o fluxo de trabalho será percorrido, testando as diversas ferramentas indicadas (Fig. 19 & 20). Desta forma, a primeira questão a responder será se há no mercado dispositivos para atender as demandas identificadas de forma total ou parcial. A título de ilustração, consideraremos que o dispositivo é existente (Fig.22) e tentaremos gerar alternativas inventivas para eliminar os problemas identificados (contradições) usando a Matriz de Contradições e forçar sua evolução em direção à idealidade (máximo de benefícios com mínimos efeitos negativos e custos), usando as leis de evolução da TRIZ (solução de problemas, fluxo da esquerda na Fig. 20). Na sequência, faremos a avaliação do salto para uma nova curva “S”, ou seja, enquanto o produto/sistema existente evolui, vamos avaliar opções de outras tecnologias para atender aos requisitos e funções com um novo produto (novo produto, fluxo da direita na Fig. 20).

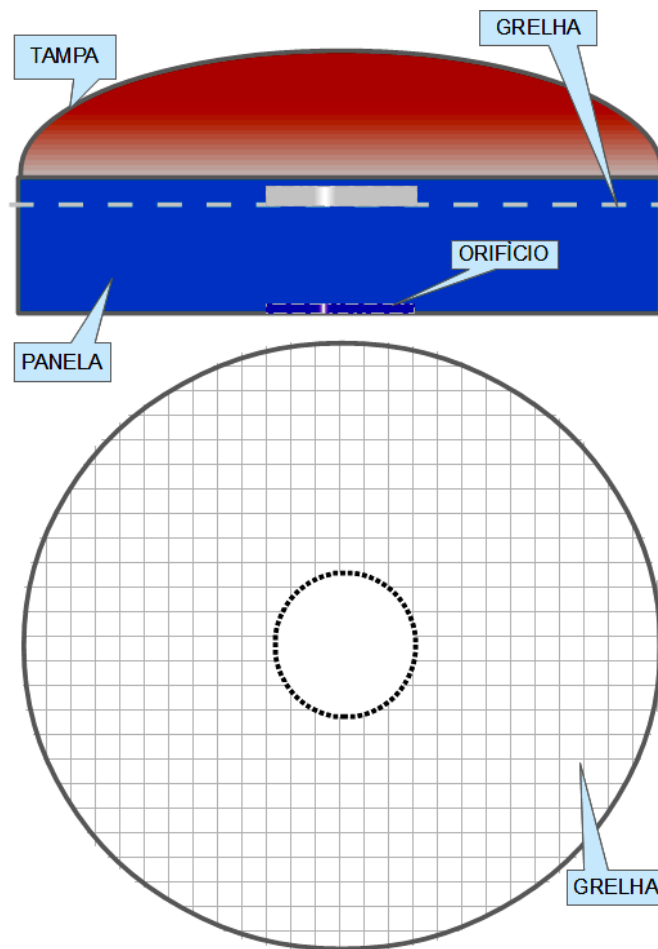


Fig. 22- Dipositivo/Grill original

4.1) Idéias Preliminares (não provocadas)

Essas ideias preliminares (não provocadas) (Fig. 23) são importantes para registrar todas as propostas imediatas e conhecimentos disponíveis de forma a permitir que o fluxo de trabalho TRIZ avance. Foram listadas 3 propostas de solução. Ao final do processo, sempre é interessante comparar a listagem preliminar com a aquela gerada através do uso da Inovação Sistemática baseada na TRIZ.

IDÉIAS PRELIMINARES
Instalar duto central direcionando o fluxo de ar quente para a tampa
Afastar grelha do fundo da panela
Aplicar revestimento de material isolante térmico no fundo da panela
Aumentar potência da fonte de calor

Fig. 23- Lista de Idéias Preliminares

Avaliação das Ideias Preliminares

Esta avaliação rápida das idéias preliminares espontâneas (Fig. 24) tem como finalidade identificar potenciais efeitos negativos que podem apontar possíveis contradições associadas.

RESULTADO IDEAL / BENEFÍCIOS	IDÉIAS PRELIMINARES	EFEITOS NEGATIVOS
COCÇÃO HOMOGÊNEA	INSTALAR DUTO CENTRAL DIRECIONANDO O FLUXO DE AR QUENTE PAR A TAMPA	NA
COCÇÃO HOMOGÊNEA	AFASTAR GRELHA DO FUNDO DA PANELA	ATRASA COCÇÃO
COCÇÃO HOMOGÊNEA	APLICAR REVESTIMENTO ISOLANTE TÉRMICO AO FUNDO DA PANELA	ATRASA COCÇÃO
COCÇÃO RÁPIDA	AUMENTAR POTÊNCIA DA FONTE DE CALOR	QUEIMA O ALIMENTO

Fig. 24 – Lista de Idéias Preliminares – avaliação inicial

4.2) Definição

4.2.1) Descrição do problema ou situação

a) Qual é o problema?

Os modelos de “grill” existentes no mercado que mais se aproximam do perfil desejado é o “grill” simples conforme Fig. 21. Sua avaliação mostra que ao tentar acelerar a cocção por aumento da fonte térmica ocorre aquecimento não homogêneo, resultando em queima parcial, ressecamento e perda de sabor do alimento. Para reduzir os efeitos negativos é preciso reduzir muito a fonte térmica resultando na demora na cocção.

b) Por que resultado há aquecimento não homogêneo?

Porque os dispositivos disponíveis não conseguem aquecer ambos os lados do alimento de forma equilibrada.

c) Por que isto é um problema?

Porque trona o alimento pouco saboroso ou inapropriado para o consumo.

d) Por que é necessário atingir tais objetivos?

Porque alimentos grelhados e com reduzido teor de gordura contribuem para a saúde do usuário, mas não podem tomar muito tempo de preparação.

e) O que realmente queremos? Qual o nosso ideal (benefícios desejados?)

Obter alimentos grelhados de qualidade (homogêneos e não ressecados) e em pequeno espaço de tempo.

f) O que nos está impedindo de atingir o ideal?

Ao tentar acelerar a cocção perde-se as características desejadas para o alimento.

4.2.2) Principal resultado desejado

Alimentos grelhados preparados rapidamente, agradáveis ao paladar e com bom aspecto visual.

4.2.3) Resultado Final Ideal (o que realmente queremos)

Aumentar a velocidade de cocção sem perder as características positivas finais do alimento.

4.2.4) Mapa de Contexto do Problema ou Situação

Através do mapa de contexto (Fig. 25) realiza-se uma avaliação do problema/situação a partir das visões de tempo e espaço, utilizando a ferramenta “9 Janelas”.

	PASSADO	PRESENTE	FUTURO
SUPER-SISTEMA / AMBIENTE	POUCA OPÇÕES OU INEXISTÊNCIA	MERCADO LOCAL COMPETITIVO COM VÁRIOS MODELOS DE GRILL SIMILARES	MAIOR NÚMERO DE PRODUTORES NACIONAIS
	PRODUTO IMPORTADO BLOQUEADO OU COM PREÇO PROIBITIVOS	ENTRADA DE PRODUTO IMPORTADO COM MAIOR EFICÁCIA MAS PREÇOS ELEVADOS	IMPORTAÇÃO CADA VEZ MAIS ACESSÍVEL
	POUCOS PRODUTORES	VÁRIOS PRODUTORES NACIONAIS DE GRILL	CONCENTRAÇÃO OS PRODUTORES LOCAIS
	CONSUMO EXACERBADO DE GORDURA	DEMANDA CRESCENTE POR ALIMENTOS GRELHADOS SEM GORDURA	BAIXO TEOR DE GORDURA RECOMENDADO DESDE A INFÂNCIA
	BAIXO PODER DE COMPRA E DESINFORMAÇÃO	ELEVAÇÃO DO PODER DE COMPRA E INFORMAÇÃO DAS CAMADAS SOCIAIS COM MENOR PODER AQUISITIVO	AMPLIAÇÃO AINDA MAIOR DO PODER DE COMPRA PARA MAIS FAMÍLIAS
	GORDURA NÃO CLARAMENTE IDENTIFICADA COM PROBLEMAS DE SAÚDE	DIVULGAÇÃO DE EFEITOS NEGATIVOS DA ALIMENTAÇÃO COM ALTO TEOR DE GORDURA	CAMPANHAS GOVERNAMENTAIS PARA CONTROLE DE OBESIDADE
	BAIXA INCIDÊNCIA DE OBESIDADE	REGISTRO DE OBESIDADE EM ALTA INCIDÊNCIA E FAIXA ETÁRIA CADA VEZ MAIS BAIXA	REVERSÃO DA INCIDÊNCIA DE OBESIDADE
	POUCO FOCO NA MEDICINA E HÁBITOS PREVENTIVOS CONTRA DOENÇAS	FOCO NA MEDICINA E HÁBITOS PREVENTIVOS CONTRA DOENÇAS COMEÇANDO A PENETRAR EM VÁRIAS CAMADAS SOCIAIS	MEDICINA PREVENTIVA PRIORIZADA
PROBLEMA (SITUAÇÃO)	COCÇÃO LENTA E CONTROLADA MANUALMNETE	ACELERAR COCÇÃO SEM QUEIMAR ALIMENTOS	COCÇÃO INSTANTÂNEA E HOMOGÊNEA
	SUPERVISÃO HUMANA CONTÍNUA	ACELERAR COCÇÃO E OBTER ALIMENTOS ASSADOS DE FORMA HOMOGÊNEA	CONTROLE AUTOMÁTICO E INTENSIDADE PROGRAMÁVEL
	RISCO DE QUEIMADURAS		COCÇÃO TOTALMENTE SEGURA
SUB-SISTEMA (COMPONENTES)	CARVÃO	CHAMA	ENERGIA SOLAR
	ESPETOS	GRELHA	GRELHA MÓVEL
	RESERVATÓRIO PARA CARVÃO	PANELA	COLETOR DE GORDURA
	ABERTO	TAMPA	TAMPA
		CAMADA DE TEFLON	NÃO SUJA
		ALÇAS	ALÇAS
			CONTROLE AUTOMÁTICO INTELIGENTE
			INTERFACE AMIGÁVEL E SIMPLES PARA USUÁRIO

Fig. 25- Mapa de Contexto (Diagrama 9 janelas)

Ao focalizar o futuro do sistema com o problema a ser resolvido, o mapa de contexto permite exercitar a expressão do futuro desejável, reforçando a visão do Resultado Final Ideal.

4.2.5) Mapa de Recursos

Os recursos disponíveis (Fig. 26) para a solução do problema também são examinados em tempo e espaço através da ferramenta das “9 Janelas”

	PASSADO	PRESENTE	FUTURO
SUPER-SISTEMA / AMBIENTE	AR AMBIENTE	AR AMBIENTE	AR AMBIENTE
	TEMPO	TEMPO	TEMPO
		REDE DE GÁS NATURAL	SOL & VENTO
	BOTIJÕES DE GLP	SISTEMA DE ENTREGA DE GLP	ENERGIA GEOTÉRMICA
	TRANSMISSÃO DE CALOR POR RADIAÇÃO SIMPLES	TRANSMISSÃO DE CALOR POR RADIAÇÃO SIMPLES	NOVAS TECNOLOGIAS DE AQUECIMENTO
SYSTEMA (SITUAÇÃO)	SEM DISPOSITIVOS PRÓPRIOS PARA A FUNÇÃO	ACELERAR COCÇÃO SEM QUEIMAR ALIMENTOS	DISPOSITIVOS DESENVOLVIDOS ESPECIFICAMENTE PARA A FUNÇÃO
		ACELERAR COCÇÃO E OBTER ALIMENTOS ASSADOS DE FORMA HOMOGÊNEA	DISPOSITIVO FORNECIDO COMO SERVIÇO DE GRILL EM CASA
SUB-SISTEMA (COMPONENTES)	UMIDADE NO ALIMENTO	UMIDADE NO LIMENTO	UMIDADE NO ALIMENTO
	FLUXO DE AR QUENTE	FLUXO DE AR QUENTE	FLUXO DE AR QUENTE
	FONTE DE CALOR	FONTE DE CALOR	FONTE DE CALOR
	ESPAÇOS VAZIOS	ESPAÇOS VAZIOS	ESPAÇOS VAZIOS
	ALUMÍNIO	AÇO	CERÂMICAS ESPECIAIS
	CARVÃO	GÁS NATURAL/GLP	CAPTADORES ENERGIA SOLAR E EÓLICA
	SUPERFÍCIES ADERENTES À SUJEIRA	TEFLON	SUPERFÍCIES REPELENTES À SUJEIRA
		COLETOR DE GORDURA	COLETOR DE GORSURA
			SENSORES DE COZIMENTO

Fig. 26 – Mapa de Recursos (Diagrama 9 Janelas)

A utilização dos recursos disponíveis no sistema, ou no ambiente em que ele se encontra, é um dos pilares críticos da TRIZ. O mapa de recursos, ao exercitar os recursos futuros, permite vislumbrar algumas potenciais soluções que serão retomadas de forma mais focada através das próximas ferramentas utilizadas.

4.2.6) Auditoria de Idealidade

A auditoria de idealidade, conforme proposta por Gadd (2011), consolida os itens que compõem o resultado final ideal e os compara com a situação vigente dando uma visão clara de quão distante estamos do objetivo ideal. O resumo pode ser visto na figura 27.

IDEALIDADE	SISTEMA EXISTENTE	SISTEMA DESEJADO / IDEAL
PRINCIPAL BENEFÍCIO	ALIMENTO GRELHADO DE FORMA HETEROGÊNEA OU RESSECADO	ALIMENTO GRELHADO DE FORMA RÁPIDA E HOMOGÊNEA
OUTROS BENEFÍCIOS	MOBILIDADE; IDENPENDÊNCIA DE EE; COLETAR GORDURA	MOBILIDADE; IDENPENDÊNCIA DE EE; COLETAR GORDURA
PRINCIPAL PRODUTO / FUNÇÃO (IFR)	ASSAR ALIMENTOS DE FORMA RÁPIDA E HOMOGÊNEA	
CUSTOS ACEITÁVEIS	R\$ 50	R\$ 50 A R\$ 100
CUSTOS INACEITÁVEIS		>R\$ 100
RISCOS/PROBLEMAS ACEITÁVEIS	NA	NA
RISCOS/PROBLEMAS INACEITÁVEIS	QUEIMADURAS NO USUÁRIO	QUEIMADURAS NO USUÁRIO
RESTRIÇÕES	ALIMENTOS MAIORES NÃO CABEM NO ESPAÇO	TAMANHO DE PÃO DE FORMA PADRÃO CABE ADEQUADAMENTE
DESENHOS ILUSTRATIVOS	VER DESENHO	NA
O QUE NOS IMPEDE DE ATINGIR O IFR?	PROJETOS EXISTENTES NO MERCADO NÃO CONSIDERAM A DISTRIBUIÇÃO HOMOGÊNEA DO FLUXO DE AR QUENTE	
POR QUE ISTO NOS IMPEDE ?	POIS AO AUMENTAR POTÊNCIA DA FONTE DE CALOR PERDEMOS O CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO DO FLUXO DE AR QUENTE	
COMO FAZER OS FATORES DE IMPEDIMENTO DESAPARECEREM?	PROCURAR COMO FORAM RESOLVIDOS PROBLEMAS SIMILARES	
QUE RECURSOS ESTÃO DISPONÍVEIS PARA ISTO? (VER RESOURCES MAP)	VER MAPA DE RECURSOS	
COMO OUTROS RESOLVERAM ESTE PROBLEMA?		VER BANCO DE EFEITOS FÍSICOS & PATENTES

Fig. 27 – Auditoria de Idealidade (GADD, 2011)

Nota: É crítico que a etapa de definição seja realizada cuidadosamente de forma a tornar o mais claro possível o problema em questão e quais são efetivamente os objetivos a buscar. É preciso confirmar se há realmente um problema e que sua definição está correta antes de gastar tempo e energia tentando resolvê-lo. Ao longo deste processo, vários conceitos da TRIZ já vão sendo introduzidos, preparando terreno para etapa de geração de alternativas de solução.

4.3) Seleção de Ferramentas TRIZ (MANN, 2010)

Neste estágio, pode-se selecionar as ferramentas mais eficazes em função do tipo de situação enfrentado (contradição limitante), conforme Mann (2010). Para o caso em exame esta fonte indica as ferramentas abaixo como mais eficazes (Fig. 28).

SITUAÇÕES	1a. OPÇÃO	2a. OPÇÃO	3a. OPÇÃO	4a. OPÇÃO
CONTRADIÇÃO LIMITANTE	ELIMINAÇÃO DA CONTRADIÇÃO FÍSICA	ELIMINAÇÃO DA CONTRADIÇÃO TÉCNICA	TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO	BANCO DE DADOS DE EFEITOS

Fig. 28 – Ferramentas sugeridas para a situação de contradição limitante

Alternativamente, realiza-se o teste sequencial das várias ferramentas disponíveis no fluxo de trabalho da Inovação Sistemática. Esta foi a abordagem utilizada neste artigo.

4.3.1) Identificando a "Contradição Técnica"

Conforme já mencionado anteriormente, a Contradição Técnica caracteriza-se pela situação na qual ao tentar resolver um problema tentando melhorar uma característica/parâmetro e uma segunda característica/parâmetro, independente e igualmente crítica, é prejudicada.

No caso em exame, temos que ao tentar acelerar a cocção obtenho a cocção heterogênea do alimento com seções queimadas e ressecamento.

Os pares de parâmetros da Matriz de Contradições que melhor representam a situação real são:

a) Parâmetro a ser melhorado: "SPEED" (9)

Parâmetro prejudicado: "MANUFACTURING PRECISION" (29)

b) Parâmetro a ser melhorado: "SPEED" (9)

Parâmetro prejudicado: "OBJECT AFFECTED HARMFUL FACTORS"
(30)

c) Parâmetro a ser melhorado: "SPEED" (9)

Parâmetro prejudicado: "USE OF ENERGY BY STATIONARY OBJECT"
(20)

d) Parâmetro a ser melhorado: "PRODUCTIVITY" (39)

Parâmetros prejudicados: os mesmos anteriores (29 / 30/ 20)

e) Parâmetro a ser melhorado: "TEMPERATURE" (17)

Parâmetros prejudicados: os mesmos anteriores (29 / 30/ 20)

Na figura Fig. 29 podemos ver as regiões da Matriz de Contradição mostrando a interseções dos parâmetros selecionados e os princípios inventivos sugeridos para a solução de problemas com estes pares de contradições (células com fundo verde).

TECHNICAL MATRIX		Worsening Feature Improving Feature															
		Temperature	Illumination intensity	Use of energy by moving object	Use of energy by stationary object	Power	Loss of Energy	Loss of Substance	Loss of Information	Loss of Time	Quantity of substance	Reliability	Measurement accuracy	Manufacturing precision	Object-affected harmful factors	Object-generated harmful factors	Ease of manufacture
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
5	Area of moving object	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32		19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24
6	Area of stationary object	35, 39, 38				17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16
7	Volume of moving object	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35		35, 6, 13, 18	7, 15, 34, 10	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40
8	Volume of stationary object	35, 6, 4				30, 6		10, 39, 35, 34		35, 16, 32, 18	35, 3	3, 35, 16		35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35
9	Speed	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38		19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 25	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1
10	Force (Intensity)	35, 10, 21		19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1
11	Stress or pressure	35, 39, 19, 2		14, 24, 10, 37		10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16
12	Shape	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14		4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28

TECHNICAL MATRIX		Worsening Feature Improving Feature															
		Temperature	Illumination intensity	Use of energy by moving object	Use of energy by stationary object	Power	Loss of Energy	Loss of Substance	Loss of Information	Loss of Time	Quantity of substance	Reliability	Measurement accuracy	Manufacturing precision	Object-affected harmful factors	Object-generated harmful factors	Ease of manufacture
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
14	Strength	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32
15	Duration of action of moving object	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18		19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4
16	Duration of action by stationary object	19, 18, 36, 40				16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 48	10, 26, 24		17, 1, 40, 33	22	35, 10
17	Temperature	+	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17		2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31		35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27
18	Illumination intensity	32, 35, 19	+	32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19		11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26
19	Use of energy by moving object	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	+	-	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5		35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32		1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30
29	Manufacturing precision	19, 26	3, 32	32, 2		32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24		32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1		+	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	
30	Object-affected harmful factors	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	+		24, 35, 2
39	Productivity	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23		35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	18, 10, 32, 1	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Fig. 29- Matriz de Contradição - Parâmetros Selecionados & Princípios Inventivos Sugeridos

Tentando ampliar e esgotar ao máximo a cobertura da Matriz de Contradição, além da abordagem tradicional anterior, foi utilizada a abordagem adicional proposta por Mann (Matrix 2010), na qual a seleção dos princípios inventivos é realizada com base apenas nos parâmetros a serem melhorados, ou seja, “SPEED”,

“TEMPERATURE” e “PRODUCTIVITY”. Para cada um deles, são selecionados os princípios inventivos com base na ocorrência típica: “Sempre ocorrem”, “Mais freqüentes na natureza” e “Considerados na média”

Nas figuras seguintes (Fig. 30 & 31) podemos ver um resumo dos princípios sugeridos através de cada rota.

MATRIZ TRADICIONAL		MATRIZ 2010 (MANN)	
10	Preliminary action	12	Equipotentiality/remove stress (bring things to the same level)
28	Mechanics substitution (by another sense or field)	16	Partial or excessive actions
32	Colour or optical properties change	19	Periodic Action
25	Self service	4	Asymmetry
1	Segmentation (fragmentation)	11	Cushioning in advance
35	Parameters change (transformation of physical or chemical properties)	21	Skipping (rushing through)
23	Feedback	38	Strong oxidants (accelerated oxidation)
24	Intermediary (mediator)	3	Local Quality
22	Blessing in disguise	26	Copying
33	Homogeneity (uniformity)	40	Composite materials or structures
2	Taking out (extraction)	14	Curvature (spheroidality)
18	Vibration (mechanical)	5	Merging (combining; integration)
13	The other way round	27	Cheap short living objects (cheap disposable)
		30	Flexible shells and thin films (membranes)
		36	Phase transitions
		9	Preliminary anti-action

Fig. 30: Princípios Inventivos Sugeridos – Matriz Tradicional & 2010 (Mann) (#1)

MANN (base parâmetros a melhorar)	
29	Pneumatics and Hydraulics
34	Discarding & recovering (rejecting & regenerating parts)
7	Nested doll (nesting)
15	Dynamization
17	Another dimension
31	Porous materials (holes)

Fig. 31- Princípios Inventivos Adicionais Sugeridos por Mann (Matrix 2010) (#1)

Nota #1: Eliminadas as redundâncias

A seguir, nas figuras 32 & 33, um exemplo de uso da matriz Prizm (Biotriz). A situação está representada pela contradição: Para acelerar a cocção aumento a potência térmica podendo queimar parcialmente o alimento ou obter cocção heterogênea e

ressecamento do alimento. São destacados os parâmetros “Temperature” (14) reagrupado em “ENERGIA” e “Manufacturing Precision” (29) reagrupado em “ESTRUTURA” com os princípios sugeridos na interseção verde. Demais interseções identificadas não foram mostradas: TEMPO x ESTRUTURA; TEMPO x INFORMAÇÃO; TEMPO x ENERGIA; ENERGIA x ENERGIA.

PRIZM - MATRIZ DE CONTRADIÇÕES DERIVADA DA BIOTRIZ		BIO-GRUPOS DE PARÂMETROS QUE DEGRADAM	BIO-GRUPOS DE PARÂMETROS MELHORAM	SUBSTÂNCIA	ESTRUTURA
				1-2-23-26-14	13-29-32-36
nr	PARÂMETROS INDIVIDUAIS ORIGINAIS	ADICIONAR, REMOVER OU ALTERAR AS PROPRIEDADES DO MATERIAL			ADICIONAR, REMOVER OU REAGRUPAR PARTES OU COMPOMENTES
1	MASS OF MOVING OBJECT	SUBSTÂNCIA	13; 15; 17; 20; 31; 40	1; 3; 15; 26	
2	MASS OF STATIONARY OBJECT				
23	LOSS OF SUBSTANCE				
26	QUANTITY OF SUBSTANCE				
14	STRENGTH				
13	STABILITY OF OBJECT COMPOSITION	ESTRUTURA	1; 10; 15; 19	1; 10; 15; 19; 24; 36	
29	MANUFACTURING PRECISION				
32	EASE OF MANUFACTURE				
36	DEVICE COMPLEXITY				
3	LENGTH OF MOVING OBJECT	ESPAÇO	3; 14; 15; 25	2; 3; 14; 15; 10; 19	
4	LENGTH OF STATIONARY OBJECT				
5	AREA OF MOVING OBJECT				
6	AREA OF STATIONARY OBJECT				
7	VOLUME OF MOVING OBJECT				
8	VOLUME OF STATIONAY OBJECT	TEMPO	1; 3; 15; 20; 25; 38	1; 3; 15; 4; 6; 19	
12	SHAPE				
9	SPEED				
15	ACTION DURATION OF MOVING OBJECT				
16	ACTION DURATION OF STATIONARY OBJECT	ENERGIA	1; 3; 13; 14; 17; 25; 31	1; 3; 5; 6; 25; 35; 36; 40	
25	LOSS OF TIME				
39	PRODUCTIVITY				
10	FORCE (INTENSITY)				
11	STRESS OR PRESSURE				
17	TEMPERATURE				
18	ILLUMINATION INTENSITY				
19	USE OF ENERGY BY MOVING OBJECT				
20	USE OF ENERGY BY STATIONARY OBJECT				
21	POWER				
22	LOSS OF ENERGY				

Fig. 32: Ex. com seção da Matriz PRIZM adaptada de princípios naturais (Biotriz)

MATRIZ BIOTRIZ (somente os que geraram propostas)	
4	Asymmetry (in nature as response or adaptation to function)
15	Dynamics (cells bend adjusting to the presence of high loads in environment)
19	Periodic action (bombardier beetle produces a pulsed stream of hot phenols and peroxide against its predator)
25	Self service (flying locusts open the thoracic and abdominal spiracles to admit air to cool flight muscles)
32	Colour change (many fish change colour of skin to blend in with the background or improve visibility of things difficult to see)

Fig. 33: Princípios que efetivamente geraram propostas a partir das sugestões da

Matriz Prizm.

A aplicação dos princípios sugeridos, um por vez, ao problema/situação em foco, orientou a geração de propostas de solução. Eliminadas as redundâncias, foram geradas 27 propostas de solução com base na Matriz de Contradição tradicional, em Mann (Matrix 2010) e Matrix Prizm (Biotriz). Ver seção 5. Para a geração de ideias a partir dos princípios sugeridos é fundamental que o usuário disponha de informação (ver principais autores nas referências) explicando cada princípio inventivo e exemplos de sua aplicação.

4.3.2) Identificando a " Contradição Física”

Ao longo das pesquisas de Altshuller e colaboradores, foi verificado que em algumas situações a Matriz não era completamente efetiva e apresentava limitações. Desta forma, a recomendação adotada foi o aprofundamento da contradição tornando-a mais radical. Isto foi feito através da identificação da Contradição Física, na qual um mesmo parâmetro está exposto a exigências antagônicas de forma a resolver o problema (p. ex., para obter um determinado resultado desejado, a temperatura deve estar alta e baixa simultaneamente).

No caso em avaliação, fica claro que para aumentar a velocidade de preparação dos é preciso aumentar a potência térmica da fonte o que provoca ressecamento cocção heterogênea e queima dos alimentos. Traduzindo em termos da TRIZ, precisamos que a fonte de calor seja INTENSA para acelerar a cocção e SUAVE para conseguir cocção homogênea sem queima Para o tratamento da Contradição Física são utilizados os princípios de Separação (Separação por Espaço, Separação no Tempo, Separação por Condição e Separação por Escala, se nenhuma das anteriores for aplicável). A definição do tipo de separação aplicável orientará os princípios inventivos recomendados para a solução. Para identificação do tipo de separação aplicável aplica-se uma série de 4 perguntas básicas:

=> Espaço?

-Onde preciso que a fonte térmica seja INTENSA?

-No dispositivo para assar o alimento.

- Onde preciso que a reação seja SUAVE?

- No dispositivo para assar o alimento.

#Locais idênticos ... a separação no espaço não foi confirmada!

Aplicando as demais perguntas para fins de demonstração.

=> Tempo?

-Quando preciso que a reação seja INTENSA?

- Ao preparar o alimento.

-Quando preciso que a reação seja SUAVE?

- Ao preparar o alimento.

#Período de tempo coincidente; A separação por tempo não ocorreu.

=>Condição?

-Em que condição a reação precisa ser INTENSA?

- Se houver alimento a preparar.

-Em que condição a reação precisa ser SUAVE?

- Se houver alimento a preparar.

#Condição coincidente; A separação por condição não ocorreu.

=>Por Escala?

Não utiliza perguntas específicas. Usada somente se nenhuma das anteriores se adequar; está baseada em 3 níveis: super sistema / Sistema / Sub sistema.

Com a forma de separação (por sistema/escala) selecionada por exclusão, os princípios inventivos sugeridos são os mostrados na figura seguinte (Fig. 34).

TIPO DE SEPARAÇÃO		PRINCÍPIOS INVENTIVOS SUGERIDOS
ESPAÇO	NA	
TEMPO	NA	
CONDIÇÃO	NA	
SISTEMA	SIM	8- Counterweight, levitation

Fig. 34 - Princípios Inventivos Sugeridos para Separação por Sistema

Todos os demais princípios sugeridos na separação por escala/sistema, exceto pelo no. 8, já haviam sido utilizados anteriormente nas diversas versões da Matriz de Contradições.

Neste ponto, o ciclo básico do fluxo de trabalho da inovação sistemática baseada na TRIZ está concluído gerando 27 propostas de solução. Ver seção 5. A critério do usuário,

pode-se avançar diretamente para o estágio de avaliação e seleção das propostas ou continuar para o ciclo avançado. Esta última opção permite gerar novas propostas utilizando um conjunto adicional de ferramentas. Para utilizar tais ferramentas será necessário realizar a Análise Funcional de forma a suportá-las adequadamente. Na realidade, a Análise Funcional é parte do estágio de definição mas foi deslocada para este ponto no fluxo para separar o ciclo básico do avançado.

4.3.3) Análise Funcional & SAO (sujeito-ação-objeto)

A Análise Funcional é resumida no diagrama que mostra as relações mais importantes que representam a situação sob avaliação, destacando claramente aquelas mais problemáticas (figura 34). Tem por objetivo registrar a análise e permitir a sua comunicação a outros participantes de forma objetiva e rápida. Trata-se de um exame mais criterioso da situação específica sob avaliação. As relações são classificadas para fins de tratamento em 4 grupos conforme as suas características: satisfatórias, insuficientes, ameaças e medição.

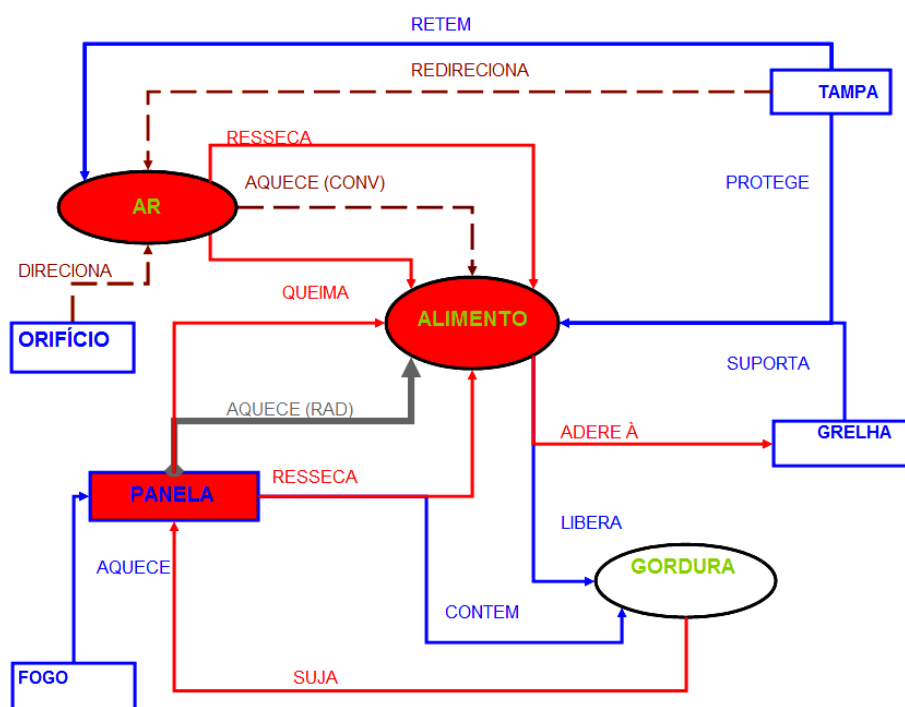


Fig. 35 - Análise Funcional

Nota: Linhas vermelhas = ameaças; Linhas tracejadas = insuficiências; Linhas azuis = satisfatórias; linhas pretas = excessivas.

O resumo da Análise Funcional é expresso pela tabela (figura 36), identificada como

“SAO” (sujeito – ação – objeto), que mostra as três entidades participantes de cada relação e sua caracterização conforme Gadd (2011). Tal tabela guiará a aplicação das ferramentas seguintes.

CAT	SUJEITO	AÇÃO	OBJETO	FUNÇÃO	BENEFÍCIO/ AMEAÇA	AMEAÇA INSUFICIÊNCIA MEDICÃO	OBJETIVO PRINCIPAL
E	PANELA	AQUECE	ALIMENTO	AQUECER PARTE INFERIOR DO ALIMENTO POR RADIAÇÃO	SOBREAQUECIMENTO	EXCESSIVO	Cocção homogênea
A	PANELA	QUEIMA	ALIMENTO	QUEIMAR ALIMENTO POR RADIAÇÃO	PERDA DO ALIMENTO	AMEAÇA	
A	PANELA	RESSECA	ALIMENTO	RESSECAR ALIMENTO POR RADIAÇÃO	DETERIORAÇÃO DO SABOR	AMEAÇA	
	PANELA	CONTÉM	GORDURA	CONTER GORDURA	EVITAR SUJEIRA		Cocção sem extravazamento de gordura para ambiente externo
					CONTATO DIRETO AR QUENTE COM PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO		
I	ORIFÍCIO	DIRECIONA	AR QUENTE	DIRECIONAR AR QUENTE PARA PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO	QUECIMENTO CONTÍNUO	INSUFICIÊNCIA	Cocção homogênea e acelerada
	FOGO	AQUECE	PANELA	FORNECER ENERGIA TÉRMICA			Manter fluxo de energia
					AQUECIMENTO NÃO HOMOGÊNEO	INSUFICIÊNCIA	Cocção homogênea
I	AR QUENTE	AQUECE	ALIMENTO	AQUECER PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO POR CONVECÇÃO	DETERIORAÇÃO DO SABOR	AMEAÇA	
A	AR QUENTE	RESSECA	ALIMENTO	RESSECAR ALIMENTO POR CONVECÇÃO	PERDA DO ALIMENTO	AMEAÇA	
A	AR QUENTE	QUEIMA	ALIMENTO	QUEIMAR ALIMENTO POR CONVECÇÃO			
	GELHA	SUPORTA	ALIMENTO	SUSTENTAR O ALIMENTO	ALIMENTO EQUIDISTANTE DA TAMPA E		Cocção homogênea do alimento
					MAIOR TEMPO DE CONTATO AR QUENTE COM ALIMENTO		Cocção Acelerada
	TAMPA	RETEM	AR QUENTE	RETER AR QUENTE			
					COCÇÃO DA PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO	INSUFICIENTE	Cocção homogênea do alimento
I	TAMPA	REDIRECIONA	AR QUENTE	DIRECIONAR AR QUENTE DE VOLTA AO ALIMENTO	REDUZIR ENTRADA DE AR FRIO CIRCUNDANTE		Cocção Acelerada
	TAMPA	PROTEGE	ALIMENTO	PROTEGER ALIMENTO	DIFICULDADE DE SOLTAR ALIMENTO	AMEAÇA	
A	ALIMENTO	ADERE À	GRELHA	ADERIR À GRELHA	REDUÇÃO DE GORDURA NO ALIMENTO		Alimento saudável
	ALIMENTO	LIBERA	GORDURA	DRENAR GORDURA	INCRUSTAÇÃO NA PANELA	AMEAÇA	
A	GORDURA	SUJA	PANELA	SUJAR PANELA			

Fig. 36- SAO: Relações Problemáticas Identificadas (GADD, 2011)

4.3.4) Simplificação & 76 Soluções Padrão

Estas são ferramentas adicionais que dependem da realização prévia da Análise Funcional.

- Simplificação (Trimming)

Esta ferramenta é operada através de uma série de perguntas cujo foco é eliminar as relações problemáticas ou seus agentes e objetos. As perguntas típicas estão a seguir.

- Poderíamos eliminar a função?
- Poderia o objeto desempenhar a função desejada ele próprio?
- Seria possível eliminar o sujeito/agente ou o objeto?
- Seria possível eliminar o sujeito/agente ou o objeto logo após o desempenho da função?
- Seria possível eliminar alguma parte o sistema?
- Algum outro agente ou objeto poderia desempenhar a função desejada?
- Algum recurso disponível poderia desempenhar a função?

As respostas ao questionário, se positivas, guiam naturalmente à geração de novas propostas de solução. No caso em exame, eliminadas as redundâncias, foi gerada 1 nova proposta de solução. Ver seção 5.

- 76 Soluções Padrão

De acordo com o tipo de relação problemática destacada no SAO são oferecidas estratégias típicas de tratamento do problema. No caso em exame foi utilizado o Oxford Standard Solutions (GADD, 2011), versão adaptada do tradicional 76 Standard Solutions.

Tratando as duas categorias de relações prejudiciais identificadas (ameaça e insuficiência), a ferramenta nos orienta conforme a seguir:

a) Ameaça

São quatro estratégias básicas para tratar as ameaças.

a.1-Eliminação = eliminar a ameaça propriamente dita (já testada na seção Simplificação)

a.2-Bloqueio – bloquear a ameaça

a.3-Transformação da ameaça – transformar a ameaça em fator positivo

a.4-Correção – corrigir a ameaça

b) Insuficiência

São duas estratégias básicas para melhorar, modificar ou potencializar as funções através da alteração em:

b.1-Nos componentes (sujeito / objeto ou ambiente ao redor)

b.1.1- Adicionar algo ao sujeito e/ou ao objeto ou ambiente ao redor

b.1.2- Alterar sujeito ou objeto

b.2-Alterar a ação ou energia que atua entre os componentes

Eliminadas as redundâncias, esta ferramenta retornou 3 propostas de solução. Ver seção 5.

4.3.5) Outras Ferramentas

- Gatilhos Inventivos

A metodologia disponibiliza algumas ferramentas adicionais que não dependem a Análise Funcional e são classificadas como gatilhos inventivos (GADD, 2011), tais como o Fator X, Analogia Vida ou Morte, “Smart Little People”, Radicalização Tempo-Tamanho-Custo. Sempre buscando exaurir as possibilidades de solução, elas foram rapidamente testadas para o caso em avaliação. A mais efetiva foi a Radicalização Tempo-Tamanho-Custo, na qual os aspectos problemáticos mais críticos são metodicamente exagerados para zero e para o infinito em cada um dos três eixos. Os extremos sugerem algumas soluções para o problema em análise.

Com o Fator X imagina-se que um agente ainda indefinido será capaz de eliminar as contradições aproximado o sistema da situação ideal. A partir daí, tenta-se definir que funções este agente deveria desempenhar.

A analogia de vida ou morte usa como referência situações em que a falha é catastrófica tentando usar as soluções nelas aplicadas para o caso em análise.

“Smart Little People” (“pequenos seres inteligentes”) imagina que pequenos

seres podem desenvolver as funções necessárias à solução do problema quando atuando isoladamente ou combinados em grupos.

Radicalização Tempo-Tamanho-Custo exagera a situação apresentada nos 3 eixos. Como a análise funcional já foi realizada, tomou-se aquelas situações mais críticas, ou seja, envolvidas em relações insuficientes e/ou ameaças para aplicação do gatilho. Como exemplo, ver a figura 37.

		MÍNIMO	INFINITO	PROPOSTAS
TAMANHO	GRELHA SUPPORTA ALIMENTO	SEM GRELHA	GRELHA DO TAMANHO O FOGÃO	ALIMENTO FLUTUA NO FLUXO DE AR QUENTE
TEMPO		SUPORTE SÓ NOS SEGUNDOS INICIAIS	GRELHA FIXA	GRELHA SE DESFAZ COM O CALOR
CUSTO		GRELHA DESCARTÁVEL	GRELHA MAIS CARA QUE O FOGÃO	

		MÍNIMO	INFINITO	PROPOSTAS
TAMANHO	TAMPA PROTEGE ALIMENTO	TAMPA NÃO EXISTE	TAMPA MAIOR QUE O FOGÃO	TAMPA COMO CONTINUIDADE A PAINEL (ROSQUEADA)
TEMPO		TAMPA SOMENTE NOS SEGUNDOS INICIAIS	TAMPA FIXA	
CUSTO		TAMPA DESCARTÁVEL	TAMPA VALE MAIS QUE O FOGÃO	

Fig. 37 – Exemplo da Ferramenta Radicalização Tamanho-Tempo-Custo

Eliminadas as redundâncias, o uso dos gatilhos resultou em 3 propostas de solução. Ver seção 5.

Além dos gatilhos, há ainda a consulta aos bancos de dados de efeitos técnicos (Oxford Creativity Effects Database) e ao banco de dados de patentes de livre acesso. O primeiro foi consultado tentando identificar meios alternativos para aquecer sólidos ou distribuir gases. As propostas de solução que surgiram foram todas repetidas em relação àquelas listadas anteriormente, mostrando claramente o esgotamento das ferramentas e do usuário. Já a consulta ao banco de patentes não chegou a ser realizada neste estágio.

- Tendências/ Padrões de Evolução (“Trends of Evolution”)

Esta ferramenta tem grande aplicação não só na solução de problemas como também no desenvolvimento de novos produtos e prospecção de futuro para produtos e sistemas existentes. Tem larga utilização na área de propriedade intelectual no registro de novas patentes e sua proteção. A ferramenta está baseada no conceito TRIZ de que todo produto ou sistema segue a sua curva S no sentido de aumentar a sua idealidade até a sua maturidade quando normalmente é substituído por outro produto ou sistema mais eficaz. As tendências são identificadas em 8 grandes direções:

aumento da idealidade, curva S, evolução não uniforme das partes, integrando e separando partes, menor envolvimento humano, complexidade crescente seguida por simplificação, crescente dinamismo e controlabilidade (GADD, 2011). Cada uma das tendências se subdivide em várias linhas de evolução. Após o esgotamento das demais ferramentas (número significativo de propostas similares), as tendências foram usadas para procurar novas soluções coerentes com os conceitos nelas expressos.

Para uso neste trabalho, foi rapidamente testada a versão tradicional das 8 tendências de evolução (GADD, 2011) e posteriormente a versão desenvolvida por Mann (2010), que divide as várias linhas de evolução em 3 grandes grupos: ESPAÇO, TEMPO e INTERFACE. Esta abordagem propõe percorrer cada uma das linhas de evolução e testá-las para a situação em análise. Para as linhas aplicáveis é realizado um diagnóstico da situação atual. Posteriormente, com base nas propostas geradas, é identificada a evolução potencial nas diversas linhas de evolução em direção à idealidade. O resumo é lançado em gráficos tipo radar.

Operacionalmente, cada uma das linhas é testada para o caso em avaliação, tentando-se localizar o estágio atual no diagrama de cada linha de evolução. Como exemplo ilustrativo tomemos a linha “Design Point” (Ponto de Projeto), curva típica conforme figura 38.

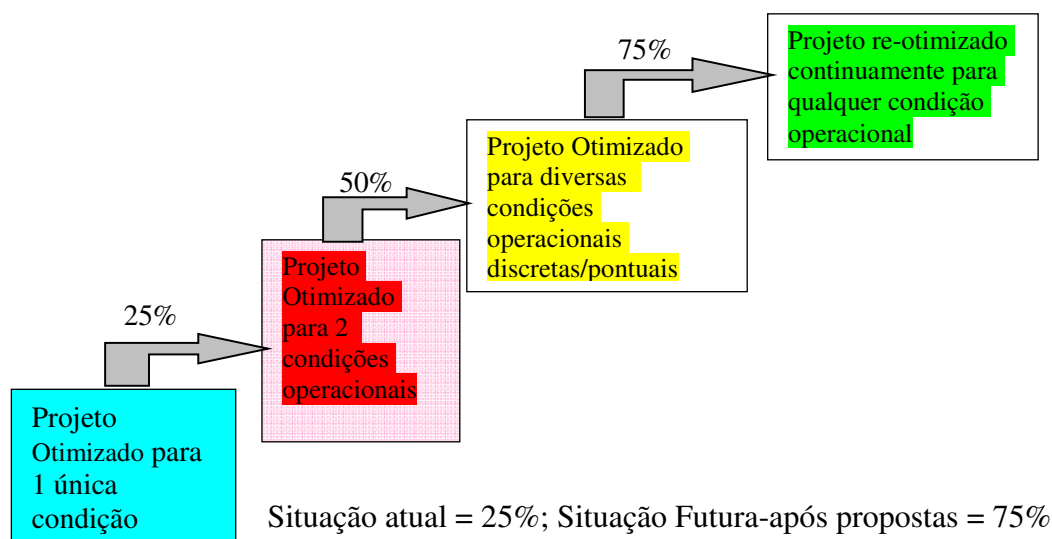


Fig. 38- Linha de tendência típica para o “Design Point” (MANN, 2010)

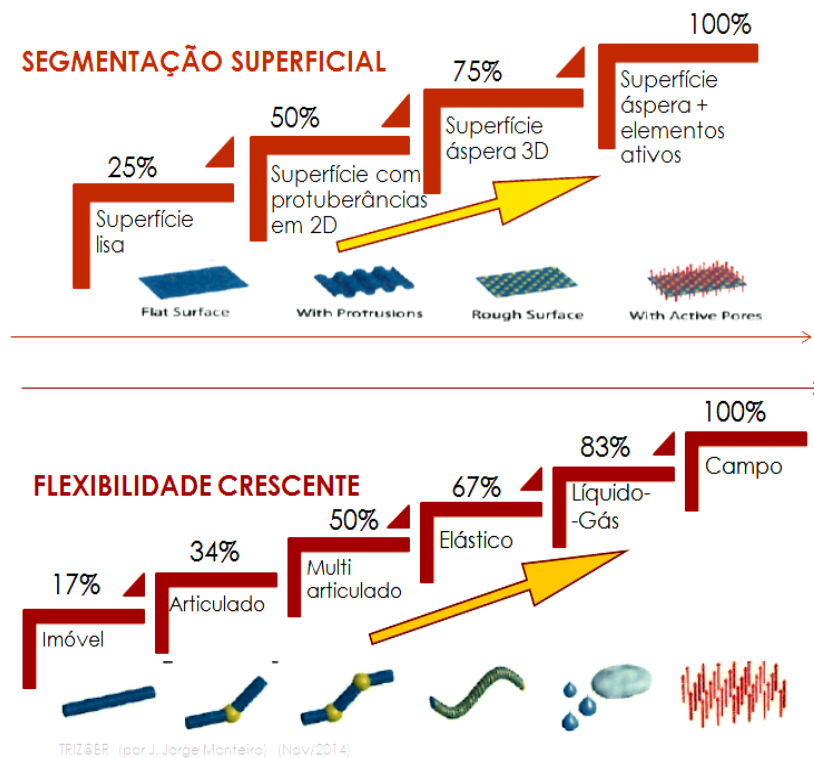


Fig.: 38.1- Outros exemplos de linhas de evolução

A relação das linhas consideradas aplicáveis ao caso está na figura 39.

GRUPO	LINHAS DE TENDÊNCIAS	ATUAL	FUTURO POTENCIAL
SPACE	MATERIAIS INTELIGENTES	25%	75%
SPACE	SEGMENTAÇÃO ESPACIAL	20%	40%
SPACE	SEGMENTAÇÃO SUPERFICIAL	25%	75%
SPACE	SEGMENTAÇÃO DO OBJETO	66%	100%
SPACE	ASSIMETRIA CRESCENTE	25%	50%
SPACE	ANINHAMENTO - ABAIXO	25%	50%
SPACE	QUEBRA DE FRONTEIRAS-ESPACIAL	33%	66%
SPACE	DINAMIZAÇÃO	20%	60%
INTERFACE	MONO-BI-POLI (SIMILARES)-INTERFACE	25%	50%
INTERFACE	SENTIDO DE INTERAÇÃO CRESCENTE	20%	40%
INTERFACE	CRESCENTE INTERAÇÃO POR COR	25%	75%
INTERFACE	CRESCENTE TRANSPARÊNCIA	25%	50%
INTERFACE	EVOLUÇÃO NA COMERCIALIZAÇÃO	40%	60%
INTERFACE	PONTO DE PROJETO	25%	50%
INTERFACE	CONTROLABILIDADE	25%	75%
TIME	COORDENAÇÃO DE RÍTMO	25%	50%

Fig. 39 - Linhas de Tendência consideradas aplicáveis ao caso (Mann, 2010)

Mesmo com a exaustão identificada com as ferramentas anteriores, a aplicação das tendências de evolução conseguiu adicionar, eliminadas as redundâncias, mais 12 propostas de solução (ver seção 5).

A consolidação da avaliação (atual x potencial) pode ser resumida no gráfico tipo radar (figura 40) com a posição atual (AZUL) e a potencial (VERMELHA). O gráfico mostra claramente as linhas de evolução em que foi identificado potencial de evolução (MANN, 2010), com base nas soluções propostas. Assim, independentemente de procurar soluções para o problema apresentado, esta ferramenta alavanca a evolução do sistema e seus componentes em direção à idealidade.

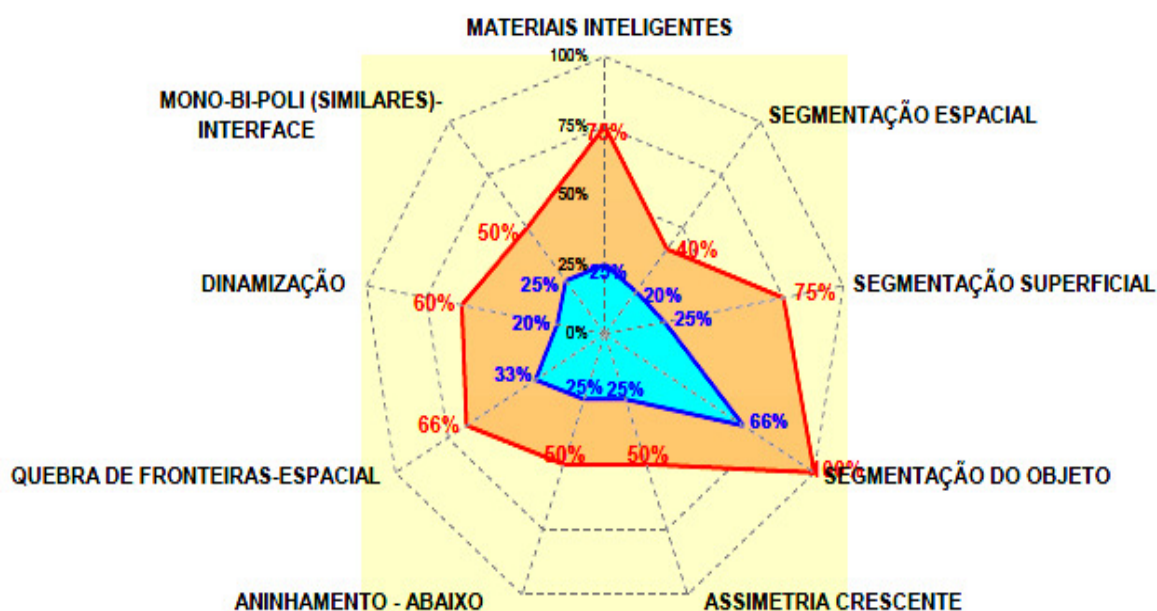


Fig. 40 - Gráfico Radar – Evolução em direção à Idealidade: Situação atual (azul) x potencial (vermelho) (MANN, 2010)

5- Avaliação final das propostas

Até este ponto, as propostas foram geradas sem avaliação formal. Nesta etapa, é necessário avaliá-las e priorizar as de maior impacto para desenvolvimento/aplicação posterior. A avaliação foi realizada através de uma matriz de múltiplos critérios: requisitos identificados para o caso, idealidade com base nos critérios sugeridos por Rantanen e Domb (2008) e facilidade de implantação (Fig. 41). Finalmente, consolida-

se a priorização final em função da aderência aos critérios.

CRITÉRIOS	PESOS
ATENDE REQUISITOS CRÍTICOS?	10
ATENDE RESQUISITOS DESEJÁVEIS?	3
RESTRIÇÕES CRÍTICAS RESPEITADAS	5
FATORES NEGATIVOS DESAPARECEM?	7
CARACT. ÚTEIS MANTIDAS? NOVOS BENEFÍCIOS APARECEM?	5
NOVAS AMEAÇAS APARECEM?	5
SISTEMA TORNA-SE MAIS COMPLEXO?	3
CONTRADIÇÃO FÍSICA PRINCIPAL SOLUCIONADA?	7
RECURSOS LIVRES OU IGNORADOS UTILISADOS?	5
FACILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO?	8

Fig. 41: Critérios e Pesos utilizados na avaliação

É importante ressaltar que tais critérios e pesos são apenas sugeridos, podendo ser ajustados e/ou substituídos conforme necessidade do usuário.

Como um processo exaustivo, adotado no exemplo mas não obrigatório, muitas propostas redundantes surgiram a partir de diferentes ferramentas. Eliminando as redundâncias, a inovação sistemática gerou 48 propostas adicionais àsquelas 4 preliminares espontâneas. Do total, 19 atingiram aderência igual ou acima de 50% contra os critérios escolhidos (Fig 42). As propostas mostram características preventivas e corretivas. As propostas com aderência abaixo de 50% também devem ser mantidas para reexame futuro pois efetivamente incluem boas contribuições potenciais embora talvez ainda carreguem contradições internas a resolver. 22 destas propostas complementares estão na Fig. 43. A simples leitura da relação permite perceber o potencial de evolução tecnológico em algumas delas.

	PROPOSTAS EM AVALIAÇÃO	TOTAL	
		PTS	%
fonte	IDEAL (500 pts & Aderência 100%)	500	Ader
PRE	INSTALAR DUTO CENTRAL DIRECIONANDO O FLUXO DE AR QUENTE PARA A TAMPA	394	79%
STD	INTEGRAR À PARTE INFERIOR DA TAMPA UM "CONE" DISTRIBUIDOR DE AR QUENTE DESCARREGADO PELO DUTO DE VOLTA AO ALIMENTO	394	79%
TECH	USAR VAPORIZAÇÃO DE ÁGUA ARMAZENADA NO FUNDO A PANELA PARA REDUZIR TRANSMISSÃO DE CALOR POR RADIAÇÃO À PARTE INFERIOR DO ALIMENTO & UMEDECER AMBIENTE INTERNO EVITANDO RESSECAMENTO	392	78%
TRENDS	TEMPERATURA EXCESSIVA ACIONA RESPOSTA DOS COMPONENTES PARA AMENIZAR CALOR (GRELHA E TAMPA SE ELEVAM; ORIFÍCIO SE REDUZ)	361	72%
TECH	INSTALAR OBTURADOR NO ORIFÍCIO DE AR QUENTE QUE FECHA PROGRESSIVAMENTE COM O TEMPO	336	67%
TRENDS	SE FOGO É AJUSTADO EXCESSIVAMENTE ALTO GRELHA PULVERIZA MAIS ÁGUA PARA EVITAR RESSECAMENTO E QUEIMA DO ALIMENTO	335	67%
TECH	INSTALAR OBTURADOR NO ORIFÍCIO DE AR QUENTE QUE FECHA PROGRESSIVAMENTE QUANDO TEMPERATURA INTERNA SE APROXIMA DA MÁXIMA ESPECIFICADA	334	67%
TECH	INTRODUZIR FLUXO D AR FRIO PERIÓDICO PARA EVITAR SOBREAQUECIMENTO E QUEIMA	314	63%
TECH	PREVER ASPERSÃO DE ÁGUA CASO A TEMPERATURA INTERNA SUBA EXCESSIVAMENTE	310	62%
PRE	APLICAR REVESTIMENTO DE MATERIAL ISOLANTE TÉRMICO NO FUNDO DA PANELA	308	62%
TECH	GRELHA SE AFASTA DO FUNDO = FONTE DE CALOR COM O TEMPO	303	61%
BIOTRIZ	NO CICLO FINAL, USAR PRAYS PERIÓDICO DE ÁGUA OBRE O ALIMENTO PARA PREVENIR SOBREAQUECIMENTO	289	58%
BIOTRIZ	MATERIAL DA TAMPA MUDA DE COR CONFORME A TEMPERATURA INTERNA SE ELEVA PERMITINDO ACOMPANHAMENTO	287	57%
TECH	ALTERAR POSIÇÃO DO ALIMENTO COM O TEMPO - AFASTAR DO FUNDO E APROXIMAR DA TAMPA	286	57%
PRE	AFASTAR GRELHA DO FUNDO DA PANELA	273	55%
TECH	MATERIAL DA PANELA ADQUIRE PROPRIEDADES TERMO ISOLANTES À MEDIDA QUE A TEMPERATURA INTERNA AUMENTA	271	54%
STD	GRELHA ASPERGE VAPOR ÁGUA AO FINAL DO CICLO	268	54%
TRENDS	PANELA E TAMPA EM ESTRUTURA CONTÍNUA PARA REDUZIR PERDA DE CALOR PELA FRESTA ENTRE ELAS (ROSQUEADAS)	258	52%
BIOTRIZ	TAMPA ARTICULADA ABRE AO ATINGIR ESTÁGIO FINAL DE AQUECIMENTO PREVENINDO RISCO DE QUEIMA DO ALIMENTO	257	51%

Fig. 42- Resumo de Principais Propostas Avaliadas – (>=50 de aderência)

Nota: As fontes estão identificadas como TRIG (gatilhos inventivos), STD (soluções padrão), TECH (contradições técnicas), PHY (contradições físicas), TRENDS (tendências de evolução), TRIM (simplificação/ trimming), PRE (soluções preliminares); BIOTRIZ (matriz base efeitos naturais).

fonte	PROPOSTAS EM AVALIAÇÃO (complementares)	TOTAL	
		PTS	%
	IDEAL (500 pts & Aderência 100%)	500	Ader
TECH	USAR MATERIAIS APROPRIADOS PARA O FUNDO (ISOLANTE TÉRMICO) E PARA A TAMPA (REFLEXIVO)	247	49%
TRENDS	TAMPA E LATERAIS DA PANELA COM ESPAÇO EM VÁCUO PARA REDUZIR PERDA DE CALOR PARA O AMBIENTE (VACUUM 100%)	241	48%
TRENDS	TAMPA DE VIDRO TRANSPARENTE RESISTENTE AO FOGO PERMITINDO MONITORAR ALIMENTO E MAQUECIMENTO.	231	46%
TECH	TAMPA COM COMPARTIMENTO ISOLADO TERMICAMENTE CHEIO DE ÁGUA QUE DRENA PARA A PANELA QUANDO TEMPERATURA ULTRAPASSAR NÍVEL MÁXIMO	227	45%
TRENDS	TAMPA COM ELEMENTO SENSÍVEL AO CALOR QUE VAI ALTERANDO COR CONFORME TEMPERATURA INTERNA ATINGIDA	225	45%
STD	GRELHA COM SUPERFÍCIE COM PROTUBERÂNCIAS PARA FACILITAR DESPRENDIMENTO AO FINAL	224	45%
TECH	EXCESSO DE CALOR NO COMPARTIMENTO PRINCIPAL AQUECE 2o. COMPARTIMENTO ACIMA DO PRINCIPAL	222	44%
TRENDS	ADOTAR 2 ESTÁGIOS SOBREPOSTOS DE GRELHA NA MESMA PANELA PARA MAIOR APROVEITAMENTO DO AR QUENTE	217	43%
TRIG	REVESTIMENTO ANTIADERENTE NA PANELA	211	42%
TRENDS	SUPERFÍCIE INTERNA DA PANELA AUTO LIMPANTE (3D LOTUS EFFECT)	210	42%
BIOTRIZ	DISPOSITIVO TEMORIFÍCIO DE AR QUENTE & GRELHA DESCENTRADOS PARA ACOMODAR PEÇAS MAIORES EM UM DOS LADOS	209	42%
TECH	INSERIR SENSOR ÓTICO QUE ENXERGA O ALIMENTO E ALARMA QUANDO ESTÁ PRÓXIMO DO ASPECTO ESCOLHIDO	202	40%
TECH	ADICIONAR SENSOR DE TEMPERATURA AO ALIMENTO A ASSAR	192	38%
TRIG	MATERIAL DA GRELHA NÃO PERMITE ADERÊNCIA DO ALIMENTO	186	37%
TECH	USAR CALOR EXAUSTO PARA AQUECER OUTROS ALIMENTOS	181	36%
TECH	GRELHA MUDA DE COR DE ACORDO COMA TEMPERATURA INTERNA ATINGIDA	180	36%
TRENDS	CÂMERA TRANSMITE IMAGEM DO ALIMENTO PARA MONITOR EXTERNO	178	36%
TECH	CIRCULAR ÁGUA QUENTE NO INTERIOR DA GRELHA	159	32%
TECH	ALIMENTO INVERTE O LADO APÓS ALGUM TEMPO	157	31%
TECH	GRELHA E DUTO DA AR QUENTE RETRÁTEIS- EXPANDEM PARA ACOMODAR SEGUNDA CAMADA DE ALIMENTO	156	31%
TRENDS	USO DE MOCROONDAS PARA AQUECIMENTO NA FASE INICIAL DO CICLO	152	30%
TRENDS	ORIFÍCIO PODE SER DESLOCADO E GRELHA REARRANJADA PARA PERMITIR ALIMENTOS EM PORÇÕES MAIORES	140	28%

Fig. 43 Propostas com menor aderência (< 50%) que podem vir a ser utilizadas de forma isolada ou combinada como complemento.

5.1) Comentários sobre as principais propostas

- Instalar duto central redirecionando o fluxo de ar quente para a tampa: evita que o ar quente aquece mais a parte inferior do alimento; a tampa atuaria com defletor direcionando o ar quente de volta à parte superior do alimento- melhor distribuição do calor sobre o alimento
- Integrar à parte inferior da tampa um cone distribuidor de ar quente: cone auxiliaria no direcionamento do ar quente saindo do duto de volta à parte superior do alimento - incrementa o afeito da proposta anterior.
- Usar vaporização de água armazenada no fundo da panela: a vaporização reduz a transmissão de calor por radiação para a parte inferior do alimento - umedece o ambiente reduzindo potencial ressecamento-melhor balanceamento do aquecimento nos dois lados do alimento, reduzindo potencial de queima em um dos lados.
- Temperatura excessiva aciona resposta de componentes para amenizar calor: elevação da grelha e redução do orifício de passagem de ar quente reduziriam potencial aquecimento excessivo.
- Instalar obturador no orifício de ar quente: orifício vai se fechando com o tempo reduzindo a transmissão de calor ao alimento reduzindo possibilidade de queimá-lo.
- Se fogo é ajustado com potência excessiva. Grelha pulveriza água de forma a evitar ressecamento e queima do alimento.
- Instalar obturador no orifício de ar quente que feche progressivamente se temperatura se aproximar do limite estabelecido- temperatura é a variável de comando para evitar efeitos adversos no alimento.
- Introduzir fluxo de ar frio periódico dentro da panela: evita que a temperatura interna se eleve excessivamente.
- Prever aspersão de água caso a temperatura se eleve acima do limite.
- Prever aplicação de revestimento isolante térmico no fundo da panela: dimensionado para evitar superaquecimento por radiação da parte inferior do alimento.
- Grelha se afasta do fundo e da fonte de calor com o tempo - evita superaquecimento do alimento; tempo é a variável de controle.
- No ciclo final usar sprays periódicos de água sobre o alimento para prevenir superaquecimento/queima. Tempo é a variável de controle.

- Material da tampa muda de cor com aquecimento excessivo – permite ao usuário acompanhar visualmente reduzir a fonte de calor se necessário.
- Alterar posição do alimento com o tempo- afastar do fundo e aproximar da tampa para reduzir potencial superaquecimento.
- Material da panela adquire propriedades termo isolantes à medida em que se aquece – proteção para o alimento em caso de tendência ao superaquecimento.
- Afastar grelha do fundo da panela – grelha já seria fixada mais distante do fundo em relação à posição original – alimento mais distante da transmissão de calor por radiação a partir do fundo e da fonte de calor.
- Grelha asperge vapor d'água ao final do ciclo – tempo é a variável de controle para reduzir possibilidade de superaquecimento.
- Tampa e panela em estrutura contínua para evitar perda de calor entre elas – operam fechadas por algum mecanismo apropriado, reduzindo perdas de calor.
- Tampa articulada abre ao atingir estágio final de aquecimento – maior proteção contra superaquecimento do alimento – tempo é a variável de controle.

6) Como ficaria o sistema com parte das principais propostas implementadas?

A figura 44 ilustra de forma simplificada o aspecto geral da instalação incorporando algumas das propostas mais simples de implantar para a eliminação das contradições e atendimento aos requisitos e restrições críticos.

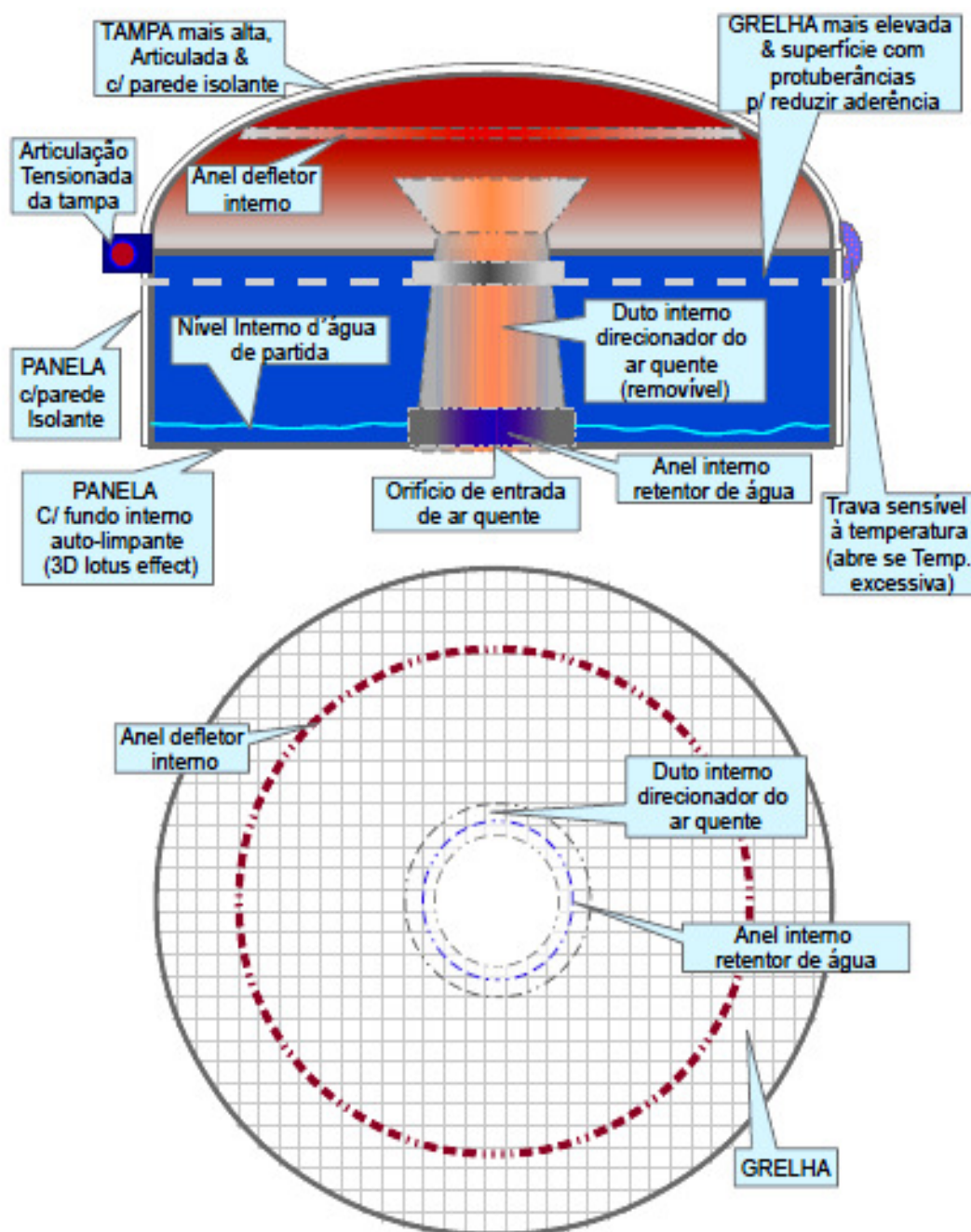


Fig. 44 – Sistema incorporando algumas das propostas de implantação mais simples

Tais modificações são significativas para eliminar as contradições básicas e atender aos requisitos e restrições estabelecidos inicialmente, forçando o deslocamento do sistema

para um ponto mais avançado na sua curva de evolução.

7) Rota alternativa para produto ou sistema novo.

Se, ao contrário da opção inicialmente adotada (sistema existente a evoluir), for considerada a opção de propor um novo sistema para realizar as funções identificadas (fluxo à direita na Fig. 20), o encaminhamento seria levemente diferente. Neste caso, ainda não haveria um sistema com problemas a resolver. Teríamos que retornar aos benefícios desejados na situação ideal, identificar as funções que suportariam a entrega destes benefícios e a partir daí, consultar o banco de efeitos físicos e o banco de patentes para identificar tecnologias existentes capazes de entregar os benefícios desejados. Além destas ferramentas também seriam utilizadas as Tendências de Evolução para procurar prever o caminho natural do sistema inicialmente concebido.

- a) Requisitos e benefícios desejados (os mesmos, ver Fig. 21)
- b) Mapa de Contexto (o mesmo, ver Fig. 25)
- c) Resultado Final Ideal (Fig. 45 abaixo)

IDEALIDADE	Sist. Atual (NA)	SISTEMA DESEJADO / IDEAL
PRINCIPAL BENEFÍCIO		ALIMENTO GRELHADO DE FORMA RÁPIDA E HOMOGÊNEA
OUTROS BENEFÍCIOS		MOBILIDADE; INDEPENDÊNCIA DE EE; COLETAR GORDURA; CAP. PARA 2 PESSOAS
PRINCIPAL PRODUTO / FUNÇÃO (IFR)		ASSAR ALIMENTOS DE FORMA RÁPIDA E HOMOGÊNEA
CUSTOS ACEITÁVEIS		R\$ 50 A R\$ 100
CUSTOS INACEITÁVEIS		>R\$ 100
RISCOS/PROBLEMAS ACEITÁVEIS		
RISCOS/PROBLEMAS INACEITÁVEIS		QUEIMADURAS NO USUÁRIO
RESTRIÇÕES		TAMANHO DE PÃO DE FORMA PADRÃO CABE ADEQUADAMENTE

Fig. 45-Resultado Final Ideal (novo produto)

d) Nova Análise Funcional e SAO (produto novo) (Fig. 46 a seguir)

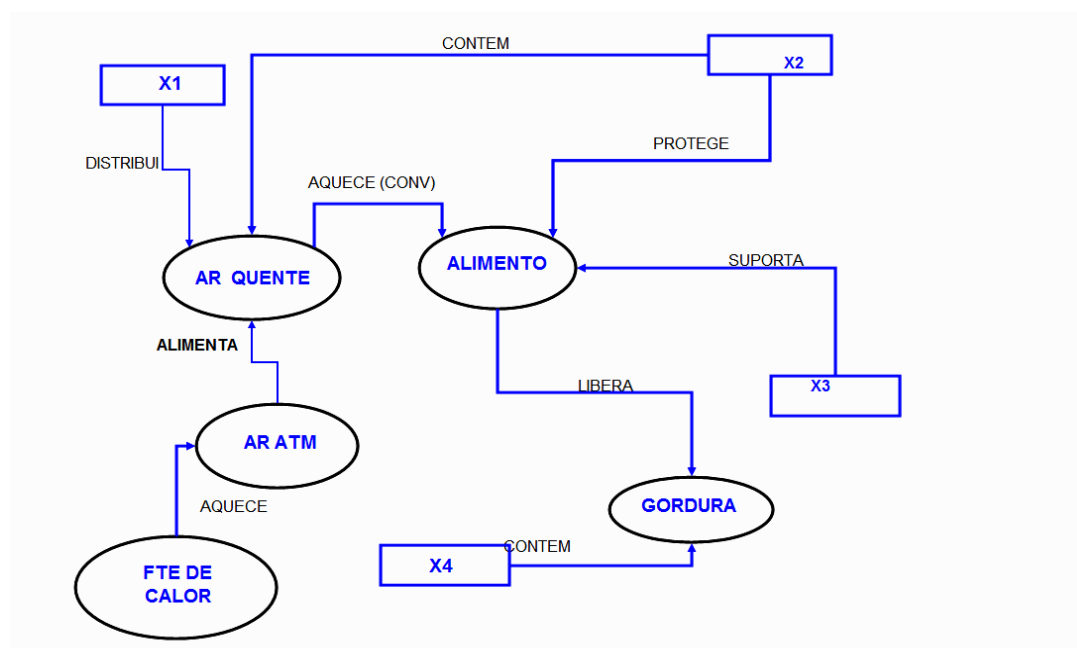


Fig. 46- Análise Funcional (novo produto)

SUJEITO	AÇÃO	OBJETO	FUNÇÃO	BENEFÍCIO	OBJETIVO PRINCIPAL
X4	CONTÉM	GORDURA	CONTER GORDURA	EVITAR SUJEIRA	Cocção sem extravazamento de gordura para ambiente externo
X1	DIRECIONA	AR QUENTE	DIRECIONAR AR QUENTE PARA PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO	CONTATO DIRETO AR QUENTE COM PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO	Cocção homogênea e acelerada
AR QUENTE	AQUECE	PANELA	FORNECER ENERGIA TÉRMICA	AQUECIMENTO CONTÍNUO	Manter fluxo de energia
AR ATM	GERA	AR QUENTE	TRANSMISSÃO DE CALOR	AQUECIMENTO CONTÍNUO	Cocção homogênea e acelerada
AR QUENTE	AQUECE	ALIMENTO	AQUECER PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO POR CONVECÇÃO	AQUECIMENTO HOMOGÊNEO	Cocção homogênea
X3	SUPORTA	ALIMENTO	SUSTENTAR O ALIMENTO	ALIMENTO EQUIDISTANTE DA TAMPA E DO	Cocção homogênea do alimento
X2	RETEM	AR QUENTE	RETER AR QUENTE	MAIOR TEMPO DE CONTATO AR QUENTE COM ALIMENTO	Cocção Acelerada
X2	REDIRECIONA	AR QUENTE	DIRECIONAR AR QUENTE DE VOLTA AO ALIMENTO	COCÇÃO DA PARTE SUPERIOR DO ALIMENTO	Cocção homogênea do alimento
X2	PROTEGE	ALIMENTO	PROTEGER ALIMENTO	REDUZIR ENTRADA DE AR FRIO CIRCUNDANTE	Cocção Acelerada
ALIMENTO	LIBERA	GORDURA	DRENAR GORDURA	REDUÇÃO DE GORDURA NO ALIMENTO	Alimento saudável

Fig. 47 – SAO (novo produto)

e) Consulta ao banco dados de efeitos técnicos (Fig. 48)

A base da consulta serão as funções identificadas na Análise Funcional e resumidas no SAO. Para cada uma delas consulta-se o banco de efeitos e verifica-se a aplicabilidade no caso em foco.

entrada	opções potenciais	OBS	
HEAT GAS (X1)	COMBUSTION	ok	
	CONDUCTION (ELECTRICAL)	na	Usa EE
	DIELECTRIC HEATING (RF; MW)	na	Usa EE
	ELECTRICAL RESISTANCE	na	Usa EE
	FORCED CONVECTION	na	Evitar peças móveis como sopradores
	FREE CONVECTION	ok	
	MW RADIATION	na	Usa EE
HOLD GAS (X2)		tampa metálica ok	
PROTEC SOLID (X2)		tampa metálica ok	
HEAT SOLIDS (X3)	FREE CONVECTION	ok	
	FORCED CONVECTION	na	Evitar peças móveis como sopradores
	MICROWAVE RADIATION	na	Usa EE
	THERMAL RADIATION	ok	
	ELECTRICAL RESISTENCE	na	Usa EE
INCREASE TEMPERATURE	THERMAL CONDUCTION	ok	
	ELECTRICAL RESISTANCE		
	FORCED CONVECTION		
	FREE CONVECTION	ok	
HOLD LIQUIDS (X4)		panela metálica ok	

Fig. 48 – Consulta ao banco de efeitos físicos

Percebe-se que tentando obter os benefícios dentro das restrições de simplicidade, evitando uso de energia elétrica e mantendo o baixo custo, o conceito torna-se muito similar àquele no dispositivo existente examinado. Combustão, convecção livre, transmissão de calor por radiação e condução são efeitos físicos que já integram o dispositivo existente original tomado como ponto de partida.

É evidente que ao olhar para o futuro pode-se flexibilizar algumas das restrições, como por exemplo o uso da energia elétrica, o que abriria novos potenciais importantes para a evolução do sistema em análise.

f) Consulta ao banco de patentes

Não foi realizada mas seria baseada no mesmo tipo de abordagem realizada no banco de efeitos físicos, ou seja a partir das funções necessárias identificadas. A

interface com as patentes e propriedade industrial será alvo de um artigo específico.

g) Tendências de evolução

As tendências para o futuro também poderiam ser baseadas nas funções necessárias considerando as diversas tendências de evolução estabelecidas na TRIZ, neste caso quebrando algumas das restrições, como por exemplo utilizar energia elétrica, conforme já mencionado.

8) Conclusões

-Claramente, a metodologia é concebida para a interação de vários participantes de áreas diferentes e com conhecimento do assunto. No caso examinado, houve apenas um único participante com conhecimento limitado, o que limita quantidade e qualidade das propostas.

-No exemplo prático, mais importante que a quantidade e qualidade das propostas identificadas, é a percepção de que a Inovação Sistemática baseada na TRIZ efetivamente guia os usuários, proporcionando diversas janelas para a identificação de novas abordagens sobre o tema em exame.

-O fluxo de trabalho da Inovação Sistemática baseada na TRIZ efetivamente multiplica as opções geradas para atacar problemas mais complexos conforme já amplamente documentado na literatura TRIZ. No caso examinado, a relação de cerca de 12 propostas estimuladas pela TRIZ para cada 1 não provocada/preliminar efetivamente abriu possibilidades imediatas e futuras não identificadas inicialmente.

-Das 48 propostas geradas com base na TRIZ, cerca de 56% o foram utilizando a Matriz de Contradições e suas variações, demonstrando a amplitude que estas variações proporcionam a esta ferramenta.

-A análise estruturada proposta pela Inovação Sistemática é eficaz para usuários iniciantes, pois permite que o usuário vá aprofundando tal análise a cada ferramenta utilizada. O fluxo sugerido permite que o usuário administre a profundidade do exame conforme sua conveniência e tempo disponível. O fluxo de trabalho também permite que o processo seja interrompido e retomado posteriormente a partir dos registros iniciais, sem perda de foco. Todo o processo é documentado e facilmente rastreável.

- O fluxo de trabalho, mesmo não sendo rígido e sim orientativo, funciona como um guia mestre para usuários iniciantes que podem, a partir dele, se localizar com maior facilidade e repeti-lo, se julgarem necessário.

-De forma geral, a solução compreende várias propostas a serem implementadas simultaneamente. Não se deve esperar que uma única proposta resolva toda a situação, principalmente porque o sistema é composto por vários subsistemas, cada um deles com a sua própria curva de evolução.

-Todas as propostas precisarão passar por estágios subseqüentes de detalhamento, típicos de um projeto. Algumas propostas podem, inclusive, conter alguma contradição a ser resolvida antes da implementação.

-A Inovação Sistemática base TRIZ pode alavancar o sistema em direção à idealidade em quaisquer circunstâncias e é altamente recomendável na fase de levantamento de alternativas, antes da decisão final pelo investimento.

9) Implementação

Avaliadas as propostas, será preciso selecionar as de implementação de curto prazo (mais simples e eficazes) e agrupar as de médio prazo (mais complexas) separadamente em ao menos dois grupos. Cada grupo endereçado como um projeto que comporá o programa de evolução do produto. Para tanto, são recomendáveis metodologias já consagradas de gestão de projetos e de programas (ex. PMI-PMBOK) com atenção especial ao gerenciamento de riscos por se tratar de empreendimento com perfil inovador e, portanto, sujeito a incertezas.

Referências:

- ALTSHULLER, G. S., 1999 – *Innovation Algorithm* – Worcester: Technical Innovation Center (1a. ed. russa 1969).
- ALTSHULLER, G. S., 1984/88, *Creativity as an Exact Science*- Gordon and Breach- New York, USA.
- GADD, K., 2011, *TRIZ for Engineers – Enabling Inventive Problem Solving* – Chichester - West Sussex – United Kingdom - John Wiley and Sons Ltd.
- MANN, D. L., 2010, *Hands-On Systematic Innovation for Technical Systems* – Bideford – Devon – UK – Lazarus Press.
- MANN, D. L., 2010, *Matrix 2010, Re-updating the TRIZ Contradiction Matrix* – First Edition – Bideford – Devon – UK - Lazarus Press.
- MANN, D. L., 2009, *Hands-On Systematic Innovation for Business and Management*- Biddeford – Devon – UK – Lazarus Press.
- RANTANEN, K.; DOMB, E., 2008, *Simplified TRIZ: new problem solving applications for engineers and manufacturing professionals* - 2nd edition- Boca Raton – FL – USA – Auerbach Publications-Taylor & Francis Group, LLC.
- SILVERSTEIN, S.; DECARLO, N.; SLOCUM, M., 2008, *INSOURCING INNOVATION – How to Achieve Competitive Excellence Using TRIZ* - Boca Raton – FL – USA – Auerbach Publications-Taylor & Francis Group.
- De CARVALHO, M. A., 2011, *Metodologia Ideatríz para a Ideação de Novos Produtos* - São Paulo- SP-Brasil- Editora Edgard Blucher Ltda.
- SAVRANSKY, S. D., 2000, *Engineering of Creativity- Introduction to TRIZ methodology of Inventive Problem Solving*- Boca Raton – FL- USA- CRC Press.
- FEY, V. and RIVIN, E. I., 2005, *Innovation on Demand – New Product Development Using TRIZ* – New York- USA- Cambridge University Press.
- ORLOFF, M, 2006, *Inventive Thinking through TRIZ – A Practical Guide (2nd. Ed.)*- Heidelberg-Germany-Springer.
- SALAMATOV, Y., 2005, *TRIZ: The Right Solution At The Right Time: A Guide to Innovative Problem Solving*- Krasnoyarsk- Russia- Institute of Innovative Design (Translated from Russian by Kraev, O.).
- McENTIRE, K., 2004, *Improving Innovation Through TRIZ* - NASA-disponível na Internet como slideshare.
- VINCENT, J. F.V., BOGATYREVA, O. A., BOGATIREV, N. R., BOWYER, A.,

PAHL A.-K., 2006, *Biomimetics: its practice and theory*- “Interface” -Journal of The Royal Society, 3, 471-482.

BOGATYREV, N.R. and BOGATYREVA, O.A., 2009, *TRIZ Evolution Trends in Biological Design Strategies*, proceedings of the 19th CIRP Design Conference – Competitive Design, Cranfield University, pp293.

BENYUS, J. M., 2009, *Biomimicry* –New York-USA-HarperCollins Publishers Ltd.

BAUMEISTER, D., TOCKE, R., DWYER, J., RITTER, S., BENYUS, J. M. , 2013, *Biomimicry Resource Handbook-A Seed Bank of Best Practices* –Missoula-Montana-USA- Biomimicry 3.8

OXFORD CREATIVITY, *TRIZ Effects Database*- disponível na Internet em www.triz.co.uk/cp12.php

AULIVE, *Production Inspiration*- banco de dados de efeitos técnicos- disponível na Internet em www.productioninspiration.com

BIOMIMICRY 3.8, *AskNature*- banco de dados de efeitos naturais- disponível na Internet em www.asknature.org

PMI-Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)-Fifth Edition* – Newtown Square, PA, USA - Project Management Institute, Inc.

Informações sobre o autor



José Jorge B.A. Monteiro jjormonic@ig.com.br

Certificação TRIZ Champion-Oxford Creativity-UK; Certificação PMP - PMI-USA, MBA em Gerenciamento de Projetos-FGV (Fundação Getúlio Vargas), Pós-MBA em Gerenciamento Avançado de Projetos – FVG (Fundação Getúlio Vargas); formação em Engenharia Química (UFRuRJ).