

**Universidade Federal de Sergipe
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
Núcleo de Engenharia de Produção**

Prof. Andréa Cristina dos Santos, Dr. Eng.
andreaufs@gmail.com
<http://engenhariadeproduto.ning.com>

Aula 21
9 de Novembro de 2009

TRIZ



TIPS

Теория Решения Изобретательских Задач

Teoria da Solução Inventiva de Problemas

Material elaborado por

Cristiano Vasconcellos Ferreira
Dr. Eng. Mec.

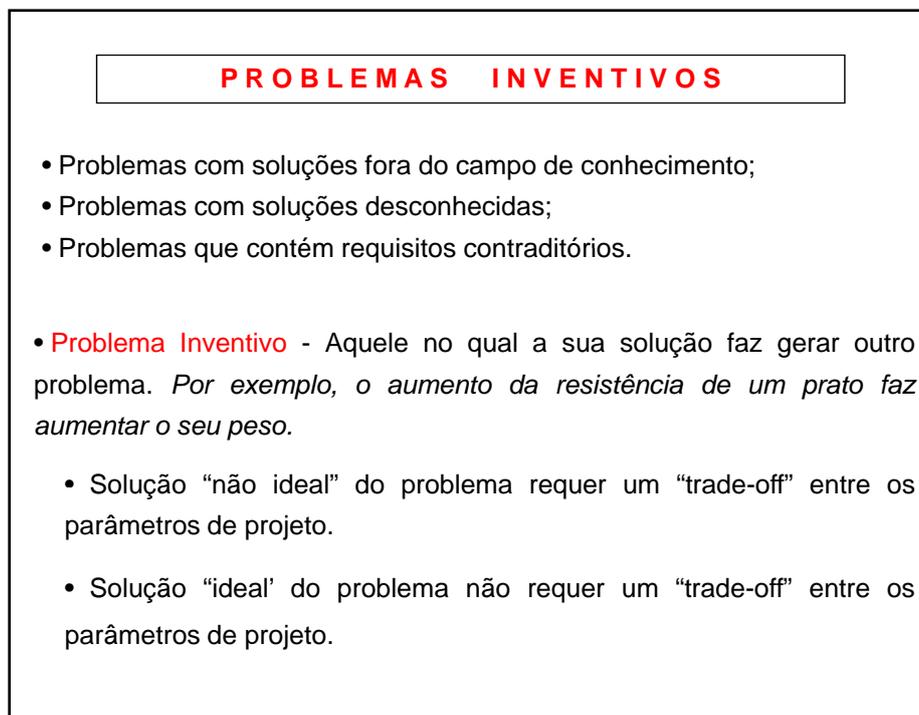
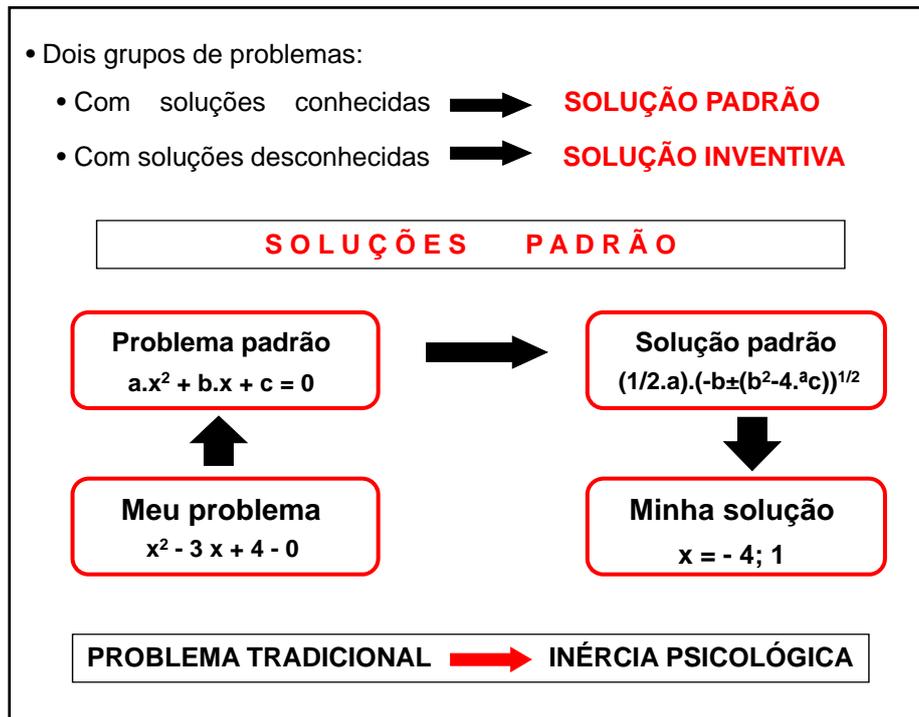
Fernando Antônio Forcellini
Dr. Eng. Mec.

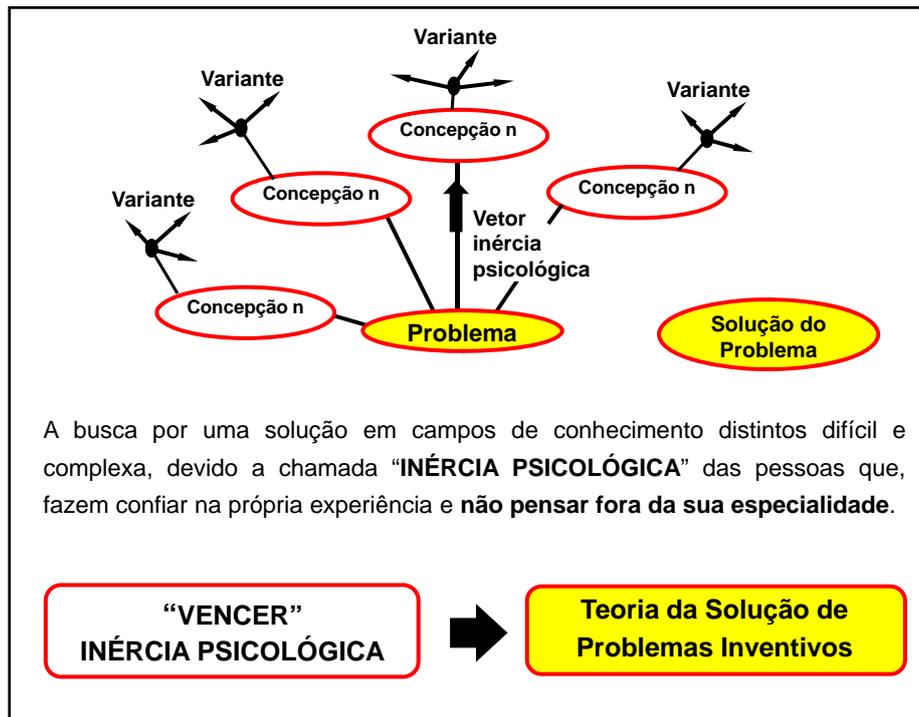
ROTEIRO

1. Introdução
2. TRIZ: Teoria da Solução Inventiva de Problemas
3. Ferramentas adicionais da TIPS
4. A relação entre a TIPS e o QFD
5. O Emprego da TIPS no Processo de Projeto
6. Exemplo de Aplicação da TIPS
7. Considerações Finais

TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

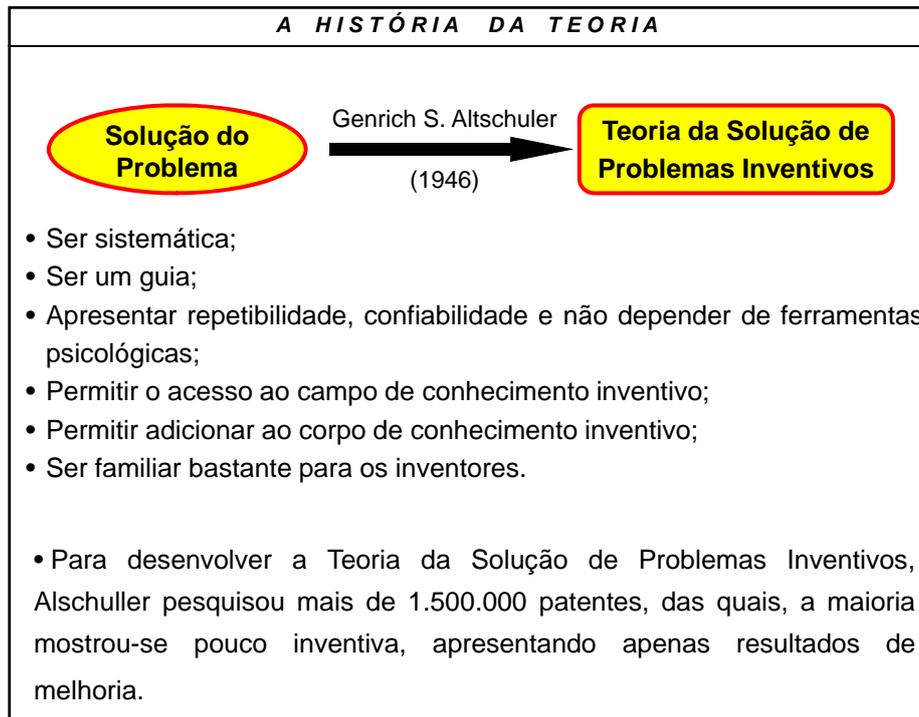
1. Introdução





TEORIA DA SOLUÇÃO INVENTIVA DE PROBLEMAS

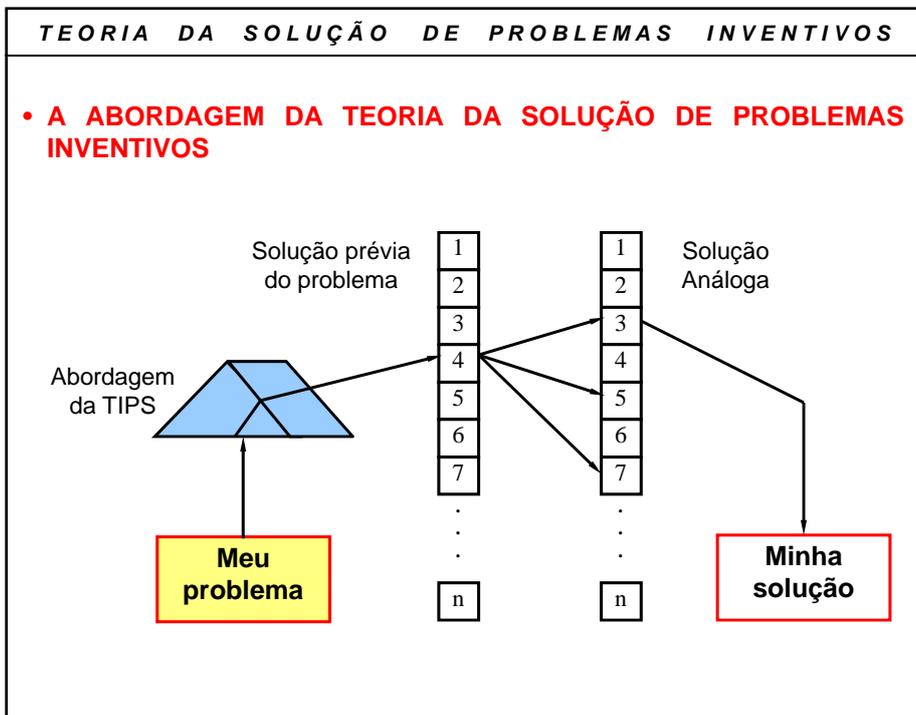
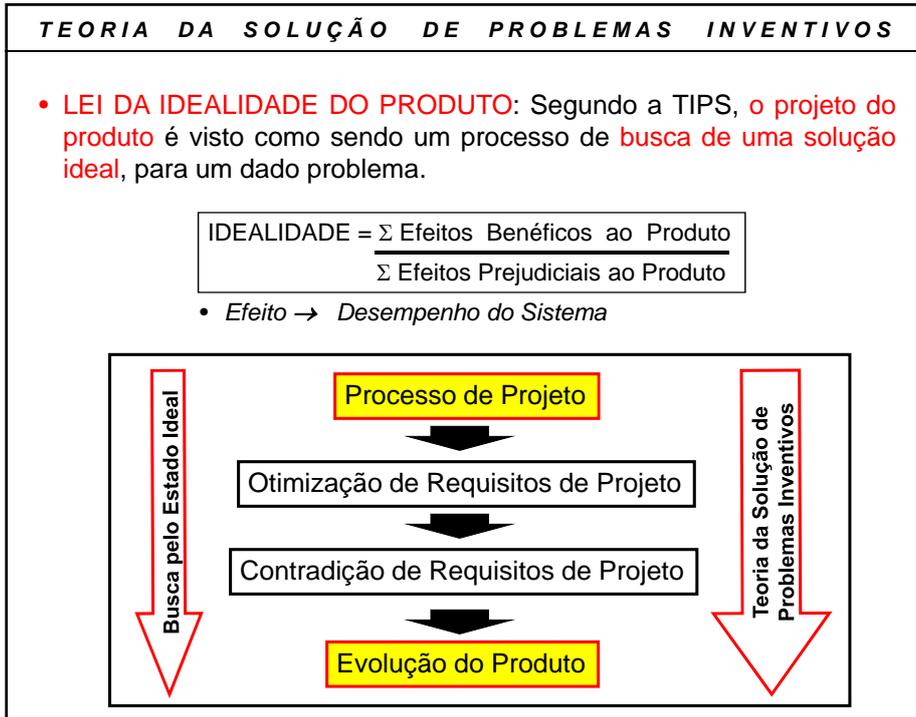
2. TRIZ: Teoria da Solução Inventiva de Problemas



A HISTÓRIA DA TEORIA

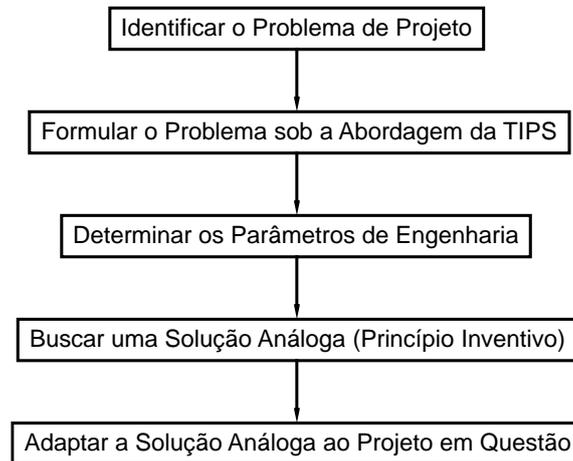
Nível	Grau de Inovação do Produto	% Soluções	Fonte de Conhecimento
1	Solução aparente	32	Pessoal
2	Produto otimizado	45	Interno à indústria
3	Produto otimizado sem contradição	18	Externo à indústria
4	Nova concepção	4	Ciência
5	Descoberta	1	Todas as fontes

- **Procedimento sistemático** - busca solução do problema pode iniciar do nível mais elementar e chegar ao nível mais avançado.
- Altschuller “destilou” os problemas, as contradições e as soluções e desenvolveu uma teoria que rege a busca por solução de problemas inventivos - **Teoria da Solução de Problemas Inventivos**



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

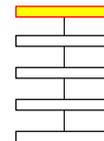
• A Teoria da TIPS Passo a Passo



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• Passo 1: Identificar o Problema de Projeto

- Buscar o entendimento do problema de projeto;
- Identificar as funções principais do produto;
- Identificar o ambiente operacional do produto;
- Identificar os requisitos de projeto do produto;
- Estabelecer o resultado ideal a ser alcançado com o projeto.
- Identificar os efeitos indesejáveis



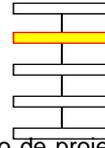
• Exemplo: Projeto de uma lata de refrigerante

- **Ambiente operacional:** O espaço destinado a armazenar as latas;
- **Função principal:** Conter bebida;
- **Requisitos de projeto:** Espessura da parede da lata;
Resistência ao empilhamento da lata, expressa pela carga máxima suportadas por uma lata devido ao empilhamento;
- **Efeito indesejável:** Custo de material e custo de produção elevado;
Espaço destinado ao armazenamento mal aproveitado;
- **Resultado ideal:** Uma lata que pode ser empilhada a uma altura considerável, sem sofrer danos, a um valor de custo adequado.

TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• **Passo 2: Formular o Problema sob o foco da TRIZ**

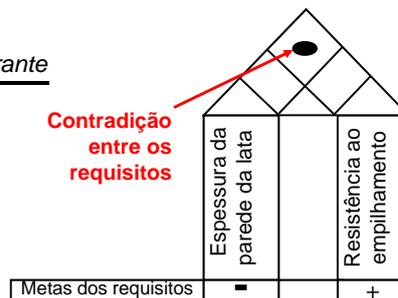
- Formular / Reformular o problema de problema, descrevendo-o em termos de contradições de projeto;
- Contradição: a melhoria/satisfação de um determinado requisito de projeto, ocasiona problemas com os demais requisitos e/ou faz com que surjam outras dificuldades.
- Ferramenta: **Telhado da Primeira Matriz do QFD - Matriz de Correlação**



• **Exemplo: Projeto de uma lata de refrigerante**

- **Contradição:** A parede da lata deve ser estreita para minimizar o custo de material e, ao mesmo tempo, espessa para suportar o peso do empilhamento. Se, esta contradição for solucionada, obtém-se um produto ideal.

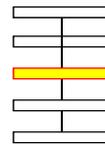
Contradição entre os requisitos



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• **Passo 3: Determinar os Parâmetros de Engenharia**

- Associar os requisitos de projeto aos PARÂMETROS DE ENGENHARIA da Teoria da Solução de Problemas Inventivos;
- Identificar os parâmetros de engenharia a serem satisfeitos;
- Identificar os, respectivos, parâmetros de engenharia conflitantes.
- Ferramenta: **Os 39 Parâmetros de Engenharia da TRIZ**
 - Altshuller, pesquisando as patentes, observou a existência de 39 parâmetros de engenharia, os quais buscam caracterizar o produto.



• **Exemplo: Projeto de uma lata de refrigerante**

- **Requisito de projeto:** Espessura da parede da lata.
- **Parâmetro de Engenharia:** Comprimento do objeto estático (Qualquer dimensão linear, não necessariamente a maior, é considerado comprimento do objeto estático).
- **Requisito de projeto:** Resistência ao empilhamento da lata.
- **Parâmetro de Engenharia:** Tensão (Força por unidade de área)

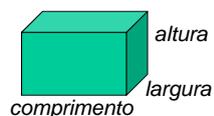
Os 39 Parâmetros de Engenharia da TIPS

1. Peso do objeto móvel	21. Potência
2. Peso do objeto de estático	22. Perda de energia
3. Comprimento do objeto móvel	23. Perda de substância
4. Comprimento do objeto estático	24. Perda de informação
5. Área do objeto móvel	25. Perda de tempo
6. Área do objeto de estático	26. Quantidade de substância
7. Volume do objeto móvel	27. Confiabilidade
8. Volume do objeto de estático	28. Precisão de medida
9. Velocidade	29. Precisão de manufatura
10. Força	30. Fatores prejudiciais, externos, do objeto
11. Tensão, pressão	31. Efeitos colaterais da ação do objeto
12. Forma	32. Manufaturabilidade
13. Estabilidade do objeto	33. Conveniência de uso
14. Resistência	34. Reparabilidade
15. Durabilidade do objeto móvel	35. Adaptabilidade ou versatilidade
16. Durabilidade do objeto estático	36. Complexidade do dispositivo
17. Temperatura	37. Complexidade de controle
18. Brilho	38. Nível de automação
19. Energia gasta pelo objeto móvel	39. Produtividade
20. Energia gasta pelo objeto estático	

EXEMPLOS DE PARÂMETROS DE ENGENHARIA DA TRIZ

• VOLUME DO OBJETO ESTÁTICO

- Medida cúbica do espaço ocupado pelo objeto.



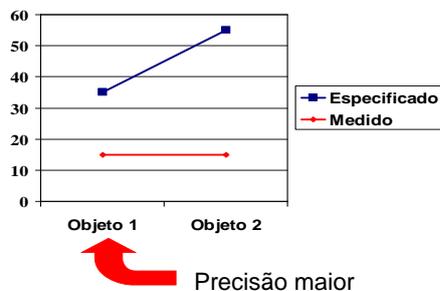
$$V = c \times l \times a$$



$$V = A_{base} \times a$$

• PRECISÃO DA MEDIDA

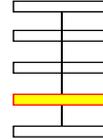
- A proximidade entre o valor especificado e o valor medido de uma propriedade do sistema. Reduzindo o erro de uma medida tem-se um aumento da precisão do sistema.



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• **Passo 4: Buscar uma Solução Análoga**

- Altshuller, pesquisando as patentes, observou a existência de 40 Princípios Inventivos, os quais são orientações e sugestões para obter uma solução inventiva para o problema de projeto.



- Para auxiliar a busca pelos princípios inventivos, Altshuller desenvolveu a **Matriz de Contradição da TIPS**.

MATRIZ DE CONTRADIÇÃO DA TIPS						
		CAMPO 2 – Parâmetro de Engenharia em Contradição				
		Parâmetro de Engenharia 1	Parâmetro de Engenharia 2	Parâmetro de Engenharia 3	...	Parâmetro de Engenharia n
CAMPO 1 - Parâmetro de Engenharia a ser otimizado	Parâmetro de Engenharia 1		Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos
	Parâmetro de Engenharia 2	Princípios Inventivos		Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos
	Parâmetro de Engenharia 3	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	CAMPO 3	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos
	...	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos		Princípios Inventivos
	Parâmetro de Engenharia n	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	Princípios Inventivos	

Os 40 Princípios Inventivos da TIPS

1. Segmentação	21. Tornar mais rápido (rushing through)
2. Extração	22. Converter dano em benefício
3. Qualidade local	23. Realimentação
4. Assimetria	24. Mediador
5. Combinando	25. Auto-serviço
6. Universalidade	26. Copiando
7. Alinhamento	27. Objeto barato e descartável ao invés de um objeto caro e durável
8. Neutralizar o peso (Counterweight)	28. Substituição de um sistema mecânico
9. Contador de ação antecessor	29. Construção pneumática ou hidráulica
10. Ação antecessora	30. Membranas flexíveis ou filmes finos
11. Amortecer antecipadamente	31. Utilize material poroso
12. Equipotencialidade	32. Alteração da cor
13. Inversão	33. Homogeneidade
14. Esfericidade	34. Rejeitando e regenerando partes
15. Dinamicidade	35. Transformação dos estados físicos e químicos de um objeto
16. Ação parcial ou exagerada	36. Transformação de fase
17. Movendo para uma nova dimensão	37. Expansão térmica
18. Vibração mecânica	38. Utilize oxidantes fortes
19. Ação periódica	39. Ambiente inerte
20. Continuidade de uma ação útil	40. Materiais compostos

EXEMPLOS DE PRINCÍPIOS INVENTIVOS DA TRIZ

• **Neutralizar o peso**



- Unir um objeto a outro objeto que apresenta uma força de levantamento;
- Interagir com o ambiente, de modo que desta interação sejam providas forças aerodinâmicas e hidrodinâmicas.

• **Rejeitando e regenerando partes**

- Rejeitar ou modificar um componente deste sistema, depois que a função do sistema foi desempenhada ou tornou-se inútil.
- Restabelecer, imediatamente, qualquer componente do sistema que está danificado.



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• Exemplo: Projeto de uma lata de refrigerante

Parâmetros de Engenharia

- Otimizado: Comprimento do objeto estático
- Conflitante: Tensão

Resultado da Matriz de Contradição

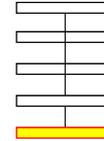
- Princípio Inventivo 1: Segmentação
- Princípio Inventivo 14: Esfericidade
- Princípio Inventivo 35: Transformação de estados físicos e químicos do objeto

Undesired Result (Conflict)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feature to Improve	Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object
1 Weight of moving object		15,5 29,34	29,17 29,34	29,17 29,34	29,2 40,28	2,8 15,38	8,10 18,37	10,14 35,40	1,35 19,39				
2 Weight of non-moving object			10,1 29,38	35,30 13,2	5,35 14,2	6,10 19,36	13,10 28,39	28,14 1,42					
3 Length of moving object	8,15 29,34			15,17 4	7,17 4,35	13,4 6	17,10 4	1,8 10,29	1,8 15,34				
4 Length of non-moving object					17,7	18,8	1,14 38	13,14 15,7	39,37 35				
5 Area of moving object	2,17 29,4	14,15 18,4			7,14 17,4	28,30 35,40	28,18 21,15	35,2 29,4	13,39				
6 Area of non-moving object		30,2 14,18	26,7 9,39					1,18 10,15	2,38				
7 Volume of moving object	2,28 29,40	1,7 4,35	1,7 4,17				29,4 36,34	15,35 36,37	8,35 29,4	1,15 1,39			
8 Volume of non-moving object		35,10 19,14	18,14 2,14					2,18 37	7,3 35,40				
9 Speed	2,28 13,36	13,14 8	29,30 34		7,29 34	19,28 35,40	28,18 21,15	35,2 21	13,28	18,21 11	10,35 40,34	21	
10 Force	8,1 37,18	18,13 1,28	17,19 9,36	28,10 37	2,11 3	19,10 15	1,18 36,37	15,9 12,37	2,36 18,37	13,28 15,12			35,4 40,34
11 Tension, pressure	10,36 37,40	13,29 10,18	35,10 38	10,15 14,18	10,15 35,37	8,35 35,24	10,2 10	6,35 38	36,35	35,4 15,10	35,40	1,18 2,40	
12 Shape	8,10 29,40	15,10 28,3	29,34 5,4	13,14 10,7	5,34 4,10	14,4 15,22	7,2 35	35,15 34,18	35,10 37,40	34,15 10,14			33,1 18,4
13 Stability of object	21,35 5,39	28,39 32	13,15 9	37 9	2,11 35,18	3 39	28,10 40,18	34,28 4	33,15 36,30	10,35 1,21	2,35 19,2	25,1 40	13,3 19,32
14 Strength	1,8 40,15	40,26 27,1	1,15 8,35	15,14 28,28	3,34 40,39	9,40 28	10,15 14,7	9,14 17,15	8,13 26,14	10,3 3,14	10,18 18,40	10,3 35,40	10,30 35
15 Durability of moving object	19,5 34,31	2,19 9	3,17 19		10,2 19,30		3,35 5	19,2 18	19,3 27	19,3 28,25			13,3 35
16 Durability of non-moving object		6,27 19,18	1,10 35				35,34 38						39,3 35,39
17 Temperature	35,22 5,39	22,38 32	15,19 9	15,19 9	3,35 35,18	35,34 39	34,39 40,18	35,6 4	2,29 36,30	35,10 1,21	35,39 19,2	14,22 40	1,35 19,32
18 Brightness	19,1 32	2,35 32	19,32 16	19,32 26	19,32 26	2,13 10	10,13 19	20,19 6					32,3 27
19 Energy spent by moving object	12,18 28,31		12,28 18	15,19 25			35,13 18		8,15 38	16,28 21,2	23,14 25	12,2 29	19,13 17,34
20 Energy spent by non-moving object		19,8 6,27								36,37			27,4 29,18

TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• **Passo 5: Adaptar a Solução Análoga ao Projeto**

- Considerando o resultado da Matriz de Contradição da TIPS, expresso, através dos Princípios Inventivos deve-se adaptá-lo ao problema em questão.

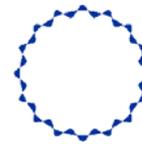


• **Exemplo: Projeto de uma lata de refrigerante**

• **Princípio Inventivo 1: Segmentação**

- Dividida um objeto em partes independentes;
- Faça uma seção no objeto;
- **Aumente o grau de segmentação do objeto.**

- **Substituir a parede lisa da lata de refrigerante por uma corrugada. Assim, aumenta-se a resistência da parede e pode-se reduzir a sua espessura.**



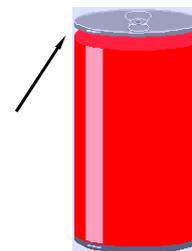
TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

• **Princípio Inventivo 14: Esfericidade**

- **Substitua as partes lineares e as superfícies planas por superfícies curvas; substitua as formas cúbicas pelas formas esféricas.**

- Use roletes cilíndricos e esféricos;
- Substitua um movimento linear por um movimento giratório; utilize o princípio da força centrífuga.

- **O ângulo perpendicular, na qual a maioria das tampas das latas são soldadas, pode ser substituído por uma superfície curva.-**



- **Princípio Inventivo 35: Transformação dos estados físico e químico do objeto.**
 - **Altere a densidade, o grau de flexibilidade e a temperatura do sistema técnico.**

3. Ferramentas Adicionais da TIPS



Grupo de Engenharia
do Produto e Processo

Universidade Federal
de Santa Catarina



FERRAMENTAS ADICIONAIS DA TIPS

- **ARIZ: Algoritmo para Solução de Problemas Inventivos**
 - Permite identificar soluções de problema sem contradições aparentes.
 - O algoritmo compreende os seguintes passos:
 - Formular o problema de projeto;
 - Modelar o problema segundo a TIPS;
 - Analisar o problema;
 - Solucionar as contradições do modelo; e,
 - Formulação da solução ideal do problema.
- **Análise Funcional (Su-Field Analysis)**
 - Permite identificar e analisar as relações (ações) entre as funções do produto (sistema técnico), com o objetivo de identificar falhas;
 - O sistema é representado através de um princípio de solução (substance) e uma função que executa uma ação (field).
 - As funções indesejáveis ou insuficientes podem ser solucionadas.
 - Ferramenta similar: Método da Síntese Funcional, Método FAST, Análise do Valor.

FERRAMENTAS ADICIONAIS DA TIPS	
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Determinação da Falha Previamente (Anticipatory Failure Determination):</u> <ul style="list-style-type: none"> • Permite identificar e prevenir a ocorrência de falhas, previamente. • Investiga e sugere um modo de falha e, então, examina as possibilidades de ocorrência da mesma. • Os fatores que contribuem para ocorrência de falhas podem ser minimizados ou eliminados. • Ferramenta similar: FMEA. • <u>Evolução Dirigida do Produto</u> <ul style="list-style-type: none"> • Altshuller determinou oito padrões de desenvolvimento tecnológico de novos produtos. • São padrões que mostram “como” as pessoas pensam, ao invés “do que” as pessoas pensam. • Possível desenvolver, sistematicamente, uma tecnologia futura. 	

FERRAMENTAS ADICIONAIS DA TIPS	
Tecnologia Seguindo o Ciclo de Vida do Produto	<ul style="list-style-type: none"> • Estágio 1: Um sistema que ainda não existe, mas importantes condições para o seu desenvolvimento estão sendo determinadas. • Estágio 2: Um sistema é desenvolvido devido a uma invenção de alto-nível, mas o desenvolvimento é lento. • Estágio 3: A sociedade reconhece valor do novo sistema. • Estágio 4: Fim do conceitos do sistema original. • Estágio 5: A próxima geração de sistema é desenvolvida para substituir o sistema original. • Estágio 6. Algum uso limitado de sistema original coexiste com o novo sistema. • <i>Exemplo: O desenvolvimento do avião</i>
Idealidade Crescente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Exemplo: O desenvolvimento dos computadores.</i>
Desenvolvimento errôneo de subsistemas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Exemplo: O desenvolvimento das turbinas dos aviões, pois a aerodinâmica restringe o desempenho.</i>
Incremento da dinamismo e da controlabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Exemplo: Transmissão do automóvel - manual, automática e variáveis.</i>

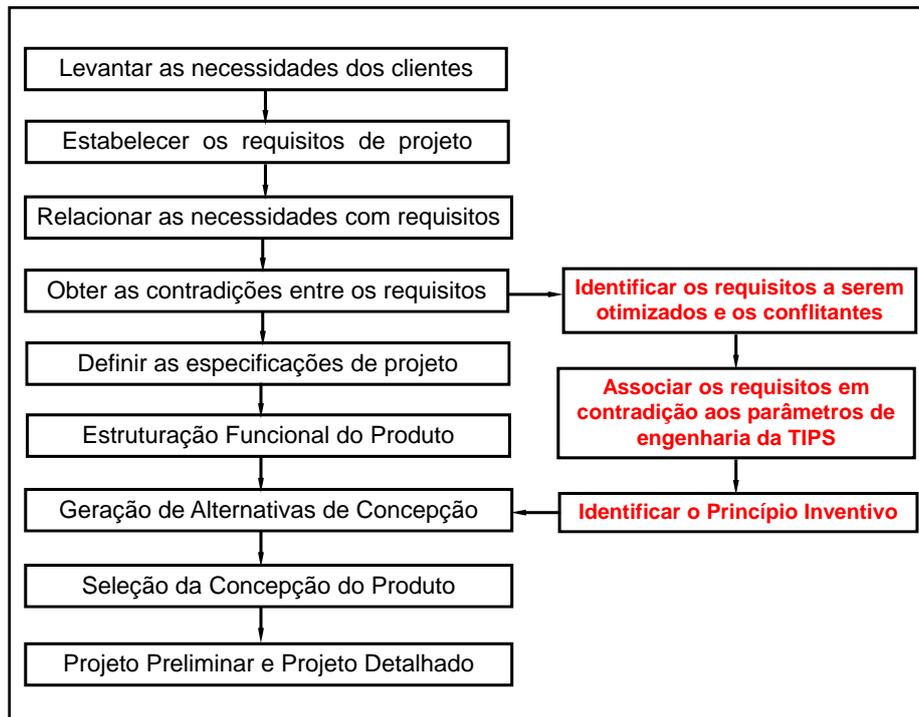
FERRAMENTAS ADICIONAIS DA TIPS	
Incremento da complexidade, seguida pela simplicidade, passando pela integração.	• <i>Exemplo: Aparelhos de som - adicionados toca-fitas, equalizador, toca-disco, cd. Atualmente, todos os componentes integrados no Mini System.</i>
Combinação e separação, arranjo, das partes do sistema.	• <i>Exemplo: Suspensão dos automóveis - feixe de mola das carruagens - elementos combinados para absorver choque - automática combinação através das suspensões ativas computadorizadas.</i>
Transmissão de macro sistema para microsistema, os quais usando diferentes tipos de energia, apresentam melhor desempenho.	• <i>Exemplo: Desenvolvimento de fornos de cozinha, iniciando com os sistemas alimentado por madeira, passando pelo fogão a gás e, atualmente, os fornos microondas.</i>
Envolvimento humano decrescente e a automação crescente	• <i>Exemplo: Desenvolvimento do processo de lavagem de roupas. Antigamente, asábuas de lavar roupa. Depois, as máquinas com movimentos circulatórios e, finalmente, as automáticas.</i>

TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS
<h2 style="color: red;">4. A relação da TIPS com o QFD</h2>
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: left;">  <p>Grupo de Engenharia do Produto e Processo</p> </div> <div style="text-align: right;">  <p>Universidade Federal de Santa Catarina</p> </div> </div>

Fase do Desenvolvimento	Desdobramento do QFD	Benefício do uso do QFD, juntamente, com a Teoria da Solução de Problemas Inventivos
Pesquisa de mercado.	Planejamento do produto	Utilizar a DPE para mostrar como serão os produtos no futuro.
Pesquisa e desenvolvimento	Desdobramento tecnológico	Solucionar problemas de gargalo e contradições de engenharia.
	Desdobramento da qualidade	Para eliminar contradições no telhado do QFD e para definir especificações de projeto.
Projeto Funcional	Desdobramento funcional	Usar a ferramenta de desdobramento funcional (Su-Field) e a DPE para verificar novas funções.
	Desdobramento da confiabilidade	Usar a TIPS para desenvolver novas concepções utilizando as informações do DPE.
	Desdobramento do custo	Usar a TIPS para reduzir o custo sem recorrer as soluções de compromisso.
Manufatura	Desdobramento do equipamento	Eliminar as restrições de projeto devido as limitações de equipamento e manufatura.
Produção	Desdobramento do processo	Eliminar as restrições de projeto devido a limitações de processo e de pessoas.
Operação	Desdobramento da operação	Eliminar as restrições de projeto devido a limitação de operação e manutenção.

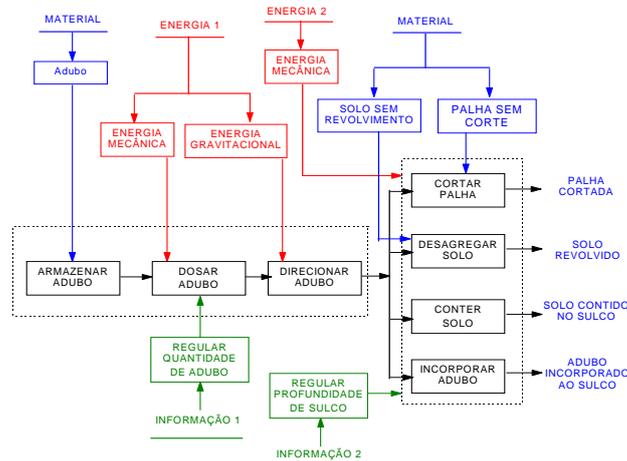
TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

5. O Emprego da TIPS no Processo de Projeto



- **Passo 1, 2 e 3:** Levantar as necessidades dos clientes, estabelecer os requisitos de projeto e relacionar as necessidades com os requisitos projeto.
 - Segundo a abordagem tradicional de projeto e empregando o QFD
- **Passo 4:** Correlacionar os requisitos de projeto, entre si, procurando identificar as contradições entre os requisitos.
 - Realizada no telhado do QFD, procurando identificar, para um dado requisito a ser satisfeito, aqueles que dificultam atingir este objetivo.
- **Passo 5:** Identificar os requisitos a serem otimizados e os, respectivos, em contradição.
 - Comparando, entre si, os requisitos em contradição, aquele que apresentar maior importância é o requisito a ser otimizado e, o respectivo, é o requisito em contradição.
- **Passo 6:** Associar os requisitos em contradição aos 39 parâmetros de engenharia da TIPS.

- **Passo 7:** Identificar o princípio inventivo da TIPS.
 - Realizada empregando a Matriz de Contradição da TIPS.
- **Passo 8:** Gerar alternativas de concepção do produto.
 - Envolve, inicialmente, a estruturação funcional do produto.



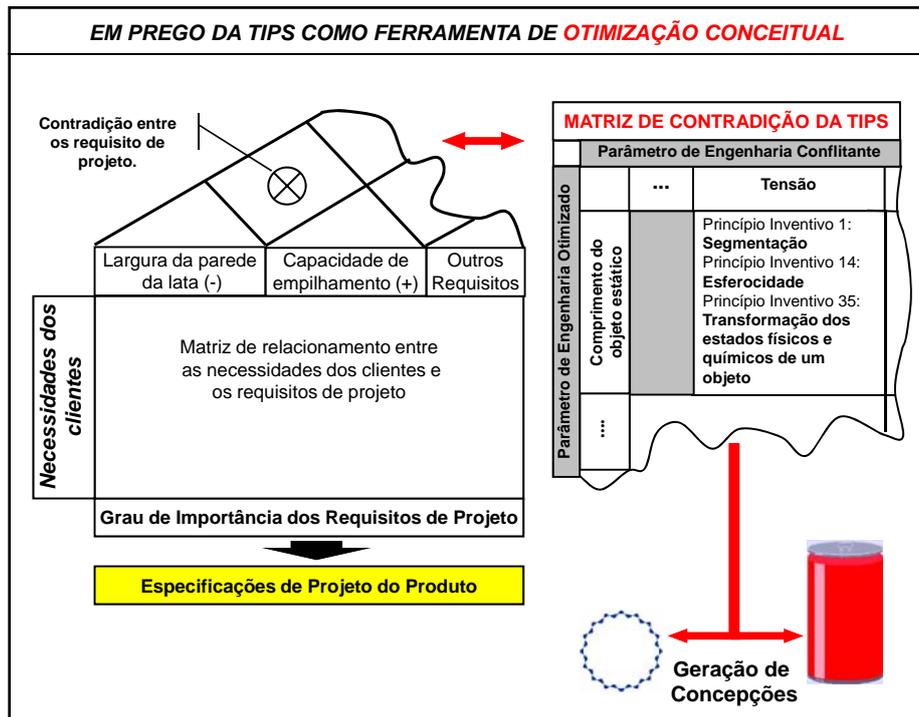
- Determinar em quais funções do produto podem ser aplicados os princípios inventivos → relacionar os requisitos otimizados com as funções da EF.

	Funções da Estrutura da Funcional					
	Função 1	Função 2	Função 3	Função 4	...	Função i
Requisito a ser otimizado 1	x					
Requisito a ser otimizado 2						x
...						
Requisito a ser otimizado j		X				

- Empregar a matriz morfológica, com os Princípios Inventivos da TIPS, para gerar os princípios de solução que, combinados originam as alternativas de concepção do produto.

Aplicação dos Princípios Inventivos

M A T R I Z M O R F O L Ó G I C A				
Função 1	Princípio de solução 11	Princípio de solução 12	Princípio de solução 13	Princípio de solução 14
Função 2	Princípio de solução 21	Princípio de solução 22	Princípio de solução 23	
...				
Função i	Princípio de solução i1	Princípio de solução i2	Princípio de solução i3	



TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS

6. Exemplo de Aplicação da TIPS

Projeto de um Implemento Agrícola para Adubar e Semear o Solo empregando-se a Técnica do Plantio Direto

- **Passo 1, 2 e 3:** Levantar as necessidades dos clientes, estabelecer os requisitos de projeto e relacionar as necessidades com os requisitos projeto. Foram realiza segundo a abordagem tradicional do QFD
- **Passo 4:** Correlacionar os requisitos de projeto, entre si, procurando identificar as **contradições** entre os requisitos. Observou-se a contradição entre os requisitos “**velocidade de operação**” e “**precisão de distribuição**”.
- **Passo 5:** Identificar os requisitos a serem otimizados e os, respectivos, contradição. Considerando o resultado do relacionamento entre as necessidades dos clientes e os requisitos de projeto, tem-se como **requisito a ser otimizado** “**velocidade de operação**” e, como **requisito em contradição** “**precisão de distribuição**”.
- **Passo 6:** Associar os requisitos em contradição aos 39 parâmetros de engenharia da TIPS. O parâmetro relativo ao requisito de projeto, velocidade de operação, é “**velocidade**”. E, o parâmetro relativo ao requisito de projeto, precisão de distribuição, é “**precisão da medida**”.

- **Passo 7:** Identificar o princípio inventivo da TIPS.

- Empregando a Matriz de Contradição da TIPS, obteve-se os seguintes princípios inventivos.

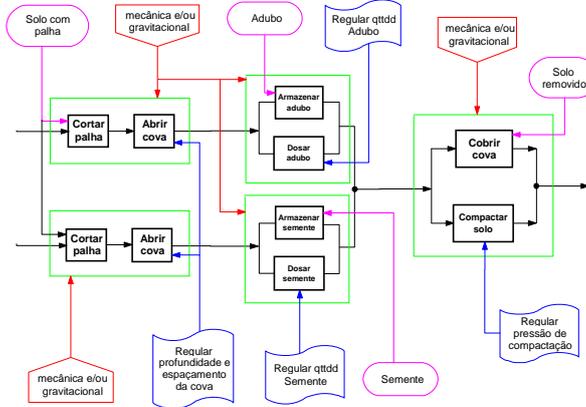
1. Segmentação: divida um objeto em partes independentes; faça uma seção no objeto; e/ou, aumente o grau da segmentação do objeto;

24. Mediador: use um objeto de intermediário para transferir ou manter uma ação e/ou temporariamente conecte um objeto a outro, que é fácil de ser removido.

28. Substituição de um sistema mecânico: substitua um sistema mecânico por um sistema óptico, acústico ou olfático (odor); utilize um campo elétrico, magnético ou eletromagnético para interagir com o objeto; substitua campos estacionários por campos móveis, por campos dinâmicos no tempo e campos fortuitos por campos estruturados; e/ou, use um campo, juntamente, com partículas de ferromagnéticas.

32. Alteração da cor: altere a cor de um objeto ou dos seus ambientes; altere o grau de transparência de um objeto ou de um processo, quando estes são de difícil visualização; utilize elementos adicionais, coloridos, para visualizar objetos ou processos que são difíceis se visualizar; e/ou, se tais elementos aditivos já são usados, empregue rastros ou elementos luminescentes.

- **Passo 8:** Gerar alternativas de concepção do produto.
- Envolve, inicialmente, a estruturação funcional do produto.



- Determinar em quais funções da EF pode-se aplicar os princípios inventivos

	Funções da Estrutura da Funcional					
	Cortar palha	Abrir cova	Armazenar adubo	Dosar adubo	Cobrir cova	Compactar solo
Velocidade de transplante	X	X		X	X	

- Empregar a matriz morfológica, com os Princípios Inventivos da TIPS, para gerar os princípios funcionais que, combinados, originam as alternativas de concepção .

Função	Princípios de solução					
Cortar				Discos com diferentes tipos de secção. (P1)		
Abrir				Discos com diferentes tipos de secção. (P1)		
Armazenar	Posição					
	Descarga					
Dosar	Sementes				Dosador de sementes do tipo eletro-mecânico (P28)	Dosador de sementes do tipo pneumático (P28)
	Adubo				Dosador de sementes do tipo eletro-mecânico (P28)	Dosador de sementes do tipo pneumático (P28)
Cobrir				Dispositivo para cobrir o solo gradualmente (P1) (P24)	Disco com dispositivo temporaneo para cobrir solo (P24)	Dispositivo para cobrir o solo do tipo pneumático (P28)
Compactar	Tipo					
	Regulagem					

Aplicação dos Princípios Inventivos

7. Considerações Finais

Maiores informações

<http://www.decarvalho.eng.br/triz.html>



Grupo de Engenharia
do Produto e Processo

Universidade Federal
de Santa Catarina

