



**Tiago José Ferreira Franco Vicente**

Licenciado em Ciências de Engenharia Mecânica

## **Modelo de Utilização Conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD**

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor Daniel Cardoso Vaz,  
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Anabela Carvalho Alves,  
Professora Auxiliar, Universidade do Minho - Escola de Engenharia  
Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa



## **Modelo de Utilização Conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD**

Copyright © 2017 Tiago José Ferreira Franco Vicente

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



# **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer à Professora Doutora Helena Guitiss Navas, pela disponibilidade e orientação fornecida durante todo o semestre.

Agradeço a toda a minha família e amigos pelo apoio que sempre demonstraram.

Agradeço ainda a todos os colegas e professores da faculdade pela ajuda prestada ao longo do meu percurso acadêmico.



# Resumo

Na conjuntura atual, as empresas e organizações enfrentam um mercado cada vez mais competitivo e volátil, onde a capacidade de reagir rapidamente a problemas e alterações no paradigma do mercado é imperativo.

A TRIZ é uma metodologia que permite resolver problemas através da identificação de contradições. Durante o processo de resolução de problemas, a TRIZ possui diferentes ferramentas que podem ser utilizadas tanto na formulação dos problemas como na eliminação das contradições existentes. No modelo apresentado nesta dissertação, tem a função de encontrar soluções de forma simples e criativa para os problemas que surgem durante a implementação das outras metodologias.

O modelo de Kano permite avaliar a relação entre o desempenho de uma determinada característica de um produto ou serviço com a satisfação que esta provoca no cliente. Nesta dissertação este modelo permite, não só, a correta interpretação da importância dos requisitos de cliente em termos da sua relação com a satisfação do cliente, bem como as características em que a equipa de *marketing* se deve focar na altura de comunicar com o cliente.

O QFD é uma metodologia que permite introduzir a voz do cliente no projeto de um produto ou serviço. Para tal, recorre a uma série de matrizes que asseguram que os desejos do cliente estejam salvaguardados durante todas as fases do processo.

Esta dissertação apresenta um modelo teórico que combina o modelo de Kano, a TRIZ e o QFD e que pode ser aplicado tanto a sistemas técnicos como organizacionais. Este modelo apresenta dois ramos principais, um para a melhoria de produtos/serviços já existentes e outro para o desenvolvimento de novos produtos/serviços.

**Palavras-chave:** TRIZ, KANO, QFD, Voz do Cliente.



# Abstract

In today's world, organizations face the challenge of an increasingly competitive and volatile market, where the ability to react quickly to problems and changes is imperative.

TRIZ is a methodology capable of solving problems through the elimination of contradictions. During this process, TRIZ has a variety of tools available that can help to formulate and to solve problems. In the model introduced in this thesis, this methodology has the role of finding solutions, in a simple and creative way, for the problems that emerge during every step of the process.

The Kano model was created with the objective of evaluating the relationship between the performance of a product/service characteristic and the satisfaction of the client. In this thesis, this model was used to correctly interpret the importance of the customer requirements in terms of its relationship with customer satisfaction and the identification of the attributes that the marketing team must focus on in order to captivate the client.

QFD is a methodology capable of bringing the voice of the client into the design of a product or service. To achieve that, it uses a series of matrix that assure the implementation of the clients wills during every phase of the process.

This thesis introduces a new model that combines TRIZ, Kano model and QFD that can be applied to a large range of systems. This model has two main branches, one for the improvement of existing products/services and the other for the development of new products/services.

**Key-words:** TRIZ, Kano, QFD, Voice of the Client.



# Índice de Matérias

1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos, Metodologias e Contributos da Dissertação .....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ).....	5
2.1. Introdução à Metodologia TRIZ .....	6
2.2. Conceitos Fundamentais da TRIZ.....	9
2.2.1. Níveis de Inovação .....	9
2.2.2. Contradições Técnicas e Físicas.....	11
2.2.3. Idealidade de um Sistema.....	12
2.2.4. Padrões de Evolução .....	13
2.2.5. Recursos .....	15
2.3. Ferramentas e Técnicas .....	17
2.3.1. Quarenta Princípios de Invenção – Matriz de Contradições e Princípios de Separação .....	17
2.3.2. Análise Funcional.....	21
2.3.3. Análise Substância-Campo (SuField) .....	22
2.3.4. Matriz de Idealidade.....	27
2.3.5. ARIZ (Algoritmo da Resolução Inventiva de Problemas) .....	30
3. Modelo de Kano .....	33
3.1. Evolução Histórica .....	33
3.2. Conceitos Fundamentais .....	35
3.3. Modelo de Kano Original.....	37
3.4. Alterações ao Método de Kano Original .....	39
3.4.1. Número e Nomenclatura das Dimensões de Qualidade .....	39
3.4.2. Número de Opções de Resposta e Modo de Formulação das Questões.....	39
3.4.3. Interpretação e Avaliação das Respostas aos Questionários .....	41
3.4.4. Utilização Conjunta com Outras Metodologias .....	44

3.5.	Ciclos de Vida dos Atributos de Qualidade .....	44
3.6.	Benefícios da Utilização do Modelo de Kano.....	46
4.	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i> .....	49
4.1.	Evolução Histórica do QFD .....	49
4.2.	Introdução à Metodologia QFD .....	50
4.3.	Casa da Qualidade.....	50
4.4.	Cascata de Casas da Qualidade .....	51
4.5.	Benefícios da Utilização do QFD.....	52
5.	Modelo de Utilização Conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD.....	53
5.1.	Necessidade de Melhoria de um Produto/Serviço.....	55
5.2.	Necessidade de Desenvolver um Novo Produto/Serviço .....	57
5.2.1.	Investigação do Mercado .....	57
5.2.2.	Identificação e Recolha dos Requisitos do Cliente .....	59
5.2.3.	Desenvolvimento e Administração dos Questionários.....	62
5.2.4.	QFD modificada.....	65
6.	Conclusões .....	73
	Referências Bibliográficas .....	75
	Anexos.....	81
	Anexo A – Matriz das Contradições .....	82
	Anexo B – Definições dos Parâmetros Técnicos e dos Princípios de Invenção.....	87
	Anexo C – 76 Soluções-Padrão.....	96

## Índice de Figuras

Figura 2.1 - Processo de resolução geral de problemas .....	7
Figura 2.2 - Perspetiva hierárquica da metodologia TRIZ.....	7
Figura 2.3 - Estágio da evolução tecnológica .....	13
Figura 2.4 - Fluxograma de análise de recursos.....	17
Figura 2.5 - Sistema completo.....	22
Figura 2.6 - Sistema Incompleto .....	24
Figura 2.7 - Sistema completo com efeito prejudicial.....	24
Figura 2.8 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente .....	24
Figura 2.9 - Solução geral 1 .....	25
Figura 2.10 - Solução geral 2 .....	25
Figura 2.11 - Solução geral 3 .....	26
Figura 2.12 - Solução geral 4 .....	26
Figura 2.13 - Solução geral 5 .....	26
Figura 2.14 - Solução geral 6 .....	27
Figura 2.15 - Solução geral 7 .....	27
Figura 2.16 - Fluxograma simplificado do ARIZ .....	31
Figura 3.1 - Correlação entre os fatores motivacionais/higiénicos e a satisfação no emprego ...	34
Figura 3.2 - Representação da saúde mental segundo Herzberg .....	35
Figura 3.3 - Dimensões de qualidade segundo Kano .....	36
Figura 3.4 – Processo de avaliação dos requisitos do cliente .....	38
Figura 3.5 - Fluxograma representativo da lógica a que obedece a tabela de avaliação do modelo de Kano .....	42
Figura 3.6 - Ciclo de vida de atributos de qualidade bem sucedidos .....	45
Figura 3.7 - Ciclo de vida de atributos de qualidade “sabor do mês” .....	45
Figura 3.8 - Ciclo de vida de atributos de qualidade estáveis .....	46
Figura 4.1 - Casa da qualidade .....	51
Figura 4.2 - Cascata de casas da qualidade .....	52
Figura 5.1 - Modelo Teórico de utilização conjunta da TRIZ, modelo de Kano e QFD.....	54
Figura 5.2 - Necessidade de melhoria de um produto/serviço já existente .....	55
Figura 5.3 - Necessidade de desenvolver um novo produto/serviço .....	57
Figura 5.4 - Tipos de dados que é possível obter a partir da investigação do mercado .....	60
Figura 5.5 – Técnicas para a recolha de dados primários .....	60
Figura 5.6 – Técnicas para a recolha de dados secundários.....	61
Figura 5.7 - Desenvolvimento e Administração dos Questionários.....	62

Figura 5.8 - Casa da qualidade modificada .....	65
Figura 5.9 - Estabelecimento das especificações do produto/serviço e das relações na matriz de correlações.....	66
Figura 5.10 – Restantes casas da cascata de casas da qualidade .....	71

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Cinco níveis de invenção segundo Altshuller .....	10
Tabela 2.2 - Exemplo ilustrativo dos cinco níveis de inovação .....	11
Tabela 2.3 - Parâmetros técnicos segundo a TRIZ .....	19
Tabela 2.4 - Princípios de Invenção da TRIZ .....	20
Tabela 2.5 – Simbologia utilizada na análise Substância-Campo .....	23
Tabela 2.6 - Classes referentes às soluções-padrão .....	25
Tabela 2.7 - Matriz de Idealidade do fogão de campismo .....	29
Tabela 3.1 - Tabela de avaliação original do modelo de Kano .....	42
Tabela 5.1 - Princípios de separação e respectivos princípios inventivos .....	68



# Lista de Acrónimos

**ARIZ** – Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas

**CI** – Coeficiente de Insatisfação

**CS** – Coeficiente de Satisfação

**QFD** – *Quality Function Deployment*

**RFI** – Resultado Final Ideal

**SuField** – *Substance Field Analysis* (Análise Substância-Campo)

**TRIZ** – *Teoriya Rezheniya Izobretatel'skisch Zadach* (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas)



# Simbologia

**A** – Atributo Atrativo

**I** – Atributo Indiferente

**O** – Atributo Obrigatório

**R** – Atributo Inverso

**U** – Atributo Unidimensional



# 1. Introdução

Na conjuntura atual, as empresas e organizações enfrentam um mercado cada vez mais competitivo e volátil, onde a capacidade de reagir rapidamente a problemas e alterações no paradigma dos mercados é imperativo. Assim, por forma a assegurar a sua competitividade no mercado, é necessário adotar novas estratégias para vencer os novos desafios impostos.

## 1.1. Enquadramento

TRIZ é o acrônimo russo para “*Teoriya Resheniya Izobretatel’skisch Zadach*” (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas). A TRIZ apresenta uma abordagem sistemática para analisar problemas complexos onde é necessária criatividade, bem como ferramentas e estratégias para obter soluções para os mesmos. O principal objetivo da TRIZ é a busca de soluções cada vez mais ideais, através de várias iterações com recurso às suas ferramentas e base de dados, de modo a superar a necessidade de efetuar compromissos (Altshuller, 2004). A TRIZ é ainda eficaz na resolução de problemas de produtos e serviços já existentes recorrendo ao uso de ferramentas como a matriz de contradições. A combinação de todos estes conceitos – análise de contradições, a procura da solução ideal entre outros – faz com que a inovação e resolução de problemas deixe de ser vista como um momento de inspiração ou como uma ocorrência descontínua e imprevisível e passe a ser vista como uma atividade planeada e possível de ser gerida.

As estratégias e ferramentas analíticas da TRIZ podem ser combinadas com outras metodologias, de modo a colmatar algumas das suas limitações e abranger outras fases do processo criativo. Duas dessas metodologias são o modelo de Kano e o QFD.

A caracterização dos requisitos do cliente é fundamental para uma empresa. Perceber a sua importância relativa bem como os níveis de satisfação que os mesmos podem criar é fundamental. O projeto de um produto ou serviço é uma atividade em que têm de ser efetuadas decisões difíceis relativamente às características a incluir. Todas as informações que possam ser recolhidas relativamente aos requisitos que podem sacrificados bem como aqueles que assumem prioridade são de elevada importância para qualquer empresa.

A satisfação dos clientes é uma preocupação crescente no mundo empresarial. Cada vez mais empresas usam índices de satisfação como barómetro da performance de produtos e serviços e como indicadores do seu futuro. Existe um crescente número de empresas de consultadoria que

se focam em promover estratégias para o aumento dos índices de satisfação dos consumidores. Esta mudança na forma de pensar baseia-se na assunção de que o melhor indicador para avaliar o futuro de uma empresa é o nível de satisfação dos seus clientes. Clientes satisfeitos são clientes leais o que permite às empresas manterem um *cash flow* constante e uma maior flexibilidade no estabelecimento de preços pois os clientes estão dispostos a pagar mais, e com maior frequência, por produtos e serviços de qualidade. Assim, metodologias capazes de analisar as necessidades e desejos do consumidor estão cada vez mais em voga. O modelo de Kano é uma metodologia que permite relacionar a funcionalidade de uma característica de um produto ou serviço com o nível de satisfação que provoca no consumidor, através da classificação de todas as suas características com recurso a um questionário específico. Os resultados dos inquéritos permitem, após uma análise cuidada com recurso a diferentes técnicas, associar cada um dos requisitos do cliente a uma dimensão de qualidade. Conhecendo a dimensão a que cada um dos requisitos pertence é possível tirar ilações quanto à necessidade de a satisfazer, o impacto que a sua melhoria pode criar e ter uma ideia de como a perceção da mesma irá evoluir ao longo do seu ciclo de vida, na ótica do cliente.

O QFD é uma metodologia que permite introduzir a “voz do cliente” no processo de desenvolvimento de um produto com o objetivo de garantir que a qualidade do produto é definida pelo cliente. Para tal, recorre a uma série de matrizes que asseguram que os desejos do cliente estejam salvaguardados durante todas as fases do processo.

A integração de metodologias como a TRIZ, modelo de Kano, QFD e outras, permite estabelecer um processo de conceção de novas ideias e melhoramento de outras já existentes, que vai desde a recolha dos requisitos do cliente até à resolução de conflitos que ocorrem durante qualquer fase desse mesmo processo.

## **1.2. Objetivos, Metodologias e Contributos da Dissertação**

O principal objetivo desta dissertação é desenvolver um modelo teórico capaz de integrar diferentes metodologias de forma complementar, com o intuito do mesmo poder ser aplicado no desenvolvimento de produtos e serviços ou melhoramento dos mesmos.

Em suma, esta dissertação procura as respostas às seguintes questões:

- Quão importante é a satisfação do cliente para o sucesso de uma empresa?
- Em que consiste a TRIZ, o modelo de Kano e o QFD?
- Em que aspetos é que a combinação destas metodologias pode trazer benefícios?

- Como podem as empresas utilizar um modelo que combine a TRIZ o modelo de Kano e o QFD na prática?

### 1.3. Estrutura da Dissertação

Para responder às questões anteriores de forma estruturada, a dissertação encontra-se dividida em seis capítulos:

1. Introdução;
2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ);
3. Modelo de Kano;
4. *Quality Function Deployment* (QFD);
5. Proposta de modelo de utilização conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD;
6. Conclusão.

No Capítulo 1, **Introdução**, é apresentado o enquadramento da dissertação, os seus objetivos, metodologias e contributos e, por fim, a sua estrutura com um breve resumo dos assuntos abordados em cada capítulo.

No capítulo 2, **Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ)**, é realizada uma revisão bibliográfica do tema da inovação sistemática, dedicando especial atenção à metodologia TRIZ. Serão abordados a sua história, conceitos fundamentais, ferramentas e aplicações na indústria.

No capítulo 3, **Modelo de Kano**, é descrito, em detalhe, o modelo de Kano, através de uma revisão bibliográfica do mesmo, abrangendo a sua história, conceitos fundamentais, ferramentas, metodologias que o complementam e as suas aplicações industriais.

No capítulo 4, **Quality Function Deployment (QFD)**, é realizada uma revisão bibliográfica da mesma, abordando a sua história, os seus conceitos fundamentais e as suas aplicações na indústria.

No capítulo 5, **Modelo de Utilização Conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD** é apresentado um fluxograma representativo do modelo de utilização conjunta da TRIZ, modelo de Kano e QFD, bem como uma explicação detalhada de cada fase do processo. São ainda descritas as vantagens que a utilização deste modelo pode trazer e quais os tipos de organizações para as quais é mais adequado.

No capítulo 6, **Conclusões**, é realizada uma análise global à dissertação, são apresentadas as conclusões tiradas e são propostos trabalhos futuros que permitam testar o novo modelo proposto.



## **2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ)**

Os Processos de resolução de problemas mais comuns dependem da habilidade do utilizador. Duas pessoas com nível de conhecimento diferentes têm visões distintas acerca das etapas necessárias para a resolução de um problema, ou seja, a mesma situação pode representar um problema inventivo para uma pessoa e um problema de rotina para outra.

O tempo necessário para a resolução de um problema técnico deve refletir a complexidade do processo de determinação das causas do problema e das etapas para a sua resolução. A inércia psicológica é um dos principais fatores que afeta o tempo necessário para a resolução de um problema. Esta, muitas vezes, afasta-nos da solução, impede a identificação e clarificação do problema, cria obstáculos durante a definição das etapas para encontrar a solução, dificulta a tomada de decisões e complica outras fases do processo de resolução do problema.

O método de resolução de problemas mais comum, independentemente do tipo de problema, é o de tentativa e erro. Este método é apropriado para problemas simples, bem definidos e em que se conhecem os possíveis caminhos a seguir para encontrar a solução. No entanto, se o problema for complexo e difícil de definir, este não é o método mais apropriado (Savransky, 2000).

Na conjectura atual a competitividade vigente entre as organizações incentiva as mesmas a procurarem atitudes inovadoras e criativas em paralelo com o desenvolvimento dos seus produtos e/ou serviços (Guimarães, 2016). A inovação e criatividade nas fases de projeto e fabrico continuam a ser os fatores decisivos para o sucesso no mercado global. Os produtos e serviços, nos dias de hoje, necessitam de ser originais e capazes de satisfazer necessidades específicas dos clientes. As organizações devem enfrentar estes desafios utilizando o menor número possível de recursos, gastando o menos possível, com elevados padrões de qualidade e tempo de projeto reduzido. Abordagens convencionais mostram-se incapazes de ultrapassar os desafios impostos (Fey et al., 1997).

Esta procura por soluções inovadoras e criativas é um processo de resolução de problemas onde, os próprios processos dentro das organizações, quando estudados e implementados, podem passar a servir de base para a resolução de problemas durante o desenvolvimento do produto ou serviço em questão (Kubota & Rosa, 2012).

## 2.1. Introdução à Metodologia TRIZ

A TRIZ é uma metodologia de resolução de problemas baseada em lógica, informação e investigação, e que não recorre ao uso da intuição. Esta é uma metodologia sistemática para inovação, que serve de apoio à resolução de problemas a diferentes níveis e em fases distintas do processo criativo (Mann & Dewulf, 2002). Por estas razões, a popularidade da TRIZ encontra-se em constante crescimento e a sua aplicação nas mais diversas áreas tem-se revelado um sucesso. Com esta metodologia é possível gerar soluções que resolvam o problema de forma efetiva e rápida e ainda avaliar essas mesmas soluções com recurso às suas ferramentas. (Rantanen & Domb, 2010).

Relativamente a sua aplicação, a TRIZ reúne um conjunto de ferramentas que permite a resolução de problemas e simplifica a escolha da decisão apropriada através de um processo inovador e inventivo, em alternativa aos métodos tentativa-erro não sistemáticos. Os problemas são rotina se todas as etapas críticas forem conhecidas. Uma etapa é crítica se o utilizador não conseguir resolver o problema sem a mesma. Um problema não é rotineiro se pelo menos uma das etapas para a sua resolução não for conhecida. A TRIZ define problemas técnicos em que pelo menos uma das etapas para a resolução de um problema é desconhecida, bem como a sua solução final, como “problemas inventivos”. A complexidade da solução ideal, a situação desejável mal definida ou direções de investigação difíceis de encontrar podem originar problemas inventivos (Savransky, 2000).

A origem da TRIZ remonta à análise de patentes de engenharia na extinta URSS. Acento na ideia ‘Alguém já deve ter resolvido este problema, ou algum muito parecido, no passado’, a primeira fase do desenvolvimento da TRIZ passou pela análise de informação recolhida anteriormente. Genrich Altshuller, um cientista e engenheiro russo, e seus colegas analisaram milhões de patentes tecnológicas e aperceberam-se de certos padrões, comuns a diferentes processos de resolução de problemas. Após a análise destas patentes concluíram que apenas um reduzido número das mesmas representava uma ideia completamente inovadora. A restante maioria resultava de ideias provenientes da solução de problemas análogos ou da combinação de ideias pré-existentes. Por esta razão, assumiram que se estas ideias pudessem ser identificadas e sistematizadas seria possível tornar o processo criativo mais previsível. O principal objetivo da TRIZ é proporcionar meios para o acesso a boas ideias que resultaram no passado (Orloff, 2006).

O procedimento genérico a adotar para a resolução de problemas, de acordo com a TRIZ, encontra-se esquematizado na figura 2.1.

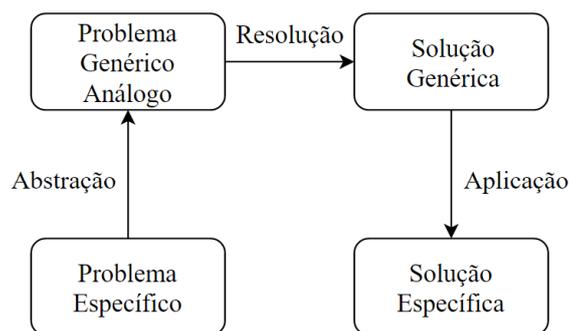


Figura 2.1 - Processo de resolução geral de problemas (adaptado de Glenn, 1995)

De acordo com o esquema anterior, a primeira etapa passa por encontrar um problema análogo ao problema que se está a tentar resolver, através de um conjunto de ferramentas de análise que serão abordados nos próximos subcapítulos. De seguida, com recurso às ferramentas da TRIZ e à solução standard do problema genérico, encontra-se a solução para o nosso problema específico (Carvalho, 2007).

Uma das principais vantagens da TRIZ relativamente a outras metodologias de resolução de problemas é a capacidade que a mesma tem de fornecer informações relativamente aos resultados obtidos com base no conceito de resultado final ideal, de indicar todas as etapas necessárias para a resolução de problemas através das suas ferramentas e a de formular qualquer problema de forma simples de modo a que se possam identificar as contradições existentes (Mann et al., 2002).

A figura 2.2 ilustra uma perspetiva hierárquica da TRIZ, na qual podem ser observados os vários aspetos que a definem.

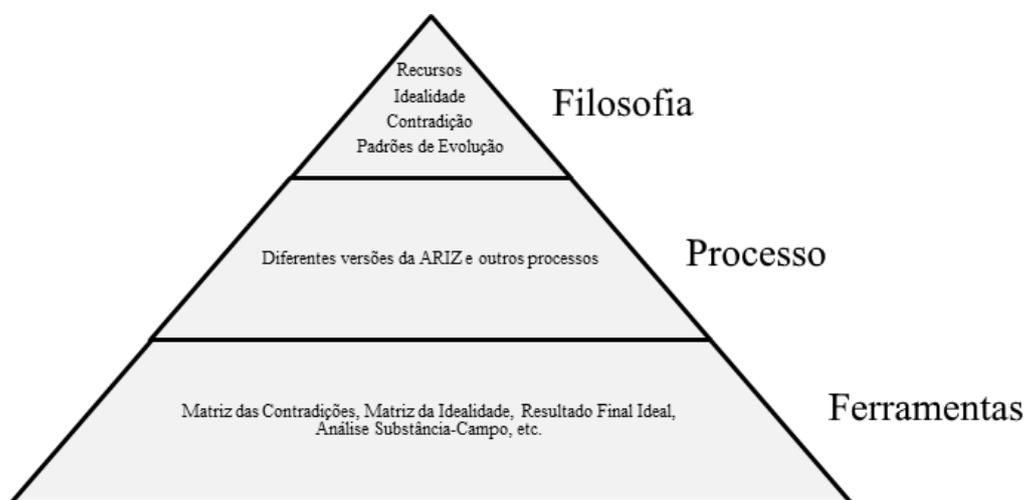


Figura 2.2 - Perspetiva hierárquica da metodologia TRIZ (adaptado de Nakagawa, 2001)

Os quatro pilares em que se baseia a metodologia TRIZ são: Contradição, idealidade, funcionalidade e utilização de recursos. Nesta metodologia, o uso destes quatro conceitos facilitam a simplificação do problema através da sua formulação correta, identificação das contradições existentes e a procura da solução final ideal. Desta forma, a TRIZ é uma metodologia capaz de identificar as contradições existentes num sistema e eliminar as mesmas recorrendo às suas diversas ferramentas (Altshuller, 1997).

### **Características da Metodologia TRIZ**

Segundo Savransky (2000), a TRIZ pode ser definida como sendo uma metodologia sistemática, orientada ao ser humano e baseada em conhecimentos, para a resolução de problemas inventivos. Cada uma destas características é abordada de seguida (Savransky, 2000):

- **Sistemática** – Esta metodologia é sistemática pois apresenta modelos genéricos e detalhados de procedimentos e heurísticas bem estruturadas a fim de proporcionar uma aplicação eficaz das soluções conhecidas a novos problemas.
- **Utilização humana** – As heurísticas da TRIZ são orientadas para a utilização humana e não para o uso computacional. Esta metodologia permite dividir uma técnica em subsistemas, facilitando a divisão das suas funções benéficas e prejudiciais. Estas operações variam consoante o problema em estudo e as condições socio económicas em que o mesmo se insere, logo não são possíveis de realizar recorrendo a computadores. Para problemas que acontecem de forma repetida, é razoável usar computadores, no entanto, quando os problemas ocorrem apenas uma vez, torna-se mais eficaz utilizar o cérebro humano.
- **Conhecimento** – A TRIZ baseia-se em conhecimento, pois a informação necessária para realizar as heurísticas de resolução de problemas genéricos é extraída a partir de um vasto número de patentes de diferentes áreas de engenharia. Tem como base de informação conhecimentos das ciências naturais, de engenharia e sobre o domínio onde o problema ocorre. Toda a informação é sintetizada e reorganizada de forma a tornar o processo de resolução de problemas mais eficiente.

- **Solução inventiva de problemas** – A metodologia TRIZ auxilia na resolução de problemas inventivos. Algumas das diretrizes para encontrar a solução deste tipo de problemas são:
  - Normalmente uma etapa desconhecida surge devido a requisitos contraditórios para o sistema;
  - Uma situação desejável pode ser substituída, temporariamente, por uma solução ideal imaginária;
  - Na maioria das situações a solução ideal pode ser obtida a partir dos recursos do seu meio;
  - Geralmente a solução ideal pode ser projetada a partir dos padrões de evolução conhecidos.

Altshuller definiu, ainda, determinados princípios e ferramentas da metodologia que serão apresentados nos subcapítulos seguintes.

## **2.2. Conceitos Fundamentais da TRIZ**

### **2.2.1. Níveis de Inovação**

Segundo Altshuller (2004) os sistemas evoluem segundo padrões e não de forma irregular como se poderia pensar. Após a análise de diversas patentes apercebeu-se que 90% dos problemas que os engenheiros enfrentavam já tinham sido solucionados previamente e/ou noutra área. No seguimento desta descoberta, Altshuller, desenvolveu uma abordagem para a temática dos níveis de inovação e da sua medição, afirmando que o valor inventivo de diferentes invenções nem sempre é igual. Os resultados deste estudo encontram-se sistematizados na tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Cinco níveis de invenção segundo Altshuller (Navas, 2013)

<b>Nível</b>	<b>Descrição</b>	<b>% das Patente Analisadas</b>
<b>1</b>	Soluções de rotina utilizando métodos bem conhecidos na respectiva área da especialidade	30
<b>2</b>	Pequenas correções em sistemas existentes recorrendo a métodos conhecidos na indústria	45
<b>3</b>	Melhorias importantes que resolvam contradições em sistemas típicos de um dado ramo da indústria. É onde aparecem soluções criativas de projeto	20
<b>4</b>	Soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos	4
<b>5</b>	Soluções inovadoras baseadas em descobertas científicas não exploradas anteriormente	1

As soluções criativas classificadas nos níveis quatro e cinco (especialmente no nível cinco) podem ser consideradas iniciativas de inovação radical. Os cinco níveis de inovação podem também permitir estimar o estado de desenvolvimento de um determinado sistema. Este conhecimento pode ser aplicado no exercício criativo para prever o desenvolvimento de novas direções de um determinado sistema (Navas, 2013).

Dentro dos níveis de inovação, a TRIZ auxilia na elaboração de soluções nos níveis três e quatro, que correspondem a aproximadamente 25% da totalidade, onde a aplicação de boas práticas de engenharia não produzem resultados satisfatórios (Marques, 2014).

Na metodologia TRIZ, se não existir uma contradição, não existe um problema inventivo. Assim, se for resolvida uma contradição existente num sistema, foi realizada uma invenção. A invenção é a criação de uma nova ideia técnica, e dos meios físicos de a levar a cabo. Para que seja patenteável, esta tem de ser nova, ter utilidade e diferenciar-se de um modo não evidente, ou seja, uma invenção legalmente protegida por uma patente deverá cumprir três exigências: novidade, utilidade e não evidência (Lopes, 2015).

Um exemplo para cada um dos cinco níveis inventivos está ilustrado na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Exemplo ilustrativo dos cinco níveis de inovação (adaptado de Krasnoslobodtsev, 2012)

	<b>Nível 1 – Projeto de Acoplamento</b>	<b>Nível 2 – Resolução de Contradição Técnica</b>	<b>Nível 3 – Resolução de Contradição Física</b>	<b>Nível 4 – Nova Tecnologia</b>	<b>Nível 5 – Novo Fenômeno</b>
<b>Telefone</b>	Telefone fixo com duas peças	Telefone fixo de peça única	Telefone com fax	Telefone com fios	Telefone móvel - Telemóvel

### 2.2.2. Contradições Técnicas e Físicas

Usualmente, as soluções inventivas mais efetivas são aquelas em que são superadas contradições. Contradições ocorrem quando o melhoramento de um determinado parâmetro ou característica afeta negativamente um parâmetro ou características distintas (Orloff, 2006). O conceito de contradição é fundamental nesta metodologia, visto que a cada problema estão associadas contradições. Segundo Altshuller (2004), todos os problemas contêm e derivam de contradições. Existem três tipos de contradições contemplados na metodologia TRIZ (Savransky, 2000):

- **Contradição Administrativa** – Estas contradições ocorrem quando algo é necessário para produzir um determinado resultado ou evitar um fenômeno indesejado e não se sabe como o fazer. Este tipo de contradições é provisório, não possui valor heurístico e não apresenta o caminho a seguir para encontrar a solução.
- **Contradição técnica** – Estas contradições ocorrem quando existem dois parâmetros de projeto em conflito e o melhoramento de um parâmetro piora um outro parâmetro. Por exemplo, para aumentar a velocidade de um avião é necessário aumentar a potência do motor, no entanto, o peso adicional irá produzir um efeito negativo. Este tipo de contradições podem, geralmente, ser resolvidas recorrendo a uma das ferramentas mais utilizadas da TRIZ, a matriz de contradições (Cavallucci, 2009).
- **Contradição física** – Estas contradições ocorrem quando um determinado parâmetro deve ter, simultaneamente, dois diferentes valores distintos. Por exemplo, o trem de aterragem é um elemento necessário no avião para efetuar a sua descolagem e aterragem, contudo, o mesmo aumenta a força de arrasto durante o voo, devendo, por isso, ser

recolhido. Este tipo de contradições podem ser removidas através da aplicação de quatro “princípios de separação”. Os quatro princípios de separação que podem ser usados para eliminar as contradições físicas são: separação no espaço, separação no tempo, separação à condição e separação por escala (Orloff, 2006).

De modo geral, problemas podem ser caracterizados como contradições e um dos objetivos da metodologia TRIZ é o de identificar e remover as mesmas.

### **2.2.3. Idealidade de um Sistema**

A TRIZ representa uma forma lógica de pensar, de entender um problema como um sistema, de resolver contradições e de procura constante pela solução perfeita (RFI). Esta metodologia especializa-se no aumento da idealidade de sistemas através da eliminação de contradições e da utilização apropriada dos recursos disponíveis. Segundo o conceito de idealidade da TRIZ, na resolução de qualquer problema, o foco deve encontrar-se na solução ao invés do problema e o objetivo final deve ser o de atingir o resultado final ideal (RFI) usando o menor número de recursos possível e percebendo quais as limitações do sistema que o impedem de o alcançar. Todos os sistemas tendem a evoluir no sentido da idealidade, ou seja, o número de funções benéficas de um sistema tende a aumentar ao longo do seu ciclo de vida ao mesmo tempo que o número de funções prejudiciais ao sistema tende a diminuir (Nakagawa, 2001). O conceito de idealidade, geralmente usado como uma ferramenta de definição do problema, tem como objetivo quebrar com os padrões de pensamento tradicionais e procurar o RFI. O RFI pode ser definido como a solução que contém todos os benefícios e nenhum dos prejuízos. Este conceito ajuda a avaliar a solução e a tentar entender se a mesma de encontra suficientemente próxima do RFI para as condições impostas (Savransky, 2000).

A idealidade de um sistema pode ser calculada através da seguinte expressão matemática (Navas, 2013):

$$Idealidade = \frac{\sum Funções Benéficas}{\sum (Custos + Funções Prejudiciais)} \quad (Equação 1.1)$$

Como a equação anterior indica, o aumento do nível de idealidade de um sistema pode ser atingido através do aumento das funções benéficas, redução dos custos dos recursos associados a essas funções ou diminuição das funções prejudiciais.

Um exemplo ilustrativo do conceito de idealidade é o do rácio de carga/peso dos petroleiros. Inicialmente, este era de 50/50%, atualmente é de 98/2% (Marques, 2014).

#### 2.2.4. Padrões de Evolução

Segundo Altshuller e os seus colaboradores, os sistemas e processos técnicos durante o seu processo de evolução seguem certas normas e identificaram-nas como padrões de evolução. O conhecimento destes padrões é bastante vantajoso no auxílio da resolução de problemas e na previsão da evolução de uma técnica. Foram definidos os seguintes padrões de evolução (Rantanen & Domb, 2008):

##### Estágios da Evolução Tecnológica

A evolução tecnológica de um sistema tecnológico é composta por quatro estágios, sendo eles comuns a qualquer sistema tecnológico, e os mesmos designam-se por: introdução, crescimento, maturidade e declínio como está ilustrado na figura 2.3.

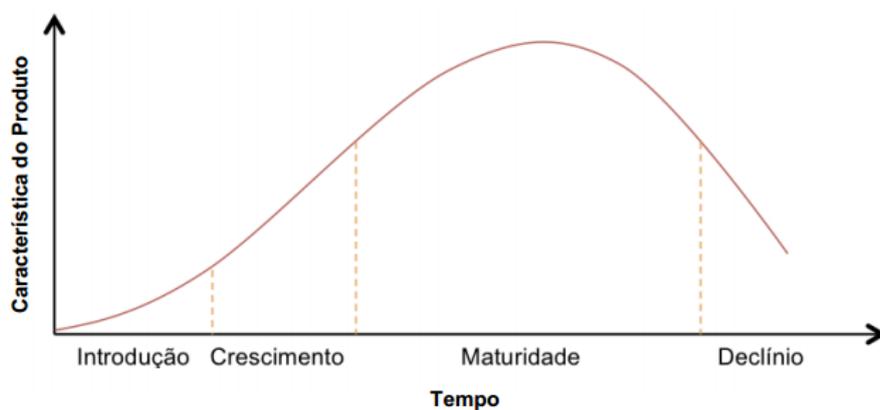


Figura 2.3 - Estágio da evolução tecnológica (adaptado de Pádua, 2016)

O primeiro estágio é considerado a fase de introdução, em que surge um novo sistema ou uma melhoria de uma solução anterior. Esta fase do desenvolvimento é tipicamente demorada devido ao reduzido lucro obtido e a recursos humanos e financeiros limitados.

Quando existe uma aceitação por parte da sociedade da nova solução inicia-se o estágio designado por crescimento, em que alguns dos problemas já foram resolvidos, muitas melhorias implementadas e um novo mercado é estabelecido. Com o crescente interesse na nova técnica, são introduzidos recursos financeiros na investigação, o que provoca um crescimento acentuado.

É alcançada a maturidade da nova técnica quando a mesma provoca impacto significativo tanto a nível social como económico e a procura estabiliza. Nesta fase as melhorias reduzem-se a otimizações, situações de *tradeoff* e pequenas inovações. Quando já não existe a possibilidade de qualquer tipo de inovação no sistema tecnológico, entra-se na fase do declínio. A rentabilidade decresce significativamente devido a uma mudança no paradigma da sociedade e o interesse entra em rápido declínio (Savransky, 2000).

### **Evolução em direção a uma crescente idealidade**

Todos os sistemas tecnológicos são compostos por funções benéficas e prejudiciais. Como referido anteriormente, verifica-se que para existir o aumento da idealidade relativamente a um sistema tecnológico é necessário que haja um aumento de funções benéficas e/ou uma diminuição das funções prejudiciais (Equação 1.1). O objetivo de qualquer sistema é o de maximizar o rácio funções benéficas/funções prejudiciais de modo a aproximá-lo da idealidade. A utilidade deste padrão pode ser melhorada através da definição de valores obtidos por estatística que permitam prever taxas de incremento que sirvam de padrão para avaliar a evolução da idealidade de um produto ou serviço.

### **Desenvolvimento não uniforme de elementos do sistema**

Cada elemento do sistema evolui de forma distinta, ou seja, cada um possui o seu próprio ciclo de vida. Esta situação pode criar contradições e/ou constrangimentos, pois a performance de determinados componentes pode limitar o progresso de todo o sistema.

### **Aumento da dinâmica, flexibilidade e controlabilidade do sistema**

Os sistemas tendem a evoluir no sentido de maior dinamismo e controlabilidade, o que os torna mais flexíveis e fáceis de monitorizar.

### **Aumento da complexidade de um sistema e posterior simplificação**

No início do ciclo de vida de um produto a sua complexidade tende a aumentar em conjunto com a necessidade de evolução imposta pelo mercado. A evolução do produto ou serviço é feita através da adição de funcionalidades, o que provoca um aumento da complexidade, no entanto, com o passar do tempo, os sistemas tendem a tornar-se mais simples mantendo o mesmo nível de funcionalidade.

## **Compatibilidades e incompatibilidades entre elementos do sistema**

Durante a evolução de um sistema, os seus elementos são combinados de diversas formas numa tentativa de melhorar a sua performance ou compensar efeitos indesejados. O modo como os elementos de um determinado sistema se conjugam definem a extensão do seu ciclo de vida.

## **Transição de macro sistemas para microssistemas recorrendo a campos de energia**

Os sistemas tecnológicos tendem a evoluir de um nível macro para micro com um crescente uso de diferentes tipos de campos de energia, de forma a alcançar uma melhor performance e controlo durante esse processo. Geralmente, um sistema evolui no sentido de campos de energia cada vez menores, começando com o campo de interações mecânicas podendo progredir até ao campo de interações eletromagnéticas, o menor de todos eles.

## **Diminuição da intervenção humana**

Os sistemas tendem a evoluir no sentido de necessitarem de uma menor dependência humana.

De acordo com Gadd (2011), o conhecimento destes padrões de evolução apresenta inúmeras vantagens, tais como:

- Prognosticação tecnológica. Permite prever os diferentes modos como uma determinada tecnologia pode evoluir;
- Auxílio no desenvolvimento de sistemas técnicos e processos tecnológicos. A compreensão dos padrões de evolução dos sistemas e processos analisados permite identificar quais os sub-sistemas que os impedem de atingir a idealidade;
- Identificação das inovações que diferenciam o sistema no mercado. Fornece um panorama geral das características mais inovadoras de futuros produtos, o que permite o *marketing* correto do produto.

### **2.2.5. Recursos**

Identificar e mobilizar os recursos apropriados é um aspeto essencial da metodologia TRIZ, e esses recursos podem incluir qualquer componente do sistema e do meio em que está inserido. Segundo a TRIZ, esta procura pelos recursos é realizada de uma forma sistemática, de acordo com o propósito final do sistema (Gadd, 2011).

De acordo com Savransky (2000), os recursos podem ser agrupados da seguinte forma:

- Recursos naturais ou ambientais;
- Recursos do sistema;
- Recursos funcionais;
- Recursos de substância;
- Recursos energia/campo;
- Recursos de tempo;
- Recursos de espaço;
- Recursos de informação.

Savransky (2000) afirma ainda que para um aumento da idealidade (através da redução de custos e de funções prejudiciais), a procura de recursos deve ser feita, preferencialmente, pela seguinte ordem:

- i. Recursos prejudiciais – Identificação das funções prejudiciais das quais podem ser extraídos benefícios.
- ii. Recursos disponíveis – Identificação dos recursos já existentes que possam ser utilizados sem qualquer modificação.
- iii. Recursos derivados – Identificação dos recursos obtidos através da transformação dos recursos que não se encontram num estado em que possam ser utilizados.
- iv. Recursos diferenciais – Identificação de recursos que possam ser utilizados sob condições diferentes.

A chave da sustentabilidade é a produtividade dos recursos. A análise de recursos da TRIZ pode ser útil em iniciativas de inovação relacionadas com o uso mais eficiente e responsável dos recursos. A melhoria incremental tradicional de tecnologias existentes já não é suficiente. Todas as atividades económicas precisam de aumentar radicalmente a eficiência da utilização dos recursos. A aplicação das ferramentas analíticas e das técnicas da TRIZ pode ser especialmente útil para a inovação radical, tanto na criação de soluções inovadoras e revolucionárias, como também na análise de recursos e na sua previsão (Lopes, 2015).

O fluxograma ilustrado na figura 2.4 mostra como os recursos podem ser utilizados para a resolução de problemas.

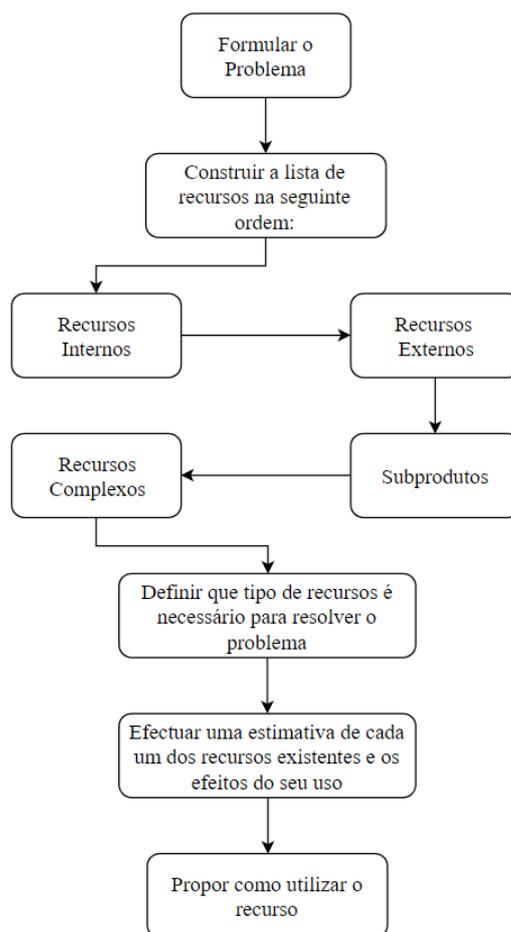


Figura 2.4 - Fluxograma de análise de recursos (adaptado de Navas, 2014a)

## 2.3. Ferramentas e Técnicas

### 2.3.1. Quarenta Princípios de Invenção – Matriz de Contradições e Princípios de Separação

Ambas as contradições técnicas e físicas podem ser resolvidas através dos quarenta princípios de invenção (tabela 2.4). Estes princípios foram construídos com base no conhecimento adquirido durante o estudo de patentes feito por Altshuller.

Existem dois modos de usar os quarenta princípios de invenção consoante o tipo de contradição que se tenta resolver.

## **Contradições Técnicas**

A matriz das contradições é uma das ferramentas da TRIZ mais efetivas e simples de usar para resolver contradições técnicas. Esta matriz é constituída por 39 parâmetros técnicos (tabela 2.3) que definem as características que necessitam de ser melhoradas e as que possivelmente possam apresentar um efeito negativo para o sistema. Esta matriz, que está exemplificada no anexo A, pode ser consultada da seguinte forma:

- Nas linhas encontram-se os parâmetros técnicos a serem melhorados;
- Nas colunas encontram-se os parâmetros técnicos que podem ser prejudicados com a melhoria de outros;
- No cruzamento das linhas e colunas encontram-se os princípios inventivos indicados para o auxílio na resolução das contradições existentes.

Os trinta e nove parâmetros de engenharia predefinidos encontram-se na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Parâmetros técnicos segundo a TRIZ (Navas, 2014c)

<b>Parâmetros de Engenharia segundo a TRIZ</b>			
<b>1</b>	Peso (móvel)	<b>21</b>	Potência
<b>2</b>	Peso (imóvel)	<b>22</b>	Perda de energia
<b>3</b>	Comprimento (móvel)	<b>23</b>	Perda de massa
<b>4</b>	Comprimento (imóvel)	<b>24</b>	Perda de informação
<b>5</b>	Área (móvel)	<b>25</b>	Perda de tempo
<b>6</b>	Área (imóvel)	<b>26</b>	Quantidade de matéria
<b>7</b>	Volume (móvel)	<b>27</b>	Fiabilidade
<b>8</b>	Volume (imóvel)	<b>28</b>	Precisão de medição
<b>9</b>	Velocidade	<b>29</b>	Precisão de fabrico
<b>10</b>	Força	<b>30</b>	Fatores prejudiciais que atuam
<b>11</b>	Tensão, Pressão	<b>31</b>	Efeitos colaterais
<b>12</b>	Forma	<b>32</b>	Manufacturabilidade
<b>13</b>	Estabilidade do Objeto	<b>33</b>	Conveniência de uso
<b>14</b>	Resistência	<b>34</b>	Reparabilidade
<b>15</b>	Durabilidade (móvel)	<b>35</b>	Adaptabilidade
<b>16</b>	Durabilidade (imóvel)	<b>36</b>	Complexidade do dispositivo
<b>17</b>	Temperatura	<b>37</b>	Complexidade no controlo
<b>18</b>	Clareza	<b>38</b>	Nível de automação
<b>19</b>	Energia Dispensada (móvel)	<b>39</b>	Produtividade
<b>20</b>	Energia Dispensada (imóvel)		

Na tabela 2.4 encontram-se definidos os quarenta princípios inventivos segundo a TRIZ, que auxiliam na resolução das contradições identificadas na matriz.

Tabela 2.4 - Princípios de Invenção da TRIZ (Marques, 2014)

<b>Princípios de Invenção da TRIZ</b>			
<b>1</b>	Segmentação	<b>21</b>	Urgência
<b>2</b>	Extração	<b>22</b>	Conversão de prejuízo em proveito
<b>3</b>	Qualidade local	<b>23</b>	Retroação
<b>4</b>	Assimetria	<b>24</b>	Mediação
<b>5</b>	Combinação	<b>25</b>	Autosserviço
<b>6</b>	Universalidade	<b>26</b>	Imitação
<b>7</b>	Recorrência	<b>27</b>	Objeto económico com vida curta em vez de durável
<b>8</b>	Equilíbrio	<b>28</b>	Substituição do sistema mecânica
<b>9</b>	Neutralização prévia	<b>29</b>	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
<b>10</b>	Ação prévia	<b>30</b>	Películas flexíveis ou membrana fina
<b>11</b>	Amortecimento prévio	<b>31</b>	Utilização de materiais porosos
<b>12</b>	Equipotência	<b>32</b>	Mudança de cor
<b>13</b>	Inversão	<b>33</b>	Homogeneidade
<b>14</b>	Esfericidade	<b>34</b>	Rejeição e regeneração de componentes
<b>15</b>	Dinamismo	<b>35</b>	Transformação do estado físico ou químico
<b>16</b>	Ação atenuada ou acentuada	<b>36</b>	Mudança de fase
<b>17</b>	Mudança para nova dimensão	<b>37</b>	Expansão térmica
<b>18</b>	Vibração mecânica	<b>38</b>	Utilização de oxidantes energéticos
<b>19</b>	Ação periódica	<b>39</b>	Ambiente inerte
<b>20</b>	Ação contínua	<b>40</b>	Materiais compósitos

Segundo Savransky (2000), uma forma simples de usar a matriz de contradições passa por realizar as seguintes etapas:

- i. Designar a técnica;
- ii. Definir a função principal da técnica;
- iii. Definir os principais subsistemas da técnica e as suas respectivas funções primárias e secundárias;
- iv. Descrever o funcionamento da técnica;

- v. Determinar as características que devem ser melhoradas e as características que devem ser eliminadas.
- vi. Reformular as características anteriores como parâmetros de engenharia.
- vii. Formular as contradições técnicas da seguinte forma: se o parâmetro de engenharia positivo “A” for melhorado (referir como), a característica “B” será piorada.
- viii. Formular as contradições técnicas da seguinte forma: se o parâmetro de engenharia negativo “X” for implementado (referir como) então o parâmetro de engenharia positivo “Y” será piorado ou outra característica negativa será intensificada.
- ix. Encontrar as células na matriz de contradições que correspondem às duas contradições técnicas encontradas nos passos vii e viii.
- x. Recorrendo à matriz, procurar as soluções para o conflito entre esses dois parâmetros.
- xi. Aplicar os princípios inventivos que se encontram nessas células ao problema em questão.
- xii. Encontrar, avaliar e implementar soluções conceituais para o problema.

### **Contradições Físicas**

Os princípios de separação são usados para a compreensão e resolução de contradições físicas.

Os quatro princípios são (Ilevbare, 2011):

- i. Separação em tempo: os dois requisitos em conflito encontram-se em ação durante diferentes períodos de tempo;
- ii. Separação em espaço: uma solução encontra-se num local e outra num local diferente;
- iii. Separação em condição: as soluções manifestam-se sob condições diferentes;
- iv. Separação por escala ou por mudança para um subsistema ou supersistema.

Cada um dos princípios de separação representa um conjunto de soluções proveniente dos quarenta princípios inventivos.

### **2.3.2. Análise Funcional**

A análise funcional é uma ferramenta da TRIZ que permite ilustrar e perceber todas as interações existentes entre os diferentes componentes de um sistema. Esta ferramenta ajuda a encontrar problemas que, de outra forma, seriam difíceis de detetar. Através da análise dos benefícios introduzidos pelo sistema é possível perceber quais os componentes do sistema responsáveis por esses mesmos benefícios e, ao mesmo tempo, quais as funções prejudiciais associadas a esses

componentes. Assim, estas informações são benéficas na procura de uma resolução para os problemas encontrados (Gadd, 2011).

Para se efetuar uma análise funcional de um sistema, devem ser listados todos os componentes que compõem o sistema, bem como todas as interações que ocorrem entre eles. Este processo envolve a divisão do sistema em vários modelos “Sujeito-Ação-Objeto”. Este modelo representa a ação que atua num objeto provocada por um sujeito. O sujeito é o iniciador da ação, o objeto é o recipiente da mesma e a ação é tudo aquilo que causa uma alteração no objeto (Gadd, 2011).

### 2.3.3. Análise Substância-Campo (SuField)

A Análise Substância – Campo (ASC), do inglês *SuField Analysis*, é uma ferramenta analítica da TRIZ utilizada na identificação de problemas de um sistema técnico e na procura de soluções inovadoras para os problemas identificados. Tem a capacidade de modelar sistemas através de uma abordagem gráfica simples, identificar problemas e oferecer soluções padronizadas para a melhoria do sistema em estudo (Navas, 2014d). Esta ferramenta permite aumentar a idealidade de processos através da análise de diversos recursos e a utilização de diferentes “substâncias” e “campos” (Navas, 2014d). Um sistema, criado para desempenhar uma determinada função, pode ser representado por um triângulo cujos vértices representam “substâncias” e “campos”. Uma “substância” pode significar um sistema inteiro, como por exemplo um carro; uma parte de um sistema – subsistema- como é o caso de um motor de um carro; um material, como o plástico; uma ferramenta, como uma chave de fendas; um componente, como um parafuso ou, até mesmo, uma pessoa, como é o caso de um técnico (Navas, 2014d). Um “campo” representa a energia que possibilita a interação entre as substâncias. Esta energia pode ser mecânica (Me), térmica (T), química (Q), elétrica (E) ou magnética (Ma) (Savransky, 2000). De forma geral, um sistema a funcionar corretamente pode ser representado por um triângulo completo “Substância-Campo” composto por duas substâncias (S1 e S2) e por um campo (F), como está ilustrado na figura 2.5, em que a substância S1 representa o objeto a manipular, enquanto que a substância S2 representa a forma como essa interação acontece.

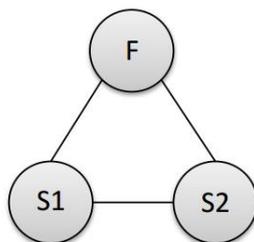
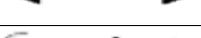


Figura 2.5 - Sistema completo

Uma substância atua sobre a outra, criando benefícios ou prejuízos e esta interação é representada por diferentes tipos de linhas com significados distintos. A tabela 2.5 apresenta a simbologia utilizada nos modelos de Substância-Campo.

Tabela 2.5 – Simbologia utilizada na análise Substância-Campo (Marques, 2014)

Simbologia	Significado
	Conexão (Normal)
	Ação ou efeito desejado
	Inatividade
	Ação ou efeito desejado insuficiente
	Ação ou efeito prejudicial
	Quebra de conexão
	Operador de solução
	Interação
	Várias ações

Altshuller et al. (2002) recomendaram que a aplicação desta ferramenta seja efetuada segundo quatro etapas:

- Identificação dos elementos disponíveis (recolha de informação);
- Construção do diagrama “Substância-Campo” e identificação da situação problemática;
- Escolha de uma das opções genéricas (soluções - padrão);
- Desenvolvimento de uma solução específica para o problema.

Os quatro modelos básicos formulados durante o desenvolvimento da análise substância-campo são os seguintes (Terninko, 2000; Navas, 2014d):

1. Sistema completo (Figura 2.5).
2. Sistema incompleto – Sistema que necessita de ser complementado ou de ser criado de novo (Figura 2.6).

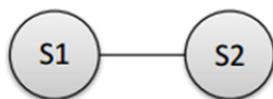


Figura 2.6 - Sistema Incompleto

3. Sistema completo com efeito prejudicial – É necessário eliminar o efeito negativo, criando um novo campo com uma nova substância (Figura 2.7).

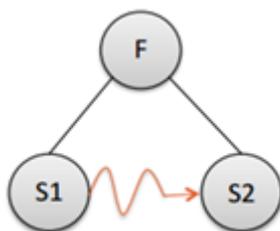


Figura 2.7 - Sistema completo com efeito prejudicial

4. Sistema completo insuficiente ou ineficiente – É necessário modificar as substâncias e o campo ou utilizar uma nova substância para criar o efeito desejado (Figura 2.8).

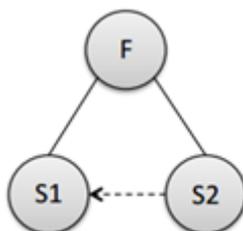


Figura 2.8 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente

De modo a complementar a análise substância-campo existem setenta e seis soluções-padrão, repartidas por cinco classes que pretendem auxiliar na procura pela solução adequada, após o processo de construção do sistema triangular descrito anteriormente (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Classes referentes às soluções-padrão (adaptado de Gadd, 2011)

Classe	Descrição	Nº de Soluções-Padrão
1	Construção e destruição de modelos substância-campo	13
2	Desenvolvimento de um sistema substância-campo	23
3	Alteração de um sistema base para um supersistema ou para um subsistema	6
4	Soluções-padrão para detecção e meditação	17
5	Introdução de substâncias ou campos dentro de um sistema técnico	17
		<b>76</b>

As setenta e seis soluções-padrão podem ser sintetizadas e generalizadas em sete soluções-gerais (Navas, 2014d):

- Solução geral 1 - Complementar um modelo substância-campo que se encontre incompleto (Figura 2.9).

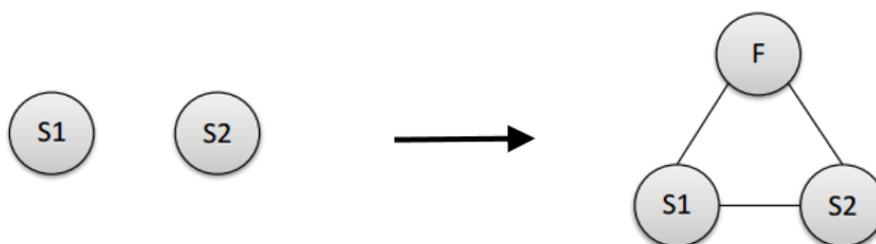


Figura 2.9 - Solução geral 1

- Solução Geral 2 - Modificar a substância S2 de forma a eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 2.10).

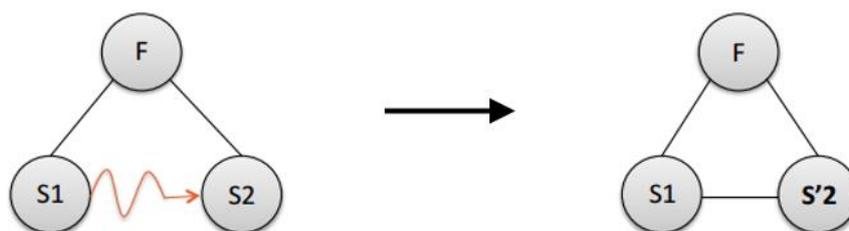


Figura 2.10 - Solução geral 2

- Solução Geral 3 - Modificar a substância S1 para eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 2.11).

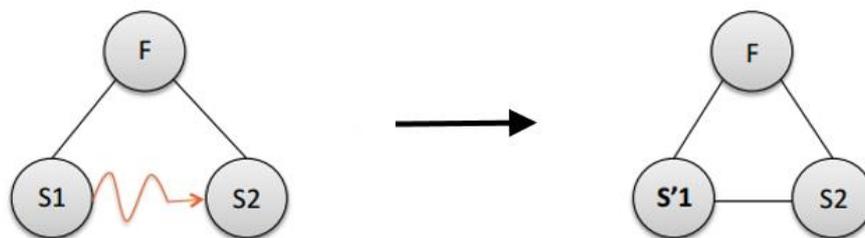


Figura 2.11 - Solução geral 3

- Solução Geral 4 - Modificar o campo F com o intuito de eliminar/reduzir o impacto negativo ou produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 2.12).

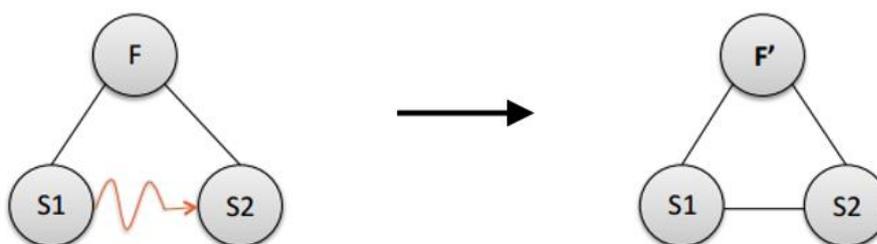


Figura 2.12 - Solução geral 4

- Solução Geral 5 - Eliminar, neutralizar ou isolar o impacto negativo utilizando outro campo (Fx) que interaja com o sistema, sem que as substâncias e o campo sofram qualquer tipo de alteração (Figura 2.13).

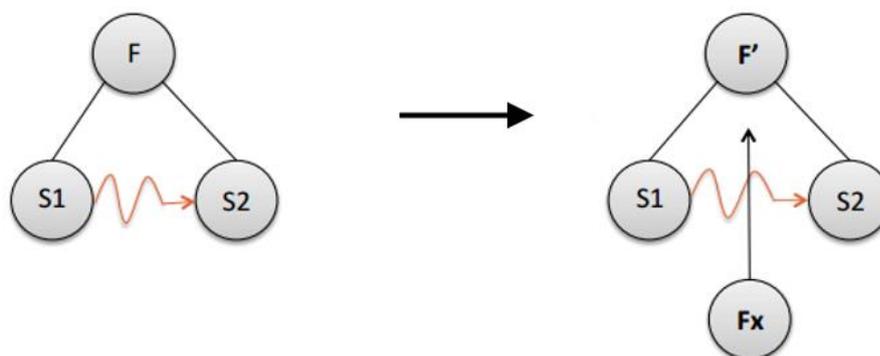


Figura 2.13 - Solução geral 5

- Solução Geral 6 - Introduzir um novo campo positivo responsável por fazer interagir, em simultâneo, os dois campos com as duas substâncias, com o intuito de reduzir o efeito negativo existente (Figura 2.14).

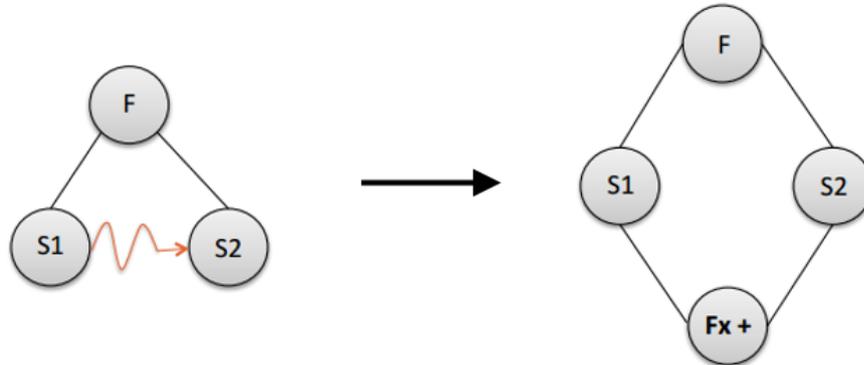


Figura 2.14 - Solução geral 6

- Solução Geral 7 - Expandir um modelo substância-campo existente para um novo sistema em cadeia (Figura 2.15).

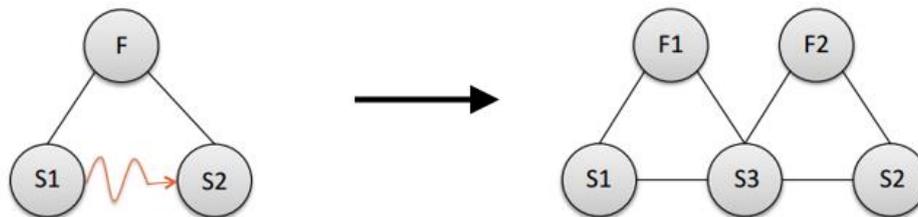


Figura 2.15 - Solução geral 7

#### 2.3.4. Matriz de Idealidade

A matriz de idealidade tem como principal objetivo identificar quais os requisitos que se revelam maioritariamente benéficos para o desenvolvimento dos processos em estudo, através de uma análise, positiva ou negativa, das diferentes interações que ocorrem entre os mesmos requisitos (Navas, 2014b). A idealidade de um sistema está intimamente associada à evolução dos sistemas técnicos ao longo do tempo, da qual se recomenda que exista uma análise sobre que funções técnicas são mais benéficas ao sistema quando comparadas entre si (Altshuller et al., 1999). A tentativa de quantificar a idealidade possibilita a melhoria dos sistemas técnicos e organizacionais, tornando-os mais eficientes e permitindo uma redução de custos (Navas, 2014b).

Em que as funções benéficas englobam:

- Funções Úteis Principais – O propósito para o qual o sistema foi projetado;
- Funções Secundárias – Outras realizações úteis;
- Funções Auxiliares – Funções que apoiam as funções úteis principais (Funções de controlo, corretivas, de alojamento, de transporte, ...).

E as funções prejudiciais incluem todos os fatores prejudiciais associados ao sistema, bem como os seus custos.

Assim, à medida que se aumenta o número de funções benéficas e/ou se reduz o número de funções prejudiciais, o sistema torna-se cada vez mais ideal. Uma solução é considerada como um Resultado Final Ideal (RFI) se for verificada a obtenção de uma nova característica benéfica ou a eliminação de uma prejudicial, que não pode ser acompanhada pela degradação de outras características ou pelo aparecimento de novas características prejudiciais.

Na metodologia TRIZ, o sistema ideal é um conceito teórico, que serve de incentivo e de guia na resolução de problemas, sendo também útil na avaliação e comparação de diferentes soluções entre si e/ou com uma solução ideal proposta. Ao contrário da matriz das contradições em que os parâmetros técnicos já estão pré-estabelecidos, na matriz de idealidade os parâmetros são definidos pela pessoa ou grupo que desenvolve o estudo (Caro, 2016).

A matriz de idealidade poderá apresentar-se como uma pré ferramenta à matriz de contradições, dado que esta facilmente define as interações entre as características do produto/serviço. Uma interação negativa representa um conflito que, quando adaptado à matriz das contradições, pode ser resolvido com recurso a princípios inventivos já conhecidos (Caro, 2016).

Considere-se, por exemplo, o cálculo do nível de idealidade de um fogão de campismo (Castro, 2015).

Antes de se criar a matriz de idealidade é necessário identificar quais as características do produto mais importantes para o consumidor. Conhecidas as mesmas é agora possível construir a matriz de idealidade ilustrada na tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Matriz de Idealidade do fogão de campismo (Adaptado de Castro, 2015)

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Volume		+			-	-	-	
2. Peso	+				-	-	-	
3. Duração de funcionamento					+			
4. Nível de ruído								
5. Tempo necessário para ferver água	-	-	+				-	+
6. Capacidade do depósito de gás	-	-	+		+		+	+
7. Duração com a chama no máximo	-	-			-	-		-
8. Água a ferver/ unid. de gás	-	-			+	+	-	

Analisando a matriz, é possível verificar quais são as características que estão em detrimento de outras, quais as que as favorecem e quais as que não têm esta relação. Desta forma, no cruzamento das linhas e colunas conseguimos ver o número de interações úteis (sinal “+”) e o número de interações prejudiciais (sinal “-”) (Castro, 2015).

Através da análise da matriz de idealidade anterior é possível constatar que caso se pretenda reduzir o peso do fogão, vai ser necessário reduzir o volume do mesmo, conduzindo por sua vez a uma redução da capacidade do depósito e, conseqüentemente, para uma menor duração com a chama no máximo. Idealmente, o consumidor pretende sempre um fogão que seja o mais pequeno e leve possível, no entanto, essas características afetam negativamente a capacidade do depósito a gás e a duração da sua chama.

Recorrendo à equação 1.1, pode-se calcular o nível de idealidade deste produto:

$$Idealidade = \frac{\sum Funções Benéficas}{\sum (Funções Prejudiciais + custos)} = \frac{11}{19} = 0,579$$

### **2.3.5. ARIZ (Algoritmo da Resolução Inventiva de Problemas)**

O Algoritmo da Resolução Inventiva de Problemas (ARIZ) é uma ferramenta analítica da TRIZ. O TRIZ assume que o grau de dificuldade de um problema depende do modo como é formulado: quanto mais clara for a formulação do problema mais fácil é encontrar a sua solução.

Assim, a abordagem tradicional de resolução de problemas que consiste na procura da solução é substituída por um processo iterativo de reformulação do problema, ou seja, é feita a transição de uma formulação vaga ou incorreta do problema inicial para uma formulação correta e precisa. Quando a raiz do problema é identificada a solução torna-se óbvia ou conclui-se que o problema não pode ser resolvido devido a insuficiente tecnologia ou conhecimento científico (Fey et al., 1997). O principal objetivo deste algoritmo é o de transformar de forma lógica uma situação inicial de um problema em conceitos de solução para o mesmo. Consiste num processo lógico estruturado, que faz evoluir, de forma gradual, um problema complexo para um problema simplificado de mais fácil resolução.

Inicialmente, a ARIZ foi chamada por Altshuller de “Esquema do processo criativo”, ou “método científico de trabalho criativo”, utilizando posteriormente a denominação “metodologia de criatividade”. Durante as várias décadas de existência, a base analítica da TRIZ foi sucessivamente sendo alterada e complementada com novas técnicas e novos efeitos. Atualmente, a versão mais utilizada desta ferramenta designa-se por ARIZ-85c, que contém 85 etapas, no entanto, a versão mais recente já conta com cerca de 100 etapas distintas. Esta versão contém operadores de análise e resolução de problemas técnicos complexos que não poderiam ser resolvidos com a aplicação individual de qualquer outra das ferramentas TRIZ (Fey et al., 1997).

A estrutura da ARIZ apoia-se em dois conceitos fundamentais da metodologia TRIZ: contradição e idealidade. Como um problema tecnológico torna-se um problema inventivo quando pelo menos uma contradição tem de ser resolvida, um programa capaz de resolver problemas inventivos tem de conter sub-rotinas capazes de identificar e resolver essas contradições (Fey et al., 1997).

Um fluxograma simplificado das etapas realizadas pela ferramenta ARIZ encontra-se ilustrado na figura 2.16.

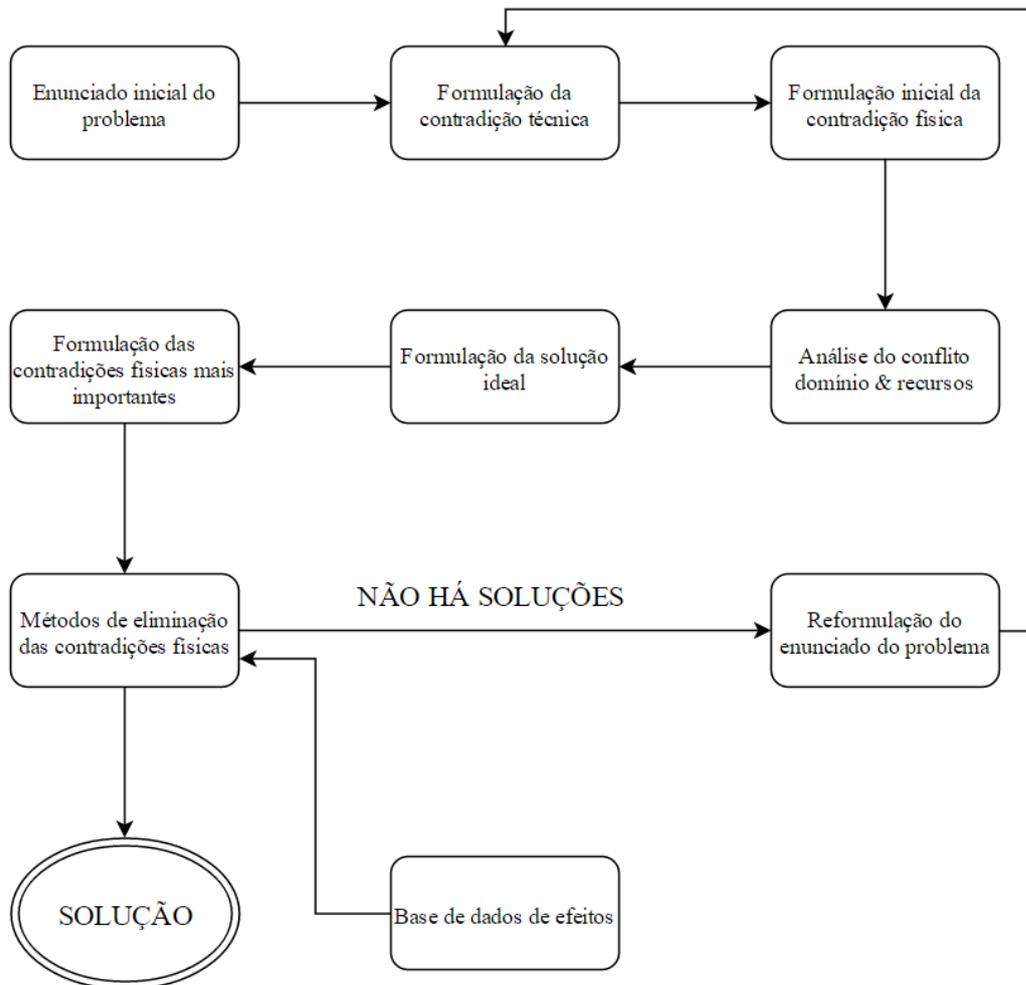


Figura 2.16 - Fluxograma simplificado do ARIZ (Adaptado de Navas, 2015)

Apesar de existirem diversas versões da ARIZ, todas elas têm em comum as cinco etapas seguintes (Navas, 2015):

**Elaboração do enunciado do problema** – O problema deve ser formulado sem recorrer ao uso de termos técnicos, porém deve ser incluído um sistema tecnológico para indicar a finalidade do mesmo e devem ser listadas as principais partes do sistema.

**Formulação das contradições** – É necessário descrever as contradições técnicas com o mínimo de modificações do sistema, para indicar o resultado pretendido.

**Análise de conflitos** – Os elementos em conflito incluem a peça que é o elemento que necessita de ser alterado e a ferramenta que é responsável por essa alteração. Devem ser construídos modelos gráficos para as contradições técnicas, de modo a ilustrar o problema de forma simplificada, recorrendo a ferramentas do TRIZ como é caso da Análise Substância-Campo.

**Métodos de eliminação das contradições** – Nesta etapa, o problema deve ser formulado e os elementos que se encontram em conflito identificados. Se na fase anterior foi empregue a análise substância-campo, em que se têm as 76 soluções-padrão (apresentadas no anexo C), que apoiam na eliminação das contradições existentes, nesta fase pode ser utilizada a matriz das contradições, em que estão contemplados os 40 princípios inventivos que apresentam diversas soluções para a resolução dos problemas existentes.

**Formulação da solução ideal** (ou reformulação do enunciado de problema) – A última fase consiste na formulação do problema em termos de Resultado Final Ideal (RFI), tendo em conta que é considerada uma solução RFI, no caso de se obter uma característica benéfica ou a eliminação de uma característica prejudicial sem a degradação de outras ou a criação de mais efeitos prejudiciais. De seguida o RFI é transformado em contradição física mais pormenorizada e a sua eliminação baseia-se em três princípios:

- Separação temporal das propriedades antagónicas;
- Separação espacial das propriedades antagónicas;
- Separação das propriedades antagónicas por redistribuição das mesmas no interior do sistema.

Finalmente se não for encontrada uma solução é necessário a reformulação do problema e realizar novamente as etapas enunciadas anteriormente.

### 3. Modelo de Kano

A metodologia de Kano ajuda-nos a entender a relação existente entre a realização (ou não) de um requisito do cliente e a satisfação ou insatisfação resultante.

#### 3.1. Evolução Histórica

Kano, ao trabalhar com teorias de ciências sociais desenvolvidas por Frederick Herzberg, concluiu que o desempenho de uma característica de um produto ou serviço não possui uma relação linear com o nível de satisfação que provoca. Apercebeu-se ainda que seria possível agrupar características em classes e que cada classe representava diferentes relações entre o seu desempenho e a satisfação causada. A teoria de Kano, originalmente designada por “*M-H Property of Quality*”, foi publicada em 1979. Como referido anteriormente, a sua teoria tem raízes na “teoria dos dois fatores” (*M-H Theory*) desenvolvida em 1959 por Frederick Herzberg (Berger et al., 1993).

A teoria dos dois fatores foi concebida com o intuito de explicar o modo como os trabalhadores se sentem acerca do seu emprego. Esta teoria baseou-se num conjunto de entrevistas realizadas com diversos profissionais da área industrial de *Pittsburgh*. O seu objetivo era identificar os fatores que causavam satisfação e insatisfação aos empregados no local de trabalho. Para tal, os entrevistados foram questionados acerca daquilo que os agradava ou desagradava nas empresas em que trabalhavam. Herzberg dividiu os resultados das entrevistas em fatores que promovem a satisfação dos empregados, que designou por fatores motivacionais, e fatores que provocam insatisfação, que designou por fatores higiénicos. Herzberg observou que a satisfação e a insatisfação no emprego resultavam de um conjunto de fatores distintos e não apenas de reações opostas aos mesmo conjunto de fatores. Herzberg (1968) sugeriu a existência de dois fatores responsáveis pela satisfação no local de trabalho: fatores motivacionais e fatores higiénicos.

Nesta teoria, os fatores higiénicos são aqueles que necessitam de ser satisfeitos para evitar que o trabalhador fique insatisfeito, no entanto, estes fatores não são capazes de provocar satisfação. Para o Herzberg, o oposto de satisfação não é a insatisfação, mas sim a ausência de satisfação, bem como o oposto de insatisfação não é a satisfação, mas sim a ausência de insatisfação. Por outro lado, os fatores motivacionais, quando presentes, provocam a satisfação dos trabalhadores, no entanto, a sua ausência é inconsequente.

Este contraste entre os dois fatores pode ser ilustrado através de dois eixos independentes (os fatores que provocam satisfação são diferentes dos fatores que provocam insatisfação), de sentido oposto (enquanto a presença dos fatores higiênicos não provoca satisfação adicional e a sua ausência provoca insatisfação, o oposto é verdadeiro para os fatores motivacionais), como pode ser observado na figura 3.1.



Figura 3.1 - Correlação entre os fatores motivacionais/higiênicos e a satisfação no emprego (Adaptado de Berger et al., 1993)

Os **fatores higiênicos** são decididos pela empresa e dizem respeito às condições físicas do ambiente de trabalho, salários, benefícios sociais, políticas da organização, oportunidades de crescimento, etc. Estes fatores são apenas importantes para evitar que os empregados se desmotivem. Herzberg (1968) sugeriu que a presença dos fatores higiênicos irá, eventualmente, evitar insatisfação, mas nunca não irá motivar os trabalhadores a aumentar a sua produtividade.

Os **fatores motivacionais** referem-se ao conteúdo do cargo, às tarefas e às atividades relacionadas com o cargo em si. Incluem liberdade de decidir como executar o trabalho, uso pleno de habilidades pessoais, responsabilidade total pelo trabalho, definição de metas e objetivos relacionados ao trabalho e autoavaliação de desempenho. Ao contrário dos fatores higiênicos, os fatores motivacionais encorajam os empregados a realizar as suas tarefas com empenho. Estes fatores devem ser implementados nas tarefas diárias dos trabalhadores, de forma a que se desenvolva uma motivação intrínseca na realização das mesmas.

Herzberg generalizou esta ideia ao encontrar um paralelismo entre as atitudes no emprego e a saúde mental de pacientes. O autor apercebeu-se que muitos clínicos pensavam que ao resolverem os fatores que provocavam problemas mentais iriam criar saúde mental, no entanto, reparou que esta abordagem não permitia criar crescimento psicológico e autorrealização. Tal situação pode ser representada pelo eixo da figura 3.2.

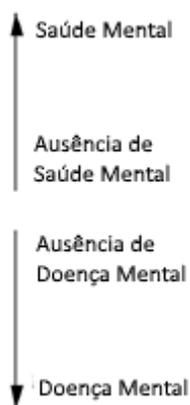


Figura 3.2 - Representação da saúde mental segundo Herzberg (Adaptado de Berger et al., 1993)

A teoria de Kano e a teoria dos dois fatores partilham alguns elementos chave. O eixo de satisfação da teoria de Kano é análogo ao eixo de saúde mental de Herzberg. Na teoria de Kano, os fatores que apenas produzem satisfação são designados por elementos atrativos enquanto na teoria de Herzberg correspondem aos fatores motivacionais. O eixo de insatisfação de Kano é análogo ao eixo de doença mental de Herzberg. Na teoria de Kano os fatores que, pela sua ausência, criam insatisfação designam-se por elementos obrigatórios. Os elementos correspondentes na teoria de Herzberg são os fatores higiênicos. Em ambas as teorias existe uma assimetria entre as partes positivas e negativas dos eixos dos fatores referidos anteriormente. Insatisfação não é o oposto de satisfação. Por exemplo, o cumprimento de um requisito de higiene ou obrigatório não provoca satisfação porque os fatores higiênicos ou obrigatórios são aqueles que, quando cumpridos, apenas evitam insatisfação. A teoria de Kano, no entanto, inclui ainda uma classe adicional de requisitos que se comporta como se os seus eixos positivo e negativo fossem contínuos: fatores unidimensionais. Estes requisitos podem provocar as mais variadas reações desde insatisfação até indiferença e finalmente satisfação, conforme o seu nível de desempenho. Estes fatores não possuem elementos análogos na teoria de Herzberg, uma vez que na teoria dos dois fatores o eixo da saúde mental e o eixo da doença mental encontram-se sempre separados. O corolário da teoria de Kano pode ser que um produto concebido no sentido de cumprir apenas requisitos obrigatórios não seja apelativo ao cliente comum (Berger et al., 1993).

### 3.2. Conceitos Fundamentais

De acordo com Kano (2001), a teoria da qualidade atrativa visa retificar os problemas associados a uma visão unidimensional da qualidade. Embora uma visão unidimensional da qualidade permita explicar o comportamento de alguns dos atributos de qualidade (atributos unidimensionais e inversos), a mesma não é capaz de explicar o comportamento dos restantes,

uma vez que para estes não existe uma relação linear entre o nível de desempenho de um determinado atributo e o nível de satisfação que o mesmo provoca.

De forma a perceber a relação existente entre o nível de desempenho de um determinado atributo de qualidade e o nível de satisfação produzida no cliente, Kano desenvolveu um modelo capaz de estabelecer essas relações.

Kano visualizou os cinco tipos de resposta emocional a um produto ou serviço como curvas de um gráfico, onde o nível de satisfação está representado no eixo das ordenadas e o nível de desempenho de uma característica está representado no eixo das abcissas. Na figura 3.3, podem ser observadas as cinco relações distintas existentes entre o desempenho de uma característica e a consequente satisfação ou insatisfação provocadas.

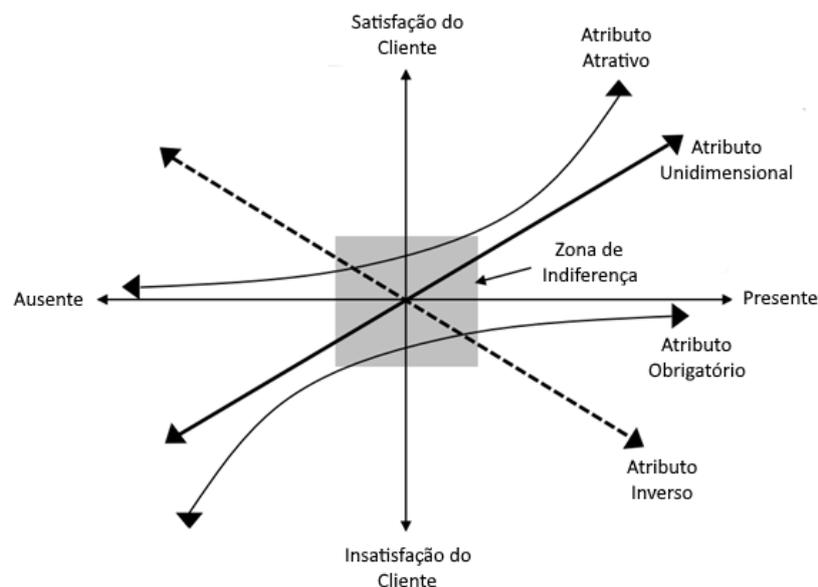


Figura 3.3 - Dimensões de qualidade segundo Kano

### **Atributos Atrativos**

Atributos atrativos provocam satisfação no consumidor quando presentes, no entanto, não causam insatisfação quando ausentes. Estes atributos são inesperados e colmatam necessidades que o consumidor ainda não conhece. Por exemplo, o cliente não fica insatisfeito se a antena do carro não recolhe quando o carro deixa de trabalhar, mas fica satisfeito se o carro possuir esse atributo (Berger et al., 1993). Estes tipos de atributos são normalmente descobertos através de investigação generativa e são fundamentais para fazer um produto sobressair no mercado.

### **Atributos Unidimensionais**

Estes atributos resultam em satisfação quando presentes e em insatisfação quando ausentes, ou seja, existe uma relação linear entre a desempenho e a resposta emocional a um atributo unidimensional. Por exemplo, um automóvel com elevado consumo de gasolina provoca insatisfação enquanto que um baixo consumo de gasolina provoca satisfação.

### **Atributos Obrigatórios**

Estes atributos são tomados como garantidos pelo consumidor e resultam em insatisfação quando estão ausentes. Por exemplo, um carro que tenha um sistema de travagem ineficiente provoca insatisfação, no entanto, um sistema de travagem eficiente não causa qualquer tipo de satisfação adicional. Existe um limite ao benefício da resposta emocional obtida quando se tentam melhorar este tipo de atributos, mas a sua ausência tem um impacto profundo no nível de satisfação do cliente (Berger et al., 1993).

### **Atributos Indiferentes**

A satisfação ou insatisfação dos clientes não se altera com a inclusão destes atributos.

### **Atributos Inversos**

As inclusões destes atributos negam os efeitos positivos gerados pelos atributos atrativos e unidimensionais. Por exemplo, alguns clientes preferem a versão base de um produto face a uma versão mais elaborada do mesmo (Gustafsson, 1998).

Além da criação do conceito, Kano também estabeleceu uma metodologia para a aplicação do mesmo.

## **3.3. Modelo de Kano Original**

Utilizando um questionário específico, Kano et al. (1984) classificaram cada um dos atributos de um produto ou serviço como uma de cinco dimensões de qualidade: 1)Atrativa; 2) Unidimensional; 3) Obrigatória; 4) Indiferente ou 5) Inversa. O questionário é composto por pares de questões relativamente aos requisitos de cliente, uma questão na sua forma funcional e a outra na sua forma disfuncional (Kano et al., 1984; Berger et al., 1993):

- Como se sente se o atributo X estiver presente no produto? (Forma funcional da questão);
- Como se sente se o atributo X não estiver presente no produto? (Forma disfuncional da questão).

Kano et al. (1984) desenvolveu uma tabela que permite aos investigadores a categorização dos atributos com base nas respostas ao questionário. Finalmente, após a categorização das respostas individuais, é realizada a classificação global de cada um dos atributos através da comparação das proporções de clientes que classificam um atributo específico como uma determinada dimensão da qualidade.

A figura 3.4 ilustra este processo.

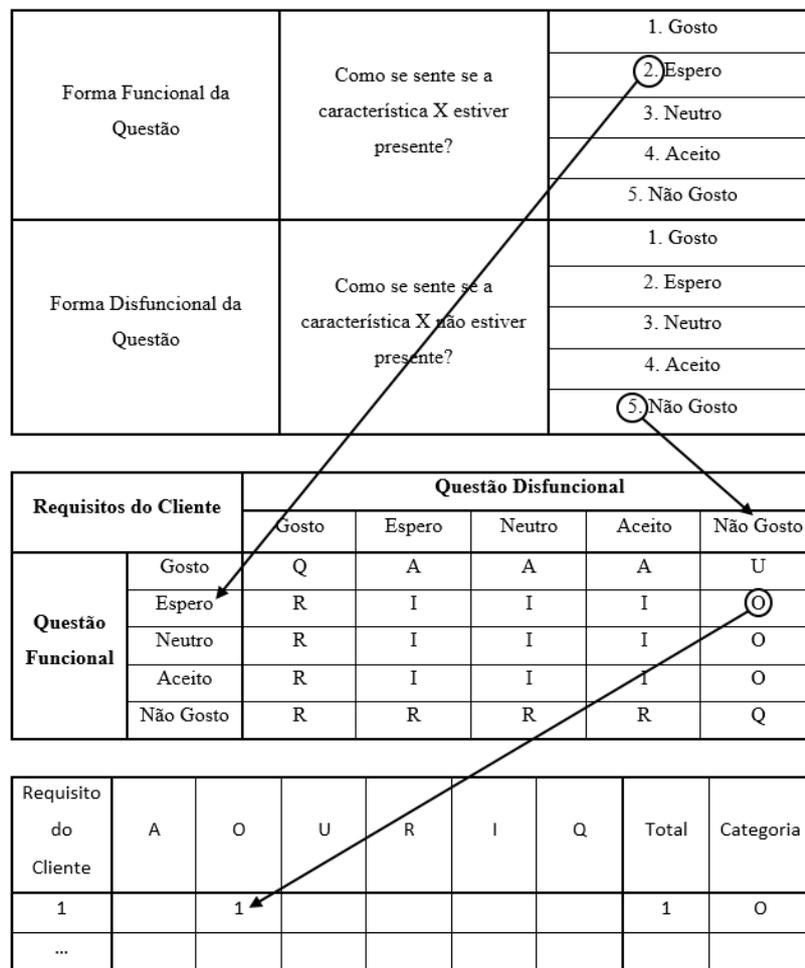


Figura 3.4 – Processo de avaliação dos requisitos do cliente (adaptada de Wittell e Löfgren, 2007)

## **3.4. Alterações ao Método de Kano Original**

A metodologia de Kano foi alvo de diversas interpretações e modificações ao longo dos anos. Estas alterações incluem vários aspetos tanto metodológicos como teóricos, entre eles:

- Número e nomenclatura das dimensões de qualidade;
- Modo de formulação das questões e número de opções de resposta;
- Interpretação e avaliação das respostas aos questionários;
- Utilização conjunta com outras metodologias.

### **3.4.1. Número e Nomenclatura das Dimensões de Qualidade**

A modificação mais comum relativamente às dimensões de qualidade tem sido a redução do número de dimensões de qualidade de cinco para três. Por outro lado, Yang (2005) utilizou oito dimensões de qualidade. Este autor classificou os atributos de qualidade como atrativos, unidimensionais, obrigatórios e indiferentes. Posteriormente dividiu cada uma dessas dimensões em duas subcategorias com base na sua importância específica. Por exemplo, usando a terminologia de Yang (2005), um atributo atrativo pode ser classificado como “muito atrativo” ou “pouco atrativo” e um atributo unidimensional pode ser classificado como atributo que adiciona bastante valor ou um atributo que adiciona pouco valor (Löfgren & Witell, 2008).

Outra modificação comum tem sido a alteração da nomenclatura das dimensões de qualidade. Um exemplo desta modificação foi dado por Tian (2002), que usou os termos “necessidades básicas”, “atributos que satisfazem” e “atributos que excitam” ao invés de atributos obrigatórios, atributos unidimensionais e atributos atrativos, respetivamente (Löfgren & Witell, 2008).

### **3.4.2. Número de Opções de Resposta e Modo de Formulação das Questões**

Tanto o número de opções de resposta bem como o modo como as mesmas são formuladas têm sido alvo de alterações relativamente ao modelo original. Vários estudos têm sido feitos com o intuito de analisar os efeitos dessas alterações.

Kano (2001) sugeriu o uso do par de questões com três alternativas de resposta cada (satisfeito, neutro e insatisfeito), ao invés das 5 alternativas, afirmando que as mesmas são suficientes para interpretar a teoria da qualidade atrativa satisfatoriamente. Uma das vantagens deste tipo de questionário é a facilidade em completar o mesmo e processar os resultados obtidos (Löfgren & Witell, 2008).

Com o objetivo de investigar as implicações desta mudança, Wittell e Löfgren (2007) comparam os resultados obtidos pelo questionário de três questões com os resultados obtidos pelo questionário de cinco questões para nove atributos de qualidade. Os atributos que tinham sido classificados como atrativos ou obrigatórios no questionário de cinco alternativas tinham tendência a ser classificados como unidimensionais no questionário de três alternativas. Uma das possíveis interpretações desta situação reside no facto do questionário de cinco alternativas produzir mais relações não lineares entre o desempenho de um determinado atributo e satisfação que o mesmo provoca, enquanto que o questionário de três alternativas produz mais relações lineares entre as mesmas. Assim, os autores recomendam a utilização do questionário de cinco alternativas (Löfgren & Witell, 2008).

Com o intuito de melhorar a metodologia original, diversos investigadores modificaram o modo de formulação das questões e concluíram que o modelo de Kano é logicamente válido para a avaliação dos sentimentos do cliente relativamente a um determinado produto ou serviço se o conceito de realização de um requisito de cliente estiver claramente definido. No entanto, podem surgir problemas se a definição de realização ou não realização for imprecisa (Mikulić et al., 2011).

Assim, para perceberem o impacto que, o modo como a realização de uma característica é definido tem na classificação dos atributos, Mikulić et al. (2011) efetuaram um inquérito acerca de um serviço bancário online como uma das características da abertura de uma conta bancária. Para tal, dois conjuntos de perguntas foram feitas a uma amostra de 129 estudantes. O primeiro conjunto de perguntas referiam-se à presença/ausência desta característica:

- Questão Funcional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se tivesse a opção de o fazer online?”
- Questão Disfuncional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se não tivesse a opção de o fazer online?”

O segundo conjunto de perguntas referiam-se ao desempenho da característica:

- Questão Funcional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se a opção de o fazer online funciona-se muito bem?”
- Questão Disfuncional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se a opção de o fazer online funciona-se muito mal?”

Os autores constataram que os resultados variavam significativamente dependendo do modo como a realização de uma característica fosse interpretada. Quando a realização foi interpretada em termos de presença/ausência de um determinado atributo, a opção de abrir uma conta bancária online foi considerada como um elemento atrativo, no entanto, quando foi interpretada em termos de desempenho, foi classificada como um elemento obrigatório.

Mikulić et al. (2011) concluíram que o fator chave na determinação da dimensão de qualidade de um atributo não é o seu desempenho, mas sim a presença dos benefícios aquando da presença de uma determinada característica. Assim, de forma a aumentar a fiabilidade do modelo de Kano, as questões devem ser realizadas com o intuito de obter as respostas do cliente relativamente à presença/ausência dos benefícios/prejuízos provocados pela introdução de um atributo. Usando o exemplo do serviço bancário online, os autores sugeriram a seguinte forma de formular questões:

- Questão Funcional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se tivesse a opção de gerir as suas transações através do seu telemóvel?”
- Questão disfuncional: “Na abertura de uma nova conta bancária, como se sentiria se não tivesse a opção de gerir as suas transações através do seu telemóvel?”

### **3.4.3. Interpretação e Avaliação das Respostas aos Questionários**

Kano (1984) desenvolveu uma tabela de avaliação (Tabela 3.1) cuja função é a classificação dos atributos de qualidade com base nas respostas aos pares de questões acerca dos requisitos do cliente.

Tabela 3.1 - Tabela de avaliação original do modelo de Kano

Requisitos do Cliente		Questão Disfuncional				
		Gosto	Espero	Neutro	Aceito	Não Gosto
Questão Funcional	Gosto	Q	A	A	A	U
	Espero	R	I	I	I	O
	Neutro	R	I	I	I	O
	Aceito	R	I	I	I	O
	Não Gosto	R	R	R	R	Q

A tabela de avaliação obedece à lógica ilustrada pelo fluxograma representado na figura 3.5.

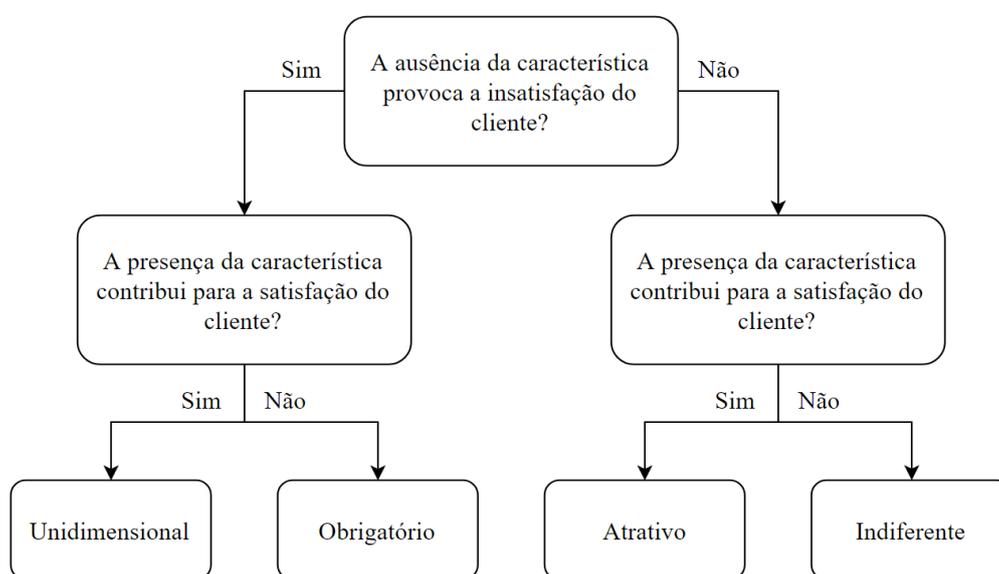


Figura 3.5 - Fluxograma representativo da lógica a que obedece a tabela de avaliação do modelo de Kano

Diversos autores realizaram comparações empíricas entre diferentes métodos para a classificação de atributos de qualidade.

Berger et al. (1993) modificaram as células 2-2 e 4-4 da tabela de avaliação de Kano de “Indiferente” para “Questionável”. Os autores fizeram esta mudança uma vez que, segundo os mesmos, um atributo classificado como obrigatório na questão funcional não pode ser simultaneamente classificado como obrigatório na questão disfuncional. A utilização desta tabela modificada tem como consequência a classificação de menos atributos como indiferentes (Löfgren & Witell, 2008).

Lee e Newcomb (1997) também modificaram a tabela de avaliação do modelo original modificando três células para questionável (1-2, 2-1, 2-2). Desta forma, menos atributos serão classificados como atrativos, indiferentes ou inversos (Löfgren & Witell, 2008).

Por forma a perceber o impacto destas alterações à tabela de avaliação, Löfgren e Witell (2005) reportaram uma investigação empírica em que 24 atributos de qualidade foram avaliados com recurso às três tabelas de avaliação referidas anteriormente e chegaram à conclusão que os resultados não são significativamente sensíveis ao uso de diferentes tabelas (Löfgren & Witell, 2008).

O modo tradicional de decisão relativamente à classificação de um atributo de qualidade é estatístico, ou seja, o atributo de qualidade é classificado com base na maior proporção de respostas obtidas por parte dos participantes no inquérito. No entanto, este método só é viável quando uma particular dimensão de qualidade é dominante na classificação de um atributo. Em contraste, quando as diferenças estatísticas entre duas ou mais dimensões de qualidade se tornam menores, os resultados das classificações são mais incertos. Em determinadas situações, tais incertezas podem ser aceitáveis, no entanto, quando decisões importantes dependem destas classificações, é necessária uma fundação estatística mais sólida. Lee e Newcomb (1997), Fundin e Nilsson (2003), Löfgren e Witell (2005) e Nilsson-Witell e Fundin (2005) recorreram a *t-tests* para compararem as proporções de clientes que classificaram um atributo como uma determinada dimensão de qualidade, aumentando assim o rigor e fiabilidade deste método (Löfgren & Witell, 2008).

Berger et al. (1993) introduziram a possibilidade do cálculo de médias para o “Coeficiente de Satisfação” e “Coeficiente de Insatisfação” de forma a complementar a classificação das dimensões de qualidade.

Para o cálculo dessas médias recorre-se às expressões seguintes:

$$\text{Coeficiente de Satisfação (CS)} = \frac{A + U}{A + U + O + I} \quad (\text{Equação 2.1})$$

$$\text{Coeficiente de Insatisfação (CI)} = \frac{U + O}{A + U + O + I} \quad (\text{Equação 2.2})$$

De acordo com Berger et al. (1993), estas médias indicam se a satisfação do cliente pode ser aumentada com a realização de um certo requisito (Coeficiente de Satisfação) ou se a realização desse mesmo requisito apenas evita a insatisfação do cliente (Coeficiente de Insatisfação). Apresentar estes índices num diagrama “CS-CI” tem-se revelado uma ajuda preciosa na visão global dos resultados (Löfgren & Witell, 2008).

#### **3.4.4. Utilização Conjunta com Outras Metodologias**

Uma das desvantagens do modelo de Kano é o facto do mesmo não permitir avaliar o impacto que um atributo de qualidade tem na apreciação de um produto ou serviço como um todo. Por exemplo, a metodologia desenvolvida por Kano é capaz de revelar que um atributo tem um maior potencial para criar satisfação do que insatisfação (atributo atrativo), mas é incapaz de revelar a importância do mesmo para a avaliação global do produto por parte do cliente. Assim, muitas empresas usam um questionário de *self-stated importance* em conjunto com o questionário de Kano, pois este permite às empresas perceber a importância relativa de cada um dos requisitos para a apreciação global do produto/serviço por parte do cliente.

Na construção deste questionário deve ser feita a pergunta “Quão importante é a inclusão do requisito X” para cada um dos requisitos incluídos no questionário de Kano, numa escala de cinco pontos que vai desde “Sem importância” até “Extremamente importante”.

O *Quality Function Deployment* (QFD) é outra metodologia que tem sido utilizada em conjunto com o modelo de Kano. A combinação destas duas metodologias tem sido utilizada na hierarquização dos requisitos de cliente na casa da qualidade e no ajuste da sua taxa de melhoria.

### **3.5. Ciclos de Vida dos Atributos de Qualidade**

Vários estudos têm sido realizados relativamente à dinâmica das dimensões de qualidade durante o ciclo de vida de um produto ou serviço. Diversos autores sugerem que as percepções dos clientes em relação a um produto/serviço, variam com o tempo. Um dos exemplos que suporta esta teoria é o facto de existirem atributos que, quando introduzidos no mercado, podem ser considerados únicos e atrativos, e que, com o passar do tempo, tornam-se comuns e expectáveis.

Segundo Kano (2001) existem três tipos de ciclos de vida para atributos de qualidade:

- Bem sucedidos;
- Sabor do mês;
- Estáveis.

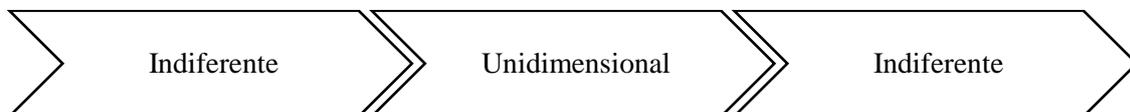
Kano (2001) afirmou que atributos de qualidade de sucesso seguem um ciclo de vida tal como aquele que está representado na figura 3.6:



*Figura 3.6 - Ciclo de vida de atributos de qualidade bem sucedidos (adaptado de Löfgren et al., 2011)*

Um dos exemplos que Kano deu para ilustrar o ciclo de vida de um atributo de qualidade de sucesso foi o do controlo remoto da televisão. Ao investigar a percepção dos mesmos recorrendo a questionário realizados em 1983, 1989 e 1998, Kano concluiu que o controlo remoto era um atributo atrativo em 1983, unidimensional em 1989 e obrigatório em 1998 (Löfgren et al., 2011).

Por outro lado, Nilsson-Witell e Fundin (2005) demonstraram que um determinado serviço eletrónico era considerado um atributo indiferente antes de se tornar atrativo (Löfgren et al., 2011). A evolução deste atributo representa um ciclo de vida tipo “sabor do mês” e segue o tipo de trajetória representado na figura 3.7:



*Figura 3.7 - Ciclo de vida de atributos de qualidade “sabor do mês” (adaptado de Löfgren et al., 2011)*

Alguns atributos parecem ter um ciclo de vida com duração diferente dos restantes atributos, ou seja, não são tão suscetíveis a mudanças na classificação das suas dimensões de qualidade com o passar do tempo. Um exemplo é a fiabilidade de um televisor que se manteve um atributo obrigatório por mais de quinze anos (Kano, 2001). A figura 3.8 representa essa situação.

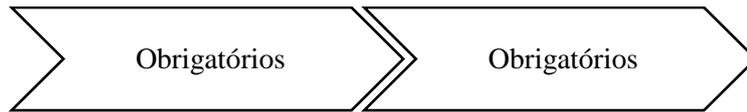


Figura 3.8 - Ciclo de vida de atributos de qualidade estáveis (adaptado de Löfgren et al., 2011)

Em contraste, uma elevada proporção de clientes considerou um serviço online para uma bilheteira de cinema como um atributo unidimensional ou obrigatório depois de apenas cinco utilizações do serviço (Löfgren & Witell, 2008).

### 3.6. Benefícios da Utilização do Modelo de Kano

Os benefícios da utilização do modelo de Kano podem ser sumarizados pelos seguintes aspetos (Bilgili et al., 2011):

- Estabelecimento de prioridades durante o desenvolvimento do produto ou serviço. Por exemplo, não há grandes benefícios na melhoria de requisitos obrigatórios que se encontram a um nível satisfatório, sendo por isso preferível melhorar requisitos unidimensionais ou atrativos pois estes têm um maior impacto na perceção da qualidade do produto ou serviço por parte do cliente e conseqüentemente no seu grau de satisfação.
- Os requisitos do consumidor são melhor entendidos. O processo de classificação dos requisitos do consumidor permite perceber quais as características que mais influenciam, positiva ou negativamente, a satisfação do cliente.
- Facilidade da sua combinação com outras metodologias que visem a satisfação do cliente (metodologias centradas no cliente).
- É de extrema utilidade em situações de *trade-off* durante a fase de desenvolvimento do produto. Se dois requisitos não podem ser realizados simultaneamente por razões técnicas ou financeiras é importante perceber o tipo de valor que cada um deles tem para o consumidor.
- As dimensões a que pertencem os requisitos do cliente variam consoante o segmento de mercado. Assim, é possível criar soluções que se adaptem a cada um dos segmentos de mercado o que garante a satisfação de todo o tipo de clientes.

- Descobrir e realizar requisitos atrativos permite a diferenciação do produto no mercado. Um produto em que apenas se procura satisfazer requisitos unidimensionais e obrigatórios tem dificuldade em impor-se face a produtos semelhantes.
- Relativamente a outros métodos, o modelo de Kano permite a avaliação de características de um produto ou serviço sem que o mesmo tenha tido qualquer experiência com as mesmas e não existem limitações técnicas relativamente ao número de atributos que podem ser analisados.



## **4. *Quality Function Deployment* (QFD)**

Os produtos devem ser projetados no sentido de assegurarem a melhor qualidade possível e facilitarem o seu fabrico e montagem, num curto espaço de tempo, com custo reduzido. O objetivo de um projeto de engenharia é o de produzir sistemas ou produtos de elevada qualidade, num determinado espaço de tempo.

A qualidade é um termo abstrato, muitas vezes definido como o nível a que os clientes acreditam que as necessidades e expectativas foram satisfeitas por um determinado produto. Uma das metodologias para o melhoramento de produtos e processos é o *Quality Function Deployment* (QFD).

O QFD é uma metodologia de projeto que visa a implementação da “voz do cliente” durante todas as fases do processo de desenvolvimento de um produto ou serviço. É normalmente levada a cabo por uma equipa multidisciplinar que cria e preenche uma série de uma ou mais matrizes que formam a “casa da qualidade”. Quando completada, estas matrizes relacionam as necessidades e desejos do cliente (“voz do cliente”) com as características técnicas do produto e quantificam, de acordo com uma determinada escala, essa mesma relação. A informação contida nessa matriz pode então ser usada na identificação e hierarquização das características do produto (Hauser et al., 1998).

### **4.1. Evolução Histórica do QFD**

O QFD foi desenvolvido no início dos anos 70 numa empresa de construção naval japonesa. O seu objetivo era criar um método sistemático de lidar com as inúmeras complexidades e decisões de *trade off* associadas aos projetos de engenharia. Após um número considerável de estudos e melhoramentos realizados por académicos japoneses, começou a ser utilizado na indústria automóvel japonesa tendo mais tarde migrado para a indústria automóvel americana em meados dos anos 80 (Hauser et al., 1998).

A Toyota tem usado esta técnica desde 1977. Desde essa altura reportou uma redução de 20% do investimento inicial do lançamento de um novo automóvel em 1979, uma redução de 38% em 1982 e uma redução cumulativa de 61% em 1984. Durante este período, o ciclo de desenvolvimento de um produto foi reduzido para dois terços simultaneamente com um aumento da qualidade, sendo a redução da quantidade de mudanças durante o desenvolvimento do projeto,

apontado como o principal fator. Nos dias de hoje é usado nas mais diversas áreas da indústria com elevados índices de sucesso (Hauser et al., 1998).

## **4.2. Introdução à Metodologia QFD**

Existem diferentes métodos para a aplicação do QFD e raramente duas equipas diferentes chegam às mesmas conclusões. Um dos maiores debates acerca desta metodologia está relacionada com a quantidade de matrizes necessárias para se atingirem os objetivos, com vários dos seus utilizadores a argumentar que a maioria da informação necessária advém da primeira matriz.

Sabe-se que os clientes escolhem produtos com base na capacidade que os mesmos têm de satisfazer as suas necessidades e desejos.

A construção da casa da qualidade começa com o levantamento das necessidades e desejos do cliente (“voz do cliente”). Nem todas as necessidades têm a mesma importância. Os clientes preferem a inclusão de determinadas características num produto ou serviço, mesmo que isso signifique a ausência de outras. A “voz do cliente” não define apenas as necessidades do cliente, também quantifica a sua importância para o mesmo (Hauser et al., 1998).

## **4.3. Casa da Qualidade**

A casa da qualidade para o planeamento de produtos é uma representação gráfica sistemática da informação de projeto de um produto organizada segundo uma série de matrizes. A casa da qualidade para o planeamento é um sumário ilustrativo da informação de um produto.

O verdadeiro valor da casa da qualidade não se encontra no diagrama, mas sim na tomada de decisões em grupo, que requerem que um conjunto de elementos de diferentes áreas cheguem a uma conclusão entre si acerca de um problema de projeto.

A casa da qualidade apresentada na figura 4.1, estrutura de forma sistemática a seguinte informação (Akao, 1990):

1. Requisitos do Cliente;
2. Classificação da importância dos requisitos de cliente;

3. Especificações do produto;
4. Matriz representativa da interação entre os requisitos do cliente e as especificações do produto;
5. Percepção do cliente (avaliação da concorrência);
6. Avaliação da dificuldade técnica da implementação das especificações do produto;
7. Valores objetivos para o desempenho das especificações do produto;
8. Matriz das correlações.

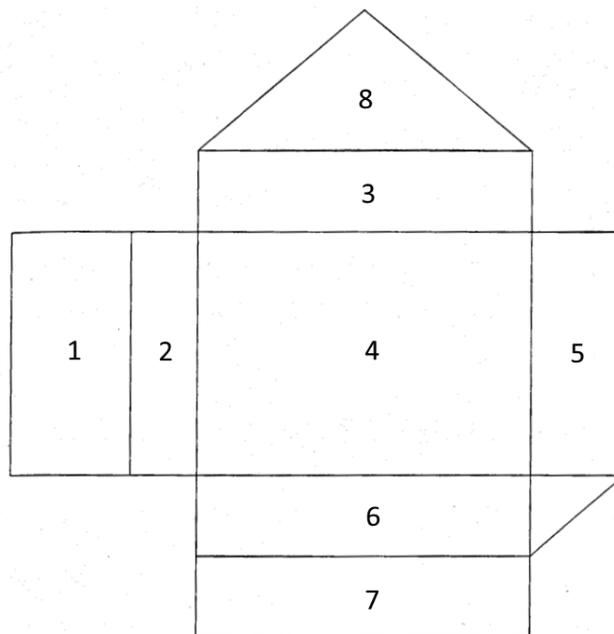


Figura 4.1 - Casa da qualidade (adaptada de Akao,1990)

#### 4.4. Cascata de Casas da Qualidade

A casa de qualidade para o planeamento do produto é a primeira de quatro casas que pode ser construída. De modo a implementar qualidade em todas as áreas da organização é necessário implementar os elementos responsáveis pelo projeto de componentes, planeamento do processo de fabrico e produção.

O QFD é uma metodologia sistemática que inclui todas as casas da qualidade. De acordo com a figura 4.2, a casa da qualidade para o planeamento do produto relaciona os requisitos do cliente com as especificações do produto. De seguida, a casa da qualidade de projeto de componentes relaciona as especificações de produto com as características dos componentes. A casa da

qualidade de planeamento de processos é usada para determinar as características de processos com base nas características dos componentes. Finalmente, a casa da qualidade do planeamento da produção relaciona as características de processo com as variáveis de controlo. Depois de todas as etapas anteriores se encontrarem realizadas é possível desenvolver uma “cascata” de casas da qualidade que produzam uma sequência lógica de especificações de produto, características dos componentes, parâmetros de processo e características de produção (Akao, 1990).

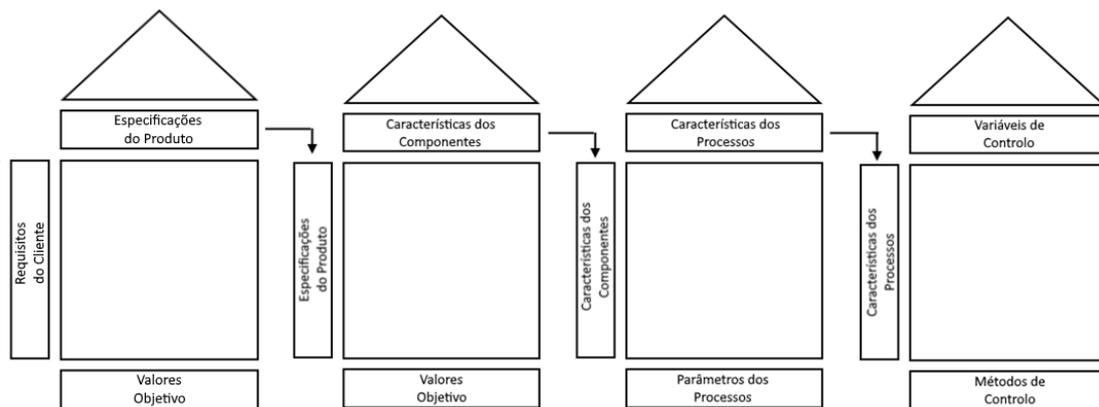


Figura 4.2 - Cascata de casas da qualidade (adaptada de Akao,1990)

## 4.5. Benefícios da Utilização do QFD

A utilização do QFD traz bastantes benefícios às organizações que estejam dispostas a aceitar o estudo e treino necessários para a sua implementação. Os benefícios da utilização do QFD podem ser sumarizados pelos seguintes aspetos (Griffin et al., 1993):

- Possibilita à equipa de engenheiros hierarquizar as diferentes atividades a realizar de forma sistemática e analítica, colocando o cliente como figura central do processo;
- Tira proveito do conceito de “engenharia concorrente”, permitindo a colaboração organizada de todos os elementos da equipa de modo a criar uma visão única para o produto final;
- Permite a documentação do processo criativo, facilitando assim o entendimento do porquê de determinadas decisões terem sido tomadas no passado;
- Normalmente resulta numa hierarquização diferente daquela que seria espetável de acordo com o senso comum e do que é esperado pela maioria das empresas;

## **5. Modelo de Utilização Conjunta da TRIZ, Modelo de Kano e QFD**

Este capítulo apresenta um modelo teórico que combina o modelo de Kano, a TRIZ e o QFD e que pode ser aplicado tanto a sistemas técnicos como organizacionais. Este modelo apresenta dois ramos principais, um para a melhoria de produtos/serviços já existentes e outro para o desenvolvimento de novos produtos/serviços.

No caso de necessidade de melhoria de um produto/serviço, este modelo centra-se essencialmente nas diversas ferramentas da TRIZ na tentativa de encontrar soluções satisfatórias. Apenas na eventualidade de não serem encontradas soluções ideais é que é aplicado o modelo de Kano em conjunto com a TRIZ e o QFD.

Neste modelo apenas a primeira casa da qualidade da cascata de casas da qualidade é apresentada em detalhe, uma vez que, esta é a fase em que as três metodologias podem ser utilizadas de forma complementar.

A figura 5.1 apresenta o fluxograma representativo do modelo.

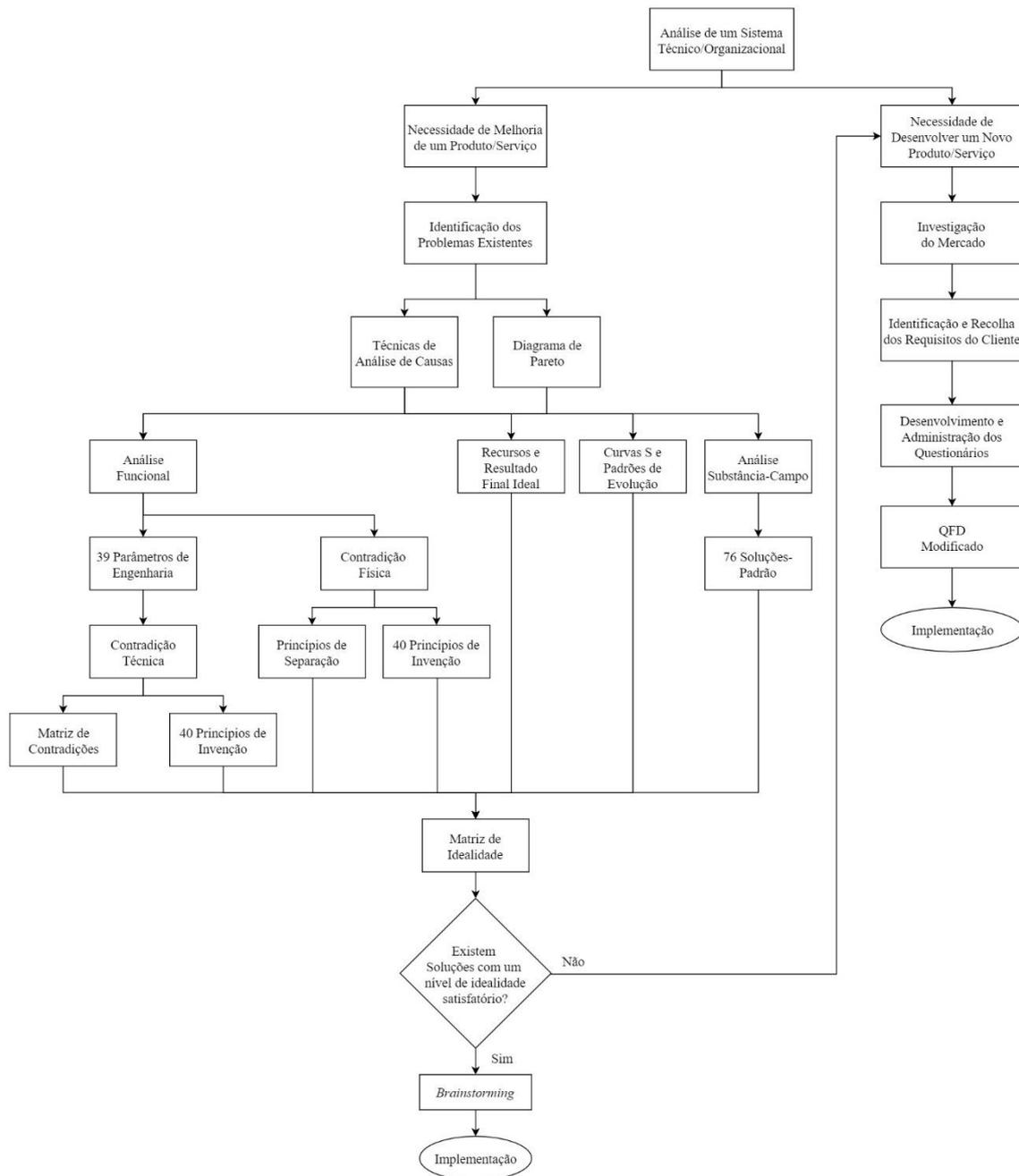


Figura 5.1 - Modelo Teórico de utilização conjunta da TRIZ, modelo de Kano e QFD

A primeira etapa desta metodologia consiste na análise do sistema técnico/organizacional em questão com o objetivo de identificar o tipo de necessidade existente. É necessária a melhoria de um produto ou serviço já existente ou é necessário contruir um de raiz? A resposta a esta questão permite a escolha do ramo do fluxograma apropriado.

## 5.1. Necessidade de Melhoria de um Produto/Serviço

Neste ramo do fluxograma, ilustrado pela figura 5.2, são usadas, maioritariamente, ferramentas da TRIZ na tentativa de melhorar o nível de idealidade do sistema.

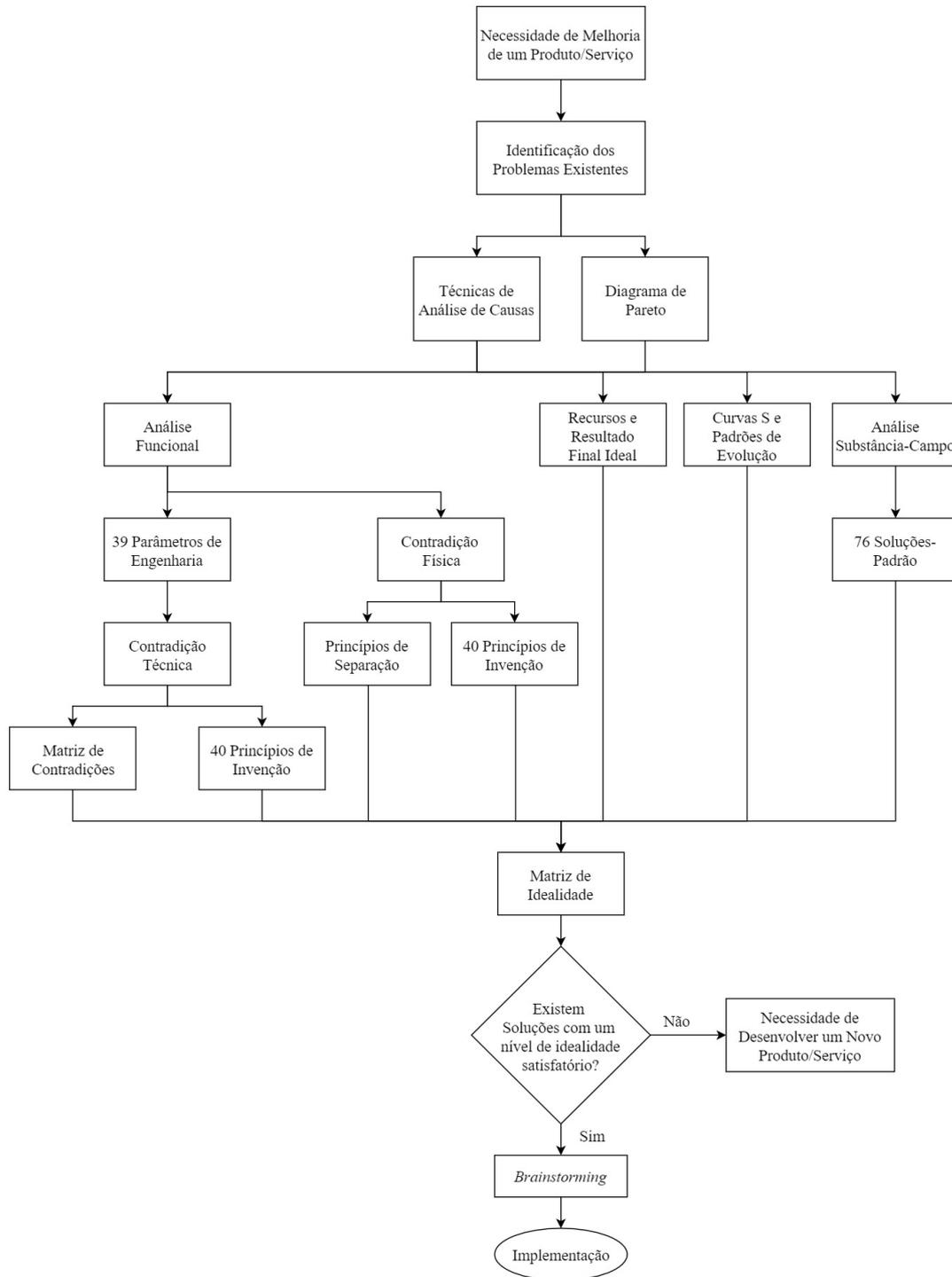


Figura 5.2 - Necessidade de melhoria de um produto/serviço já existente

Inicialmente, é necessário identificar os problemas específicos existentes. Após a recolha desta informação faz-se uma triagem de forma a identificar quais os problemas realmente importantes. O diagrama de Pareto pode revelar-se uma ferramenta importante nesta fase, uma vez que permite definir prioridades na resolução dos problemas encontrados. O princípio de Pareto estabelece que, na grande maioria das situações, 20% dos problemas são responsáveis por 80 % dos prejuízos. O diagrama de Pareto é um diagrama de barras que ordena as frequências das ocorrências em ordem decrescente e permite identificar a classe em que cada um dos problemas se insere. Uma vez definidos os problemas mais significativos, devem ser utilizadas técnicas de análise de causas como o método dos cinco porquês e o diagrama de espinha de peixe de modo a perceber se os problemas identificados anteriormente representam a origem ou são causados por outros problemas. Deve ser feita ainda uma análise das limitações do sistema e dos elementos a ser melhorados.

A fase seguinte do processo corresponde à modelação do problema na sua forma conceptual. Uma vez identificados, os problemas devem ser descritos e formulados com recurso a ferramentas da TRIZ como a análise funcional e análise substância-campo. As curvas S devem ser estabelecidas, o resultado final ideal deve ser identificado e deve ser feita uma análise aos recursos disponíveis para a resolução dos problemas identificados. Estas ferramentas e conceitos ajudam a entender os problemas de uma forma clara e a identificar conflitos e contradições com precisão.

Conhecidos os problemas na sua forma conceptual é agora possível passar à sua resolução através das ferramentas da TRIZ. Conforme o tipo de contradição existente, o fluxograma indica a ferramenta apropriada em cada situação, dependendo do método de formulação do problema.

Finalmente, as soluções conceptuais obtidas devem ser analisadas quanto ao seu nível de idealidade, através da construção da matriz de idealidade e conseqüente cálculo do nível de idealidade, no sentido de perceber se alguma delas se encontra suficientemente próxima resultado final ideal previamente estabelecido. Se existir pelo menos uma solução satisfatória pode-se passar à sua implementação. Assim, conhecida a solução conceptual, esta deve ser adaptada ao problema em questão, através de uma sessão de *brainstorming*, para que se possa obter uma solução específica para a resolução desse mesmo problema.

Se nenhuma das soluções encontradas for satisfatória, é necessário desenvolver um novo produto/serviço de raiz de forma a encontrar uma solução realmente satisfatória.

## 5.2. Necessidade de Desenvolver um Novo Produto/Serviço

O fluxograma da figura 5.3 ilustra o procedimento neste ramo do modelo.

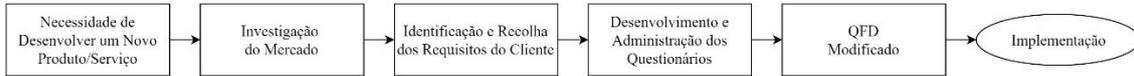


Figura 5.3 - Necessidade de desenvolver um novo produto/serviço

### 5.2.1. Investigação do Mercado

A primeira etapa neste ramo do fluxograma está relacionada com a investigação do mercado. Sendo esta uma metodologia orientada para o cliente, é importante perceber quais as suas necessidades e desejos.

A investigação do mercado é uma importante ferramenta usada pelas organizações no sentido de averiguar e responder a questões acerca das necessidades e expectativas dos seus clientes. Este processo requer uma recolha de dados proveniente dos elementos corretos, bem como uma interpretação acertada e precisa dos resultados. É importante entender as experiências dos clientes, uma vez que as mesmas têm um impacto profundo no seu comportamento. Uma boa compreensão das experiências dos clientes permite à organização perceber o modo como estas podem afetar a relação dos clientes com determinados produtos ou serviços (Bont et al., 2007).

#### Definição do Público Alvo

Uma investigação profunda e cuidada é fundamental na identificação do grupo de clientes alvo. A seleção e posterior comunicação com o público alvo de um determinado produto ou serviço permite estabelecer uma “ponte” entre o cliente e a organização. Assim, as empresas podem perceber os seus clientes mais detalhadamente, uma vez que a informação obtida é mais relevante quando é proveniente do público alvo (Dibb et al., 1996). De acordo com Kotler (2012), a definição do público alvo tem como objetivo a identificação de um conjunto bem estabelecido de clientes que a organização pretende satisfazer.

Após a definição do público alvo, é necessário definir o perfil e a cadeia do cliente para que se possam recolher informações acerca dos seus elementos.

## **Perfil e Cadeia do Cliente**

De forma a uma organização se manter competitiva no mercado, esta deve ser capaz de vender os seus produtos ou serviços. Tal só pode ser alcançado se o desenvolvimento dos produtos ou serviços for feito com base nas necessidades e desejos do cliente, ou seja, a satisfação do cliente só pode ser alcançada se os requisitos do cliente forem cumpridos. O conhecimento dos requisitos do cliente é fundamental, uma vez que o mesmo pode ajudar a entender o modo como os clientes definem a qualidade de um produto/serviço (Roberts, 2007).

Anteriormente à recolha dos requisitos do cliente é necessário definir três aspetos distintos: - Quem é o nosso cliente; - Qual é a cadeia do cliente; - Como obter os requisitos do cliente.

Sendo o cliente o elemento central da organização, é importante perceber quem é o mesmo. Não é suficiente, na maioria das situações, considerar como clientes apenas quem comprou o produto. Devem-se considerar como clientes da organização todos aqueles que: - Compraram o nosso produto; - Compraram o produto da concorrência; - Pertencem à organização.

### Tipos de Clientes

Existem dois tipos de clientes: os **internos** (elementos internos da organização, ou seja, todos os intervenientes desde a fase de projeto até à fase de fabrico) e os **externos** (elementos externos à organização, ou seja, todos os intervenientes desde os distribuidores até ao consumidor final). A satisfação do cliente externo deve ser sempre o objetivo das metodologias que, como esta, têm o cliente como elemento central da sua organização. Assim, os requisitos dos clientes internos (requisitos técnicos e regulamentares) devem ser sempre colocados em segundo plano e deve ser feito um esforço no sentido de que estes não interfiram com os requisitos dos clientes externos. A organização deve sempre tentar satisfazer, em primeiro lugar, o cliente externo e só depois resolver os problemas dos clientes internos associados.

### Definição da cadeia do cliente

Um produto ou serviço, na maioria das situações, pode ter mais do que um cliente. É importante definir a cadeia do cliente de forma a conhecer todos os seus elementos, incluindo aqueles que participam na sua conceção, os que o distribuem e finalmente o consumidor final, e poder tomar decisões que satisfaçam as diferentes exigências de cada um desses elementos.

## **5.2.2. Identificação e Recolha dos Requisitos do Cliente**

### **Seleção da Amostra**

A seleção da amostra assume elevada importância, uma vez que a informação obtida a partir da mesma vai representar a visão de todos os elementos do público alvo. Assim, a escolha de um grupo que se ajuste ao objetivo do estudo e que seja capaz de fornecer informação pertinente acerca do assunto em questão é essencial (Thompson, 2012).

Existem dois tipos de amostragem: probabilista e não probabilística. A utilização de ambos os modelos tem vantagens e desvantagens e a escolha do modelo apropriado depende do objetivo do estudo e das suas singularidades. A amostragem probabilística ou aleatória representa a seleção de uma população sem conhecimento prévio da mesma. Assim, neste modelo, todos os elementos da público alvo têm as mesmas hipóteses de serem selecionados. A amostragem não probabilística representa a seleção de uma população pela qual haja interesse e que esteja diretamente ligada ao assunto em questão. É necessário cuidado na escolha da amostra uma vez que esta se pode revelar tendenciosa. Uma amostragem tendenciosa pode ser entendida como a escolha de uma amostra que não representa de forma eficaz o grupo alvo e pode ocorrer quando essa mesma amostra não é escolhida de forma aleatória (Thompson, 2012).

Na seleção da amostra para a recolha dos requisitos do cliente é necessário garantir que estejam presentes elementos de todos os elos da cadeia do cliente, uma vez que os clientes internos não os elementos mais indicados para identificar os requisitos do cliente externo e vice-versa.

A amostragem por conveniência, um tipo de amostragem não probabilística, pode revelar-se uma boa escolha para esse propósito, uma vez que representa uma maior facilidade operacional e baixo custo de amostragem. A amostragem para a identificação dos requisitos dos clientes deve ser o mais heterogénea possível de forma a abranger o maior número de experiências distintas e é aconselhável que o número de participantes seja suficientemente elevado de modo a que o estudo tenha valor estatístico.

### **Recolha dos Requisitos do Cliente**

A lista de requisitos de cliente pode ser criada através da recolha de dois tipos de dados: primários e secundários. Esta metodologia utiliza, principalmente, os dados primários, uma vez que a mesma se centra na satisfação do cliente. Dados secundários também podem ser importantes, no

entanto, como os requisitos de cliente têm de ser expressos em linguagem corrente, estes perdem parte do seu valor neste modelo (Roberts, 2007).

As técnicas usadas para recolher dados primários podem ser separadas em técnicas que usam questionários e técnicas que não usam questionários. Um dos fatores a ter em atenção nas técnicas que usam questionário é o cuidado que se deve ter em colocar questões que não condicionem o cliente a responder de uma determinada forma ou de não desenvolver questões que abranjam uma determinada área (Roberts, 2007). Outro fator importante a ter em conta é o facto de os requisitos atrativos não serem mencionados pelos clientes, uma vez que não estão cientes dos mesmos. Assim, Seder & Alhazzi (2014) recomendam que o processo de recolha dos requisitos se foque nas experiências dos clientes ao invés dos seus desejos.

As figuras 5.4, 5.5 e 5.6 apresentam os diferentes métodos disponíveis para a recolha dos requisitos do cliente.



Figura 5.4 - Tipos de dados que é possível obter a partir da investigação do mercado

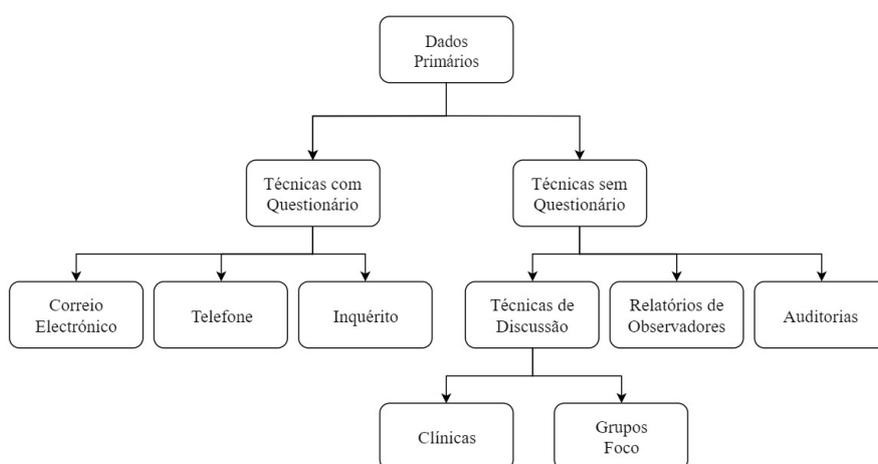


Figura 5.5 – Técnicas para a recolha de dados primários

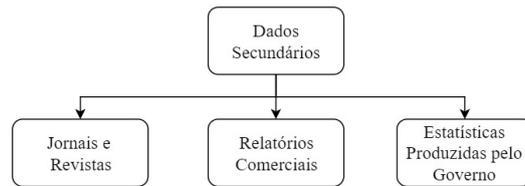


Figura 5.6 – Técnicas para a recolha de dados Secundários

Dependendo da situação, deve-se escolher o método mais adequado para a recolha das informações relativas aos requisitos do cliente.

Após a lista de requisitos estar concluída devemos perceber quais aqueles que são realmente importantes. O **diagrama de Pareto** pode-nos ajudar a fazer essa triagem.

### **Organização dos Requisitos dos Clientes**

A organização dos requisitos do cliente deve ser realizada pelas seguintes razões (Roberts, 2007):

- O agrupamento da informação obtida em conjuntos que contêm características semelhantes facilita o seu uso numa fase posterior do processo;
- O processo de organização da informação relativa aos requisitos do cliente permite uma melhor compreensão das necessidades do cliente por parte dos elementos que estão a implementar o modelo;
- Na eventualidade da lista de requisitos do cliente não estar completa, uma vez que dificilmente as técnicas usadas anteriormente conseguem capturar a totalidade dos requisitos, o processo de organização dos mesmos é benéfico pois a lista criada facilita a procura de áreas que não foram cobertas ou de requisitos que não foram referidos pelo cliente.

Quando todos os requisitos estiverem organizados, podem então ser inseridos na casa da qualidade.

### 5.2.3. Desenvolvimento e Administração dos Questionários

Nesta fase, o principal objetivo é desenvolver um questionário capaz de recolher todas as informações necessárias. O mesmo deve ser o mais conciso possível para evitar desistências durante o processo e deve ser claro e preciso para que o cliente entenda todas as questões e possa fornecer a informação correta.

O questionário deverá estar dividido em quatro partes distintas. Um questionário para classificar cada um dos requisitos relativamente à dimensão de qualidade a que pertencem, um questionário para recolher informação que permita identificar os diferentes segmentos de mercado existentes, um questionário para avaliar o impacto de cada um dos requisitos na apreciação global do produto ou serviço (*self stated importance*) e, finalmente, um questionário para avaliar as características de produtos semelhantes produzidos por organizações concorrentes. A figura 5.7 representa esta fase do modelo.

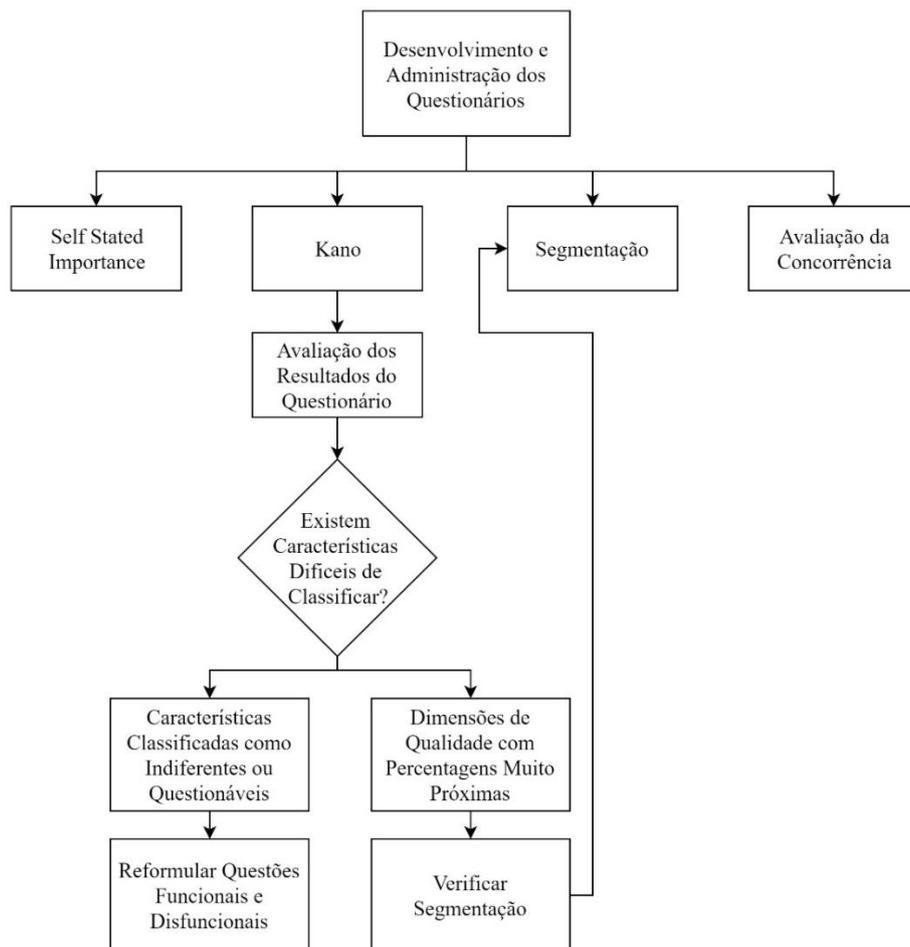


Figura 5.7 - Desenvolvimento e Administração dos Questionários

## **Identificação dos Diferentes Segmentos de Mercado**

A segmentação de mercado é um processo que consiste em dividir um mercado em diferentes grupos de clientes que possuam características semelhantes. Desta forma, este processo permite a divisão de um grupo de mercado em unidades homogêneas, constituídas por elementos que partilhem determinadas características e com necessidades e desejos idênticos (Dibb et al., 1996).

Existem quatro modos principais de segmentar o mercado: geograficamente, demograficamente, psicograficamente e comportamental. A segmentação geográfica consiste em variáveis como região, tamanho do país, tamanho da cidade, densidade populacional, clima, etc. A segmentação demográfica consiste em variáveis como a idade, sexo, profissão, educação, religião, etc. A segmentação psicográfica consiste em variáveis como a classe social, estilo de vida, personalidade, etc. Finalmente, a segmentação comportamental consiste em variáveis como a ocasião da compra, benefícios procurados, estado de lealdade, atitude em relação ao produto, etc. Primeiro, é necessário definir o tipo de segmentação necessária. Dependendo do produto ou serviço, nem todos os tipos de segmentação são necessários.

## **Desenvolvimento e Administração do Questionário de Kano**

Os participantes do inquérito devem ser questionados relativamente à presença (forma funcional da questão) e ausência (forma disfuncional da questão) de cada um dos requisitos do cliente. Para cada uma das questões devem existir cinco alternativas distintas: - Gosto; - Espero; - Neutro; - Aceito; - Não Gosto.

## **Avaliação dos Resultados do Questionário de Kano**

Depois de obtidos os resultados do questionário de Kano, é possível classificar cada um dos requisitos do cliente quanto à sua dimensão de qualidade. A figura 3.4 ilustra todo este processo.

Devem ainda ser calculados os coeficientes de satisfação e insatisfação de modo a perceber o impacto que cada um dos requisitos tem na satisfação do cliente. Estes valores serão usados numa fase posterior para o cálculo de importância das especificações do produto.

Após ser feita a avaliação dos resultados do questionário de Kano, é necessário interpretar os resultados e perceber se existiram erros, tanto na segmentação do mercado, como na formulação das questões funcionais e disfuncionais.

Se for difícil categorizar a dimensão de qualidade de um dos requisitos do cliente devido à proximidade das frequências de resposta entre duas ou mais dimensões de qualidade, é necessário rever o modo como a segmentação foi realizada. Se, mesmo assim não forem feitos progressos nesta avaliação deve-se seguir a regra: Obrigatórios > Unidimensionais > Atrativos > Indiferentes. Esta regra dá prioridade aos requisitos que mais influenciam a qualidade percebida do ponto de vista do cliente. Assim, os requisitos obrigatórios assumem-se como os mais importantes uma vez que estes são percebidos como algo intrínseco ao produto e a sua ausência tem um impacto muito negativo no cliente. O segundo tipo de requisito mais importante é o unidimensional, devido à relação linear que o seu desempenho tem com a satisfação provocada. Só depois vêm os requisitos atrativos pelo facto da sua ausência não provocar insatisfação.

No caso de existirem requisitos classificados como indiferentes ou questionáveis é necessário reformular as questões funcionais e disfuncionais, de forma a tentar obter outro tipo de resultado. Por vezes, a questão é feita de tal forma que o participante não se apercebe das consequências da implementação de um determinado requisito. É então aconselhável reformular a questão tendo em conta os efeitos benéficos ou prejudiciais que o mesmo pode provocar. Por exemplo, um cliente pode ficar indiferente relativamente à facilidade em substituir um componente de um aparelho eletrónico, no entanto, se a questão que lhe for colocada o elucide relativamente aos efeitos indesejados que tal característica pode provocar (aumento do tempo de reparação em caso de avaria), o cliente pode responder de outra forma à presença ou ausência dessa mesma característica. Assim, a formulação da questão em termos da presença/ausência dos benefícios/prejuízos provocados pela implementação de uma determinada característica deve eliminar a possibilidade do participante classificar um atributo como indiferente pelo facto de não se aperceber das consequências da sua implementação.

### **Questionário de *Self Stated Importance***

Este tipo de questionário permite colmatar uma das deficiências do questionário de Kano. O questionário de Kano permite avaliar a relação entre o desempenho de uma característica e a satisfação causada pela mesma, no entanto, não nos dá informações relativamente à satisfação em relação ao produto como um todo.

Os participantes do inquérito devem classificar cada um dos requisitos do cliente, numa escala de 1 a 5, em que 1 significa que o requisito é muito pouco importante para a apreciação global do produto e 5 significa que o requisito é muito importante para a apreciação global do produto.

A classificação final da importância de cada um dos requisitos de cliente corresponde à média das respostas obtidas.

### Comparações com a Concorrência por Parte do Cliente

Nesta etapa é necessário classificar de cada uma das características face ao melhor que a concorrência tem para oferecer. A classificação das características do produto da concorrência apenas pode ser efetuada, obviamente, se este for um processo de melhoria de um produto já existente.

#### 5.2.4. QFD modificada

Nesta fase será utilizada uma versão modificada da QFD como está representada na figura 5.8.

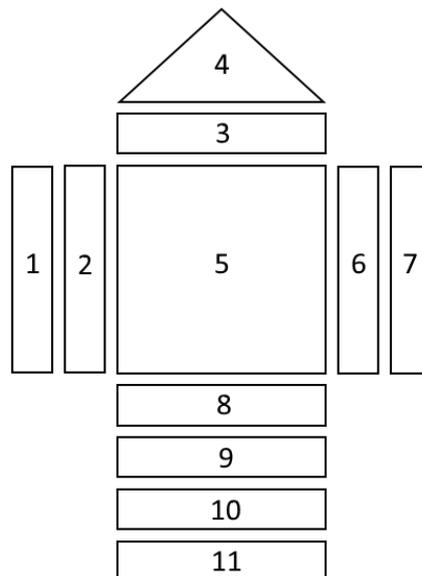


Figura 5.8 - Casa da qualidade modificada

Esta casa da qualidade é composta pelos seguintes elementos:

1. Requisitos do cliente;
2. Classificações dos questionários de *self stated importance*;

3. Especificações do produto;
4. Matriz das correlações;
5. Matriz de interações entre os requisitos do cliente e as especificações do produto;
6. Avaliação da concorrência por parte do cliente;
7. Taxa de melhoria;
8. Definição dos valores objetivo para as especificações do produto;
9. Comparações técnicas com a concorrência;
10. Avaliação da dificuldade técnica em implementar as especificações do produto;
11. Importância absoluta das especificações do produto.

### Estabelecimento das Especificações do Produto/Serviço e das Relações na Matriz de Correlações (3, 4)

A figura 5.9 apresenta o fluxograma a seguir para o estabelecimento das especificações do produto/serviço e das relações na matriz de correlações.

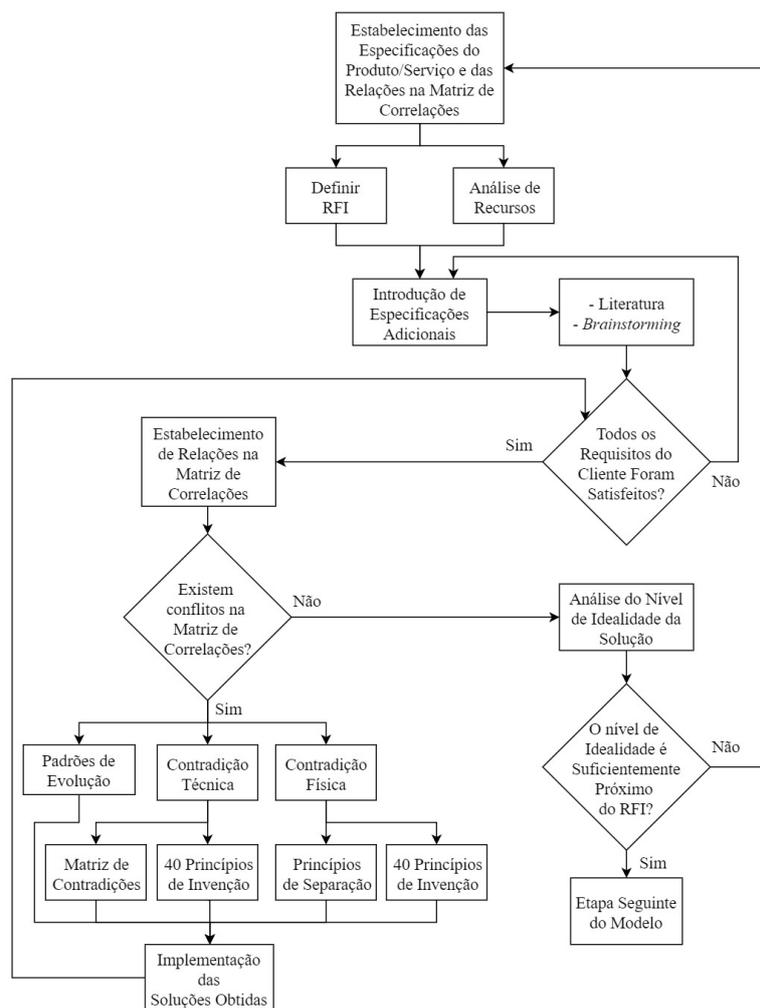


Figura 5.9 - Estabelecimento das especificações do produto/serviço e das relações na matriz de correlações

A primeira etapa deste fluxograma passa pela definição do resultado final ideal (RFI) com base nos requisitos de cliente. Para tal, os engenheiros encarregues do processo devem identificar o propósito final do sistema, quais as limitações que, eventualmente, possam impedir o sistema de o atingir e devem ainda tentar entender porque é que as soluções atuais para problemas semelhantes não são suficientemente satisfatórias. O objetivo do resultado final ideal é o estabelecimento de forma precisa das fronteiras das soluções.

Em paralelo com a identificação do RFI, deve ser feita uma análise de recursos. O progresso em direção à idealidade está em parte relacionado com a utilização eficaz dos recursos existentes. Assim, numa fase inicial, deve ser feita uma análise dos recursos disponíveis para a satisfação dos requisitos do cliente.

A fase seguinte está relacionada com a implementação das especificações do produto. Estas devem descrever cada uma das características do produto em termos mensuráveis. Esta etapa assume elevada importância, uma vez que a sua execução correta permite introduzir a voz do cliente na próxima fase do projeto.

Primeiro, deve-se analisar se é necessário introduzir uma nova especificação do produto, ou seja, se ainda existem requisitos de cliente que não são abrangidos por nenhuma das anteriores. Caso ainda seja necessário a introdução de especificações de produto adicionais, os engenheiros devem analisar soluções existentes para problemas semelhantes e, caso não encontrem, recorrer ao brainstorming. Cada uma das especificações adicionadas deve afetar, pelo menos, um dos requisitos do cliente, caso contrário, a mesma torna-se redundante.

Quando todos os requisitos do cliente estiverem satisfeitos deve ser realizado o estabelecimento de relações na matriz de correlações.

#### **Estabelecimento de Relações na Matriz de Correlações (4)**

Esta é a matriz triangular que forma o “telhado” da casa da qualidade. Representa a relação entre as diferentes especificações do produto. Estas relações servem de guia para a escolha das especificações finais uma vez que têm em conta os possíveis efeitos, positivos ou negativos, que cada uma das especificações tem nas restantes. Cada uma das relações existentes pode ser classificada de cinco formas distintas: forte positiva, fraca positiva, fraca negativa, forte negativa, ou inexistente. As relações “negativas” podem ser interpretadas como conflitos. Os problemas

colocados por estes conflitos podem obrigar a equipa de engenheiros a fazer compromissos relativamente aos valores objetivo das especificações envolvidas, o que vai limitar o potencial do produto ou serviço. A metodologia TRIZ possui ferramentas capazes de resolver contradições sem a necessidade de compromissos. A matriz das contradições pode ser útil na resolução de contradições técnicas, enquanto que os princípios de separação podem ajudar a resolver contradições físicas.

Inicialmente é necessário analisar a matriz de correlações e identificar quais são as interações insatisfatórias entre as especificações de produto. Essas interações insatisfatórias representam problemas específicos que podem ser provocados por contradições técnicas ou físicas.

O primeiro passo na resolução das contradições é a associação das especificações de produto aos correspondentes parâmetros de engenharia da TRIZ. As contradições técnicas são resolvidas através da matriz de contradições. Cada célula desta matriz indica quais os princípios inventivos mais usados, em patentes, para a resolução das contradições identificadas. As contradições físicas são resolvidas com recurso aos quatro princípios de separação (tempo, espaço, condição e escala). Cada um dos princípios de separação representa um conjunto de soluções proveniente dos quarenta princípios inventivos como está ilustrado na tabela 5.1.

*Tabela 5.1 - Princípios de separação e respetivos princípios inventivos (adaptada de Gadd, 2016)*

<b>Princípios de Separação</b>	<b>Princípios Inventivos</b>
Tempo	1, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 27, 29, 34, 37
Espaço	1, 2, 3, 4, 7, 13, 14, 17, 24, 26, 30, 40
Escala	1, 3, 5, 6, 8, 12, 13, 22, 23, 25, 27, 33, 40
Condição	28, 29, 31, 32, 35, 36, 38, 39

Todos os sistemas evoluem em direção à idealidade. Os oito padrões de evolução representam as alterações mais comuns que os sistemas sofrem ao longo do seu ciclo de vida. A análise dos padrões de evolução em paralelo com a utilização das ferramentas da TRIZ para resolver conflitos pode revelar-se vantajoso. Do conjunto de soluções conceptuais obtidas devem ser identificadas aquelas que modificam o sistema de acordo com os padrões de evolução naturais. Desta forma garante-se que as modificações efetuadas colocam o sistema no caminho da idealidade.

As soluções obtidas anteriormente devem ser implementadas e deve ainda verificar-se se todos os requisitos de cliente continuam a ser satisfeitos. Se as novas soluções não provocarem conflitos

adicionais, o sistema será então analisado relativamente ao seu nível de idealidade com o intuito de se perceber se o mesmo está a evoluir no sentido correto. Para tal, deve ser utilizada a equação da idealidade da TRIZ que permite a quantificação do nível de idealidade de um sistema.

No caso do nível de idealidade não ser suficientemente elevado é necessário recomeçar o processo. Uma vez que todos os requisitos de cliente estão satisfeitos, a introdução de especificações de produto adicionais que possam aumentar o nível de idealidade do sistema pode criar redundância, por isso, a solução mais acertada é começar de raiz e voltar a estabelecer novas especificações de produto. Assim, o RFI deve ser reformulado com base na experiência adquirida durante este processo e devem ser encontradas diferentes soluções técnicas para satisfazer os requisitos de cliente.

#### **Estabelecimento de Relações na Matriz de Interações entre os Requisitos do Cliente e as Especificações do Produto (5)**

Esta matriz apresenta uma avaliação da relação entre os requisitos do cliente e as especificações do produto. Estas avaliações baseiam-se em opiniões de engenheiros experientes e feedback de clientes.

#### **Comparações Técnicas com a Concorrência (9)**

Nesta fase é feita a comparação do desempenho da organização relativamente à sua concorrência. Cada uma das especificações do produto deve ser avaliada relativamente à mesma especificação do produto da concorrência. Este deve ser um processo contínuo que vise a recolha destas informações ao longo do tempo.

#### **Definição dos Valores Objetivo para as Especificações do Produto (8)**

Estes são os valores que cada uma das especificações do produto deve atingir de forma a garantir a satisfação do cliente.

Estes valores devem refletir as classificações e valores absolutos determinados nas comparações técnicas com a concorrência, as dimensões de qualidade, classificações de importância dos requisitos do cliente, avaliações resultantes das comparações com a concorrência por parte dos clientes e, finalmente, as relações, positivas e negativas, presentes na matriz das correlações.

### **Avaliação da Dificuldade Técnica em Implementar as Especificações do Produto (10)**

Um dos fatores mais importantes a ter em conta na fase de análise é o nível de dificuldade técnica expectável na tentativa de atingir os valores alvo das especificações de projeto. A dificuldade em obter, manter ou modificar uma característica do produto é classificada com recurso a uma escala de 1 (fácil de obter, manter ou modificar) a 5 (difícil de obter, manter ou modificar).

As áreas que devem ser consideradas incluem, projeto, fabrico, acondicionamento, retalho, entre outros.

### **Classificação da Importância Absoluta das Especificações do Produto (11)**

As classificações de importância das especificações do produto são importantes na medida em que permitem a hierarquização das mesmas.

Sabendo que os requisitos do cliente não têm uma relação linear com a satisfação produzida, a classificação de importância das especificações do produto deve refletir esse facto. Assim, esta deve representar a combinação das avaliações segundo o modelo de Kano e o QFD.

$$\begin{aligned} & \textit{Importância absoluta da especificação do produto} \\ & = A \times B \times (CS + 1) \times (-CI + 1) \times (y) \end{aligned}$$

Em que “A” representa a classificação do questionário de *self stated importance*, “B” representa a classificação da matriz de interações entre as especificações do produto e os requisitos do cliente e “y” representa um determinado valor consoante a dimensão de qualidade a que pertence a especificação. Neste modelo, os requisitos de cliente atrativos são valorizados reletivamente aos obrigatórios e unidimensionais, uma vez que os mesmos permitem fazer um produto ou serviço sobressair no mercado. Desta forma, os valores de *k* para cada uma das dimensões de qualidade são:

$$\begin{cases} \textit{Obrigatório}: y = 0,5 \\ \textit{Unidimensional}: y = 1 \\ \textit{Atrativo}: y = 2 \end{cases}$$

Desta maneira, a importância das especificações tem em conta a relação não linear entre o desempenho das características do produto e satisfação que provocam, o que permite uma hierarquização mais acertada das mesmas.

### Construção das restantes Casas da Qualidade

A fase final deste modelo é a construção das restantes casas da qualidade. A figura 5.10 ilustra este processo.

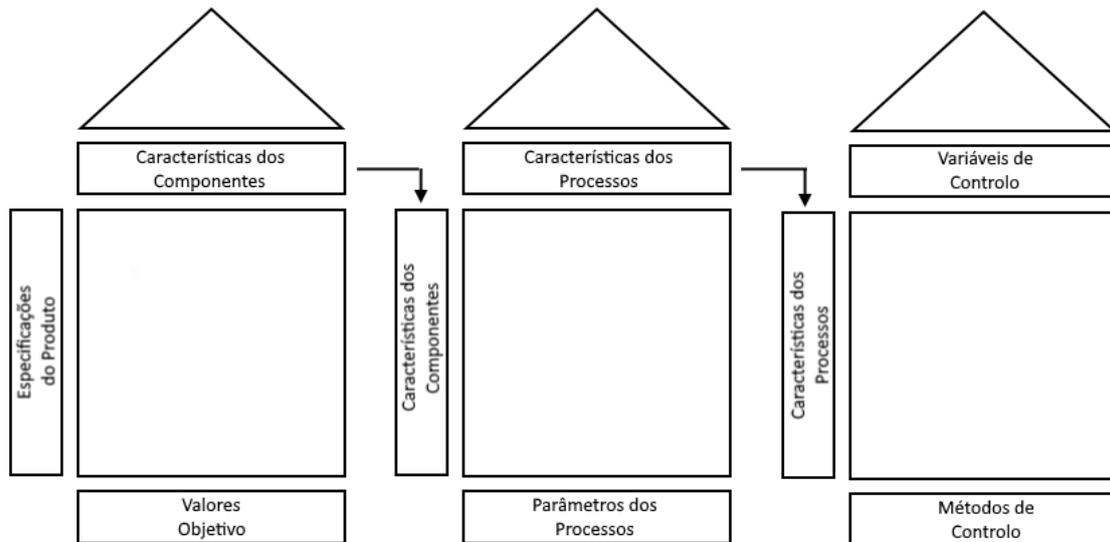


Figura 5.10 – Restantes casas da cascata de casas da qualidade



## 6. Conclusões

O trabalho desenvolvido nesta dissertação centrou-se no desenvolvimento de um modelo teórico capaz de melhorar produtos e serviços, bem como criá-los de raiz. Para tal, foram usadas diversas metodologias como a TRIZ, o modelo de Kano e a *Quality Function Deployment* (QFD).

A TRIZ, neste modelo, tem a função de encontrar soluções de forma simples e criativa para os problemas que surgem durante a implementação das outras metodologias. Por exemplo, uma das limitações do QFD é o facto desta metodologia não possuir ferramentas capazes de resolver os conflitos (contradições) que ocorrem durante o processo de construção das casas da qualidade. Assim, a utilização de uma metodologia como a TRIZ permite a criação de soluções conceptuais que, normalmente, podem ser adaptadas para a resolução dos problemas específicos que possam surgir.

Por outro lado, o modelo de Kano permite, não só, a correta interpretação da importância dos requisitos de cliente em termos da sua relação com a satisfação do cliente, bem como a identificação dos atributos de um produto ou serviço em que a equipa de marketing se deve focar. Os atributos atrativos são aqueles que permitem a diferenciação do nosso produto/serviço no mercado, assim a sua identificação é essencial na medida em que permite guiar a organização na altura de comunicar com o cliente.

Existiram algumas dificuldades na criação do modelo devido ao seu cariz teórico. Os diferentes produtos e serviços existentes bem como as diferentes filosofias que as organizações podem adotar dificultaram a criação de um modelo abrangente. Desta forma, foi feito um esforço ao nível da abstração necessária para antever possíveis dificuldades que possam ocorrer durante o processo de implementação do modelo, bem como a escolha de etapas que se adaptem ao maior número de situações possíveis.

O modelo proposto esquematiza todas as etapas necessárias á sua aplicação e cada uma delas é explicada de forma simples e detalhada com o intuito de facilitar a sua utilização.

A utilização destas três metodologias individualmente, bem como em conjunto, ainda é pouco explorada em Portugal, assim, esta dissertação pode ajudar a elucidar quais vantagens que cada uma pode trazer a uma organização e ainda a forma complementar como todas elas podem ser implementadas.

Em termos de trabalhos futuros, seria importante testar este modelo em casos práticos, de forma a testar a sua aplicabilidade e validade nas mais diversas áreas.

## Referências Bibliográficas

Altshuller, G., 1997. *40 principles: TRIZ keys to technical innovation* (Vol. 1). L. Shulyak, & S. Rodman (Eds.). Technical Innovation Center, Inc..

Altshuller, G., Zusman, A. & Philatov, V., 1999. *Tools of Classical TRIZ*. Ideation International Incorporated. ISBN: 1928747027.

Altshuller, G., 2001. *40 Principles – TRIZ Keys to Technical Innovation*. Technical Innovation Center. ISBN: 0964074052.

Altshuller, G., 2004. *And Suddenly the Inventor Appeared*. Technical Innovation Center, Inc.

Akao, Y., 1990. *Quality Function Deployment, Integrating Customer Requirements into Product Design*. Productivity Press. Cambridge, MA.

Berger, C., Blauth, R., Boger, D., Bolster, C., Burchill, G., 1993. *Kano's methods for understanding customer-defined quality*. *Center for Quality Management Journal*, (Vol.2, nº4, pp. 30-35).

Bilgili, B., Erciş, A., Ünal, S., 2011. Kano model application in new product development and customer satisfaction (adaptation of traditional art of tile making to jewelries). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 24. 829-846. 10.1016/j.sbspro.2011.09.058.

Bont, C., & Hamersveld, M., 2007. *Series: ESOMAR World Research Publication*. (5th ed.). Chichester, West Sussex, England: Wiley.

Caro, L., 2016. “Inovação no Processo de Vindima Manual – Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Carvalho, M., 2007. Metodologia IdeaTriz para a Ideação de Novos Produtos. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção.

Castro, H., 2015. “Aplicação da Metodologia TRIZ em Embalagem para Logística” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Cavallucci, D., 2009. World Wide Status of TRIZ perceptions and uses: a survey of results. Report at TRIZ Future.

Dibb, S., & Simkin, L., 1996. *The market segmentation workbook: Target marketing for marketing managers*. London: Routledge.

Emery, C. R., and R. G. Tian., 2002. Schoolwork as products, professors as customers: A practical teaching approach in business education. *Journal of Education for Business* 78, no. 2:97-102.

Fey, V. & Rivin, E., 1997. The Science of Innovation: A managerial Overview of TRIZ Methodology. Southfield: TRIZ Group, (Vol. 15, pp. 100-102). DOI: 10.1016/S0737-6782(98)90032-7.

Fundin, A., and L. Nilsson., 2003. Using Kano’s theory of attractive quality to better understand customer experiences with e-services. *Asian Journal on Quality* 4, no. 2:32-49.

Gadd, K., 2011. *TRIZ For Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-74188-7.

Gadd, K., 2016. *TRIZ For Dummies*. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-1-119-10749-1.

Glenn, M., 1995. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). Obtido a 14 de Agosto de 2017 em <URL: <http://www.mazur.net/triz/>>.

Griffin, A. & Hauser, J. R., 1993. The Voice of the Costumer. *Marketing Science* vol.12, pp. 1-27, 1993.

Guimarães, D., 2016. “Metodologia TRIZ Aplicada ao Estudo de Melhoria da Gestão das Atividades Metrológicas na Saúde” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Gustafsson, A., 1998. *QFD - Vägen till nöjdare kunder i teorior och praktik (in Swedish)*. Lund: Studentlitteratur.

- Hauser, J. R. & Clausing, D., 1998. *The House of Quality*. Harvard Bus. Rev. 63-73.
- Herzberg, F., 1968. *One more time: How do you motivate employees?* Harvard Business Review, 40(1), 53-62.
- Ilevbare, I., Phaal, R., Probert, D. & Padilla, A. T., 2011. Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving. *Centre for Technology Management*.
- Ilevbare, I., Probert, D. & Phaal, R., 2013. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, (Vol. 33, pp. 30-37). DOI: 10.1016/j.technovation.2012.11.003
- Kano, N., 2001. Life cycle and creation of attractive quality. Paper presented at the 4<sup>th</sup> International QMOD Quality Management and Organizational Development Conference, Linköping University, Sweden.
- Kano, N., N. Seraku, F. Takahashi, and S. Tsuji., 1984. Attractive quality and must-be quality *Hinshitsu* 14, no. 2:147-56.
- Kotler, P., 2012. *Marketing Management*. (14<sup>th</sup> ed.). Pearson Education International.
- Krasnoslobodtsev, V. 2012. “Essential TRIZ for Beginners - Innovación Sistemática | Curso Introducción Al TRIZ Clásico.”.
- Kubota, F. & Rosa, L., 2012. A Triz (Theory of Inventive Problem Solving) Aplicada à Produção Mais Limpa. *Revista Gestão Industrial*, (Vol. 8, nº 03, pp. 109-125).
- Lee, M. C., and J. F. Newcomb., 1997. Applying the Kano methodology to meet customer requirements: NASA’s Microgravity science program. *Quality Management Journal* 4, no. 3:95-110.
- Löfgren, M., and L. Witell., 2005. Kano’s theory of attractive quality and packaging. *Quality Management Journal* 12, no. 3:7-20.
- Löfgren, M., and L. Witell., 2008. Two Decades of Using Kano’s Theory of Attractive Quality: A Literature Review. *Quality Management Journal*. 15. 59. 10.1080/10686967.2008.11918056

Löfgren, M., Witell, L., and Gustafsson, A., 2011. Theory of attractive quality and life cycles of quality attributes. *The TQM Journal*. 23. 235-246. 10.1108/17542731111110267.

Lopes, D., 2015. “Modelo de Utilização Conjunta das Metodologias *Lean* e TRIZ” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Mann, D., & Dewulf, S., 2002. Evolving the world’s systematic creativity methods. *TRIZ Journal*, 4, 1-10.

Marques, J., 2014. “Aplicação da Metodologia TRIZ e da Manutenção Autónoma em Atividades de Manutenção Industrial” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Matzler, K., H. H. Hinterhuber, F. Bailom, and E. Sauerwein., 1996. How to delight your customers. *Journal of Product & Brand Management* 5, no. 2:6-18.

Mikulic, J., & Prebežac, D., 2011. A critical review of techniques for classifying quality attributes in the Kano model. *Managing Service Quality: An International Journal*, 21(1), pp. 46–66.

Nakagawa, T., 2001. Essence of TRIZ in 50 Words. *TRIZ Journal*, <http://www.triz-journal.com>.

Navas, H., 2013. TRIZ – Uma metodologia para resolução de problemas. *Guia de Empresas Certificadas*, pp. 28-32.

Navas, H., 2014a. “Fundamentos Do TRIZ – Parte IV – Análise de Recursos” *Inovação & Empreendedorismo Newsletter no 53 - Julho 2014 - Vida Económica*.

Navas, H., 2014b. “Fundamentos Do TRIZ - Parte V – Idealidade de um Sistema” *Inovação & Empreendedorismo Newsletter no 54 - Setembro 2014 - Vida Económica*.

Navas, H., 2014c. “Fundamentos Do TRIZ – Parte VII – Princípios Inventivos ou Técnicas para Vencer Conflitos” *Inovação & Empreendedorismo Newsletter no 56 - Novembro 2014 - Vida Económica*.

Navas, H., 2014d. “Fundamentos Do TRIZ - Parte VIII – Modelo Substância-Campo” *Inovação & Empreendedorismo Newsletter no 57 - Dezembro 2014 - Vida Económica*.

Navas, H., 2015. “Fundamentos Do TRIZ - Parte IX – Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas (ARIZ)” *Inovação & Empreendedorismo Newsletter no 58 - Janeiro 2015 - Vida Económica*.

Nilsson-Witell, L., and A. Fundin., 2005. Dynamics of service attributes: A test of Kano’s theory of quality. *International Journal of Service Industry Management* 16, no. 2:152-168.

Orloff, M. A., 2006. *Inventive thinking through TRIZ: a practical guide*. Springer.

Pádua, A., 2016. “Inovação Sistemática Aplicada à Rastreabilidade Metrológica na Saúde” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Rantanen, K., & Domb, E., 2010. *Simplified TRIZ: New Problem Solving Applications for engineers and Manufacturing Professionals*. CRC Press.

Savransky, S. D., 2000. *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. Boca Raton, Fla: CRC Press.

Seder, A. M. F., & Alhazza, M. H. F., 2014. Review on the theory of attractive quality Kano model. *Advanced Science and Engineering Research*, 4(2), pp.88-102.

Terninko, J., 2000. Su-field analysis. *TRIZ Journal*, (pp.1-12). February. Obtido a 24 de Agosto de 2017 em <URL: <http://www.triz-journal.com/su-field-analysis/>>

Thompson, S. K., 2012. *Sampling*. (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Witell, L., & Löfgren, M., 2007. *Classification of quality attributes*. *Managing Service Quality* 17, no. 1:54-73.

Yang, C. C., 2005. The refined Kano’s model and its application. *Total Quality Management* 16, no. 10:1127-1137



## **Anexos**

## Anexo A – Matriz das Contradições (Adaptado de Altshuller, 2002)

		Pârametros de engenharia piorados										Princípios inventivos							
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5	6	7	8
Pârametros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2	Extração								
	2	Peso (objeto imóvel)	-	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	3	Qualidade local								
	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 8, 29, 34	-	-	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	4	Assimetria							
	4	Comprimento (objeto imóvel)	-	35, 28, 40, 29	-	-	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	5	Combinação							
	5	Área (objeto móvel)	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	-	-	7, 14, 17, 4	-	6	Universidade							
	6	Área (objeto imóvel)	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	-	-	-	7	Nidificação							
	7	Volume (objeto móvel)	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 35, 4	-	1, 7, 4, 17	-	-	-	8	Contrapeso							
	8	Volume (objeto imóvel)	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	9	Contra-ação prévia							
	9	Velocidade	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	10	Ação prévia							
	10	Força	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 1	19, 10, 15, 36, 37	1, 18, 15, 12, 37	15, 9, 2, 36, 18, 37	-	11	Amortecimento prévio							
	11	Tensão, Pressão	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 6, 35, 10	6, 35, 35, 34	-	12	Equipotencialidade							
	12	Forma	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	-	14, 4, 15, 22, 35	7, 2, 35	13	Inversão							
	13	Estabilidade do objeto	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	14	Esfericidade							
	14	Resistência	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7, 17, 15	9, 14, 17, 15	15	Dinamismo							
	15	Durabilidade (objeto móvel)	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	16	Ação parcial ou excessiva							
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	35, 34, 38	-	17	Transição para uma nova dimensão							
	17	Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	18	Vibrações mecânicas							
	18	Clareza	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	-	19	Ação periódica							
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	20	Continuidade de uma ação útil							
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	21	Corrida apressada							
	21	Potência	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	22	Conversão de prejuízo em proveito							
	22	Perda de energia	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	23	Reação							
	23	Perda de massa	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 3, 39, 30, 36, 18, 31	-	24	Medição							
	24	Perda de informação	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22	25	Auto-serviço							
	25	Perda de tempo	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	26	Cópia							
	26	Quantidade de matéria	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	-	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	-	27	Objeto económico com vida curta (descartável)							
	27	Fiabilidade	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	28	Substituição do sistema mecânico							
	28	Precisão de medição	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	-	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos							
	29	Precisão de fabrico	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35	30	Membranas flexíveis ou películas finas							
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 34, 39, 19, 27	-	31	Utilização de materiais porosos							
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	-	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 30, 18, 35, 4	-	32	Mudança de cor							
	32	Manufaturabilidade	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1, 40	35	33	Homogeneidade							
	33	Conveniência de uso	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	-	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15, 31, 39	-	34	Rejeição e recuperação de componentes							
	34	Manutenção	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 32, 13	16, 25	25, 2, 35, 11	1	35	Transformação do estado físico ou químico							
	35	Adaptabilidade	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	-	36	Mudança de fase							
	36	Complexidade do dispositivo	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	37	Expansão térmica							
	37	Complexidade no controlo	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16, 26, 31	-	38	Utilização de oxidantes fortes							
	38	Nível de automação	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13	-	35, 13, 16	-	39	Ambiente inerte							
	39	Produtividade	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 35, 37, 10, 2	-	40	Materiais compósitos							

		Pâmetros de engenharia piorados										Princípios inventivos											
		9	10	11	12	13	14	15	16			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	-	2	Extração											
	2	Peso (objeto imóvel)	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	18, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	3	Qualidade local											
	3	Comprimento (objeto móvel)	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	4	Assimetria											
	4	Comprimento (objeto imóvel)	-	28, 1	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	-	1, 40, 35	5	Combinação											
	5	Área (objeto móvel)	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	6	Universidade											
	6	Área (objeto imóvel)	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	-	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30	7	Nidificação											
	7	Volume (objeto móvel)	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	8	Contrapeso											
	8	Volume (objeto imóvel)	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	9	Contra-acção prévia											
	9	Velocidade	13, 28, 15, 12	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 28, 34	1, 18	26, 14	8, 3, 3, 19, 35, 5	-	10	Ação prévia											
	10	Força	13, 28, 15, 12	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	-	-	11	Amortecimento prévio											
	11	Tensão, Pressão	6, 35, 36	36, 35, 21	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	-	-	12	Equipotencialidade											
	12	Forma	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	-	31, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	-	13	Inversão											
	13	Estabilidade do objeto	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	-	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	14	Esfericidade											
	14	Resistência	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35	27, 3, 26	-	-	15	Dinamismo											
	15	Durabilidade (objeto móvel)	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	-	-	16	Ação parcial ou excessiva											
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	-	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	-	-	17	Transição para uma nova dimensão											
	17	Temperatura	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40	18	Vibrações mecânicas											
	18	Clareza	10, 13, 26, 19, 19	26, 19, 6	-	32, 30	32, 3, 20, 27	35, 19	2, 19, 6	-	19	Ação periódica											
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	8, 15, 35	16, 26, 21	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	-	20	Continuidade de uma ação útil											
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	36, 37	-	-	27, 4, 29, 18	35	-	-	21	Corrida apressada											
	21	Potência	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 3, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16	22	Conversão de prejuízo em proveito											
	22	Perda de energia	16, 35, 38	36, 38	-	-	14, 2, 39, 6	26	-	-	23	Reação											
	23	Perda de massa	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 10, 38	24	Medição											
	24	Perda de informação	26, 32	-	-	-	-	-	10	10	25	Auto-serviço											
	25	Perda de tempo	-	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16	26	Cópia											
	26	Quantidade de matéria	35, 29, 34, 26	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31	27	Objeto económico com vida curta (descartável)											
	27	Fiabilidade	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	-	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	28	Substituição do sistema mecânico											
	28	Precisão de medição	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos											
	29	Precisão de fabrico	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	-	30	Membranas flexíveis ou películas finas											
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 40, 33	31	Utilização de materiais porosos											
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22	32	Mudança de cor											
	32	Manufaturabilidade	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16	33	Homogeneidade											
	33	Conveniência de uso	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25	34	Rejeição e recuperação de componentes											
	34	Manutenção	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	1, 11, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	35	Transformação do estado físico ou químico											
	35	Adaptabilidade	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16	36	Mudança de fase											
	36	Complexidade do dispositivo	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	-	37	Expansão térmica											
	37	Complexidade no controlo	3, 4, 16, 35	36, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 25, 39	25, 34, 6, 35	38	Utilização de oxidantes fortes											
	38	Nível de automação	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	-	39	Ambiente inerte											
	39	Produtividade	-	28, 15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	22, 10, 16, 38	40	Materiais compósitos											

		Pâmetros de engenharia piorados								Princípios inventivos																																
		17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
Pâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	2	Extração																														
	2	Peso (objeto imóvel)	28, 19, 32, 22	35, 19, 32	-	18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	3	Qualidade local																														
	3	Comprimento (objeto móvel)	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	4	Assimetria																														
	4	Comprimento (objeto imóvel)	3, 35, 38, 18	3, 25	-	-	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	5	Combinação																														
	5	Área (objeto móvel)	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	6	Universidade																														
	6	Área (objeto imóvel)	35, 39, 38	-	-	-	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	7	Nidificação																														
	7	Volume (objeto móvel)	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35	-	35, 6, 3, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	8	Contrapeso																														
	8	Volume (objeto imóvel)	35, 6, 4	-	-	-	30, 6	-	10, 39, 35, 34	-	9	Contra-acção prévia																														
	9	Velocidade	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	Ação prévia																														
	10	Força	35, 10, 21	-	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	-	11	Amortecimento prévio																														
	11	Tensão, Pressão	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 37	-	12	Equipotencialidade																														
	12	Forma	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	-	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	-	13	Inversão																														
	13	Estabilidade do objeto	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	-	14	Esféricidade																														
	14	Resistência	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	-	15	Dinamismo																														
	15	Durabilidade (objeto móvel)	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-	19, 10, 35, 38	-	28, 27, 3, 18	10	16	Ação parcial ou excessiva																														
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	19, 18, 36, 40	-	-	-	16	-	27, 16, 18, 38	10	17	Transição para uma nova dimensão																														
	17	Temperatura		32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	-	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	-	18	Vibrações mecânicas																														
	18	Clareza	32, 35, 19		32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19	Ação periódica																														
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	19, 24, 3, 13	2, 15, 19		-	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	-	20	Continuidade de uma ação útil																														
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	19, 2, 35, 32	-		-	-	28, 27, 18, 31	-	21	Corrida apressada																														
	21	Potência	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	-		10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	22	Conversão de prejuízo em proveito																														
	22	Perda de energia	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	-	-	3, 38		35, 27, 2, 37	19, 10	23	Reação																														
	23	Perda de massa	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31		-	24	Medição																														
	24	Perda de informação	-	19	-	-	10, 19	19, 10			25	Auto-serviço																														
	25	Perda de tempo	35, 29, 21, 18	1, 19, 21, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 34	26	Cópia																														
	26	Quantidade de matéria	3, 17, 39	-	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	27	Objeto económico com vida curta (descartável)																														
	27	Fiabilidade	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	28	Substituição do sistema mecânico																														
	28	Precisão de medição	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	-	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	-	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos																														
	29	Precisão de fabrico	19, 26	3, 32	32, 2	-	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	-	30	Membranas flexíveis ou películas finas																														
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 33, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	31	Utilização de materiais porosos																														
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 22, 2	10, 1, 34	10, 21, 29	32	Mudança de cor																														
	32	Manufaturabilidade	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	33	Homogeneidade																														
	33	Conveniência de uso	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	-	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	34	Rejeição e recuperação de componentes																														
	34	Manutenção	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	-	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	-	35	Transformação do estado físico ou químico																														
	35	Adaptabilidade	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	-	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	-	36	Mudança de fase																														
	36	Complexidade do dispositivo	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	-	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	-	37	Expansão térmica																														
	37	Complexidade no controlo	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22	38	Utilização de oxidantes fortes																														
	38	Nível de automação	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	-	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33	39	Ambiente inerte																														
	39	Produtividade	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	40	Materiais compósitos																														

		Párametros de engenharia piorados										Princípios inventivos	
		25	26	27	28	29	30	31	32			1	2
Páramtros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	2	Extração	
	2	Peso (objeto imóvel)	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	3	Qualidade local	
	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	4	Assimetria	
	4	Comprimento (objeto imóvel)	30, 29, 14	-	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	-	15, 17, 27	5	Combinação	
	5	Área (objeto móvel)	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	Universidade	
	6	Área (objeto imóvel)	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	Nidificação	
	7	Volume (objeto móvel)	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 23, 24	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	8	Contrapeso	
	8	Volume (objeto imóvel)	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	-	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35	9	Contra-acção prévia	
	9	Velocidade	-	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 25	10, 28, 35, 23	1, 28, 32, 21	2, 24, 8, 1	10	Ação prévia	
	10	Força	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	Amortecimento prévio	
	11	Tensão, Pressão	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	Equipotencialidade	
	12	Forma	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	13	Inversão	
	13	Estabilidade do objeto	35, 27	15, 32, 35	-	13	18	35, 23, 18, 30	35, 40, 27, 39	35, 19	14	Esfericidade	
	14	Resistência	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	Dinamismo	
	15	Durabilidade (objeto móvel)	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	Ação parcial ou excessiva	
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	-	17, 1, 40, 33	22	35, 10	17	Transição para uma nova dimensão	
	17	Temperatura	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	Vibrações mecânicas	
	18	Clareza	19, 1, 26, 17	1, 19	-	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	19	Ação periódica	
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	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	20	Continuidade de uma ação útil	
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	3, 35, 31	10, 36, 23	-	-	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4	21	Corrida apressada	
	21	Potência	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	22	Conversão de prejuízo em proveito	
	22	Perda de energia	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	-	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	-	23	Reação	
	23	Perda de massa	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 10	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	24	Medição	
	24	Perda de informação	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	-	-	22, 10, 1	10, 21, 22	32	25	Auto-serviço	
	25	Perda de tempo	35, 38, 18, 16	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	26	Cópia	
	26	Quantidade de matéria	35, 38, 18, 16	18, 2, 28, 40	3, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	29, 1, 35, 27	27	Objeto económico com vida curta (descartável)	
	27	Fiabilidade	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	32, 3, 11, 23	32, 3, 11, 23	1, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	-	28	Substituição do sistema mecânico	
	28	Precisão de medição	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	-	-	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	
	29	Precisão de fabrico	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	-	-	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	-	30	Membranas flexíveis ou películas finas	
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	-	-	24, 35, 2	31	Utilização de materiais porosos	
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	-	-	-	32	Mudança de cor	
	32	Manufaturabilidade	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	-	1, 35, 12, 18	-	24, 2	-	-	33	Homogeneidade	
	33	Conveniência de uso	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	-	2, 5, 12	34	Rejeição e recuperação de componentes	
	34	Manutenção	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 10, 2, 16	-	1, 35, 11, 10	35	Transformação do estado físico ou químico	
	35	Adaptabilidade	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	-	35, 11, 32, 31	-	1, 13, 31	36	Mudança de fase	
	36	Complexidade do dispositivo	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13	37	Expansão térmica	
	37	Complexidade no controlo	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	-	22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29	38	Utilização de oxidantes fortes	
	38	Nível de automação	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13	39	Ambiente inerte	
	39	Produtividade	-	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	32, 1	18, 10, 13, 24	22, 35, 18, 39	35, 22, 35, 28, 2, 24	40	Materiais compósitos	

		Pâmetros de engenharia piorados							Princípios inventivos		
		33	34	35	36	37	38	39			
Pâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37	1	Segmentação
	2	Peso (objeto imóvel)	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35	2	Extração
	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 29, 35, 4, 7	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29	3	Qualidade local
	4	Comprimento (objeto imóvel)	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	-	30, 14, 7, 26	4	Assimetria
	5	Área (objeto móvel)	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 10, 28, 23	10, 26, 24, 32	5	Combinação
	6	Área (objeto imóvel)	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7	6	Universidade
	7	Volume (objeto móvel)	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34	7	Nidificação
	8	Volume (objeto imóvel)	-	1	-	1, 31	2, 17, 26	-	35, 37, 10, 2	8	Contrapeso
	9	Velocidade	32, 28, 13, 10	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	-	9	Contra-ação prévia
	10	Força	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37	10	Ação prévia
	11	Tensão, Pressão	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37	11	Amortecimento prévio
	12	Forma	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10	12	Equipotencialidade
	13	Estabilidade do objeto	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3	13	Inversão
	14	Resistência	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 25, 28	23, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14	14	Esfericidade
	15	Durabilidade (objeto móvel)	2, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	11, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19	15	Dinamismo
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	1	1	2	-	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38	16	Ação parcial ou excessiva
	17	Temperatura	26, 27	4, 10, 16	8, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35	17	Transição para uma nova dimensão
	18	Claridade	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16	18	Vibrações mecânicas
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35	19	Ação periódica
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	-	-	-	19, 35, 16, 25	-	1, 6	20	Continuidade de uma ação útil
	21	Potência	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34	21	Corrida apressada
	22	Perda de energia	35, 32, 1	2, 19	-	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35	22	Conversão de prejuízo em proveito
	23	Perda de massa	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23	23	Reação
	24	Perda de informação	27, 22	-	-	-	35, 33	33	13, 23, 15	24	Medição
	25	Perda de tempo	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	-	25	Auto-serviço
	26	Quantidade de matéria	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27	26	Cópia
	27	Fiabilidade	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38	27	Objeto económico com vida curta (descartável)
	28	Precisão de medição	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32	28	Substituição do sistema mecânico
	29	Precisão de fabrico	1, 32, 35, 23	25, 10	-	26, 2, 18	-	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 10	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	30	Membranas flexíveis ou películas finas
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	-	-	-	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39	31	Utilização de materiais porosos
	32	Manufaturabilidade	2, 5, 13, 16	35, 1, 25, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28	32	Mudança de cor
	33	Conveniência de uso	-	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 26, 12, 17	-	1, 34, 12, 3	15, 1, 28	33	Homogeneidade
	34	Manutenção	1, 12, 26, 15	-	7, 1, 4, 16	35, 1, 25, 13, 11	-	34, 35, 7, 13	1, 32, 10	34	Rejeição e recuperação de componentes
	35	Adaptabilidade	15, 34, 1, 16, 7	1, 16, 7, 4	-	15, 29, 35, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37	35	Transformação do estado físico ou químico
	36	Complexidade do dispositivo	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	-	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28	36	Mudança de fase
	37	Complexidade no controlo	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	-	34, 21	35, 18	37	Expansão térmica
	38	Nível de automação	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	-	5, 12, 35, 26	38	Utilização de oxidantes fortes
	39	Produtividade	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	-	39	Ambiente inerte
									40	Materiais compósitos	

## **Anexo B – Definições dos Parâmetros Técnicos e dos Princípios de Invenção** (Altshuller, 2001)

### **Parâmetros Técnicos**

#### **1. Peso (objeto móvel)**

Massa do objeto em movimento num campo gravitacional.

#### **2. Peso (objeto imóvel)**

Massa do objeto imóvel num campo gravitacional.

#### **3. Comprimento (objeto móvel)**

Dimensão linear do objeto.

#### **4. Comprimento (objeto imóvel)**

Dimensão linear do objeto.

#### **5. Área (objeto móvel)**

Característica geométrica para descrever uma quantidade de espaço bidimensional, interna ou externa do objeto em movimento.

#### **6. Área (objeto imóvel)**

Característica geométrica para descrever uma quantidade de espaço bidimensional, interna ou externa do objeto imóvel.

#### **7. Volume (objeto móvel)**

Quantidade de espaço tridimensional ocupado por um objeto.

#### **8. Volume (objeto imóvel)**

Quantidade de espaço tridimensional ocupado por um objeto.

#### **9. Velocidade**

Distância percorrida por um objeto num determinado intervalo de tempo ou uma taxa em relação a um processo ou ação.

**10. Força**

Medida de interação que tenha como intenção modificar a condição de um objeto.

**11. Tensão ou pressão**

Força exercida por unidade de área.

**12. Forma**

Contorno externo de um componente ou sistema.

**13. Estabilidade do objeto**

Integridade do sistema, e o relacionamento dos seus elementos incluindo também nesta categoria a decomposição química, o desgaste, a dissociação e o aumento de entropia.

**14. Resistência**

Capacidade de um objeto se opor à aplicação de uma força.

**15. Durabilidade (objeto móvel)**

Intervalo de tempo em que o objeto pode executar uma ação, vida útil ou durabilidade.

**16. Durabilidade (objeto imóvel)**

Intervalo de tempo em que o objeto pode executar uma ação, vida útil ou durabilidade.

**17. Temperatura**

Condição térmica de um objeto ou sistema.

**18. Claridade**

Fluxo de luz por unidade de área, incluindo também características óticas como a cor, brilho, qualidade da luz, etc.

**19. Energia dispensada (objeto móvel)**

Medida da capacidade de um objeto efetuar uma ação.

**20. Energia dispensada (objeto imóvel)**

Medida da capacidade de um objeto efetuar uma ação.

**21. Potência**

Taxa na qual a ação é executada ou taxa de uso da energia.

**22. Perda de energia**

Ineficiência, energia gasta que não contribui para a execução da tarefa.

**23. Perda de massa**

Perda de massa de componentes do sistema, total ou parcial, permanente ou temporário.

**24. Perda de informação**

Perda de dados ou acesso a eles, de ou para um sistema, que pode ser parcial ou total, permanente ou temporário. Nessa informação podem estar incluídos dados visuais, auditivos, táteis, olfativos ou gustativos.

**25. Perda de tempo**

Ineficiência do uso do tempo disponível.

**26. Quantidade de matéria**

Número ou quantidade de materiais, substâncias, peças ou subsistemas que podem ser alterados.

**27. Fiabilidade**

Capacidade de um sistema ou componente cumprir as tarefas pretendidas em determinadas condições.

**28. Precisão de medição**

Proximidade entre o valor medido e o valor real.

**29. Precisão de fabrico**

Proximidade entre as características reais de um sistema ou objeto e as características especificadas ou requeridas.

**30. Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto**

Suscetibilidade de um sistema aos efeitos prejudiciais externos.

**31. Efeitos colaterais prejudiciais**

Redução da eficiência ou da qualidade devido ao objeto como parte integrante da operação.

**32. Manufaturabilidade**

Facilidade de fabricação, manufatura, montagem e inspeção.

### **33. Conveniência do dispositivo**

Simplicidade do processo.

### **34. Manutenção**

Conveniência, conforto, simplicidade e tempo para reparar falhas ou defeitos de um sistema.

### **35. Adaptabilidade**

Capacidade de um sistema responder positivamente a alterações externas, inclusive o seu uso em múltiplas formas e sob diferentes condições.

### **36. Complexidade do dispositivo**

Número e diversidade de elementos e relacionamento entre si dentro do sistema.

### **37. Complexidade no controlo**

O controlo de sistemas é complexo, custoso, requer muito tempo e mão-de-obra.

### **38. Nível de automação**

Capacidade de um sistema ou objeto executar tarefas sem a intervenção humana.

### **39. Produtividade**

Número de funções ou operações realizadas por um sistema por unidade de tempo. Tempo por unidade de função ou operação. Saída por unidade de tempo ou custo por unidade de saída.

## **Princípios de Invenção**

### **1. Segmentação**

- a) Dividir um objeto em partes independentes;
- b) Fazer um objeto em secções;
- c) Aumentar o grau de segmentação de um objeto.

### **2. Extração**

- a) Extrair (remover ou separar) uma parte "perturbadora" ou propriedade de um objeto, ou;
- b) Extrair apenas a parte necessária ou propriedade.

### **3. Qualidade local**

- a) Transição de uma estrutura homogénea de um objeto ou ambiente exterior/ação para uma estrutura heterogénea;
- b) Ter diferentes partes do objeto a realizar diferentes funções;
- c) Colocar cada parte do objeto sob condições mais favoráveis para a sua operação.

### **4. Assimetria**

- a) Substituir uma forma simétrica com uma que é assimétrica;
- b) Se um objeto já é assimétrico, aumentar o grau de assimetria.

### **5. Combinação**

- a) Consolidar ou combinar em espaços objetos homogéneos ou objetos projetados para operação contínua;
- b) Consolidar ou combinar no tempo operações homogéneas ou contínuas.

### **6. Universalização**

Ter o objeto a executar várias funções, eliminando assim a necessidade de qualquer outro objeto ou objetos.

### **7. Nidificação**

- a) Conter o objeto dentro de outro que, por sua vez, é colocado dentro de um terceiro objeto;
- b) Passar um objeto através de uma cavidade de um outro objeto.

### **8. Contrapeso**

- a) Compensar o peso do objeto, unindo-o com outro objeto que tem uma força de elevação;<sup>81</sup>
- b) Compensar o peso de um objeto por interação com um ambiente proporcionando forças aerodinâmicas ou hidrodinâmicas.

### **9. Contra-ação prévia**

- a) Realizar uma neutralização com antecedência;
- b) Se o objeto está (ou estará) sob tensão, fornecer anti tensão antecipadamente.

### **10. Ação prévia**

- a) Realizar toda ou parte da ação requerida com antecedência;
- b) Organizar os objetos para que eles possam entrar em ação numa questão pontual e de uma posição conveniente.

### **11. Amortecimento prévio**

Compensar a fiabilidade relativamente baixa de um objeto por contra medidas tomadas com antecedência.

### **12. Equipotencialidade**

Alterar as condições de trabalho de modo a que um objeto não precise de ser levantado ou baixado.

### **13. Inversão**

- a) Em vez de uma ação ditada pelas especificações do problema, implementar uma ação oposta;
- b) Fazer uma parte do objeto móvel ou do ambiente externo imóvel e da parte não móvel, móvel;
- c) Virar o objeto de cabeça para baixo.

### **14. Esfericidade**

- a) Substituir peças lineares ou superfícies planas por curvas; substituir as formas cúbicas por formas esféricas;
- b) Usar rolos, bolas, ou espirais;
- c) Substituir um movimento linear por um movimento de rotação; utilizar uma força centrífuga.

### **15. Dinamismo**

- a) Fazer um objeto ou seu ambiente ajustar-se automaticamente para um ótimo desempenho em cada fase da operação;
- b) Dividir um objeto em elementos que podem mudar de posição em relação de um ao outro;
- c) Se um objeto é imóvel, torná-lo móvel ou permutável.

### **16. Ação parcial ou excessiva**

Se é difícil a obtenção de 100% de um efeito desejado, alcançar um pouco mais ou menos do que este, a fim de simplificar o problema.

### **17. Transição para nova dimensão**

- a) Remover os problemas com a movimentação de um objeto numa linha através da incorporação de duas dimensões no movimento (ou seja, ao longo de um plano);
- b) Usar um conjunto de multicamadas de objetos em vez de uma única camada;
- c) Inclinarm o objeto ou virá-lo de lado.

### **18. Vibrações mecânicas**

- a) Pôr um objeto em oscilação;
- b) Se existe oscilação, aumentar a sua frequência, mesmo tão longe quanto os ultra-sons;

- c) Utilizar a frequência de ressonância do objeto;
- d) Em vez de vibrações mecânicas, utilizar piezovibradores;
- e) Usar vibrações ultra-sônicas, em conjunto com um campo eletromagnético.

### **19. Ação periódica**

- a) Substituir uma ação contínua por uma (pulsada) periódica;
- b) Se uma ação já é periódica, alterar a frequência;
- c) Usar pulsos entre impulsos para fornecer ações adicionais.

### **20. Continuidade de uma ação útil**

- a) Executar uma ação contínua (isto é, sem pausas), onde todas as partes de um objeto operam em plena capacidade;
- b) Remover movimentos ociosos e intermediários.

### **21. Corrida apressada**

Executar operações nocivas ou perigosas a uma velocidade muito elevada.

### **22. Conversão do prejuízo em proveito**

- a) Utilizam fatores prejudiciais ou efeitos ambientais para se obter um efeito positivo;
- b) Remover um fator prejudicial, combinando-a com um outro fator prejudicial;
- c) Aumentar a quantidade de ação prejudicial até que deixe de ser prejudicial.

### **23. Reação**

- a) Introdução da retroação;
- b) Se a retroação já existe, invertê-la.

### **24. Mediação**

- a) Usar um objeto intermediário para transferir ou executar uma ação;
- b) Conectar temporariamente um objeto num outro que seja fácil de remover.

### **25. Auto-serviço**

- a) Fazer o objeto servir-se a ele mesmo e a realizar operações complementares e reparação;
- b) Fazer uso de material desperdiçado e de energia.

### **26. Cópia**

- a) Usar uma cópia simples e barata, em vez de um objeto que é complexo, caro, frágil ou inconveniente para operar;

- b) Substituir um objeto pela sua cópia ótica ou imagem. Uma escala pode ser usada para reduzir ou aumentar a imagem;
- c) Se são utilizadas cópias óticas, substituí-las por cópias infravermelhas ou ultravioletas.

### **27. Objeto económico com vida curta (descartável)**

Substituir um objeto caro por uma coleção mais barata, renunciando propriedades (por exemplo, a longevidade).

### **28. Substituição de sistema mecânico**

- a) Substituir um sistema mecânico por um dispositivo ótico, acústico ou sistema olfativo (odor);
- b) Utilizar um campo elétrico, magnético ou eletromagnético para a interação com o objeto;
- c) Substituir os campos:
  - i. Campos estacionárias por campos que se deslocam;
  - ii. Campos fixos por aqueles que mudam com o tempo;
  - iii. Campos aleatórios por campos estruturados.
- d) Usar um campo em conjunção com partículas ferromagnéticas.

### **29. Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos**

Substituir peças sólidas de um objeto por gás ou líquido. Estas peças podem usar ar ou água para a insuflação, ou usar almofadas de ar ou hidrostáticas.

### **30. Membranas flexíveis ou películas finas**

- a) Substituir construções tradicionais pelos feitos de "conchas" flexíveis ou filmes finos;
- b) Isolar um objeto do seu ambiente usando "conchas" flexíveis ou filmes finos.

### **31. Uso de materiais porosos**

- a) Fazer um objeto poroso ou adicionar elementos porosos (inserções, capas, etc.);
- b) Se um objeto já é poroso, preencher os poros com antecedência com alguma substância.

### **32. Mudança de cor**

- a) Mudar a cor de um objeto ou os seus arredores;
- b) Alterar o grau de translucidez de um objeto ou de um processo que é difícil de ver;
- c) O uso de aditivos coloridos para observar um objeto ou um processo que é difícil de ver;
- d) Se tais aditivos já são utilizados, usar vestígios luminescentes ou elementos traçadores.

### **33. Homogeneidade**

Fazer os objetos interagir com um objeto primário do mesmo material, que é próximo dele no comportamento.

### **34. Rejeição e recuperação de componentes**

- a) Depois de ter concluído a sua função ou de se ter tornado inútil, rejeitar ou modificar (por exemplo, descartar, dissolver, evaporar) um elemento de um objeto;
- b) Restaurar imediatamente qualquer parte de um objeto que está esgotado ou exaurido.

### **35. Transformação do estado físico ou químico**

Mudar o estado de agregação de um objeto, distribuição da densidade, do grau de flexibilidade, ou temperatura.

### **36. Mudança de fase**

Implementar um efeito desenvolvido durante a fase de transição de uma substância, por exemplo, a libertação ou a absorção de calor que acompanha uma mudança no volume.

### **37. Expansão térmica**

- a) Usar um material que se expande ou se contraia com o calor;
- b) Usar vários materiais com diferentes coeficientes de expansão térmica.

### **38. Utilização de oxidantes fortes**

- a) Substituir o ar normal com ar enriquecido;
- b) Substituir o ar enriquecido com oxigénio;
- c) Tratar um objeto em ar ou em oxigénio com radiação ionizante;
- d) Usar o oxigénio ionizado.

### **39. Ambiente inerte**

- a) Substituir o ambiente normal por um inerte;
- b) Realizar o processo em vácuo.

### **40. Materiais compósitos**

Substituir um material homogéneo por um compósito.

## Anexo C – 76 Soluções-Padrão

<b>Classe 1. Construir e destruir modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.1 Construção de modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.1.1 Construção de um modelo Substância-Campo</b>	Se um determinado objeto não é receptivo (ou pouco receptivo) para mudanças necessárias, e a descrição do problema não inclui quaisquer restrições para a introdução de substâncias ou campos, o problema pode ser resolvido através do preenchimento do modelo Substância-Campo para introduzir os elementos em falta.
<b>1.1.2 Modelo interno Substância-Campo complexo</b>	Se um determinado objeto não é receptivo (ou pouco receptivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema não inclui quaisquer restrições à introdução de substâncias e de campos, o problema pode ser resolvido pela transição permanente ou temporária para o modelo interno complexo Substância-Campo, ou seja, introduzindo aditivos em S1 ou S2 para aumentar a controlabilidade, ou conferir as propriedades pretendidas para o modelo de Substância-Campo.
<b>1.1.3 Modelo complexo externo Substância-Campo</b>	Se um determinado objeto não é receptivo (ou pouco receptivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema inclui restrições à introdução de aditivos em substâncias existentes S1 e S2, o problema pode ser resolvido pela transição permanente ou temporária para o modelo externo Substância-Campo complexo, anexando S1 ou S2 à substância um externo S3, com a finalidade de aumentar a controlabilidade ou transmitir propriedades requeridas para o modelo de Substância-Campo.
<b>1.1.4 Modelo substância-campo externo com o meio ambiente</b>	Se um determinado modelo Substância-Campo não é receptivo (ou pouco receptivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema inclui restrições à introdução de aditivos, tanto nele como anexando substâncias a ele, o problema pode ser resolvido com a construção de um modelo Substância-Campo, utilizando o ambiente como um aditivo.
<b>1.1.5 Modelo substância-campo com o ambiente e aditivos</b>	Se o ambiente não contém as substâncias necessárias para criar um modelo de Substância-Campo de acordo com a solução padrão 1.1.4, estas substâncias podem-se obter mediante a substituição do meio ambiente, a sua decomposição, ou a introdução de aditivos nele.
<b>1.1.6 Modo mínimo</b>	Se o modo mínimo (isto é, medido, ótimo) de ação é necessário e é difícil ou impossível de fornecê-lo, aplica-se o modo máximo, e em seguida, é recomendado eliminar o excedente. O campo excedente pode ser eliminado por uma substância e a substância excedente pode ser eliminada por um campo.

<b>1.1.7 Modo máximo</b>	Se o modo máximo de uma ação de uma substância é necessário e é proibido por várias razões, a ação máxima deve ser mantida, mas dirigida sobre uma outra substância ligada ao primeiro.
<b>1.1.8 Modo selectivo máximo</b>	<p>Se um modo seletivo máximo é necessário (isto é, o modo máxima em zonas selecionadas e modo mínimo em outras zonas), o campo deve ser:</p> <p>-máximo: neste caso, uma substância protetora deve ser introduzido em todos os lugares onde a influência mínima é necessária.</p> <p>-mínimo: neste caso, uma substância capaz de gerar um campo local deveria ser introduzida em todos os lugares onde a influência máxima é necessária.</p>
<b>1.2 Destruir modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.2.1 Eliminando a interação prejudicial ao introduzir S3</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo, não é necessário que estas substâncias sejam estreitamente adjacentes uma à outra, o problema pode ser resolvido mediante a introdução de uma terceira substância entre estas duas substâncias, que não tem custo (ou aproximadamente).
<b>1.2.2 Eliminando a interação prejudicial através da introdução de S1modificado e/ou S2</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo, estas substâncias não têm de ser imediatamente adjacentes uma à outra, no entanto, a descrição do problema inclui restrições sobre a introdução de substâncias estranhas, o problema pode ser resolvido introduzindo, entre estas duas substâncias, uma terceira substância, que é uma modificação das substâncias existentes.
<b>1.2.3 "Retirar" uma ação prejudicial</b>	Se for necessário para eliminar a ação prejudicial de um campo de uma substância, o problema pode ser resolvido mediante a introdução de uma segunda substância que "retira" a ação prejudicial.
<b>1.2.4 Neutralizar uma ação prejudicial com F2</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo e estas substâncias, ao contrário das soluções padrão 1.2.1 e 1.2.2, devem ser imediatamente adjacentes uma à outra, o problema pode ser resolvido através da criação de um modelo duplo de Substância-Campo, em que a ação útil é executada pelo campo F1 e o segundo campo F2, neutraliza a ação prejudicial ou transforma a ação prejudicial numa ação útil.

<b>Classe 2. Melhorando os modelos Substância-Campo</b>	
<b>2.1 Transição para modelos Substância-Campo complexos</b>	
<b>2.1.1 Modelo de cadeia de Substância-Campo</b>	<p>Se é necessário para melhorar um modelo de Substância-Campo, o problema pode ser resolvido mediante a transformação de um elemento do modelo em uma forma independente-controlada do modelo Substância-Campo completo e criar um modelo de cadeia.</p> <p>S3 ou S4, por sua vez podem ser transformados em um modelo de Substância-Campo completo.</p>
<b>2.1.2 Modelo Substância-Campo duplo</b>	<p>Se é necessário para melhorar um modelo Substância-Campo de difícil controle e a substituição de elementos é proibida, o problema pode ser resolvido através da construção de um modelo duplo através da aplicação de um segundo campo facilmente controlado.</p>
<b>2.2 Impondo modelos Substância-Campo</b>	
<b>2.2.1 Aplicação de campos mais controláveis</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado através da substituição de um campo incontrolável ou de difícil controle por um que é facilmente controlado.</p>
<b>2.2.2 Fragmentação de S2</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser melhorada através do aumento do grau de fragmentação da substância utilizada como uma ferramenta.</p>
<b>2.2.3 Aplicação de substâncias capilares e porosas</b>	<p>Um caso especial de fragmentação da substância é a transição de uma substância sólida para uma capilar ou porosa. Esta transição prossegue de acordo com a seguinte linha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- substância sólida</li> <li>- substância sólida com uma cavidade</li> <li>- substância sólida com várias cavidades</li> <li>- substância capilar ou porosa</li> <li>- substância capilar ou porosa com poros de estrutura e dimensões especiais</li> </ul> <p>À medida que a substância desenvolve de acordo com esta linha, a possibilidade de colocar um líquido nas cavidades ou poros cresce, bem como a aplicação de alguns dos fenômenos naturais.</p>
<b>2.2.4 Dinamização</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado para aumentar o seu nível de dinamismo, isto é, fazendo a estrutura do sistema mais flexível e fácil de mudar.</p>

2.2.5 Campos estruturantes	<p>Um modelo Substância-Campo pode ser reforçado através da substituição de áreas homogêneas ou campos não estruturados tanto por campos heterogêneos como por campos de estrutura espacial permanente ou variável.</p> <p>Em particular, se é necessário para conferir uma estrutura especial espacial a uma substância, que é (ou pode ser) incorporada no modelo Substância-Campo, o processo de estruturação deve ser realizada em um campo tendo uma estrutura que corresponde à estrutura necessária da substância.</p>
2.2.6 Substâncias estruturantes	<p>Um modelo Substância-Campo pode ser melhorado, substituindo substâncias homogêneas ou não estruturadas tanto por substâncias heterogêneas como por substâncias com estrutura espacial permanente ou variável.</p> <p>Em particular, se for necessário para obter aquecimento intensivo em locais definidos, pontos ou linhas do sistema, recomenda-se que uma substância exotérmica seja introduzida antes do tempo.</p>
<b>2.3 Aplicação por ritmos correspondentes</b>	
2.3.1 Correspondendo os ritmos do F e S1 ou S2	A ação de um campo em um modelo Substância-Campo deve ser correspondido (ou intencionalmente mal correspondido) entre a frequência e a frequência natural do produto ou ferramenta.
2.3.2 Correspondendo os ritmos de F1 e F2	As frequências de campos aplicados em modelos Substância-Campo complexos devem ser compatíveis ou intencionalmente incompatíveis.
2.3.3 Correspondendo ações incompatíveis ou previamente independentes	Se duas ações são incompatíveis, uma delas deve ser realizada durante as pausas da outra. Em geral, as pausas numa ação devem ser preenchidas por outra ação útil.
<b>2.4 Modelos de campo ferromagnético (modelos Substância-Campo complexos forçados)</b>	
2.4.1 Modelos pré-ferro-campo	Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado pela utilização de substâncias ferromagnéticas, juntamente com um campo magnético.
2.4.2 Modelos ferro-campo	<p>Para melhorar a controlabilidade do sistema, é sugerido que um modelo Substância-Campo ou pré-ferro-campo seja substituído por um modelo de ferro-campo. Para fazer isto, as partículas ferromagnéticas devem ser substituídas por (ou adicionados a) uma substância, e um campo magnético ou eletromagnético aplicado. Fichas, grânulos, grãos, etc., podem também ser considerados como partículas ferromagnéticas. A eficiência de controle aumenta com a maior fragmentação das partículas ferromagnéticas. Assim, modelos ferro-campo evoluem de acordo com a seguinte linha: granulado - pó - partículas ferromagnéticas finamente moídas. A eficiência de controle também aumenta ao longo da linha em relação a essa na qual a substância da partícula de ferro está incluído: substância sólida - grânulos - pó - líquido.</p>

2.4.3 Líquidos magnéticos	Modelos ferro-campo podem ser melhorados através da utilização de líquidos magnéticos. Um líquido magnético é uma solução coloidal de partículas ferromagnéticas em um líquido, tal como o querosene, o silicone, a água, etc. A solução padrão 2.4.3 pode ser considerada o último caso da evolução de acordo com a
2.4.4 Aplicando estruturas capilares em modelos ferro-campo	Modelos ferro-campo podem ser melhorados utilizando as estruturas capilares ou porosas inerentes em muitos destes modelos.

### Classe 3. Transição para supersistema e níveis micro

#### 3.1 Transição para bi-sistemas e poli-sistemas

3.1.1 Sistema de transição 1- a: a criação de bi-sistemas e poli-sistemas	O desempenho do sistema, em qualquer fase da evolução pode ser reforçado por transição do sistema 1-a: combinando o sistema com um outro sistema(s), construindo assim um bi-sistema ou um poli-sistema complexo.
3.1.2 Elos reforçados em bi-sistemas e poli-sistemas	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através do desenvolvimento dos elos das relações entre os seus elementos.
3.1.3 Sistema de transição 1- b: aumentar as diferenças entre elementos	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através do aumento das diferenças entre os seus elementos de transição (sistema 1-b): a partir de elementos idênticos, para elementos com características alteradas, para um conjunto de elementos diferentes, para uma combinação de características invertidas - ou "elemento e anti-elemento".
3.1.4 Simplificação dos bi-sistemas e poli-sistemas	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através da simplificação do sistema, em primeiro lugar, sacrificando peças auxiliares. Completamente simplificado bi-sistemas e poli-sistemas tornam-se mono- sistemas de novo, e todo o ciclo pode ser repetido com um novo nível.
3.1.5 Sistema de transição 1- c: características opostas do todo e suas partes	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através da separação das características incompatíveis entre o sistema como um todo e suas partes (transição de sistema 1-c). Como resultado, o sistema é utilizado em dois níveis, com todo o sistema a ter a característica F, e as suas partes ou partículas tendo a característica oposta, anti-F.

<b>Classe 4. Soluções-Padrão para a deteção e medição</b>	
<b>4.1 Métodos indiretos</b>	
4.1.1 Substituir a deteção ou a medição com a alteração do sistema	Se tiver um problema com a deteção ou a medição, é adequado modificar o sistema de uma maneira que torna a necessidade de resolver o problema obsoleto.
4.1.2 Aplicação de cópias	Se tem um problema com a deteção ou medição, e é impossível aplicar a solução padrão 4.1.1, é adequado manipular uma cópia ou uma foto de um objeto em vez do próprio objeto.
4.1.3 Medição como duas deteções consecutivas	Se tiver um problema com a deteção ou medição e é impossível aplicar as Soluções-Padrão 4.1.1 e 4.1.2, é adequado transformar o problema em um, onde duas deteções consecutivas de variação são efetuadas.
<b>4.2 Construção de medição de modelos Substância-Campo</b>	
4.2.1 Medição do modelo Substância-Campo	Se um modelo Substância-Campo incompleto é difícil de medir ou detetar, o problema pode ser resolvido por preenchimento de um regular ou duplo modelo Substância-Campo com um campo numa saída.
4.2.2 Medição do modelo complexo Substância-Campo	Se um sistema ou a sua parte é difícil de detetar ou medir, o problema pode ser resolvido por transição para o interior ou exterior do modelo complexo de Substância-Campo com a introdução de aditivos de fácil deteção.
4.2.3 Medição do modelo Substância-Campo com o meio ambiente	Se um sistema é difícil de detetar ou medir em certos momentos no tempo, e é impossível introduzir aditivos, devem ser introduzidos nos ambientes aditivos capazes de gerar uma fácil deteção (ou fácil medição) do campo; alterações no estado do ambiente irão fornecer informações sobre as alterações no sistema.
4.2.4 Obtenção de aditivos no ambiente	Se não for possível a introdução de aditivos no meio ambiente em conformidade com a solução padrão 4.2.3, estes aditivos podem ser produzidos no próprio ambiente, por exemplo, através da sua destruição ou alterando o seu estado de fase. No gás, em particular ou bolhas de vapor obtidas por electrólise, ou por cavitação, ou outros métodos são frequentemente aplicados.

<b>4.3 Reforçando a medição dos modelos Substância-Campo</b>	
<b>4.3.1 Aplicando efeitos físicos e fenômenos</b>	A eficácia de medição e/ou detecção de um modelo Substância-Campo pode ser reforçada pela utilização de fenômenos físicos.
<b>4.3.2 Aplicando oscilações de ressonância de uma amostra</b>	Se é impossível detectar diretamente ou medir as mudanças num sistema e passar um campo através do sistema também é impossível, o problema pode ser resolvido através da geração de oscilações de ressonância de qualquer sistema como um todo ou uma parte dele; variações na frequência de oscilação fornecem informações sobre alterações do sistema.
<b>4.3.3 Aplicando oscilações de ressonância de um objeto combinado</b>	Se a aplicação de solução padrão 4.3.2 é impossível, a informação sobre o estado do sistema pode ser obtida através de oscilações livres de um objeto exterior ou do ambiente, ligadas ao sistema.
<b>4.4 Transição para ferro-campo modelos</b>	
<b>4.4.1 Medição do modelo pré-ferro-campo</b>	Modelos Substância-Campo com campos não magnéticos, são capazes de se transformar em modelos pré-ferro-campo que contenham substâncias magnéticas e um campo magnético.
<b>4.4.2 Medição modelo de ferro-campo</b>	A eficácia de uma medição e/ou detecção de um modelo substância-campo ou pré-ferro-campo pode ser melhorada através de uma transição para um modelo de ferro-campo, substituindo uma das substâncias com partículas ferromagnéticas ou pela adição de partículas ferromagnéticas.
<b>4.4.3 Medição complexa do modelo de ferro-campo</b>	Se a eficácia de medição e/ou de detecção pode ser reforçada através da transição para um modelo de ferro-campo, mas a substituição de substâncias com partículas ferromagnéticas é proibida, esta transição pode ser realizada através da criação de um modelo complexo de ferro-campo através da introdução de aditivos na substância.
<b>4.4.4 Medição modelo ferro-campo com o meio ambiente</b>	Se a eficácia de medição e / ou de detecção pode ser reforçada através da transição para um modelo de ferro-campo, mas a introdução de partículas ferromagnéticas é proibida, as partículas devem ser introduzidos no ambiente.
<b>4.4.5 Aplicação de efeitos físicos e fenômenos</b>	A eficácia de uma medição e / ou detecção do modelo Substância-Campo ou pré-ferro-campo pode ser melhorada através da aplicação de fenômenos físicos.

<b>4.5 Direção da evolução de sistemas de medição</b>	
<b>4.5.1 Transição para bi-sistemas e poli-sistemas</b>	A eficácia de uma medição e / ou detecção do modelo substância-campo ou pré-ferro-campo em qualquer fase da evolução pode ser melhorada através da construção de um bi-sistema ou de um poli-sistema.
<b>4.5.2 Direção da evolução</b>	Sistemas de medição e / ou detecção evoluem na seguinte direção: <ul style="list-style-type: none"> <li>-medição de uma função</li> <li>-medição da primeira derivada da função</li> <li>-medição da segunda derivada da função</li> </ul>

## **Classe 5. Normas para a aplicação das Soluções-Padrão**

<b>5.1 Introduzindo substâncias</b>	
<b>5.1.1 Métodos indiretos</b>	Se as condições de trabalho não permitem a introdução de substâncias num sistema, as seguintes maneiras indiretas devem ser utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aplicação do "vazio" (espaço aberto) em vez da substância</li> <li>- introdução de um campo em vez da substância</li> <li>- aplicação de um aditivo externo, em vez de um interno</li> <li>- introduzindo uma pequena quantidade de um aditivo muito ativo</li> <li>- introdução de uma pequena quantidade do aditivo na forma concentrada em locais específicos</li> <li>- introduzindo o aditivo temporariamente</li> <li>- aplicando um modelo ou cópia de um objeto, em vez do próprio objeto, permitindo a introdução de aditivos</li> <li>- obtenção de aditivos necessários através da decomposição dos produtos químicos introduzidos</li> </ul>
<b>5.1.2 Dividir uma substância</b>	Se um sistema não responde a alterações, e modificar a ferramenta ou introduzir aditivos é proibido, partes que interagem da peça de trabalho podem ser utilizadas em vez da ferramenta.
<b>5.1.3 Auto eliminação de substâncias</b>	Após a realização do seu trabalho, uma substância introduzida deve desaparecer ou tornar-se idêntica a substâncias já existentes no sistema ou no meio ambiente.
<b>5.1.4 Introduzindo substâncias em grandes quantidades</b>	Se as condições não permitem a introdução de grandes quantidades de uma substância, o "vazio" como estrutura inflável ou de espuma pode ser utilizada em vez da substância.

<b>5.2 Introdução de campos</b>	
<b>5.2.1 Uso múltiplo de campos disponíveis</b>	Se for necessário introduzir um campo em um modelo substância-campo, deve-se em primeiro lugar, aplicar campos existentes cujos portadores são as substâncias envolvidas.
<b>5.2.2 Introdução de campos a partir do ambiente</b>	Se é necessário introduzir um campo, mas é impossível fazê-lo, de acordo com solução padrão 5.2.1, tente aplicar campos existentes no meio ambiente.
<b>5.2.3 Utilizar substâncias capazes de originar campos</b>	Se um campo não pode ser introduzido em conformidade com as Soluções-Padrão 5.2.1 e 5.2.2, deve-se aplicar campos que podem ser gerados por substâncias existentes no sistema ou no ambiente.
<b>5.3 Transições de fase</b>	
<b>5.3.1 Transição de fase 1: mudança de fase</b>	A eficácia da aplicação de uma substância (sem a introdução de outras substâncias) pode ser melhorada através da transição de fase 1, isto é, por transformação de fase de uma substância existente.
<b>5.3.2 Transição de fase 2: estado de fase dinâmico</b>	As características duais de uma substância podem ser realizadas através da transição de fase 2, isto é, através da utilização de substâncias capazes de alterar o seu estado de fase, dependendo das condições de trabalho.
<b>5.3.3 Transição de fase 3: utilizando fenômenos associados</b>	Um sistema pode ser melhorado usando a transição de fase 3, isto é, mediante a aplicação de fenômenos que acompanham uma transição de fase.
<b>5.3.4 Transição de fase 4: transição para um estado de dupla fase</b>	As características duais de um sistema podem ser realizadas através da transição de fase 4, isto é, por substituição de um estado monofásico por um estado de fase dupla.
<b>5.3.5 Interação de fase</b>	A eficácia de um sistema utilizando a transição de fase 4, pode ser melhorada através da criação de interações entre as partes ou fases do sistema.